

**“La diagnostica strumentale
in Pneumologia Pediatrica:
tra presente e futuro.”**

Alessandro Volpini

Dirigente Medico S.O.D di Pediatria

(Direttore Dr. Salvatore Cazzato)

Presidio Ospedaliero ad Alta Specializzazione «G. Salesi»

Azienda Ospedaliera Universitaria Ancona

Fano TAG Hotel 8 Aprile 2017



*“Measure what is
measurable, and make
measurable what
is not so.”*



**Galileo Galilei
(1564-1642)**

PNEUMOLOGIA PEDIATRICA

PROVE DI FUNZIONALITÀ RESPIRATORIA

La valutazione della funzionalità respiratoria nel bambino non è così semplice: la misura della funzionalità respiratoria in età preescolare.

Lo spirogramma nel bambino: collaborazione e la validità dei dati ottenuti in alcuni casi di patologia respiratoria e nella fisiologia normale.

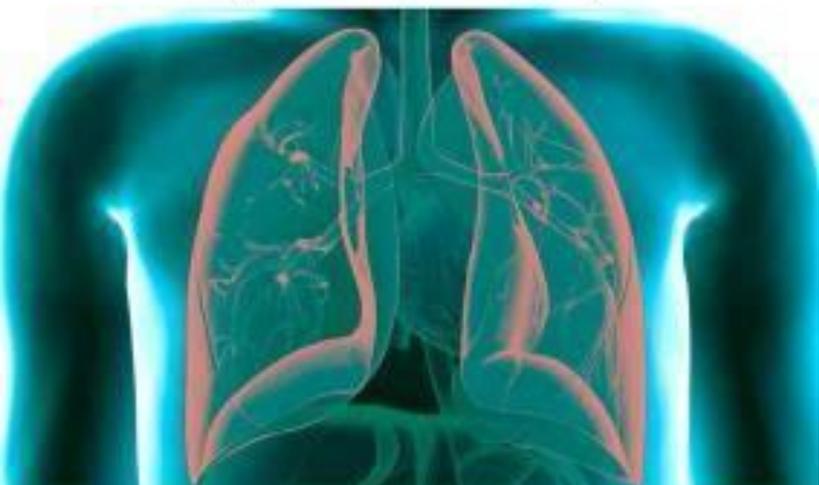
La diffusione alveolo-capillare in età pediatrica: il ruolo di parametri di funzionalità.

Le prove da sforzo in età pediatrica: Praticità e limiti ed emigrazioni: la base della fisiologia respiratoria.

Misurazione della funzionalità respiratoria in età pediatrica: a scuola della funzione normale.

La misura del flusso e della capacità: applicazioni cliniche.

Un articolo "parcheggiato": cosa dovrebbe leggere il pediatra.



Le prove di funzionalità respiratoria hanno un ruolo fondamentale *nell'accertare la normalità della funzione respiratoria*, per la diagnosi funzionale, terapia e monitoraggio delle malattie respiratorie e forniscono preziose informazioni anche sulle malattie sistemiche e croniche.



ERS EUROPEAN
RESPIRATORY
SOCIETY

every breath counts



We help the world breathe
PULMONARY • CRITICAL CARE • SLEEP

**SERIES “ATS/ERS TASK FORCE: STANDARDISATION OF LUNG
FUNCTION TESTING”**

**Edited by V. Brusasco, R. Crapo and G. Viegi
Number 2 in this Series**

Standardisation of spirometry

Spirometry is invaluable as a screening test of general respiratory health in the same way that blood pressure provides important information about general cardiovascular health. However, on its own, spirometry does not lead clinicians directly to an aetiological diagnosis.



ERS EUROPEAN
RESPIRATORY
SOCIETY

every breath counts



We help the world breathe
PULMONARY • CRITICAL CARE • SLEEP

SERIES “ATS/ERS TASK FORCE: STANDARDISATION OF LUNG FUNCTION TESTING”

Edited by V. Brusasco, R. Crapo and G. Viegi
Number 2 in this Series

Standardisation of spirometry

Spirometry is invaluable as a screening test of general respiratory health in the same way that blood pressure provides important information about general cardiovascular health. However, on its own, spirometry does not lead clinicians directly to an aetiological diagnosis.

John Hutchinson's Mysterious Machine Revisited*

Thomas L. Petty, MD, Master FCCP



John Hutchinson, 1811–1861

John Hutchinson, a surgeon, recognized that **the volume of air that can be exhaled from fully inflated lungs is a powerful indicator of longevity.** He invented the spirometer to measure what he called the vital capacity, *ie*, the capacity to live.

Table 1—Occupations of Hutchinson’s Spirometry Subjects*

Sailors (merchant service)	121
Fire Brigade of London	82
Metropolitan Police	144
Thames Police	76
Paupers	129
Mixed class (artisans)	370
First Battalion Grenadier Guards	87
Royal Horse Guards (Blue)	59
Chatham recruits	185
Woolwich Marines	573
Pugilists and wrestlers	24
Giants and dwarfs	4
Printers	73
Draymen	20
Girls	26
Gentlemen	97
Diseased cases	60
Total	2,130

*Adapted from Hutchinson.¹

Position of the body in filling the chest before breathing into the Spirometer.



John Hutchinson’s Mysterious Machine

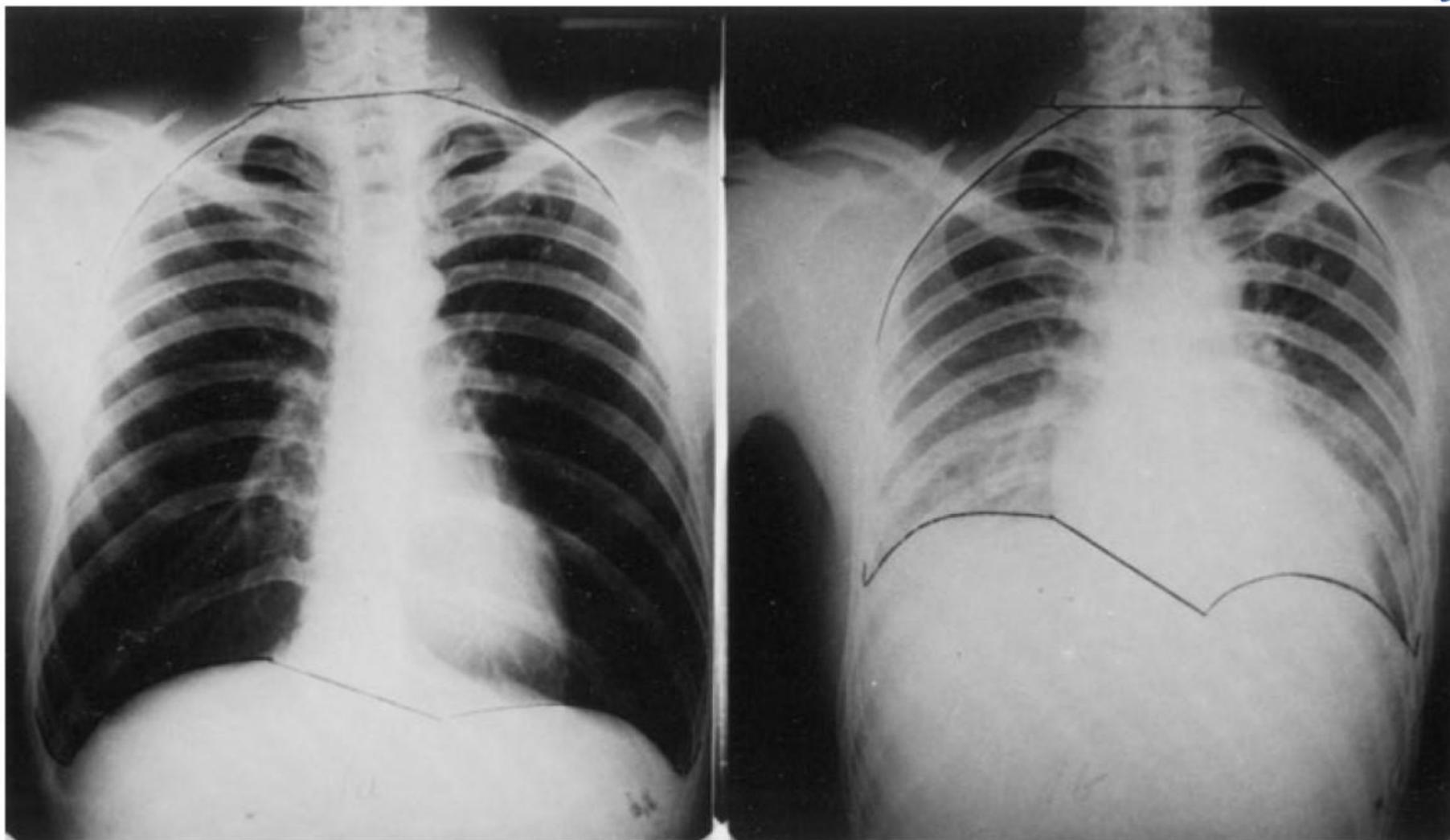


FIGURE 4. Following a forced expiration, the lungs empty down to the residual volume, leaving a small amount of air in the upper portions of the lung.

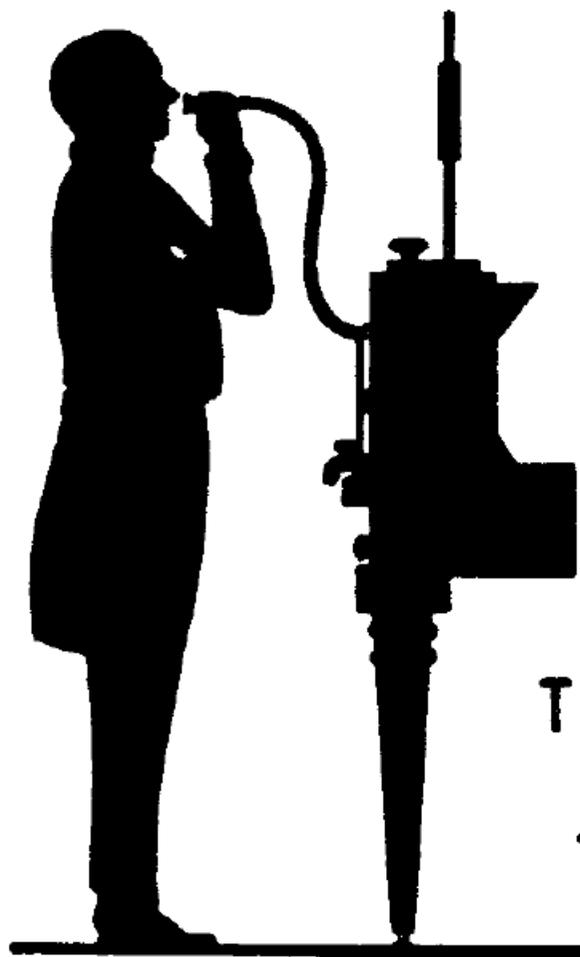
TO THE MEMORY OF JOHN HUTCHINSON M.D.

THE INVENTOR OF THE SPIROMETER
AND A PIONEER IN RESPIRATION

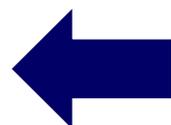
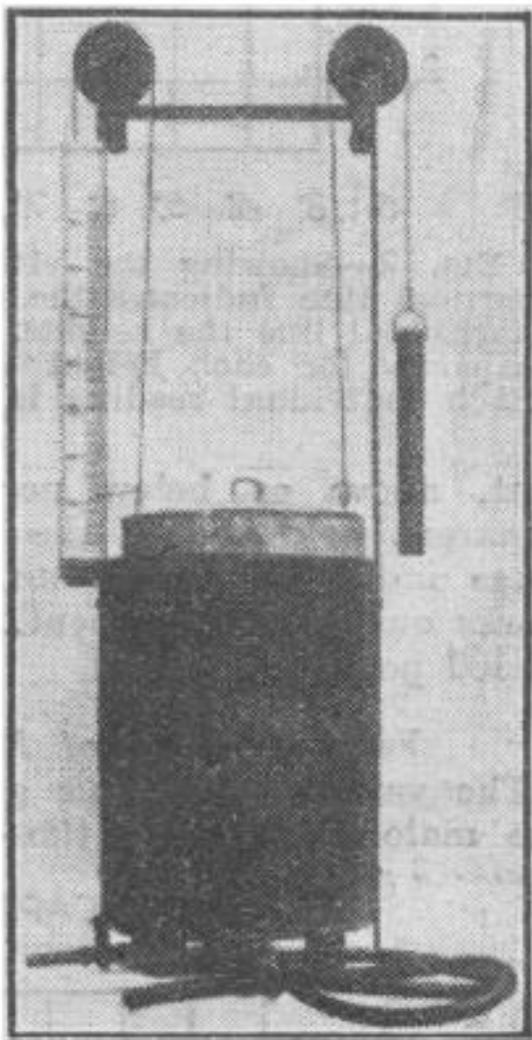
BORN NEWCASTLE ON TYNE 14 JANUARY 1841
PRACTISED MEDICINE IN LONDON TO 1882
AND THEREAFTER IN AUSTRALIA

DIED LEVUKA, FIJI 16 JULY 1881

ERECTED BY
THE THORACIC SOCIETY OF AUSTRALIA
AND
THE BRITISH THORACIC ASSOCIATION
1980



Tra passato e presente....

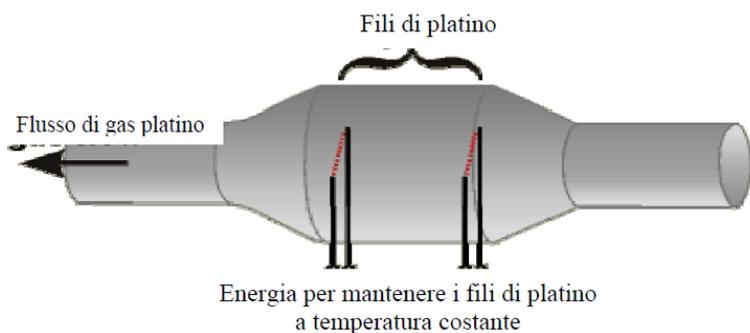


Spirometro a campana:

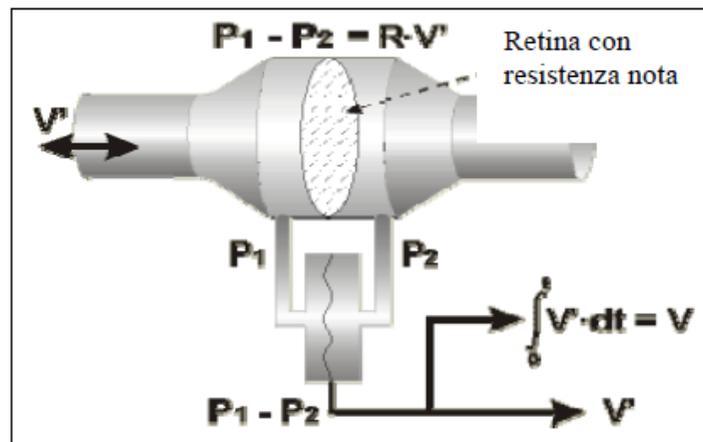
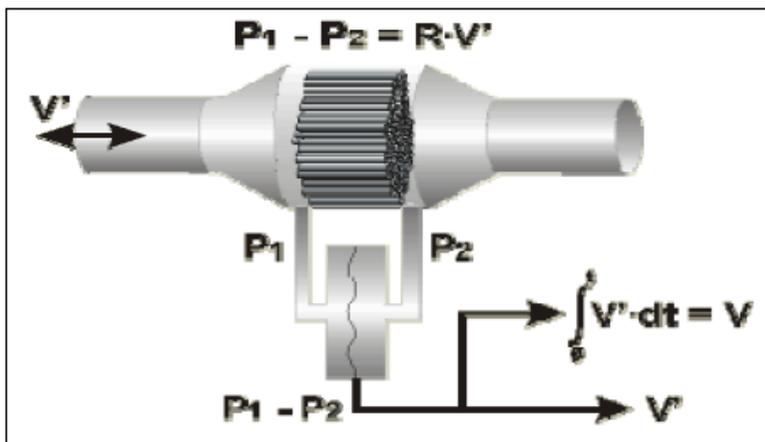
- Dispositivo che trasforma lo spostamento fisico in variazione di volume
- Utilizzato ancora per la taratura

New England J Med 1928

Tra passato e presente....



- Dispositivi che misurano il flusso da cui estrapolano il volume (sensori di flusso).
 Pneumotacografo capillare, a turbina,
 anemometro a filo caldo, flussometro ad ultrasuoni**



SERIES “ATS/ERS TASK FORCE: STANDARDISATION OF LUNG FUNCTION TESTING”

Edited by V. Brusasco, R. Crapo and G. Viegi

Number 2 in this Series

Standardisation of spirometry



TABLE 1 Indications for spirometry

Diagnostic

- To evaluate symptoms, signs or abnormal laboratory tests
- To measure the effect of disease on pulmonary function
- To screen individuals at risk of having pulmonary disease
- To assess pre-operative risk
- To assess prognosis
- To assess health status before beginning strenuous physical activity programmes

Monitoring

- To assess therapeutic intervention
- To describe the course of diseases that affect lung function
- To monitor people exposed to injurious agents
- To monitor for adverse reactions to drugs with known pulmonary toxicity

Disability/impairment evaluations

- To assess patients as part of a rehabilitation programme
- To assess risks as part of an insurance evaluation
- To assess individuals for legal reasons

Public health

- Epidemiological surveys
- Derivation of reference equations
- Clinical research

