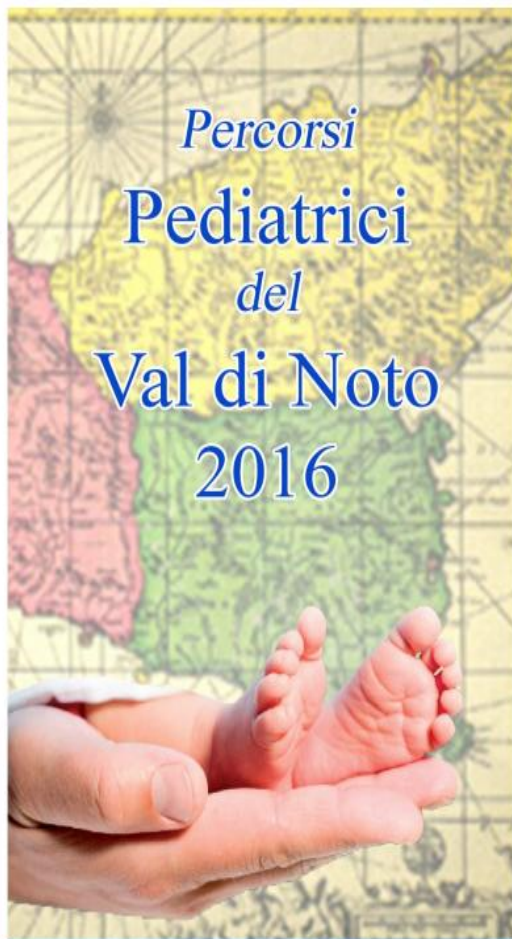


Azienda Sanitaria Provinciale di Ragusa
P.O. "Riccardo Guzzardi" - Vittoria
U.O.C. di Pediatria



Università degli Studi di Catania

AOU Policlinico Vittorio Emanuele

Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale

UOC Broncopneumologia Pediatrica

Direttore: Prof. Salvatore Leonardi

Lo studio della **funzionalità respiratoria** nei bimbi non collaboranti:

- **R**espiratory resistance by the

Interrupter **T**echnique

- **F**orced **O**scillation **T**echnique

16 - 30 Gennaio / 13 - 27 Febbraio / 19 Marzo 2016
Sala Conferenze "Enzo Di Geronimo"
Ospedale Riccardo Guzzardi—Vittoria

Antonino Francesco Capizzi

Le Prove di Funzionalità Respiratoria (**PFR**) hanno un'enorme rilevanza sia **clinica** che **sperimentale** nell'ambito della pneumologia pediatrica:

- Diagnostico

- Terapeutico

- Prognostico: **early/late/persistent wheezers**



Pneumologia
Pediatrica 2006;
22:16-32

SFIDA

R_{int}

FOT

sR_{aw}

“gas mixing”



**Scarsa
collaborazione**

Diverse tecniche di PFR nel bambino non collaborante (3-6 anni)

Minima cooperazione, tidal breathing

**Pneumologia
Pediatrica 2006;
22:16-32**

R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

Non invasiva, tidal breathing: età pre-scolare

Von Neergaard J, Wirz K. Die Messung der Strömungswiderstände in den Atemwegen des Menschen, insbesondere bei Asthma und Emphysem [The measurement of flow resistance in the human airway, particularly in asthma and emphysema]. *Z Klin Med* 1927; 105: 51–82.

Sistema di interruzione “a valvola”: misura **flusso** e **pressione** alla bocca