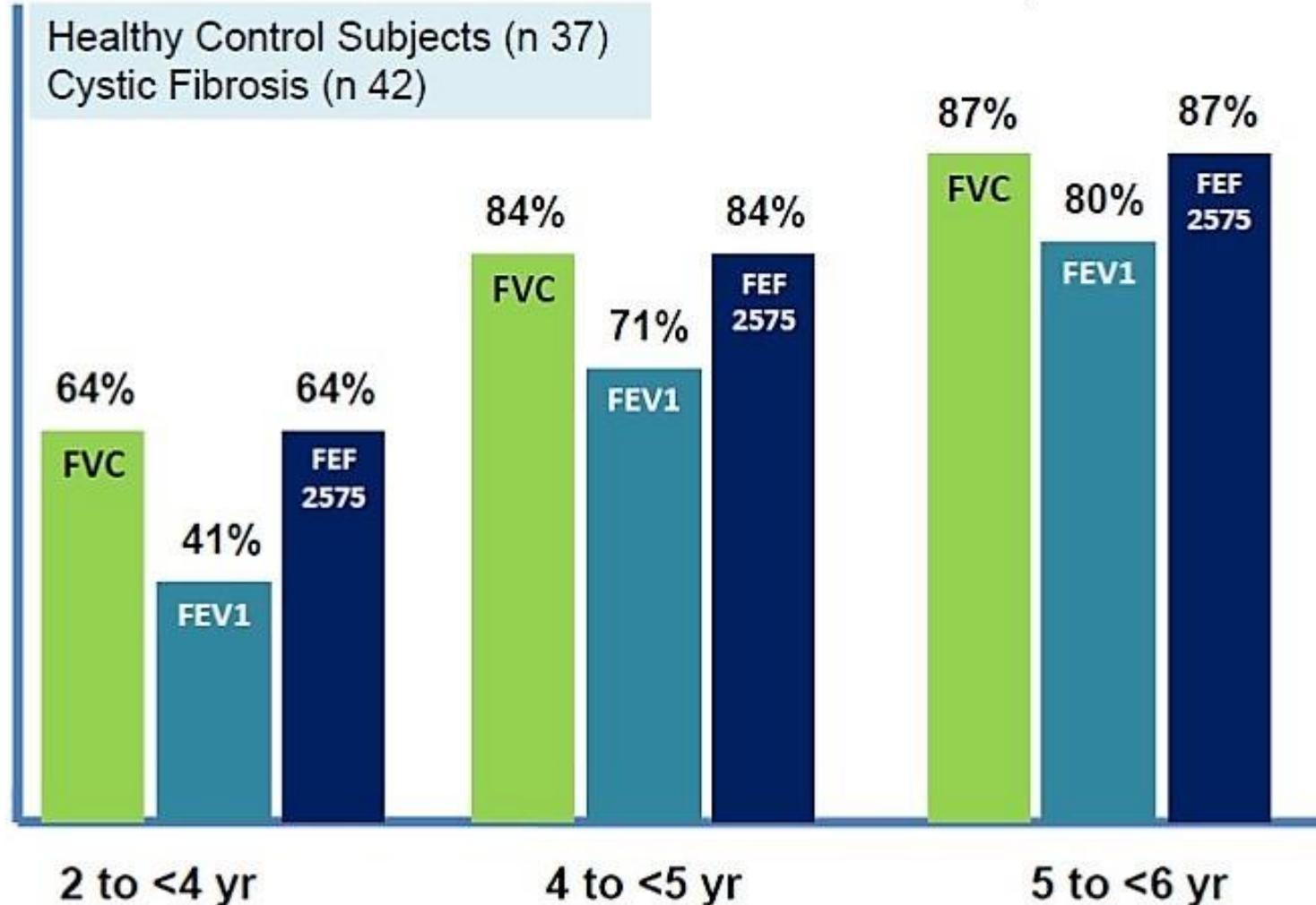
Controindicazioni alla Spirometria

- **Emottisi**
- **Pneumotorace**
- **Presenza di nausea o vomito**
- **Embolia polmonare**
- **Aneurismi cerebrali, addominali o toracici**
- **Angina pectoris instabile**
- **Infarto miocardico recente**
- **Gravidanza 3° trimestre (minacce di aborto)**

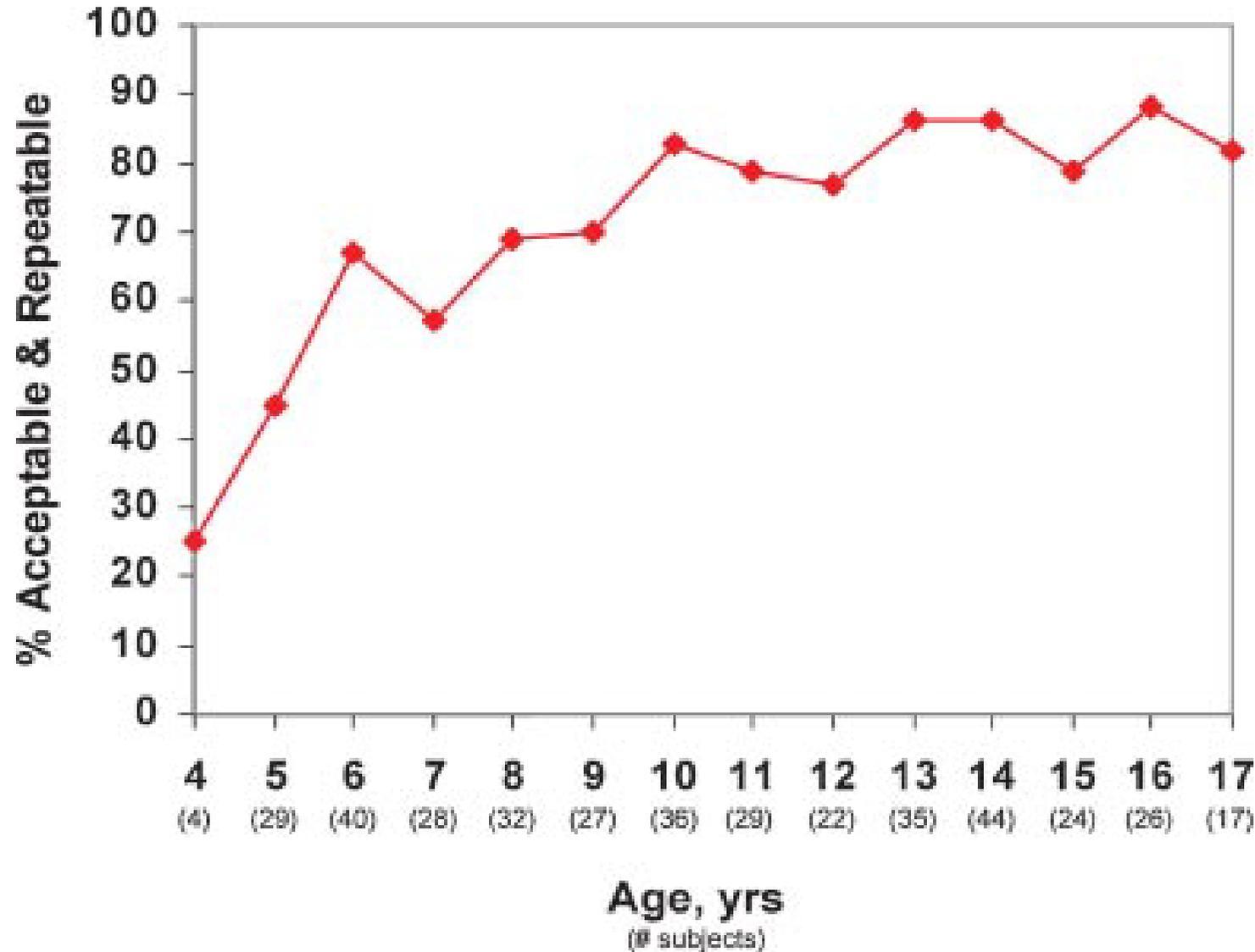
Quando si può fare la spirometria?

SUCCESS RATES IN OBTAINING FORCED EXPIRATORY PARAMETERS

Am J Respir Crit Care Med 2004

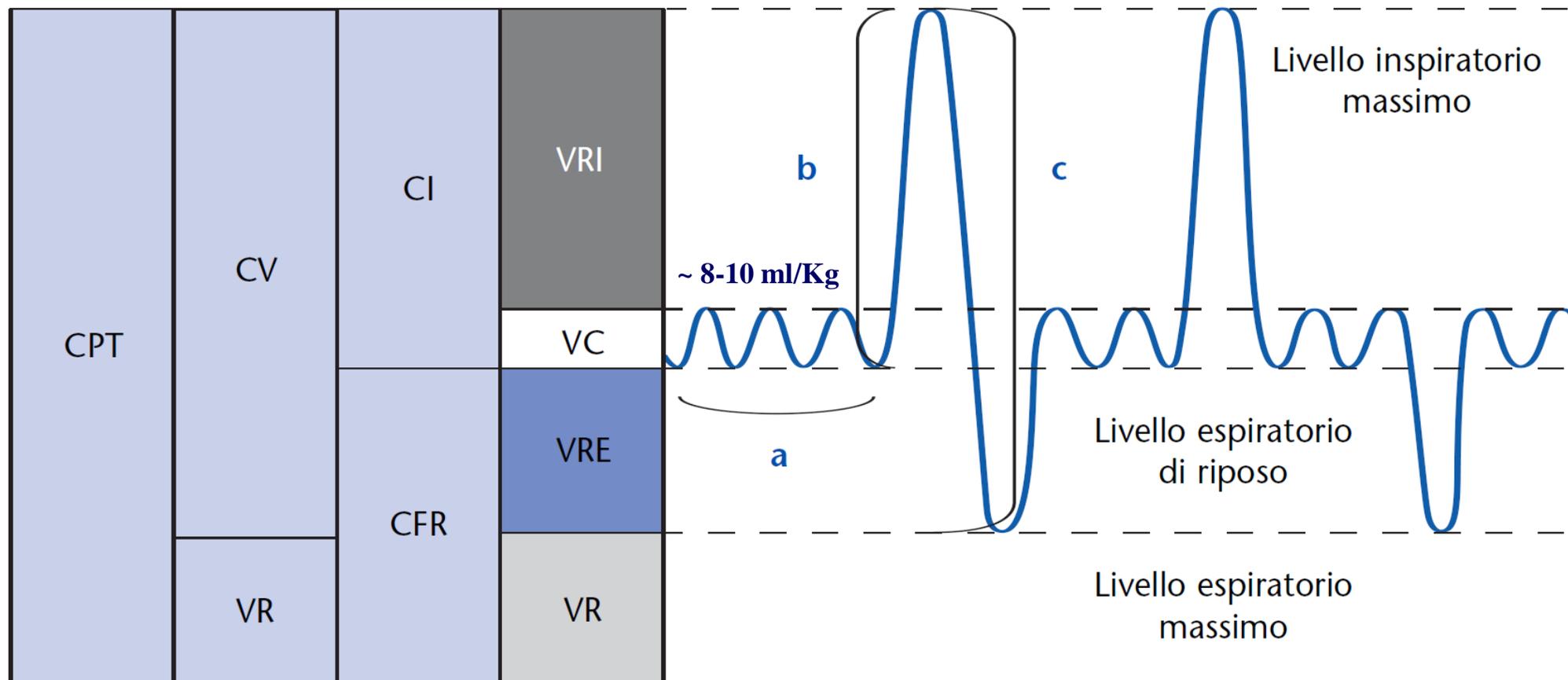


Quando si può fare la spirometria?

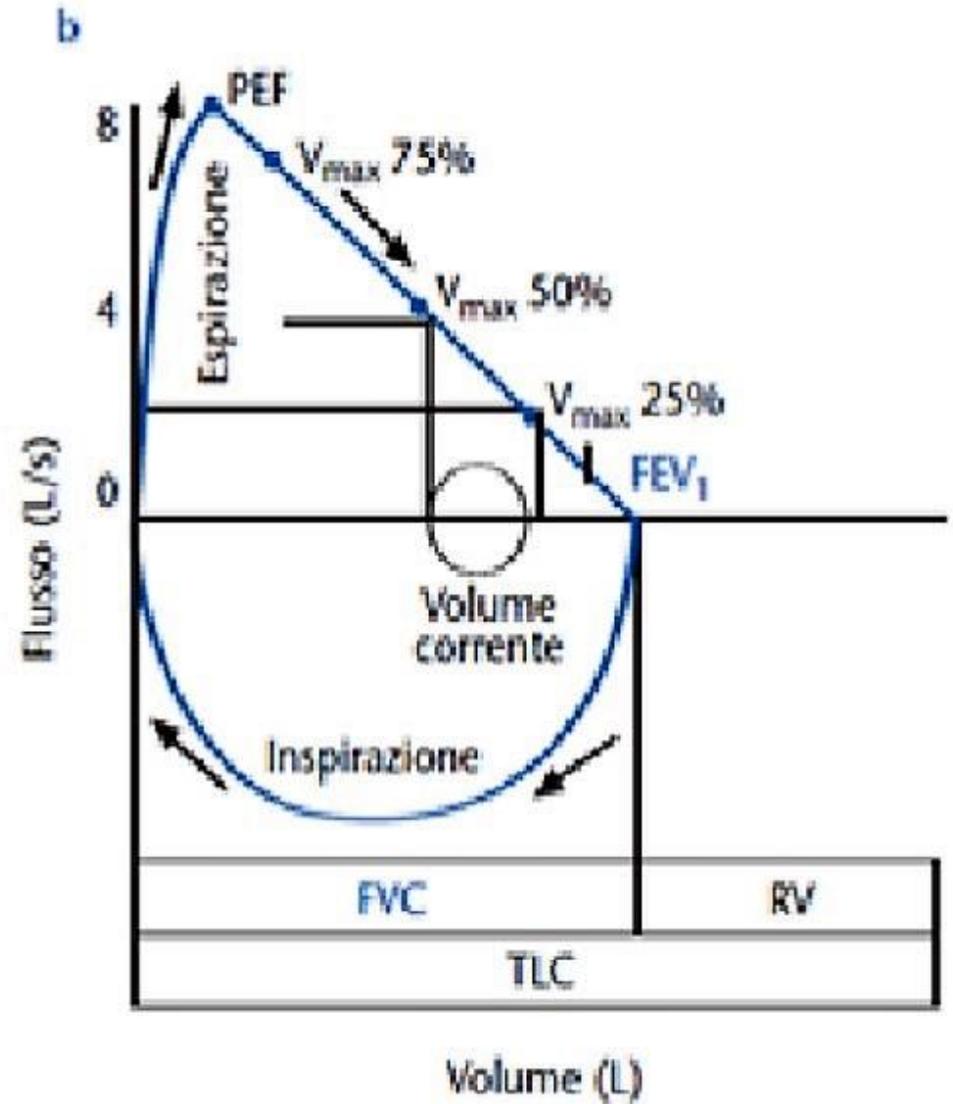
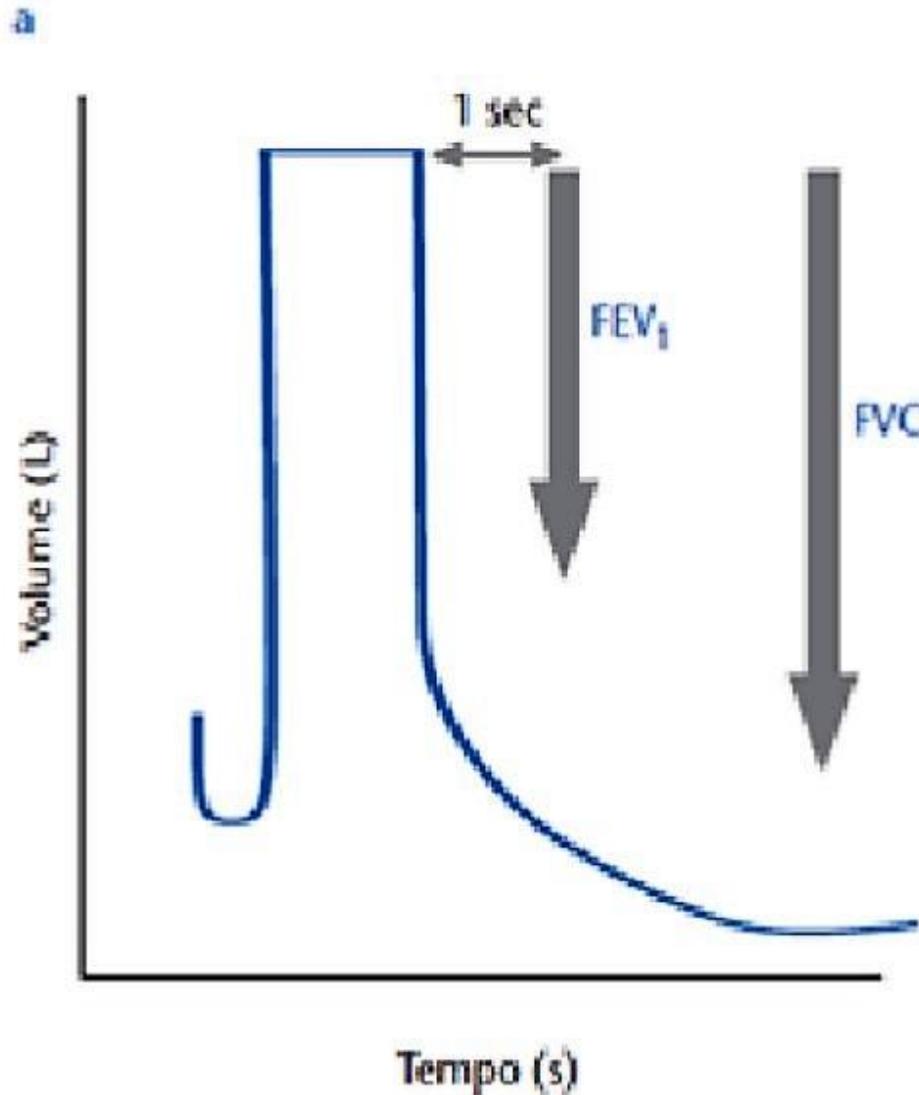


Proportion of **spirometry studies satisfying ATS/ERS acceptability and repeatability** criterion by subject age in years. Between 4 and 10 years the percentage of successful tests increases with age while after 10 years increasing age.

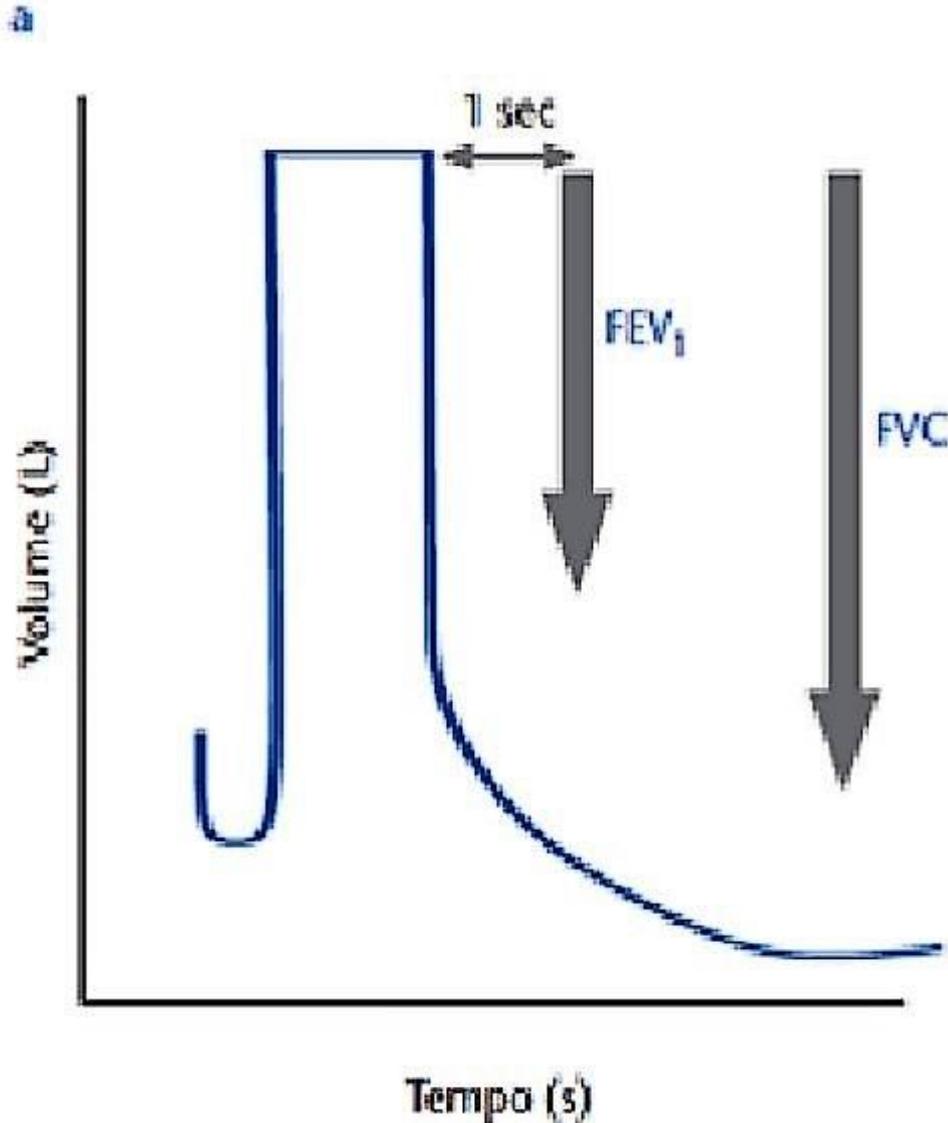
Lo Spirogramma:



Le curve Spirometriche.