Boccaglio con filtro antibatterico

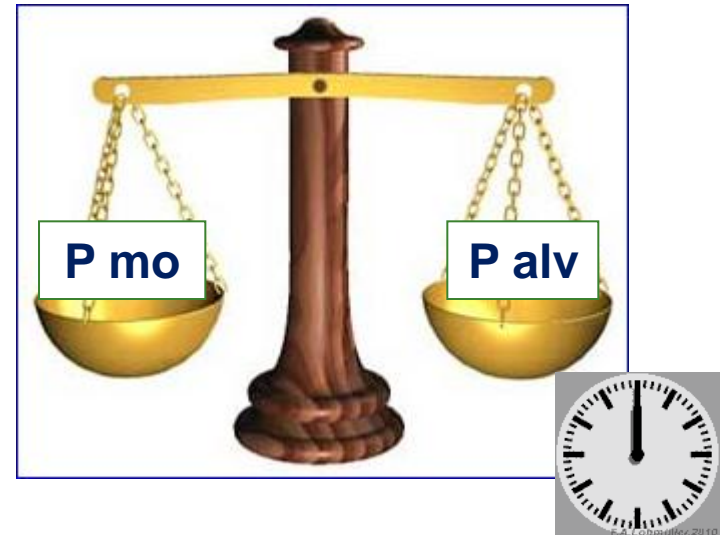
Flussimetro

Valvola

R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

Interruzione **transitoria improvvisa** VC:



$$R_{int} = \frac{\text{variazione } P_{mo} \text{ (subito dopo interruzione)}}{F_{mo} \text{ (subito prima interruzione)}}$$

Tempo di occlusione della valvola: 10-100 msec

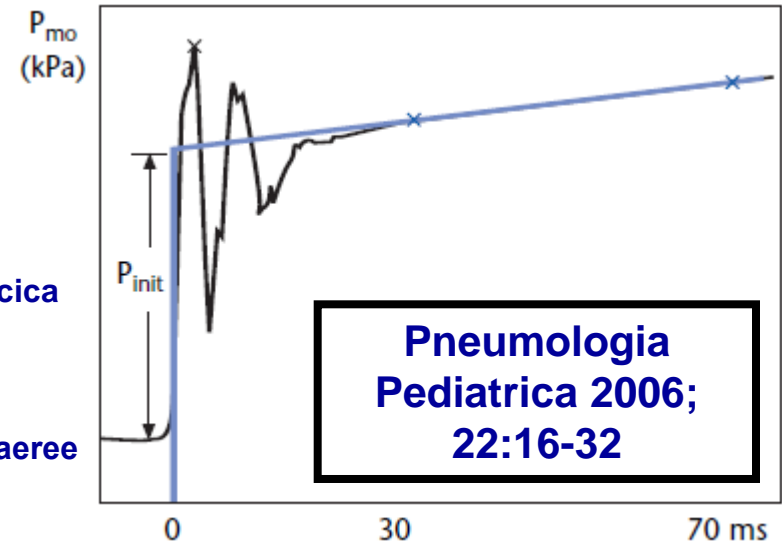
**Pneumologia
Pediatrica 2006;
22:16-32**

R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

Subito dopo l'interruzione:

- Rapida variazione iniziale della P_{mo} (P_{init})
 - rappresenta la pressione nelle vie aeree in tale istante
 - riflette la resistenza di vie aeree, tessuto polmonare e parete toracica
- Rapide oscillazioni della P_{mo}
 - riflette l'inerzia e la compressibilità della colonna d'aria nelle vie aeree
- Lenta variazione secondaria della P_{mo}
 - riflette le capacità visco-elastiche dei tessuti del sistema respiratorio

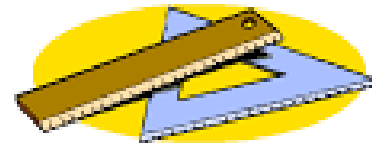
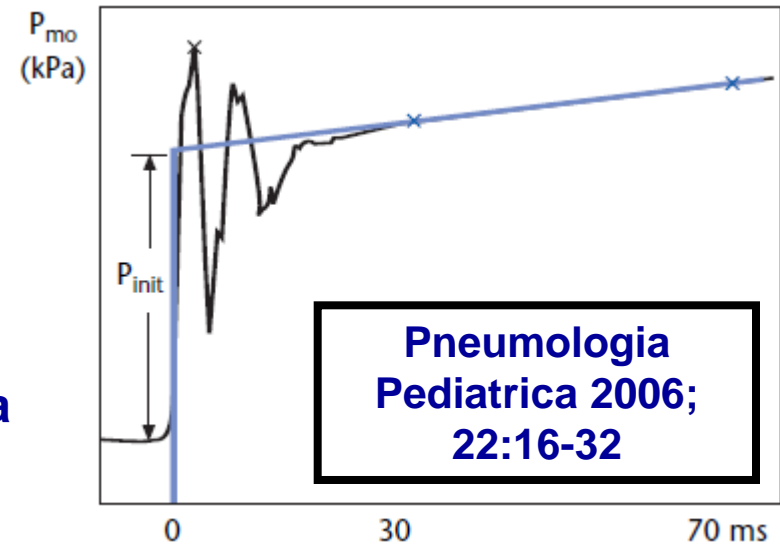


Maggiore è ogni componente di P_{mo} , **maggiori** saranno le **resistenze respiratorie (R_{INT})**

R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

- Difficile misurare direttamente P_{init}
- P_{init} è calcolata per estrapolazione di una retta che passa attraverso i punti centrati a 30 e 70 ms fino al punto dell'inizio dell'occlusione (0 ms)



R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

Raccomandazioni per la misurazione:

- Chiudere vie nasali
- Tenere il boccaglio tra i denti, labbra ben aderenti
- Sostenere le guance e l'area sottomandibolare
- Media di 5 misurazioni valide su 10 tentativi eseguiti



R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

Raccomandazioni per la misurazione:

...QUANDO?



Oswald-Mammosser M, Llerena C, Speich JP, et al. Measurements of respiratory resistance by the interrupter technique in healthy and asthmatic children. *Pediatr Pulmonol* 1997; 24: 78-85.

R_{int} EXP ○ INSP ~~?~~

Lombardi E, Sly PD, Concutelli G, et al. Reference values of interrupter respiratory resistance in healthy pre school white children. *Thorax* 2001; 56: 691-695.

R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

Alta Ripetibilità breve-medio-lungo termine

Thorax 2003; 58: 344-347.

Thorax 2003; 58: 1-4.

Affidabile:

Buona Fattibilità (79-98%)

Am J Respir Crit Care Med 2002; 165: 1388-1394.

Concordanza con altre PFR

Pediatr Pulmonol 2004; 37: 548-55



Bimbi sani: N

Bimbi con wheezing ricorrente: >>>, risposta al brocodilatatore

R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

CASO CLINICO #1

- **3 anni, sesso F, atopica**
 - **dal primo anno di vita bronchiti ricorrenti**
 - **Steroide orale + broncodilatatore per os + Amoxicillina e ac. Clavulanico:
risoluzione temporanea**
 - **non eseguite prove allergologiche e PFR**
 - **Accesso ambulatoriale per accertamenti**
-

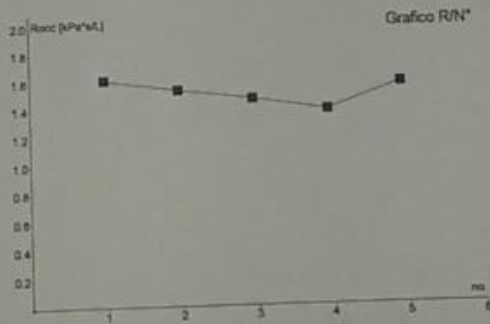
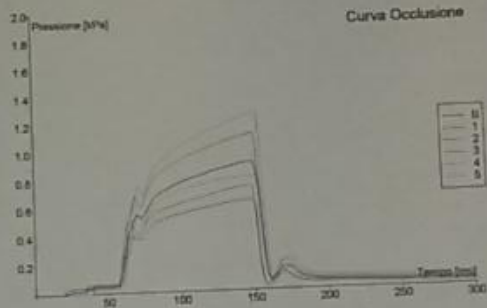
R_{int}