Test dell'espiazione forzata.

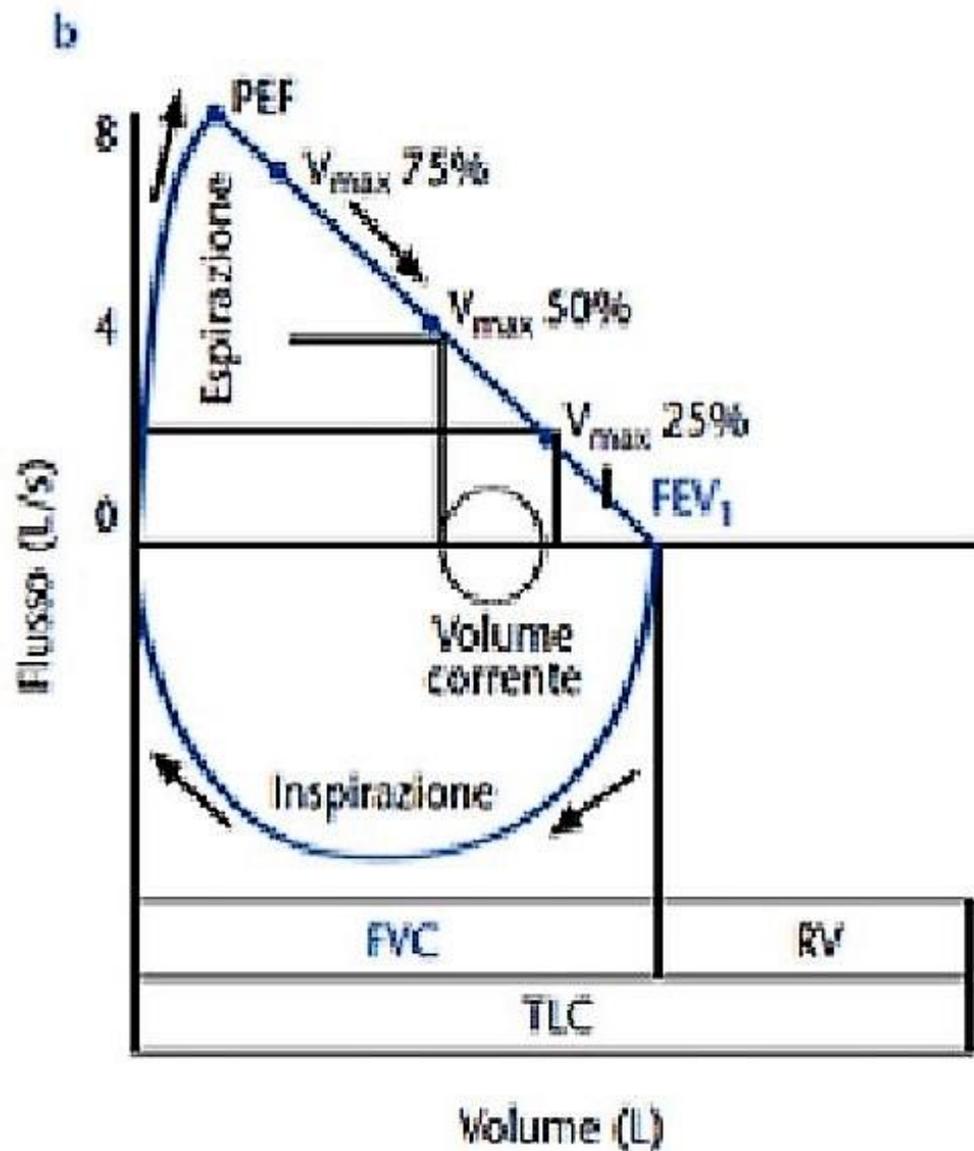


Dopo aver fatto compiere al paziente una inspirazione massimale, lo si fa espirare con la massima forza il massimo volume di aria possibile.

Misuriamo:

- Il volume di aria espirata in un secondo (**FEV1**).
- Il volume totale di aria che può essere espirata (**FVC**).
- Il rapporto **FEV1/FVC** (**indice di Tiffenau**).

Curva Flusso-Volume.



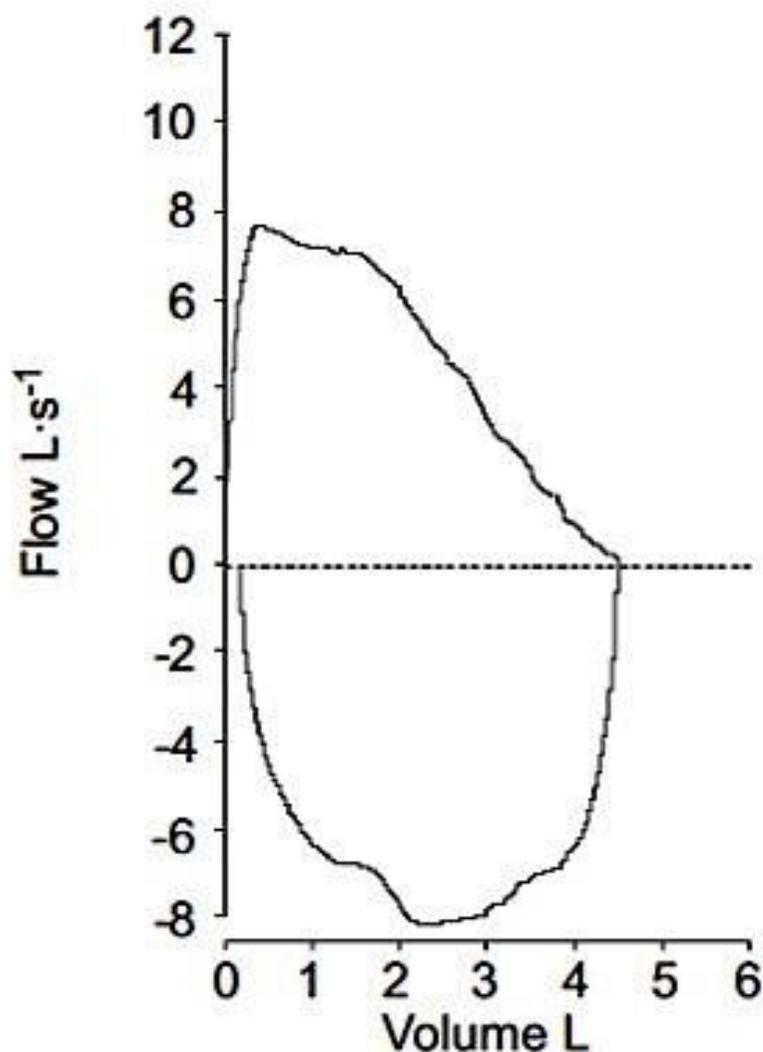
Picco di flusso (PEF) flusso massimo raggiunto nei primi 100-200 msec della curva espiratoria, fornisce informazioni sul calibro delle grandi vie aeree

Flussi a diversi volumi polmonari

- Entro il primo 25% di FVC sono sforzo dipendenti (PEF/V_{max} 75%) → grado pervietà calibro vie aeree maggiori
- V_{max} 50% e V_{max} 25% della FVC grado pervietà vie aeree di calibro minore

SPIROMETRIA NORMALE

Una curva flusso-volume normale è caratterizzata da un rapido picco di flusso espiratorio con un declino graduale verso lo zero. La porzione inspiratoria è una curva profonda nella parte negativa dell'asse del flusso.



Errori più comuni nell'esecuzione della spirometria



Dalla fisiologia alla patologia...

insufficienza ventilatoria

di tipo Ostruttivo

- *Asma
- Fibrosi cistica
- Bronchiectasie
- Broncodisplasia

***Test di reversibilità positivo:**

FEV1 + 12 %

FEF25-75 + 45 %

di tipo Restrittivo

- Patologie della gabbia toracica
- Patologie neuromuscolari
- Lesioni occupanti spazio
- Fibrosi polmonare

Obstructive versus restrictive airway disease

- **Restrictive diseases**

- Reduced peak expiratory flow (PEF)
- Elevated elastic recoil
- Total lung capacity (TLC) is low

- **Obstructive diseases**

- Reduced peak expiratory flow (PEF)
- Increased lung volume (TLC)
- Increased residual volume due to airway closure (RV)
- Inverted curvature of effort- independent part

Interpretazione dei Parametri Spirometrici.

Indici Funzionali	<u>Incapacità ventilatoria di tipo restrittivo</u>	<u>Incapacità ventilatoria di tipo ostruttivo</u>
FVC	Diminuita	Normale Diminuita
FEV1	Normale Diminuito in modo proporzionale alla FVC	Diminuito (più della FVC)
FEV1 / FVC X 100	Normale Aumentato	Diminuito

ESEMPI DI CURVE FLUSSO-VOLUME





TABLE 6

Severity of any spirometric abnormality based on the forced expiratory volume in one second (FEV₁)

Degree of severity

FEV₁ % pred

Mild

>70

Moderate

60–69

Moderately severe

50–59

Severe

35–49

Very severe

<35

% pred: % predicted.

Diagnosi di asma: prove di funzionalità respiratoria

SPIROMETRIA

**OSTRUZIONE
PRESENTE**

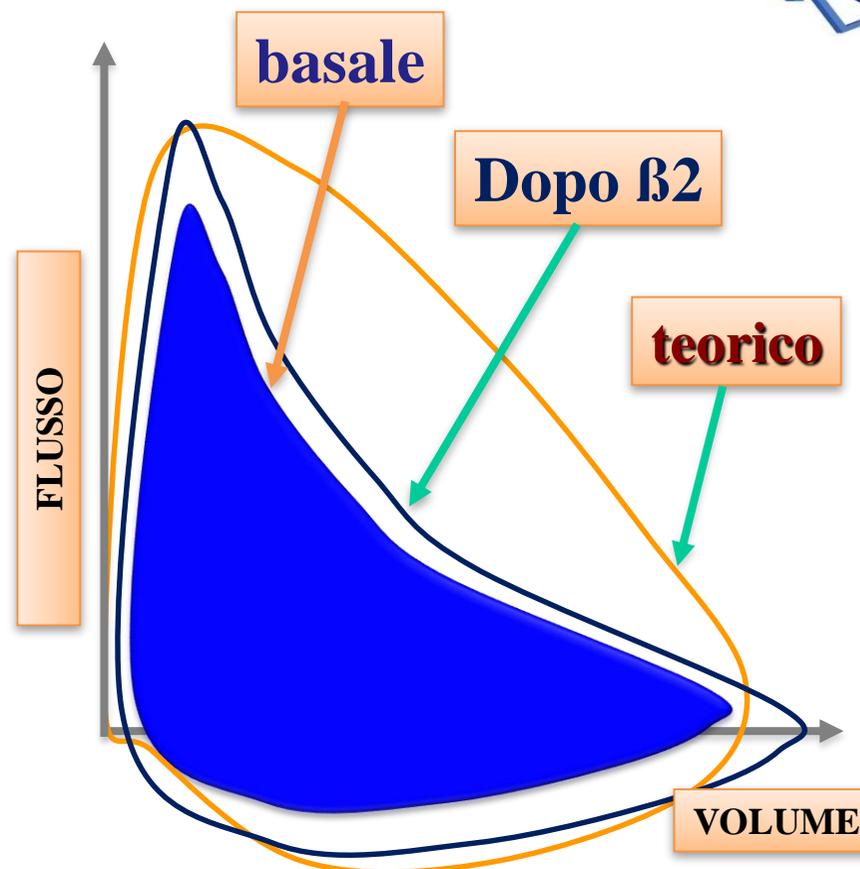
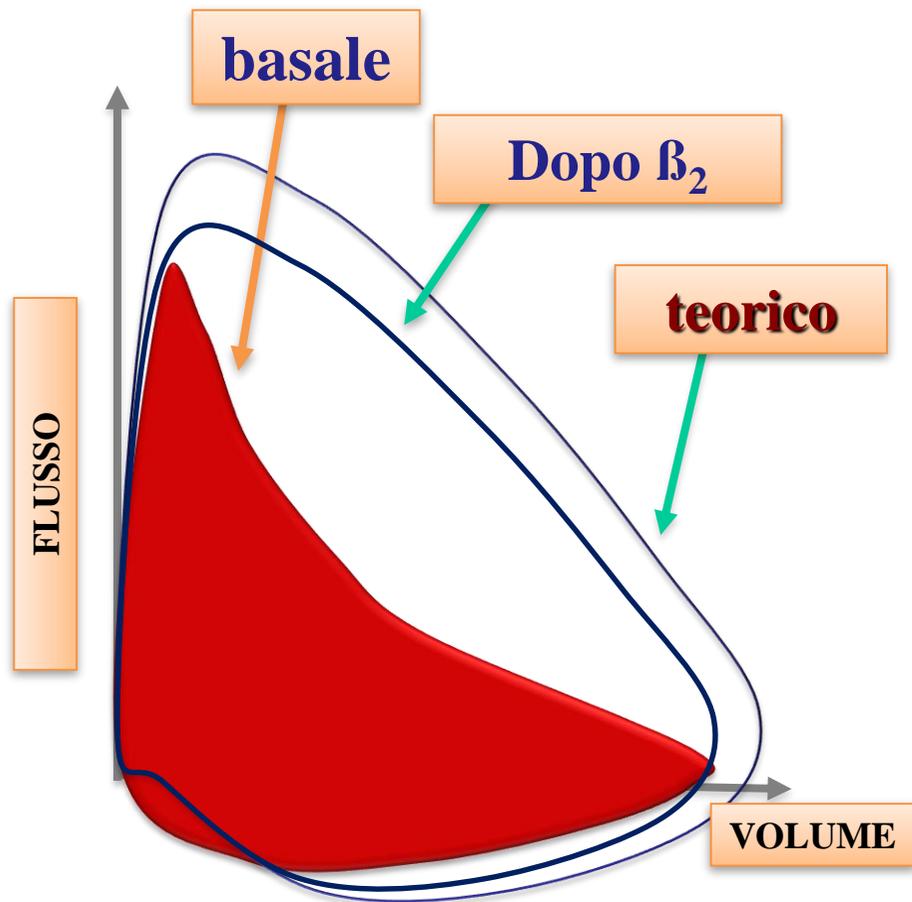


**TEST DI
REVERSIBILITA'**

**OSTRUZIONE
ASSENTE**

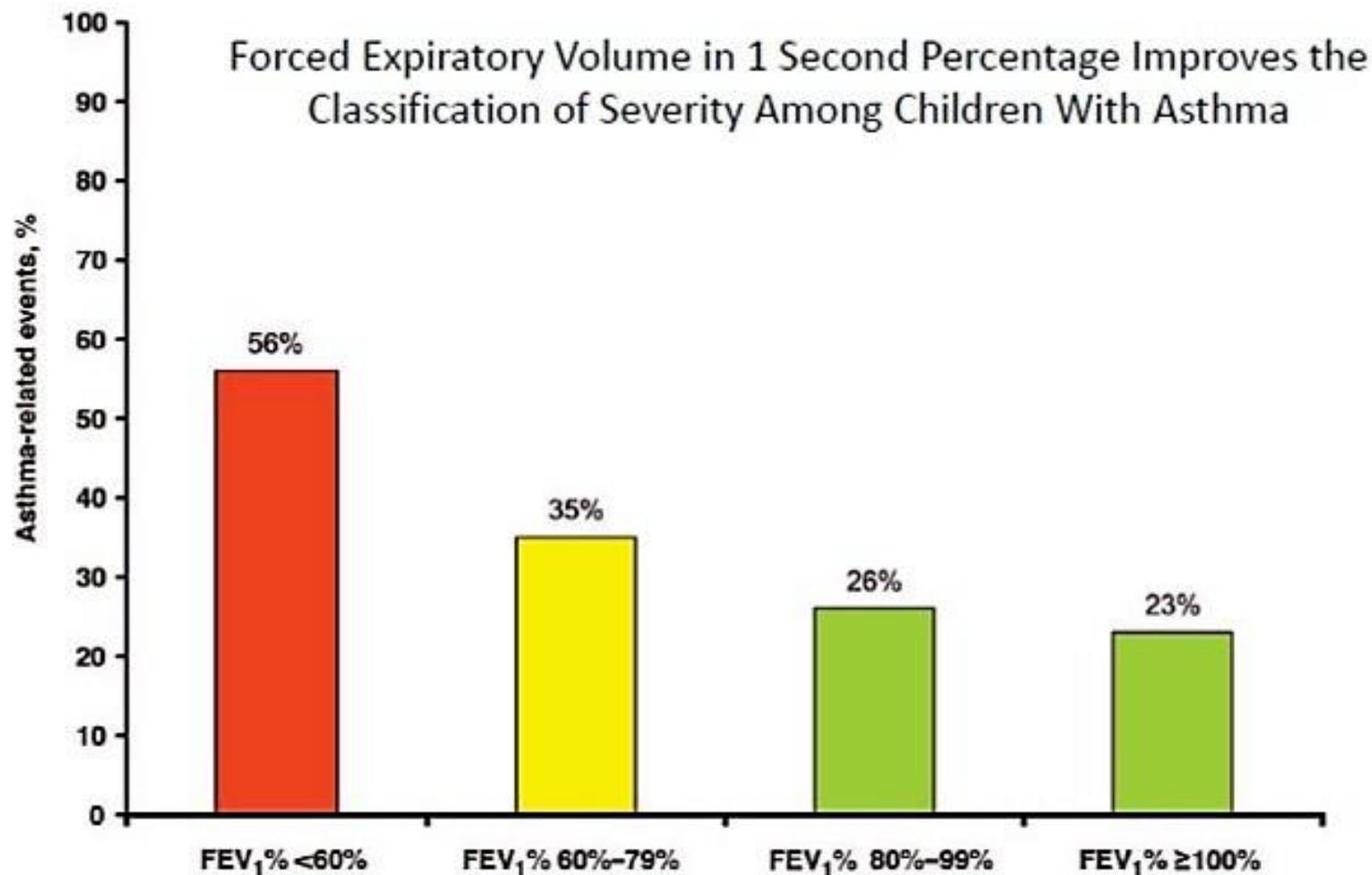


**TEST DI PROVOCAZIONE
BRONCHIALE ASPECIFICO**



OSTRUZIONE REVERSIBILE
(ASMA BRONCHIALE)

OSTRUZIONE IRREVERSIBILE
(BPCO)



Association between FEV₁% and serious asthma exacerbations. Shown is the proportion of children within each FEV₁% who reported a serious asthma exacerbation during a 4-month period, defined as an **emergency department visit, hospitalization, or oral steroid burst for asthma.**

PEDIATRICS 118; 2006

La Spirometria...oltre l'asma!

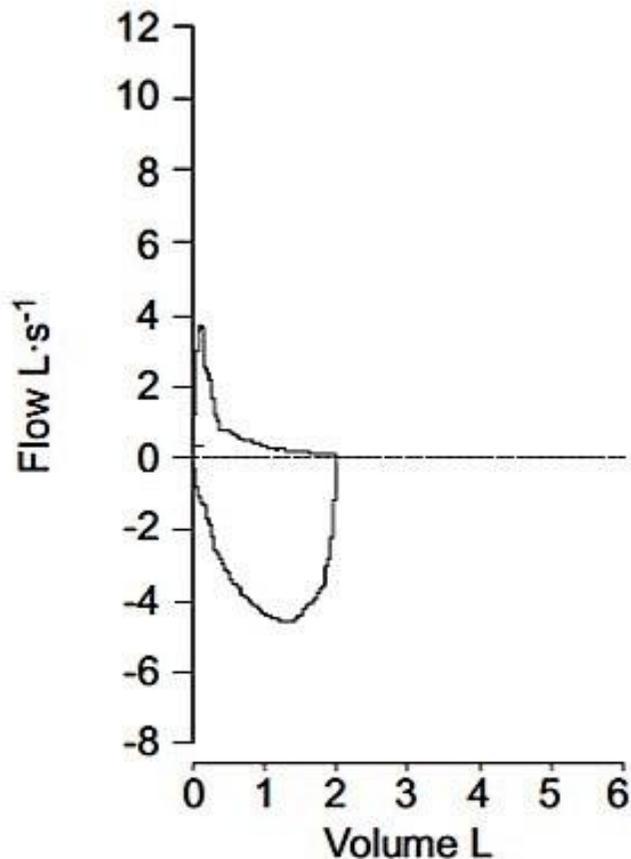


FIGURE 7. Severe airflow limitation in a subject with chronic obstructive pulmonary disease.

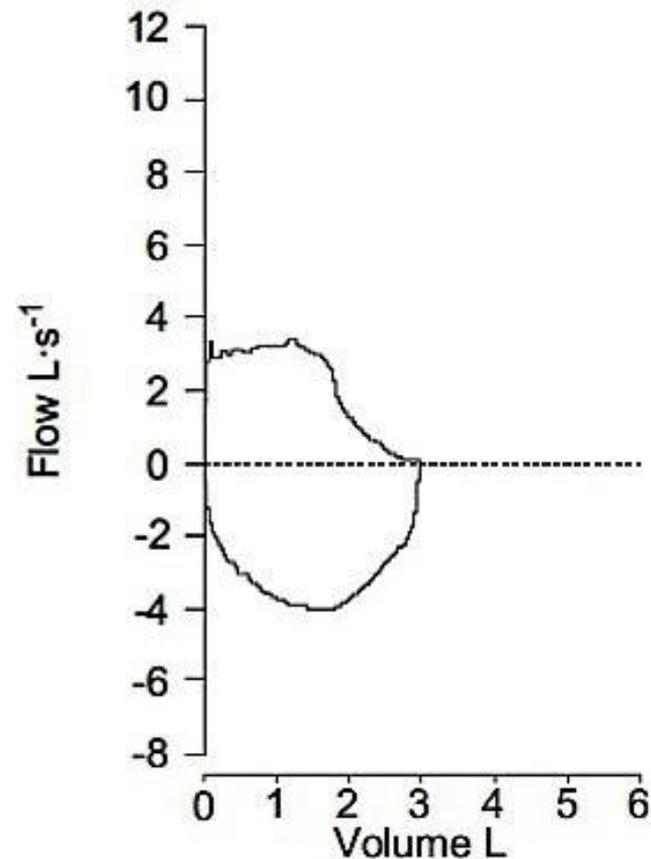


FIGURE 8. Variable intra-thoracic upper airway obstruction.

La Spirometria...oltre l'asma!

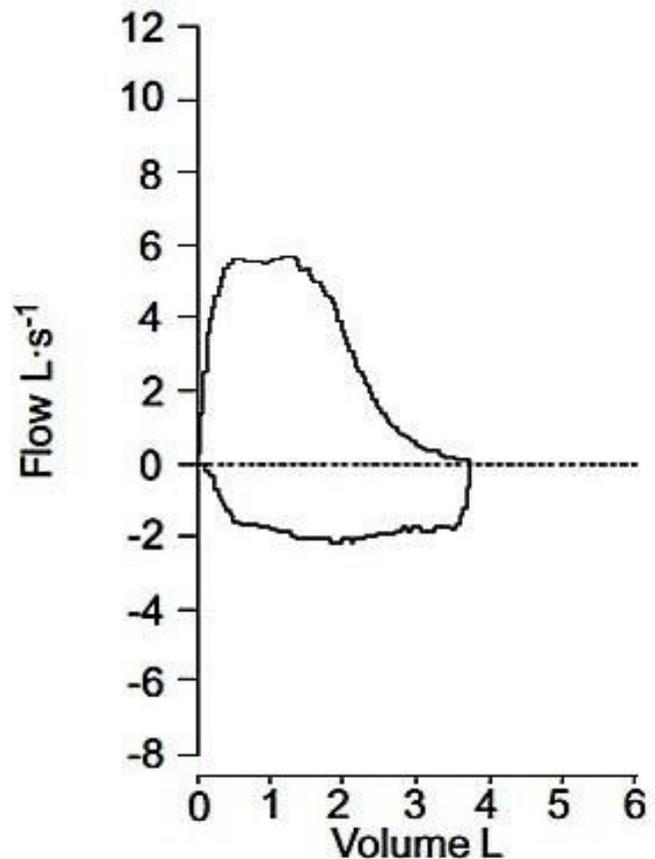


FIGURE 9. Variable extra-thoracic upper airway obstruction.

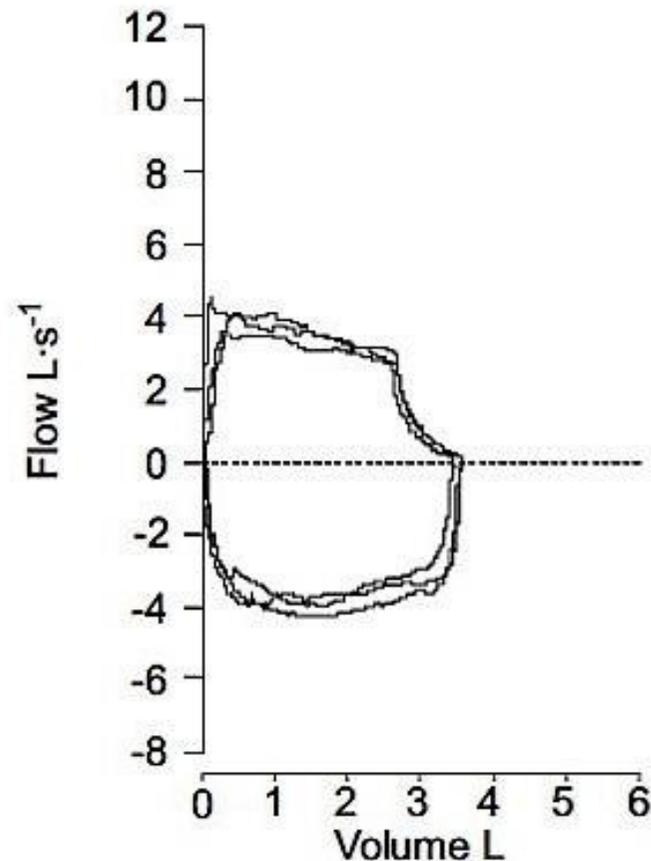
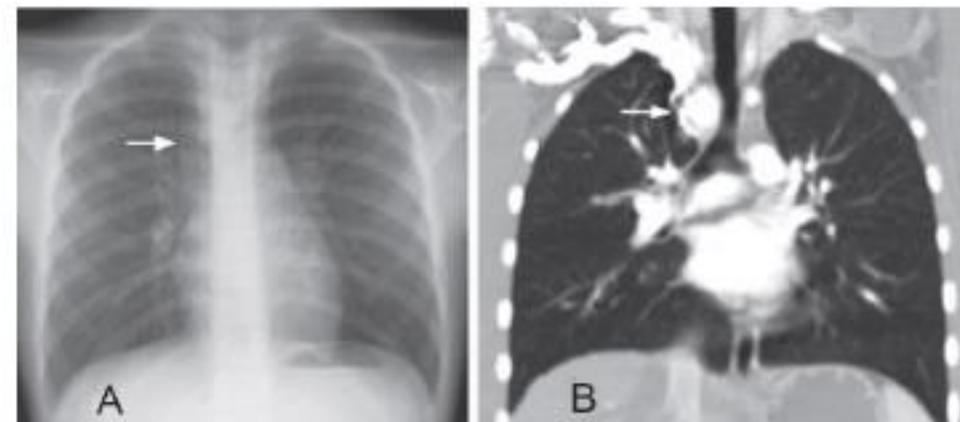
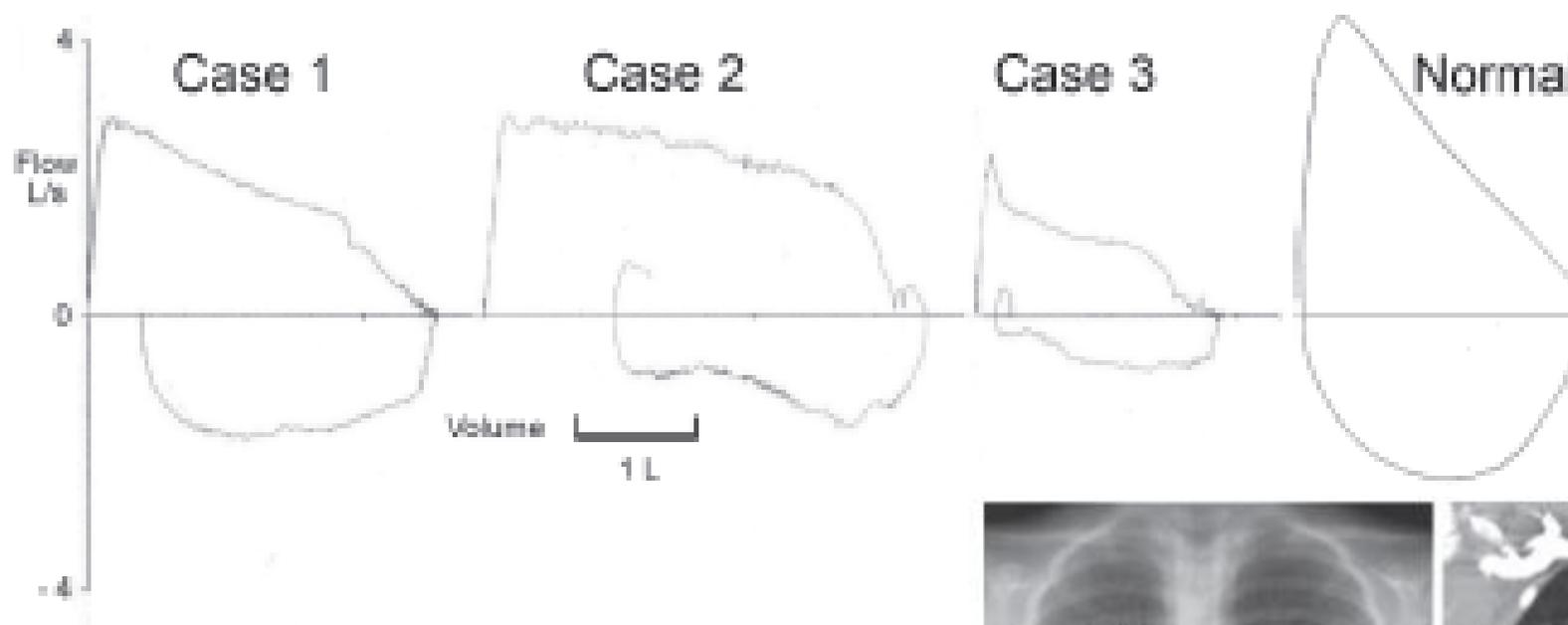


FIGURE 10. Fixed upper airway obstruction shown by three manoeuvres.

Late Presentation of Double Aortic Arch in School-Age Children Presumed to Have Asthma: The Benefits of Spirometry and Examination of the Flow-Volume Curve

Derek A Uchida MD





 ERS | handbook

Paediatric
Respiratory
Medicine

Editors
Ernst Eber
Fabio Midulla

[Vet Clin North Am Equine Pract.](#) 1986 Apr

Diseases of the thorax.

[Rantanen NW.](#)

Abstract

Diagnostic ultrasound is an important adjunct in the diagnosis of pleural effusion, pulmonary consolidation, and other thoracic diseases in the horse. This article discusses scanning techniques and how the diagnosis of pleural effusion, pulmonary consolidation, and other thoracic diseases can be facilitated by ultrasound.



David W. Barney, DVM
Mark R. Buser, DVM
Guest Editors

VETERINARY CLINICS OF NORTH AMERICA

Equine Practice

Ambulatory Practice



[w.b. saunders.com](#)

VOLUME 35 • NUMBER 3 • APRIL 2013

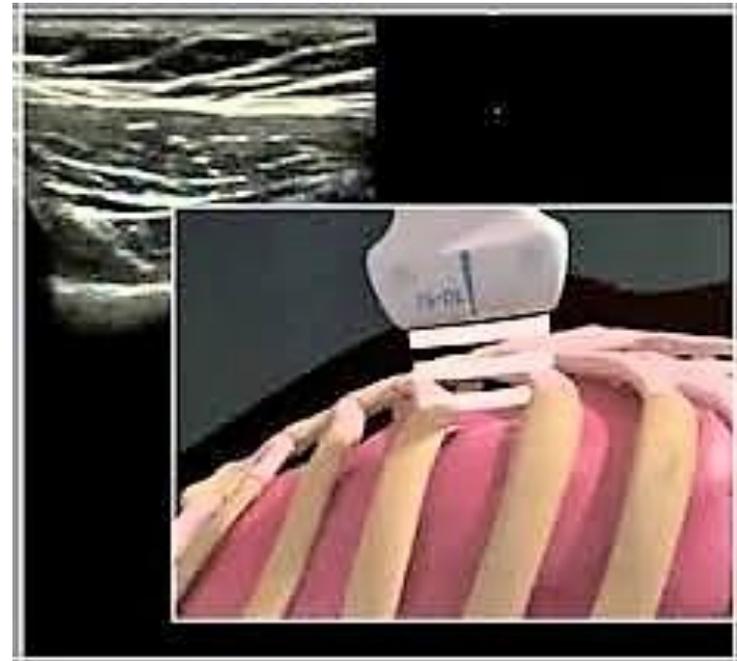
L'Ecografia Polmonare

In Passato :

- Polmone poco indagabile
- Valutazione Versamenti

Attualmente :

- Dispnea acuta :d.d Ards/edema polmonare/pneumotorace
- **Polmoniti : diagnosi e follow-up**
- Valutazione del neonato/prematuro con dispnea/RDS



L'Ecografia Polmonare



Principali tipi di sonde:

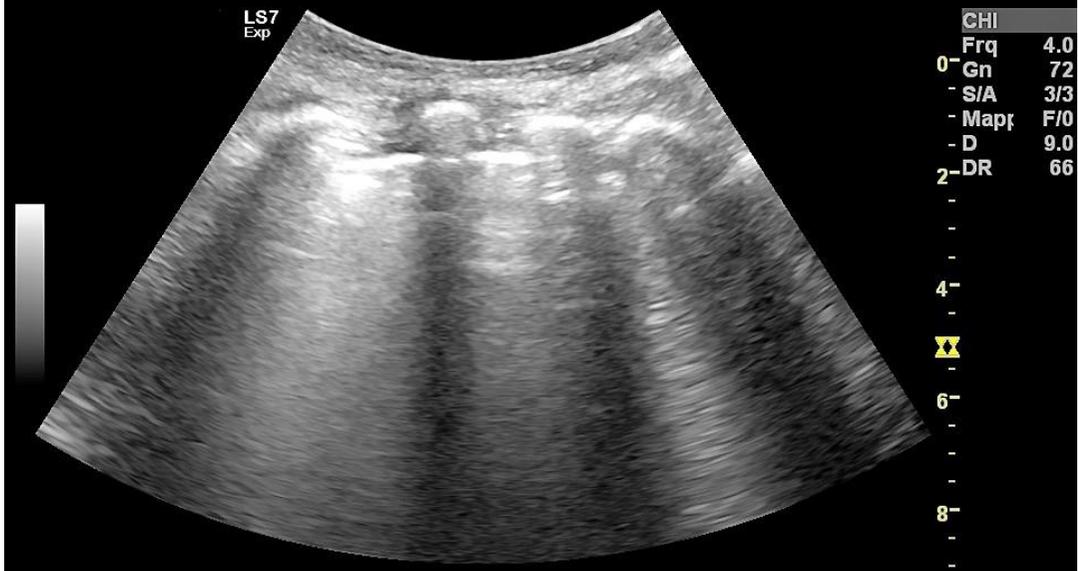
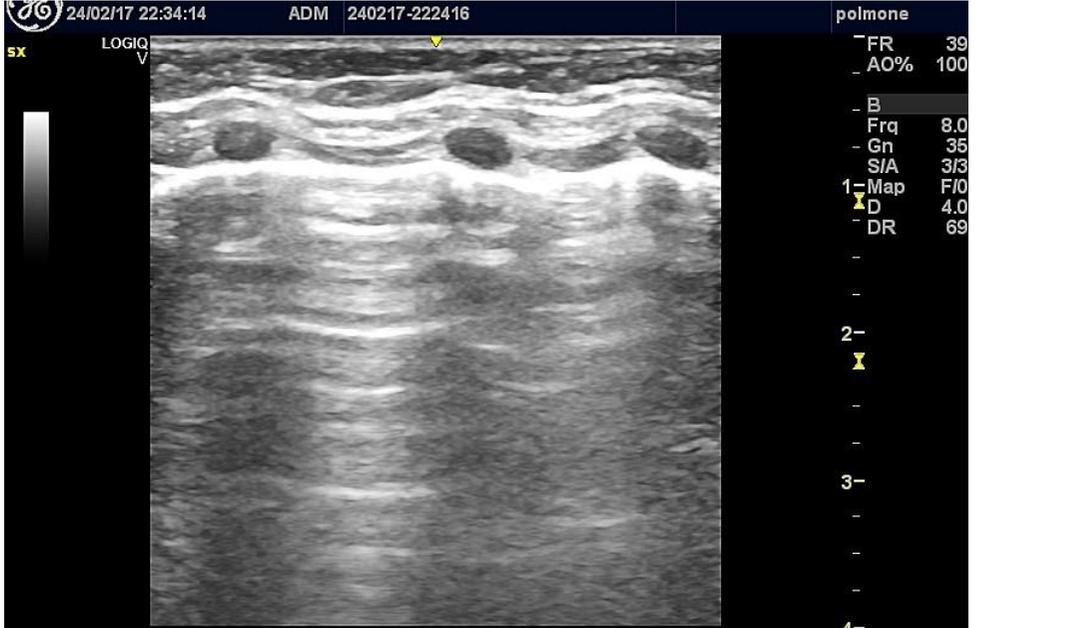
A sonda convex a frequenza intermedia

B sonda lineare con frequenza elevata

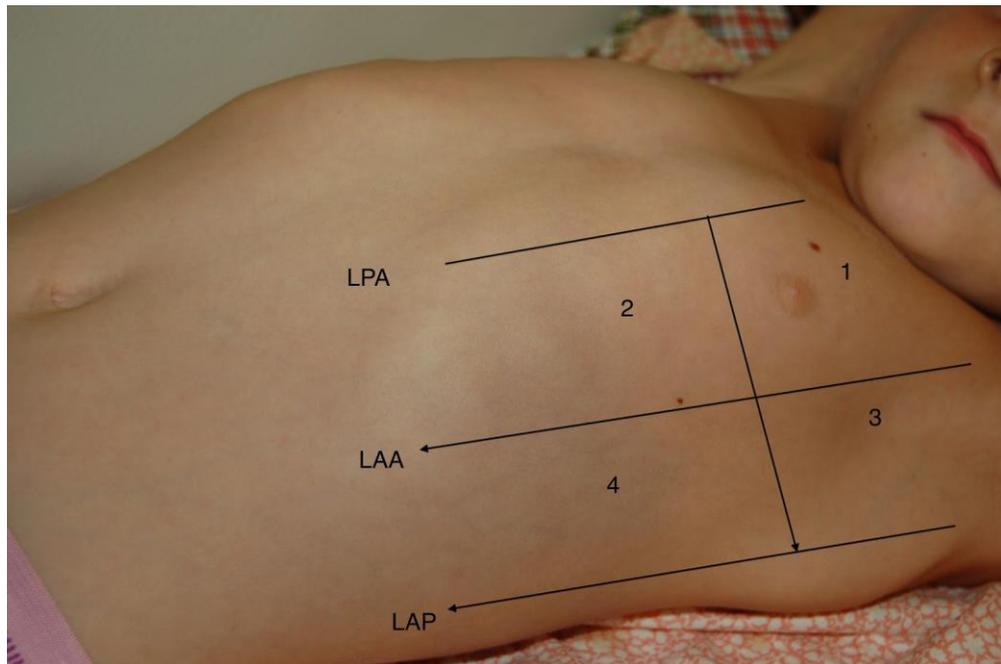
C sonda sector con frequenza relativamente bassa.