Respiratory Resistance by the Interrupter Technique

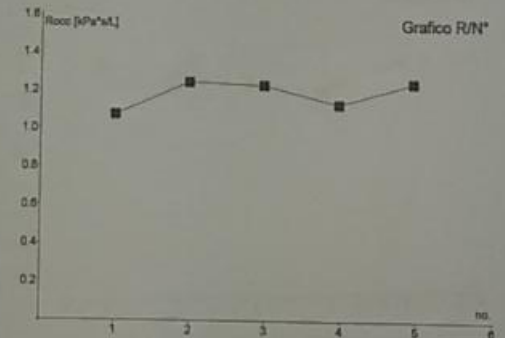
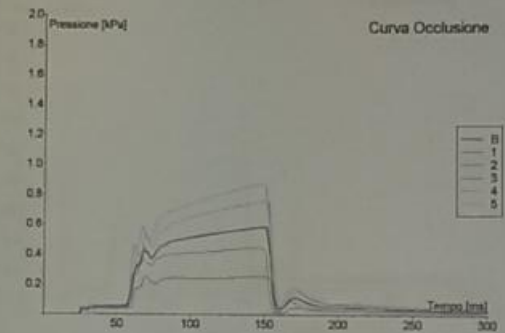
CASO CLINICO #1

IgE totali: 231 UI/mL SPT: olivo e parietaria

a 2,48 kU/L



	Teor	Mis1	% (A1/P)	Mis2	% (A2/Ø)[Mis2/Mis1]
R Occ		1.61		1.53	95.1
G Occ		0.62		0.65	105.2
P alv		0.64		0.74	114.6



	Teor	Mis1	% (A1/P)	Mis2	% (A2/Ø)[Mis2/Mis1]
R Occ		1.07		1.24	115.9
G Occ		0.35		0.80	86.3
P alv		0.25		0.44	174.5

FOT

Forced Oscillation Technique

Non invasiva, tidal breathing: età pre-scolare

**Maggiori informazioni addizionali sulle
proprietà meccaniche polmonari**

Dubois AB, Brody AW, Lewis DH, Burgess BF.
Oscillation mechanics of lung and chest in man.

J Appl Physiol 1956; 8: 546–549



ResmonPro Full FOT

FOT

Forced Oscillation Technique

Utili informazioni sulla funzionalità delle **piccole vie aeree**

special value of FOT as a means of monitoring response to interventions. FOT has been reported to show greater sensitivity to inhaled corticosteroid or to β -agonist inhalation [8, 113–115] than spirometry.

Obstructive lung disease

The relationships of FOT to spirometry noted above have a common theme. Spirometry does not provide a clear indication of peripheral airway obstruction, despite the general information contained within the shape of the flow–volume curve, and values of mid-flow rates (forced expiratory flow between 25 and 75% of the forced vital capacity). Thus, the most striking characteristic of FOT in relation to spirometry is the relatively greater sensitivity of FOT to peripheral airway disease [2, 18, 25, 29, 32, 42, 45, 52, 68, 82].

ERS Monograph 2005 – *prove di funzionalità respiratoria*

CHAPTER 5

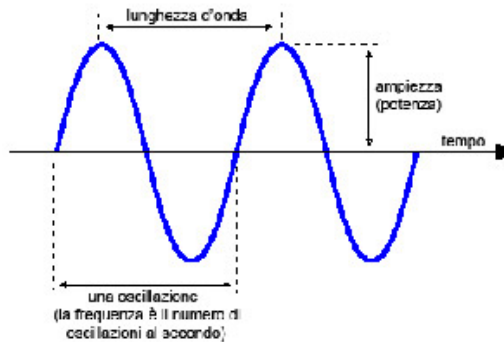
Forced oscillation technique and impulse oscillometry

FOT

Forced Oscillation Technique

Come funziona...??