L'Ecografia Polmonare



Come si scansiona il torace:



Le scansioni devono essere effettuate lungo le linee anatomiche:

1. Scansioni longitudinali o transcostali.
2. Scansioni trasversali o intercostali

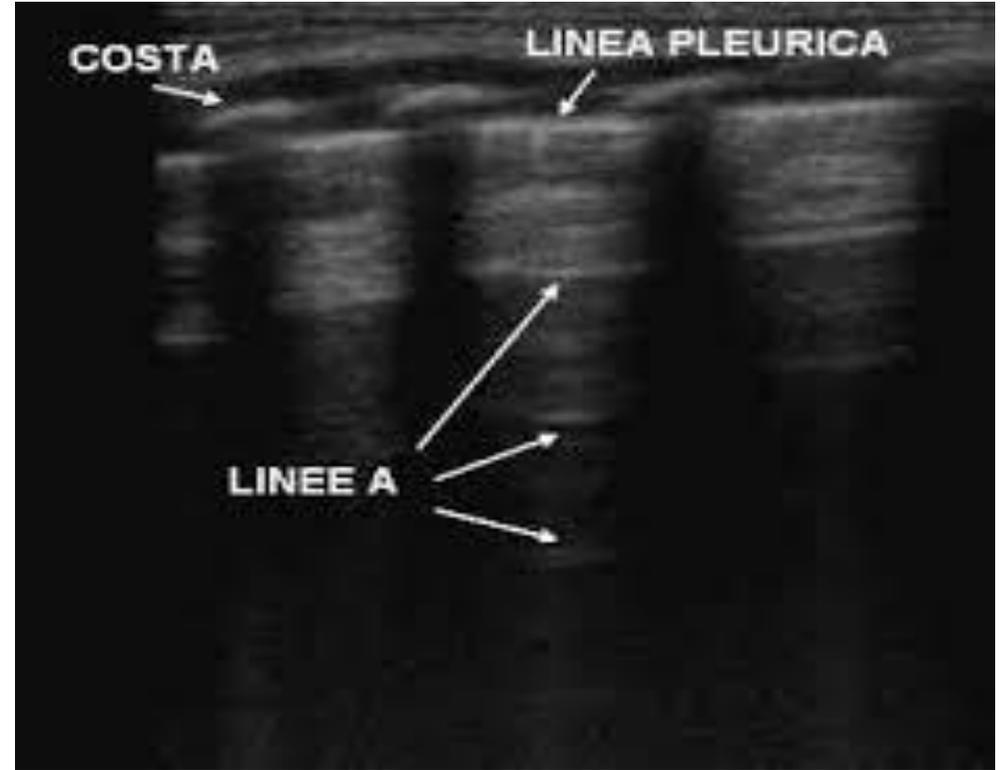
Proiezione dei lobi polmonari sulla parete toracica.



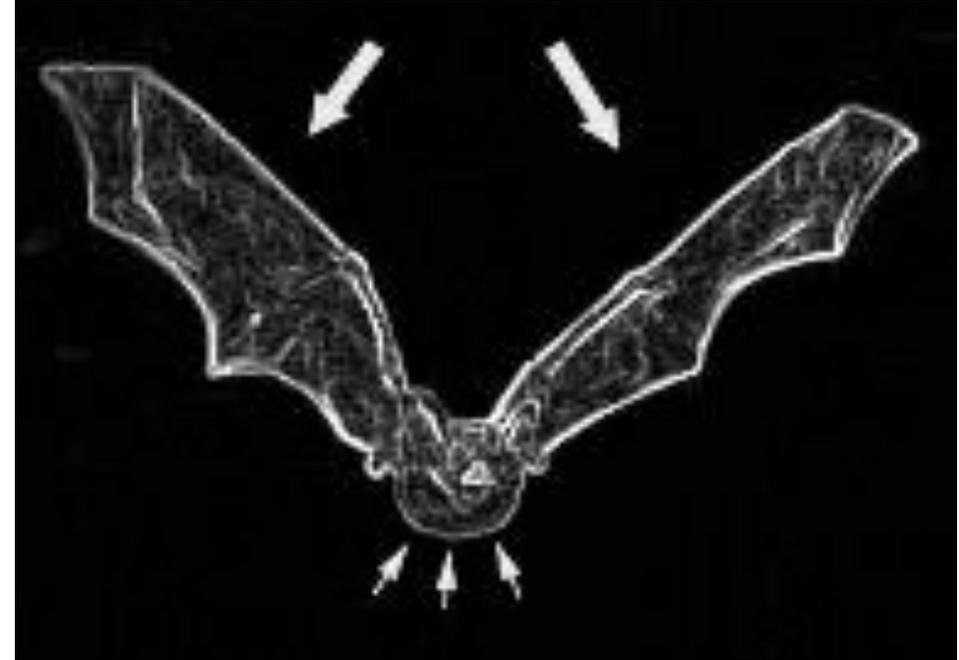
Figura 9 – A: proiezione dei lobi polmonari sulla parete toracica anteriore; B: posteriore; C: laterale sinistra; D: laterale destra.

Il «linguaggio» in ecografia polmonare

- **Bat-sign.**
- **Linea Pleurica.**
- **Linee A.**
- **Sliding Pleurico.**
- **Linee B.**
- **Double Lung Point.**
- **Sindrome interstiziale (numeroso linee B).**
- **Sindrome alveolare (White Lung/addensamento).**

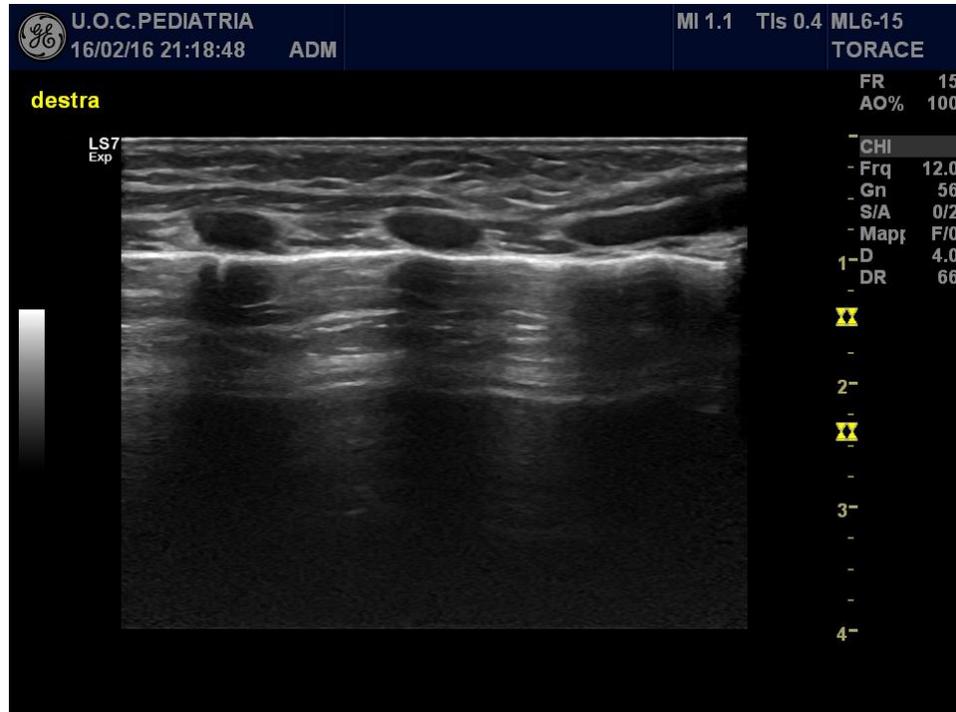


IL BAT-SIGN ECOGRAFICO



Il «linguaggio» in ecografia polmonare

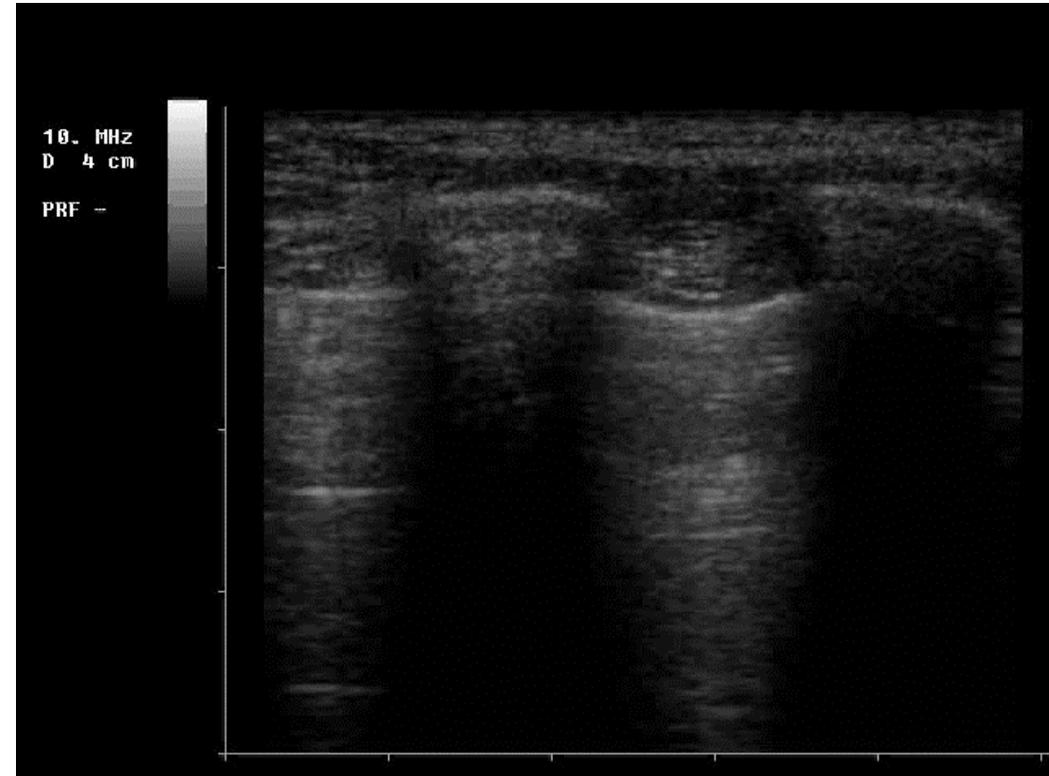
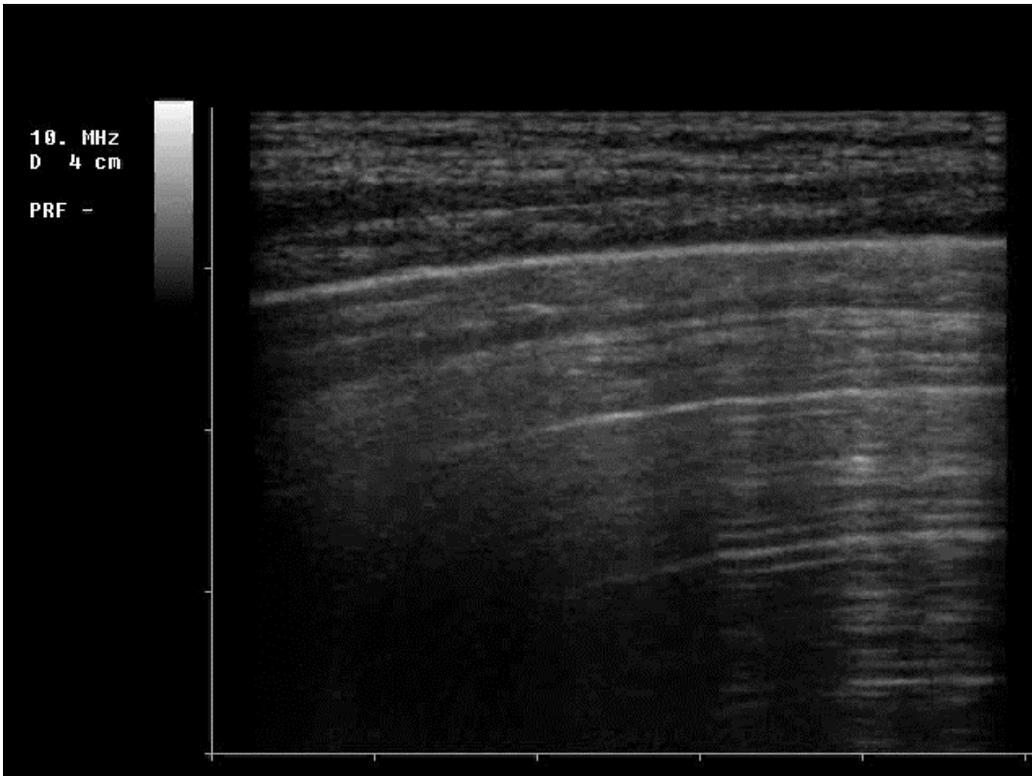
LINEA PLEURICA E LE LINEE A



Le linee A sono costituite da riverberi orizzontali che si ripetono regolarmente in profondità, equidistanti come moltiplicazioni del piano pleurico stesso.

Il «linguaggio» in ecografia polmonare

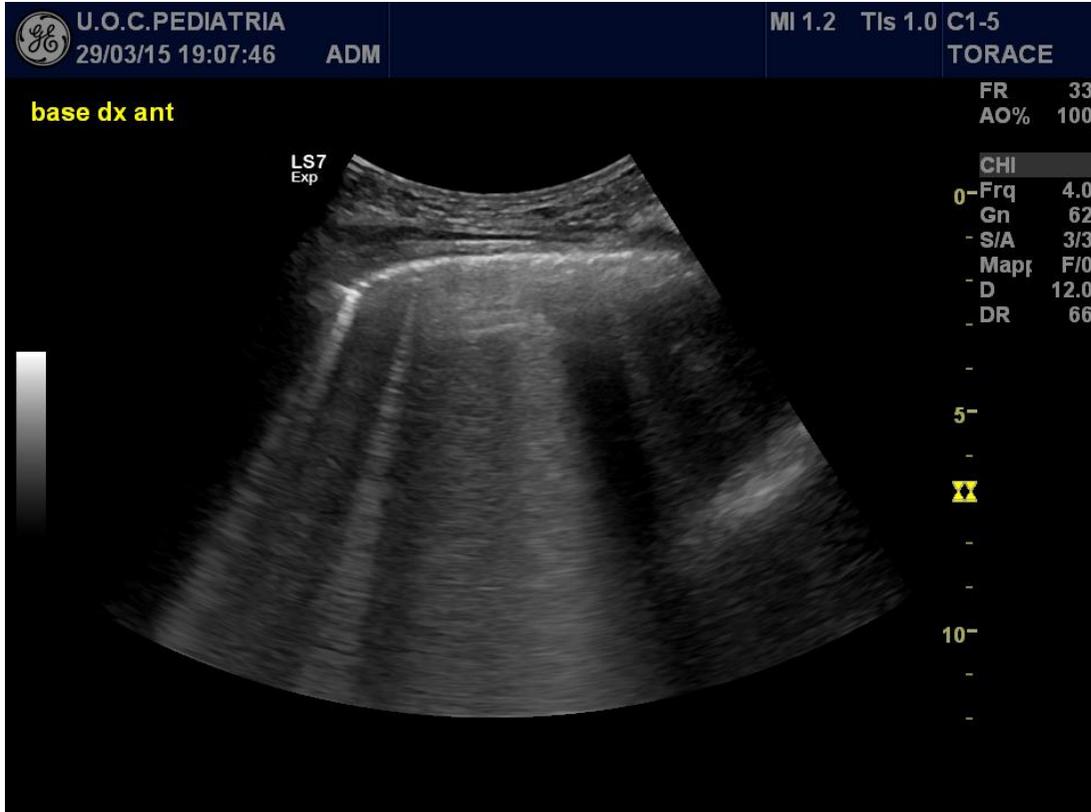
SLIDING PLEURICO



La pleura viscerale scorre sulla pleura parietale con movimento che in ecografia è definito *sliding pleurico* o *sliding sign*. Il movimento pleurico è sincrono con l'espansione del polmone quindi con la ventilazione.

Il «linguaggio» in ecografia polmonare

LE LINEE B



- Artefatti a coda di cometa iperecogeni
- Originano dalla linea pleurica
- “Cancellano” le linee A
- Si muovono con lo Sliding

Possono essere espressione di:

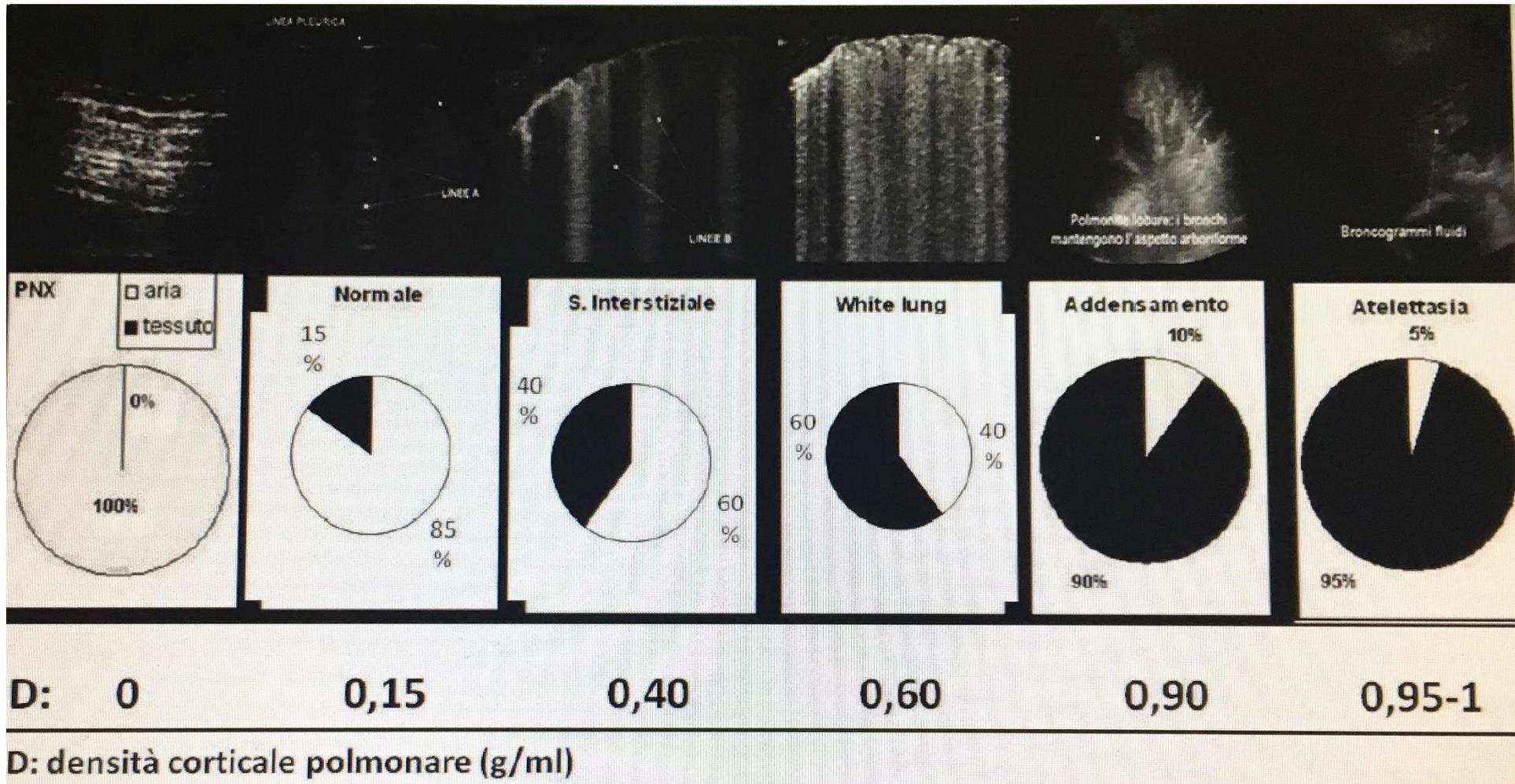
- **Edema Interstiziale**
- **Edema Alveolare**

Il «linguaggio» in ecografia polmonare



La «chiave di lettura» dell'ecografia polmonare

In «Ecografia Polmonare» l'ultrasuono rileva fundamentalmente uno **sbilanciamento dei normali rapporti tra aria e tessuto** nello strato immediatamente sottopleurico.

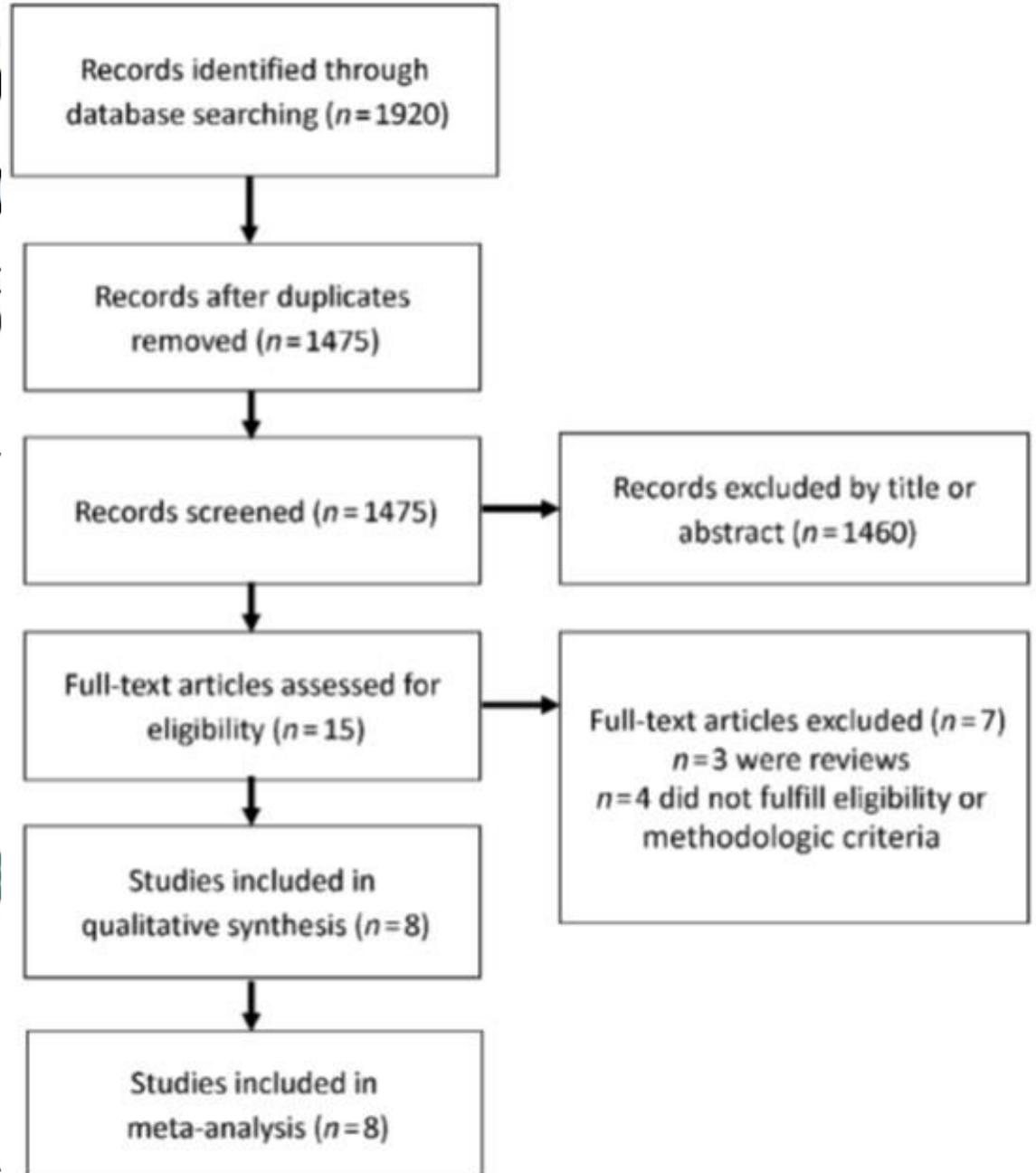


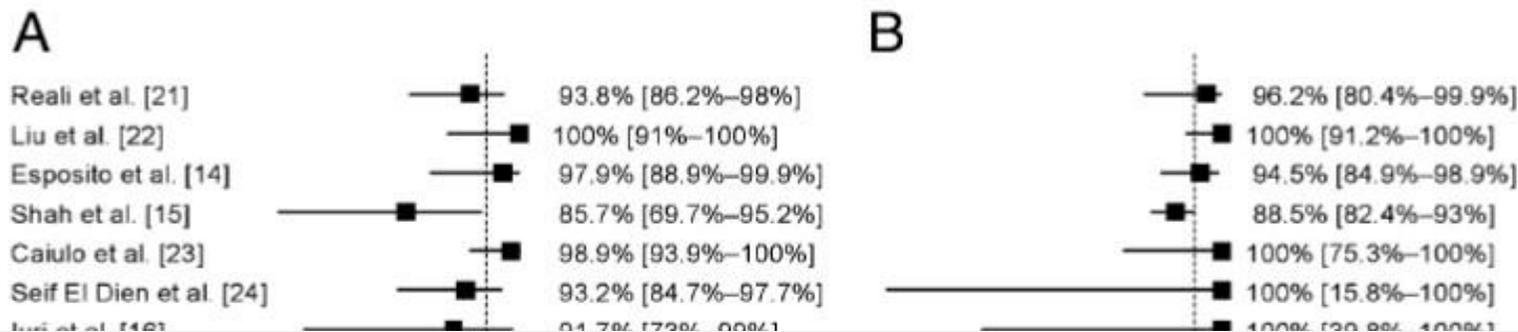
Lung Ultrasound for Pneumonia in Children

Maria A. Pereda, MD^a, Miguel A. Chavez, MD^{a,b}, Catherine C. Mark C. Steinhoff, MD^d, Laura E. Ellington, MD^a, Margaret I. William Checkley, MD, PhD^{a,b,c}

PEDIATRI

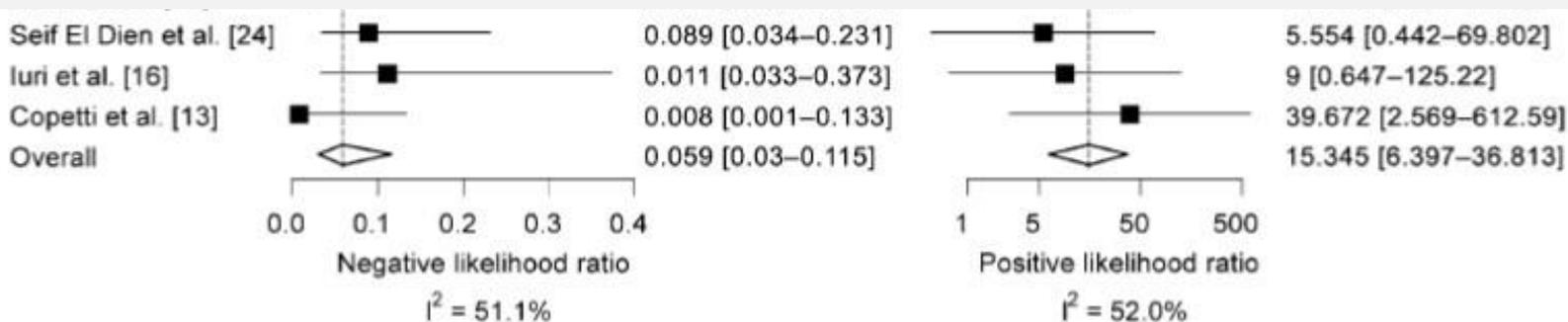
OFFICIAL JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS





CONCLUSIONS:

Current evidence supports LUS as an imaging *alternative* for the diagnosis of childhood pneumonia. Recommendations to train pediatricians on LUS for diagnosis of pneumonia may have important implications in different clinical settings.

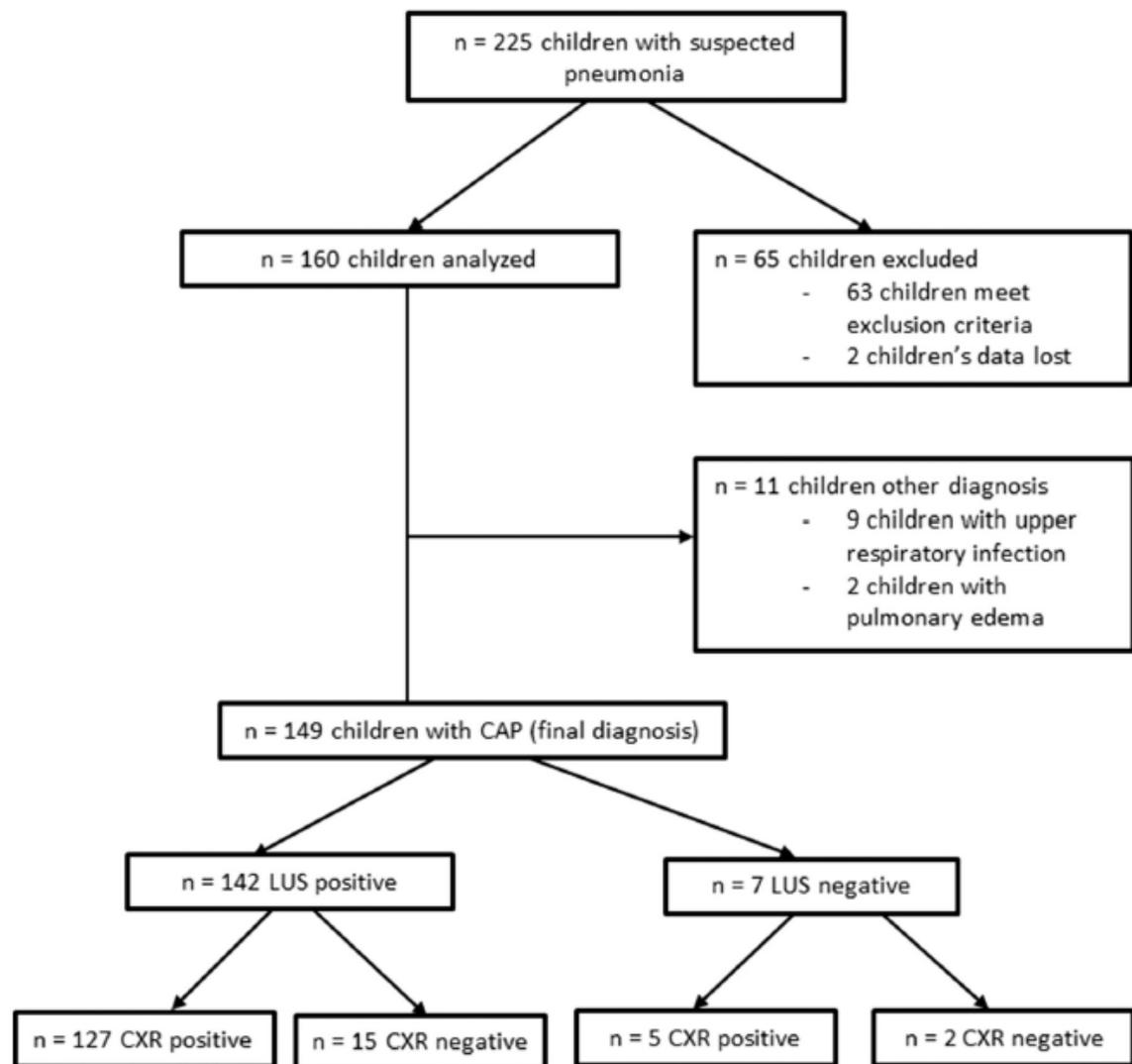


Forest plots showing the diagnostic accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia. **A, sensitivity; B, specificity; C, negative likelihood ratio (LR); and D, positive LR. Inconsistency (I^2)** describes the percentage of total variation across studies due to heterogeneity.

YAJEM-56464; No of Pa



ELSEVIER



CAP: Community acquired pneumonia
 LUS: Lung Ultrasound
 CXR: Chest X-ray

Point-of-care |

Hayri Levent Yilm

^a Department of Pediatric Emer

^b Department of Pediatrics and

^c Department of Biostatistics, Fi

umonia[☆]

ıde Şenol^c



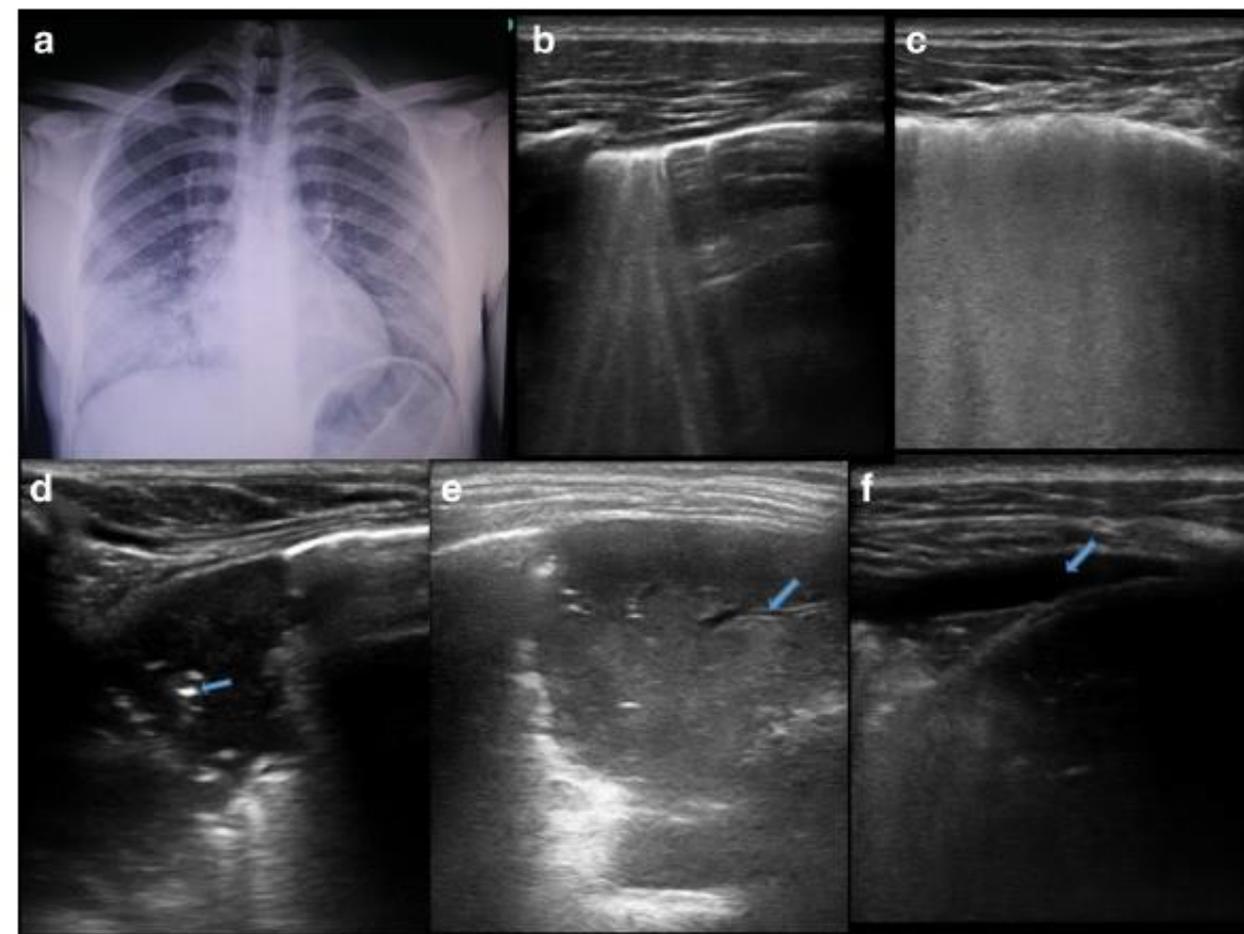
Point-of-care lung ultrasound in children with community acquired pneumonia☆

Hayri Levent Yilmaz^a, Ahmet Kağan Özkaya^{b,*}, Sinem Sarı Gökay^a, Özlem Tolu Kendir^a, Hande Şenol^c

^a Department of Pediatric Emergency, Faculty of Medicine, Cukurova University, Adana, Turkey

^b Department of Pediatrics and Division of Pediatric Emergency, Faculty of Medicine, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey