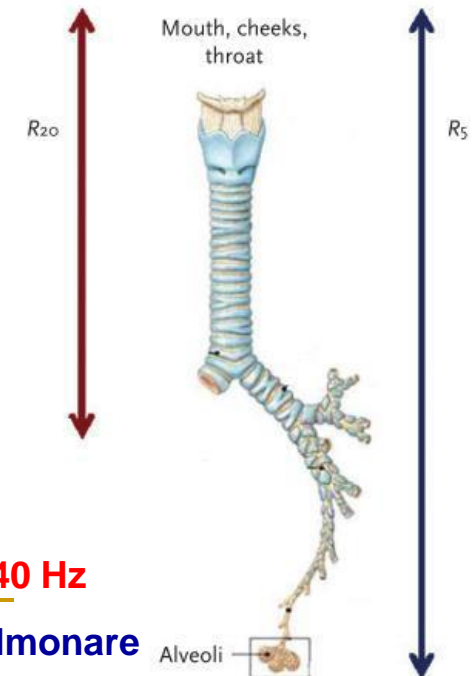
Sorgente



Impedenza: Resistenza + Reattanza

La gamma di frequenze dell'onda pressoria applicata ai polmoni è di 2-40 Hz

Le frequenze più basse sono più sensibili a variazioni nella periferia polmonare



FOT

Forced Oscillation Technique

Adulti (tipi di ostruzioni, EFL e test di broncodilatazione)

- 5-11-19 Hz modalità multifrequenza
- 5 Hz modalità a frequenza singola (per pazienti con ostruzioni severe)

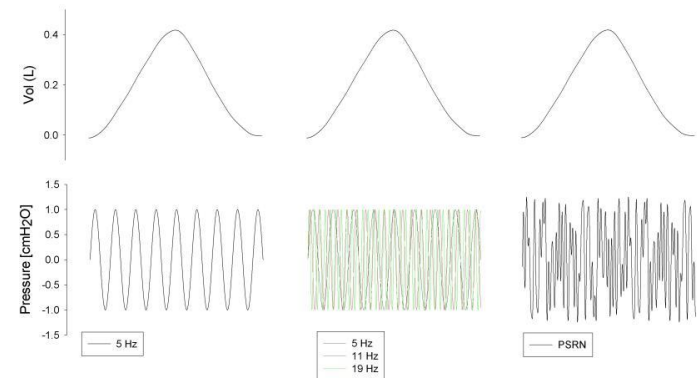
Pediatrico/pre-scolare (grado di ostruzione e test di broncodilatazione)

- 8 Hz modalità a frequenza singola

Altri protocolli, ricerca, etc.

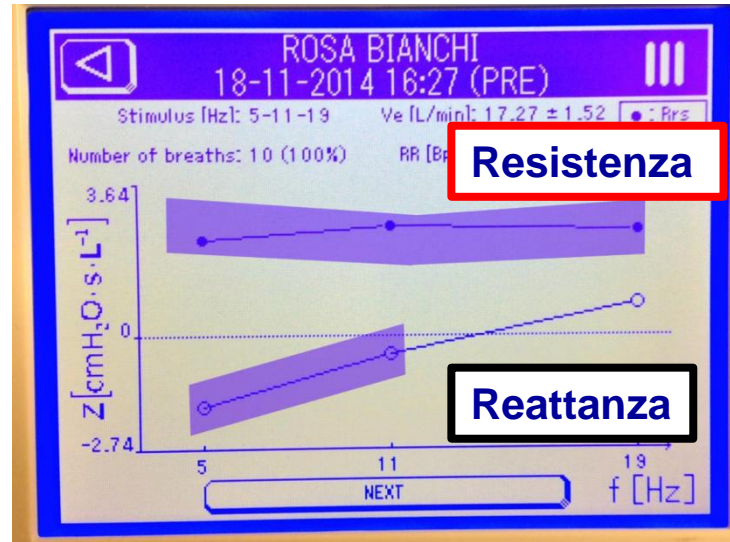
- PSN modalità Pseudo Random Noise
- 6 Hz o 10 Hz modalità a frequenza singola