^c Department of Biostatistics, Faculty of Medicine, Pamukkale University, Denizli, Turkey

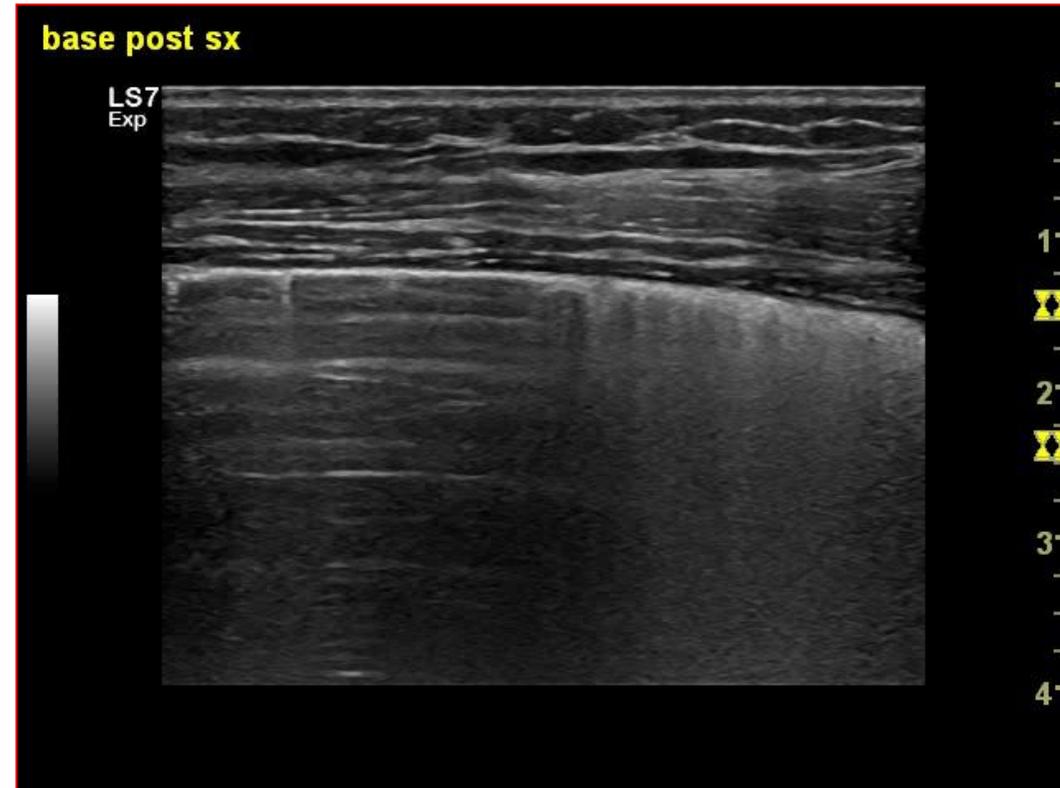


Conclusions:

This study shows that *lung ultrasound is at least as useful as chest X-ray* in diagnosing children with community-acquired pneumonia.

...ora divertiamoci un po'!!

Aurora 10 anni Polmonite lobare sinistra da Streptococco Pneumoniae.



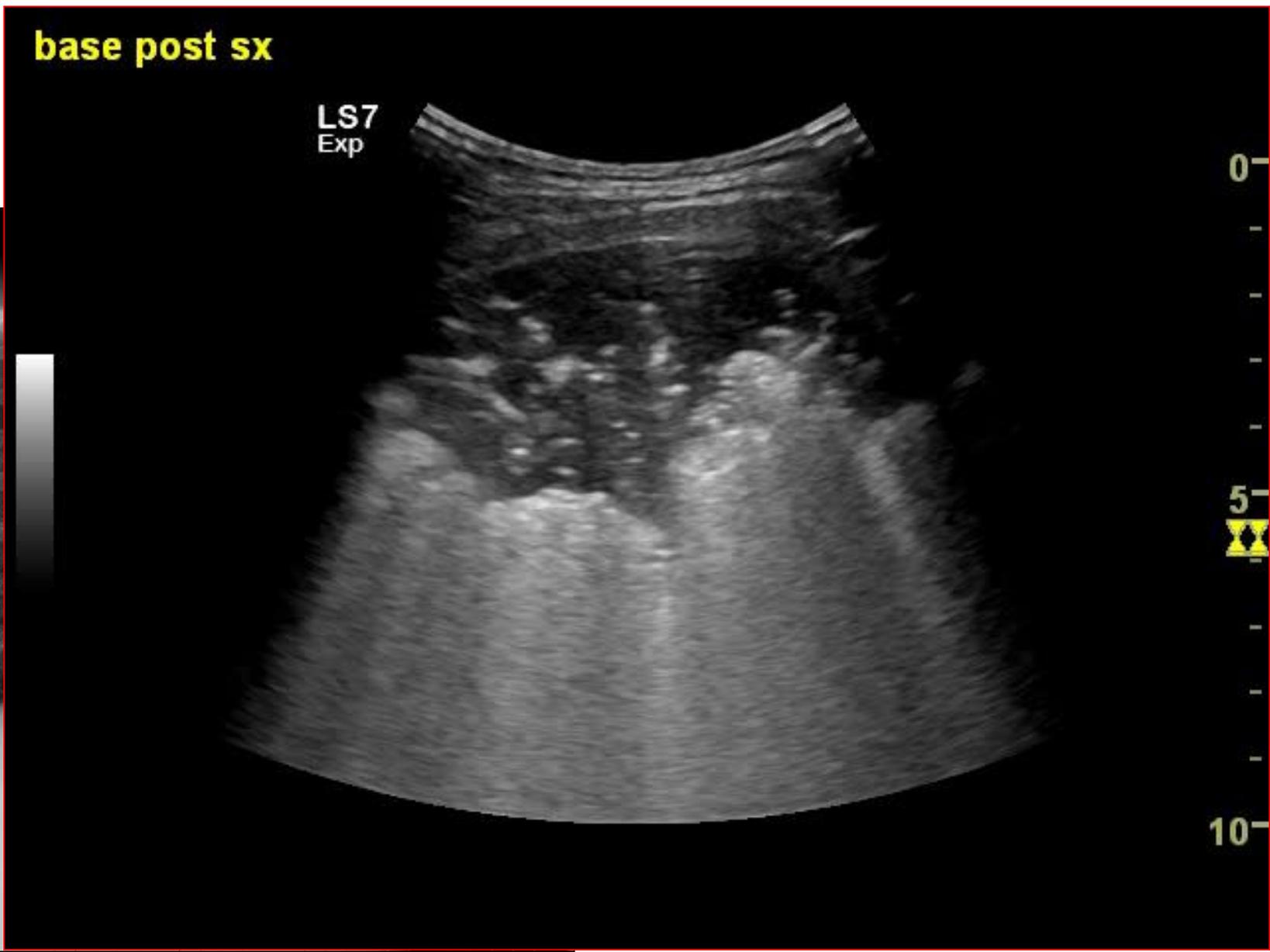
Rx torace ed eco polmonare eseguite al ricovero

...ora divertiamoci un po'!!

Aurora 10

base post sx

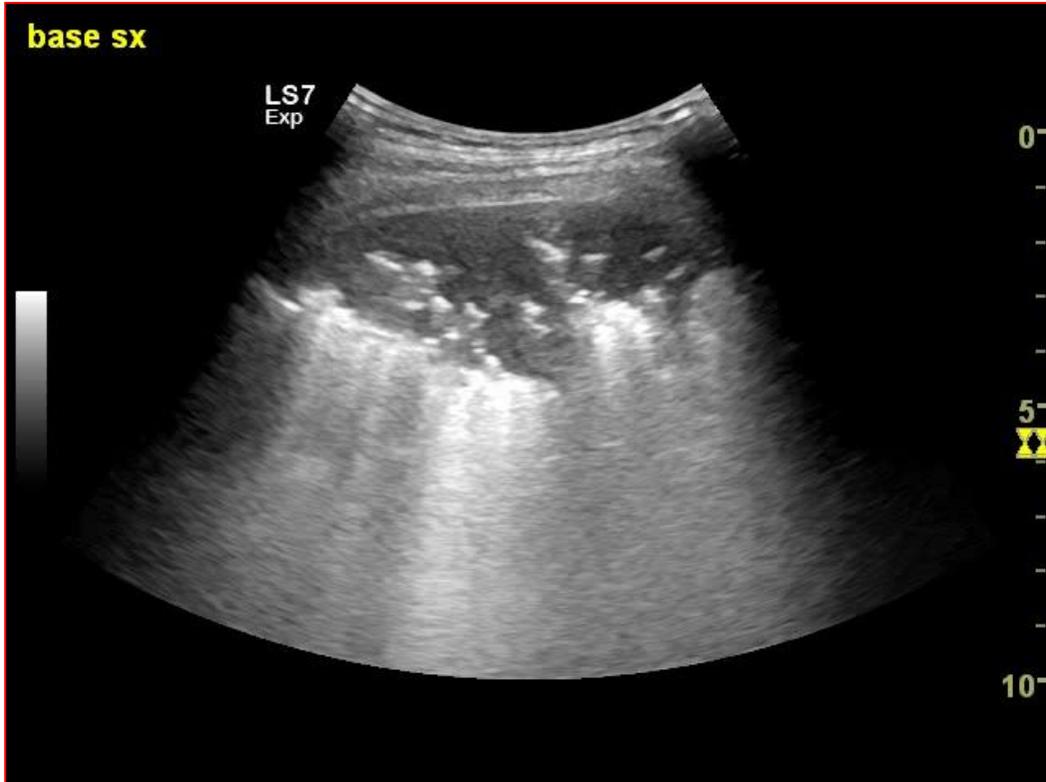
LS7
Exp



covero

...ora divertiamoci un po'!!

Aurora dopo 3 giorni e 7 giorni di terapia con Ceftriaxone.



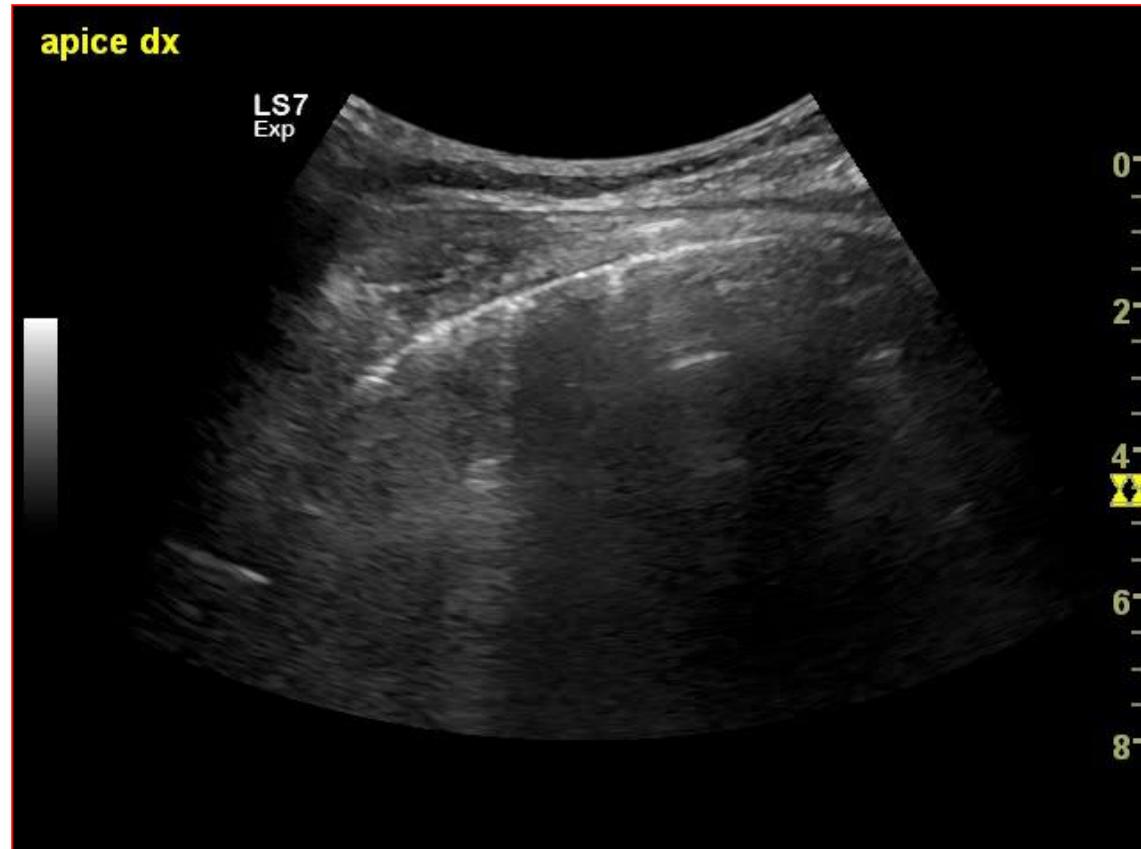
...ora divertiamoci un po'!!

Aurora dopo 18 giorni: risoluzione del quadro ecografico.



...ora divertiamoci un po'!!

Ludovica 11 aa Polmonite interstiziale lobo superiore destro – Polmonite lobo inferiore destro da Mycoplasma Pneumoniae.



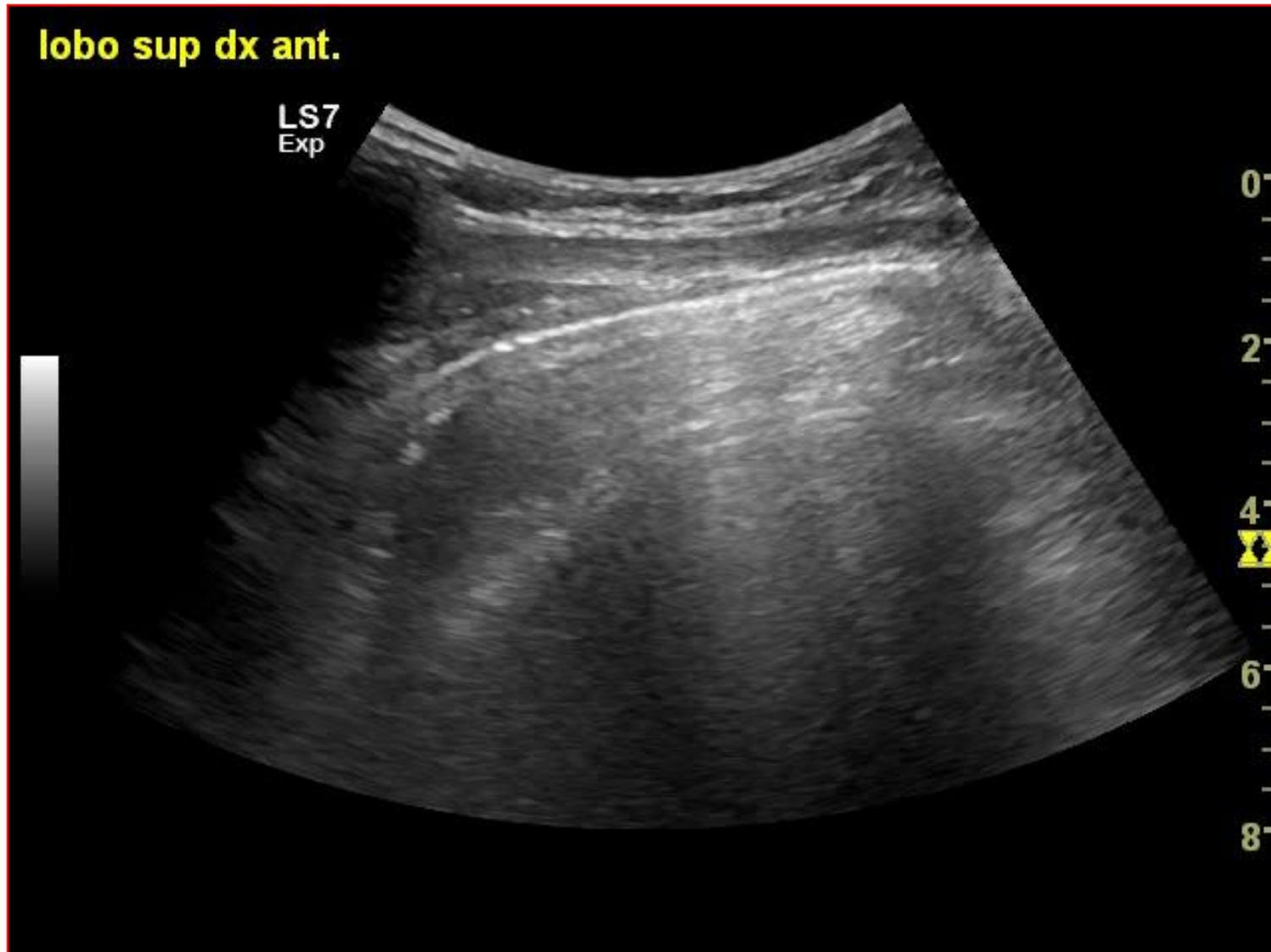
...ora divertiamoci un po'!!

Ludovica 11 aa Polmonite interstiziale lobo superiore destro – Polmonite lobo inferiore destro da Mycoplasma Pneumoniae.



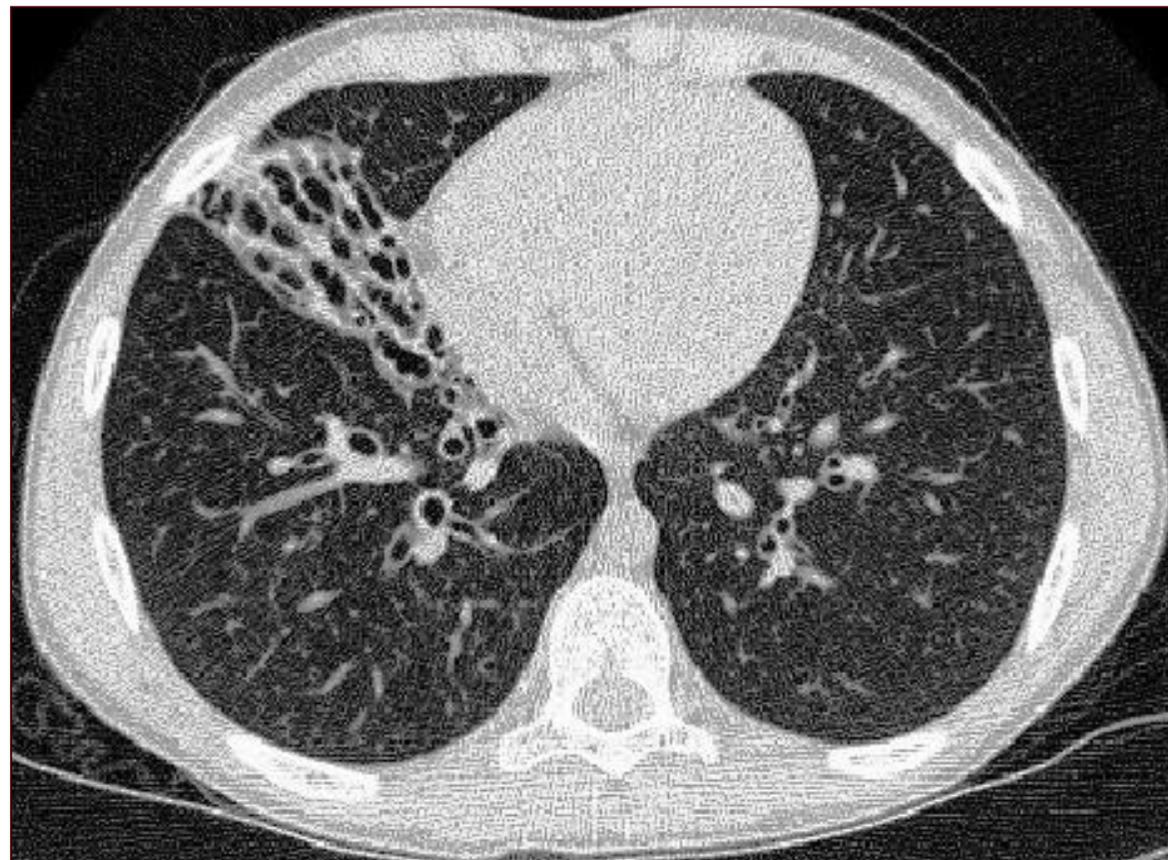
...ora divertiamoci un po'!!

Ludovica dopo tre giorni di terapia antibiotica con Macrolide.



...ora divertiamoci un po'!!

Livio 12 aa brochiettasie del lobo medio in Discinesia Ciliare Primitiva.



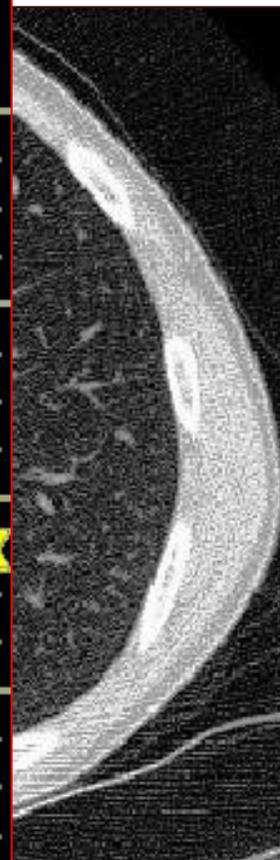
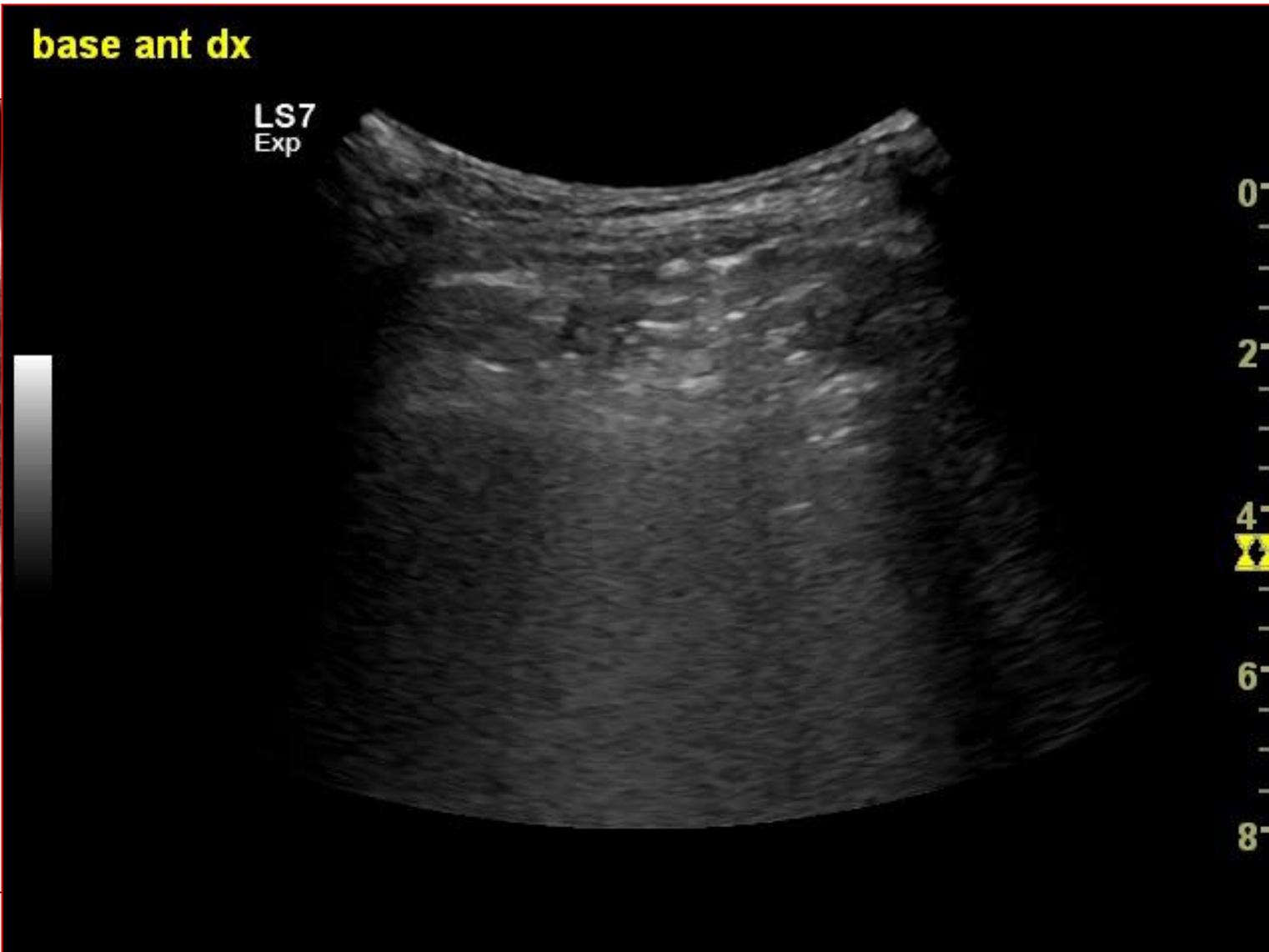
...ora divertiamoci un po'!!

Livio 12 aa brochiectasie del lobo medio in Discinesia Ciliare Primitiva.

base ant dx

LS7
Exp

0
2
4
6
8





MEDICO E BAMBINO

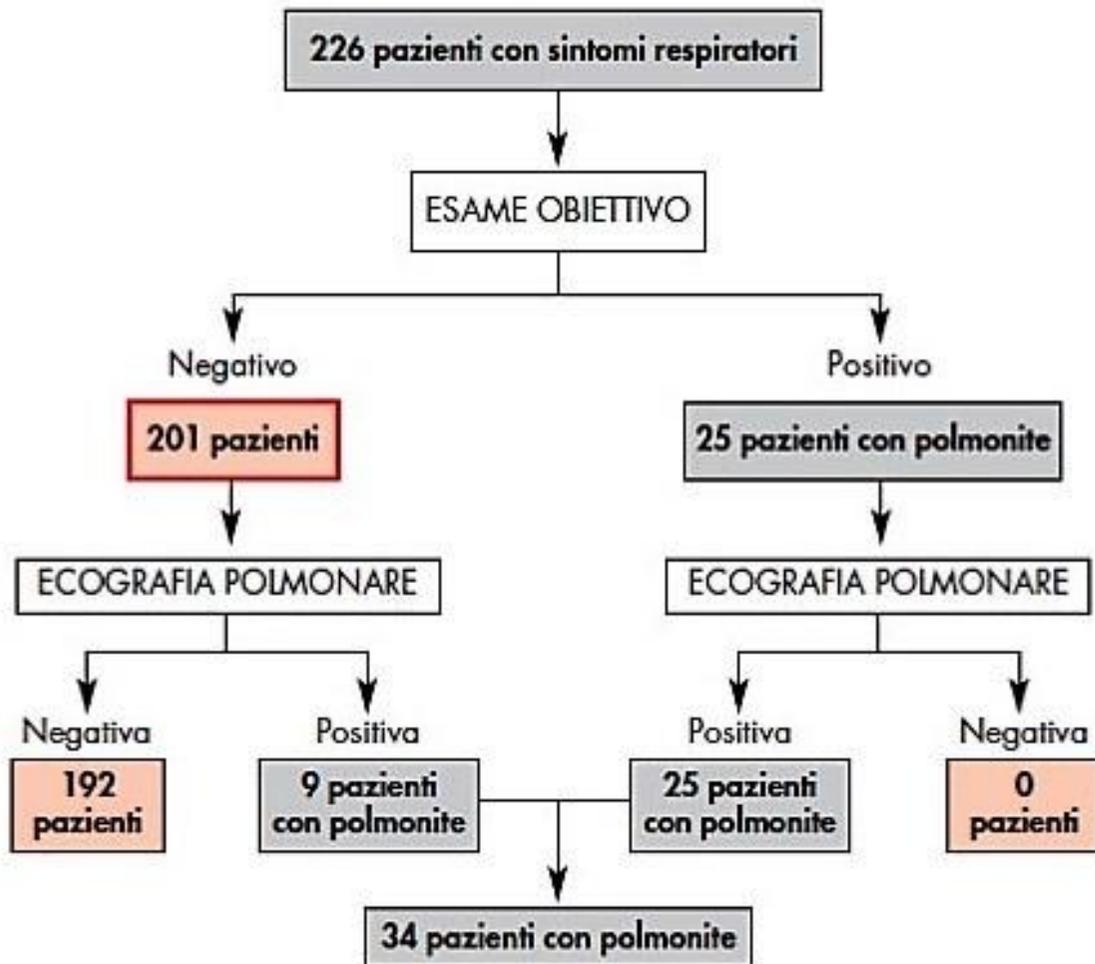
Il ruolo della “point-of-care ultrasonography”
nella gestione delle polmoniti di comunità
nell’ambulatorio del pediatra di famiglia

VITO ANTONIO CAIUOLO¹, SILVANA CAIUOLO²

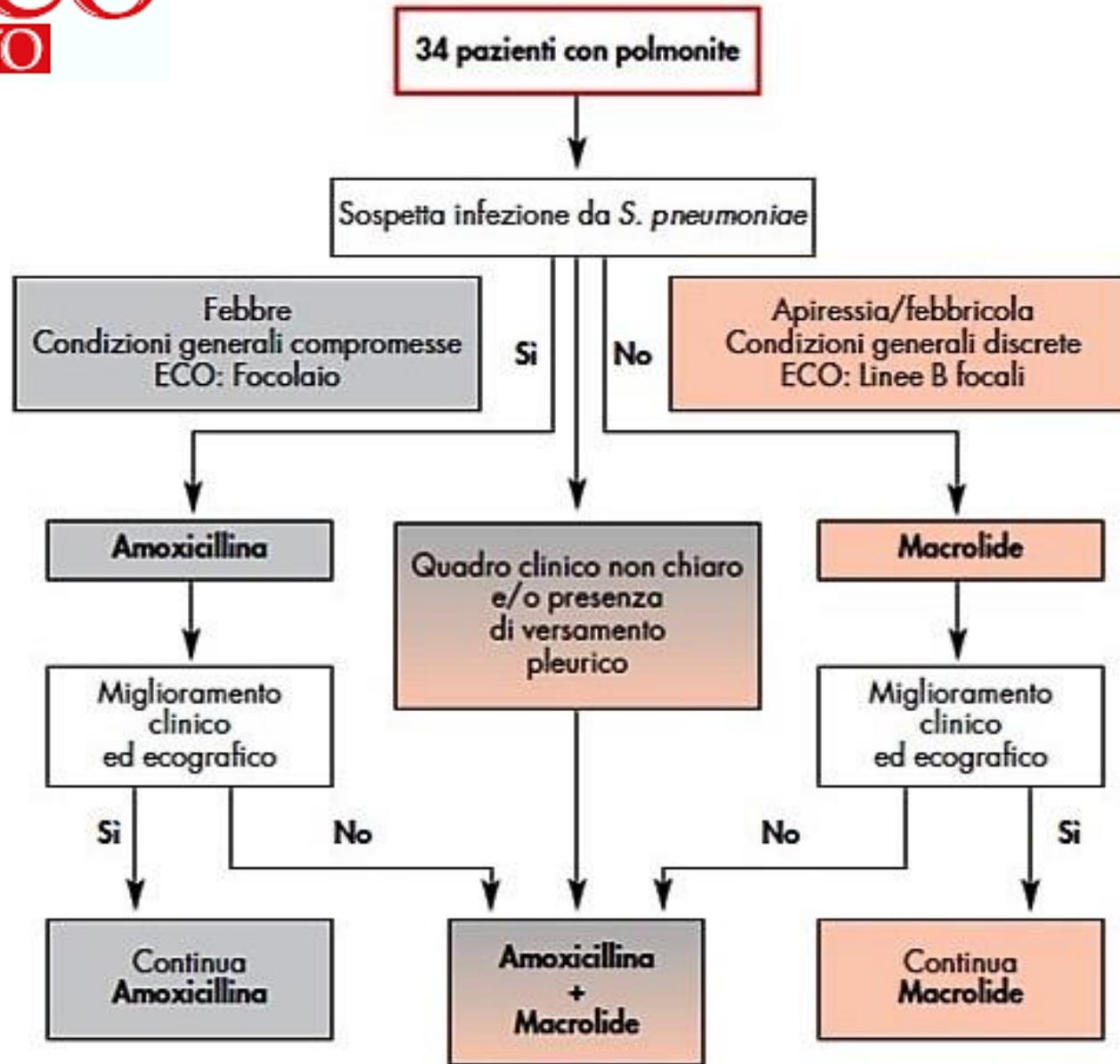
¹*Pediatra di famiglia, ASL BR/1, Brindisi*

²*Dipartimento di Pediatria, Università Vita-Salute San Raffaele, Milano*

GESTIONE DEI PAZIENTI CON SINTOMI RESPIRATORI (Gruppo 1)

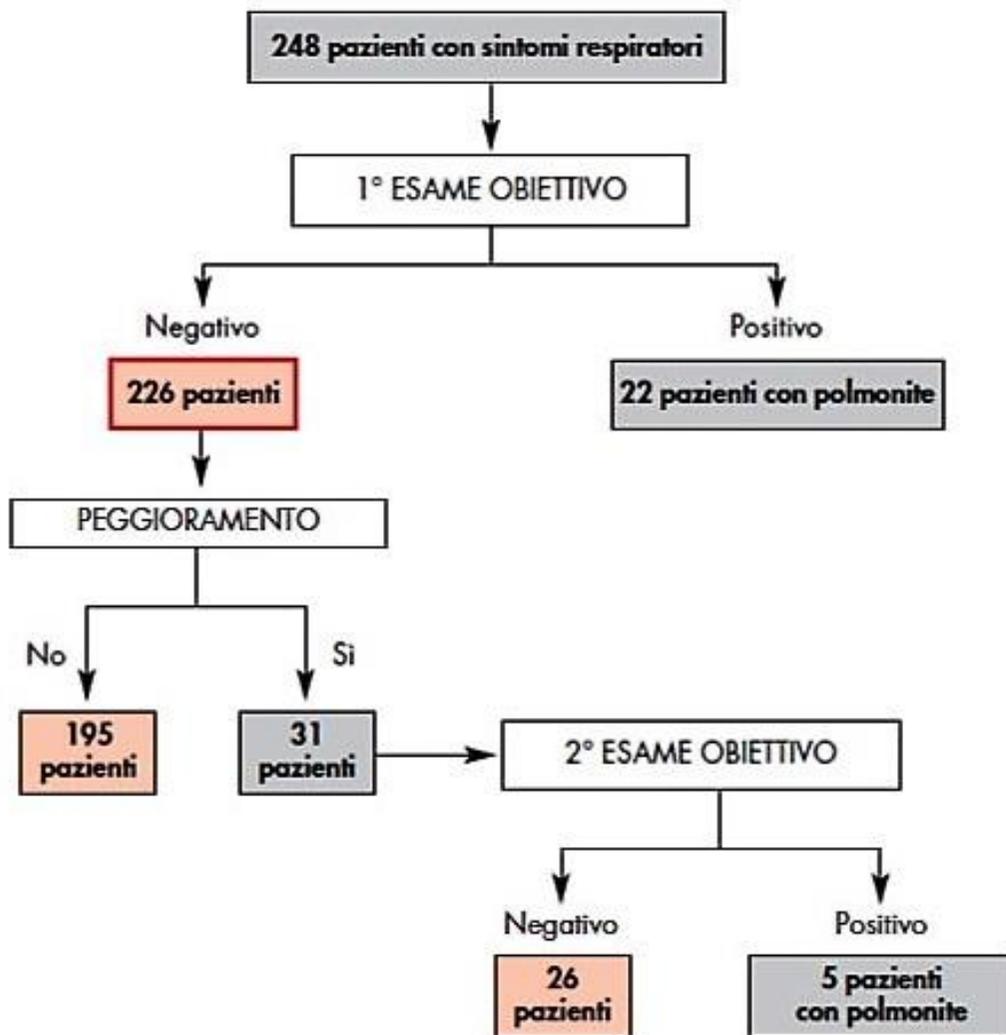


226 pazienti (117 femmine, 109 maschi), di età compresa tra 1 e 14 anni (mediana 4,2; interquartile 2,1-7,8), giunti nell'ambulatorio per la presenza di sintomi respiratori (**tosse, febbre, dolore toracico, dispnea**), sono stati sottoposti a esame ecografico del torace come completamento dell'esame clinico.



Nella gestione dei pazienti con CAP sono state applicate le linee guida della *Pediatric Infectious Diseases Society* e della *Infectious Diseases Society of America*

GESTIONE DEI PAZIENTI CON SINTOMI RESPIRATORI (Gruppo 2)



248 pazienti (127 femmine, 121 maschi), di età compresa tra 1 e 14 anni (mediana 4,4; interquartile 2,2-7,9), giunti nell'ambulatorio del pediatra di famiglia per la presenza di sintomi respiratori (tosse, febbre, dolore toracico, dispnea), sono stati sottoposti a esame obiettivo, ma non a esame ecografico.

Conclusioni:

1. La *diagnosi* di polmonite di comunità (CAP) è basata *principalmente sulla storia clinica* del paziente e sull'esame obiettivo. Il ricorso all'*ecografia* nei casi dubbi potrebbe consentire una *maggiore accuratezza diagnostica*.
2. La possibilità di effettuare scelte terapeutiche non solo sulla base dei criteri clinici, ma *integrando anche i reperti ecografici, può incidere positivamente* sull'evoluzione clinica della malattia.
3. I reperti ascoltatori di broncospasmo talvolta non consentono di apprezzare clinicamente la presenza del consolidamento flogistico evidenziabile ecograficamente.
4. L'ecografia consente di evidenziare la *presenza di complicanze* quali il versamento pleurico, spesso non apprezzabili clinicamente.
5. *L'ecografia è una metodica operatore dipendente.*

A portrait of Roberto Benigni, an Italian actor and director, wearing glasses and a dark shirt, looking slightly to the left. The background is dark and out of focus.

Iniziare un nuovo
cammino ci spaventa,
ma dopo ogni passo
ci rendiamo conto di
quanto fosse pericoloso
rimanere fermi.

Anima Ribelle

Roberto Benigni



DOMANDE ?



Alessandro Volpini

Dirigente Medico S.O.D di Pediatria

Presidio Ospedaliero ad Alta Specializzazione «G. Salesi»

Azienda Ospedaliera Universitaria Ancona

Alessandro.volpini@ospedaliuniti.marche.it