Unicuique
suum



FOT

Forced Oscillation Technique



Resistenza

Resistenza

Reattanza

Reattanza

Ventilazione nelle vie aeree distali

Sano: Res invariata

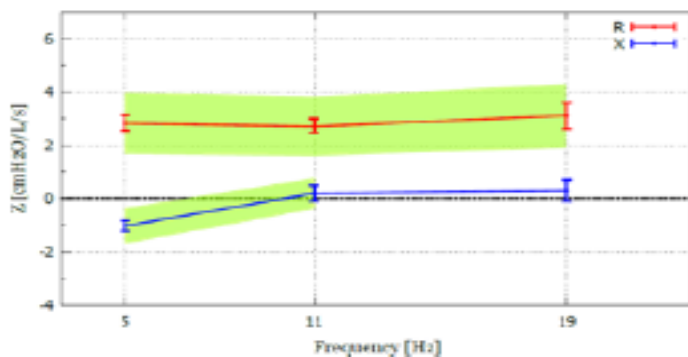
Ostruzione periferica e/o disventilazione: Res < se F >

Ostruzione periferica e/o restrizione: Rea < a F <

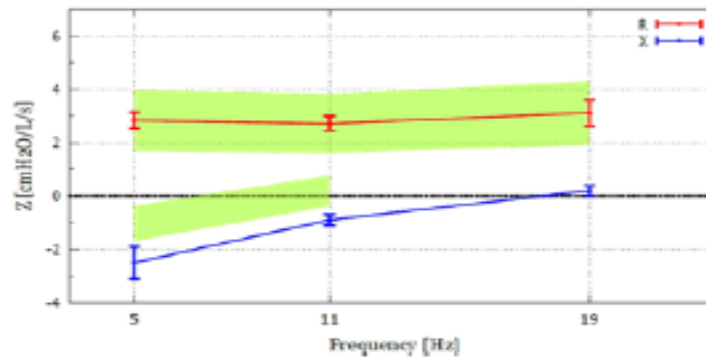
FOT

Forced Oscillation Technique

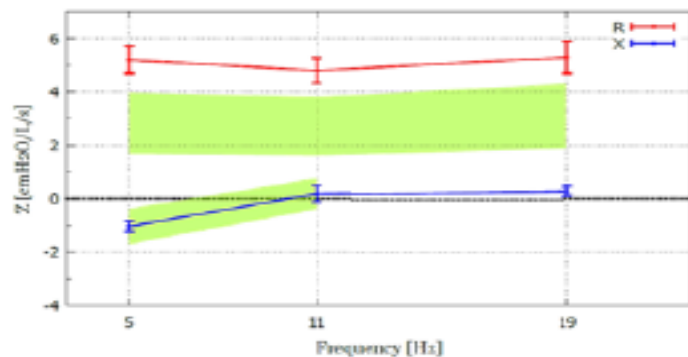
Grafici di Impedenza (R e X) – Valutazione



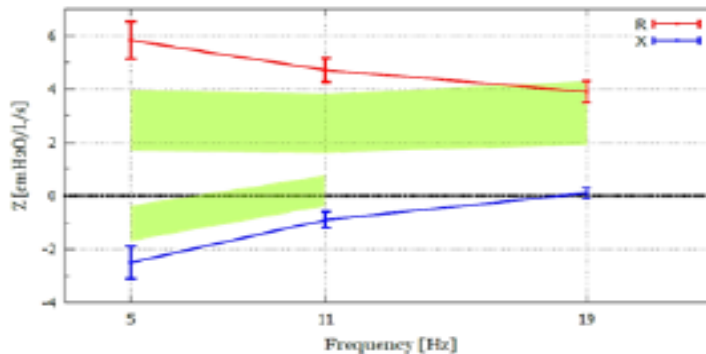
Normale – sia la resistenza (R) che la reattanza (X) sono all'interno della fascia di normalità



Patologia Periferica – la resistenza (R) e' normale e la reattanza (X) piu' negativa (es. possibile ostruzione delle vie aeree o alveoli esclusi, disomogeneita' della ventilazione o possibile restrizione)



Ostruzione Centrale – la Resistenza (R) è aumentata e la reattanza (X) è all'interno del range di normalità (es. patologie che interessano le vie aeree centrali)



Grave malattia ostruttiva – sia la resistenza (R) che la reattanza sono al di fuori del range di normalità e la resistenza varia con la frequenza. (es. asma o BPCO gravi)

FOT

Forced Oscillation Technique

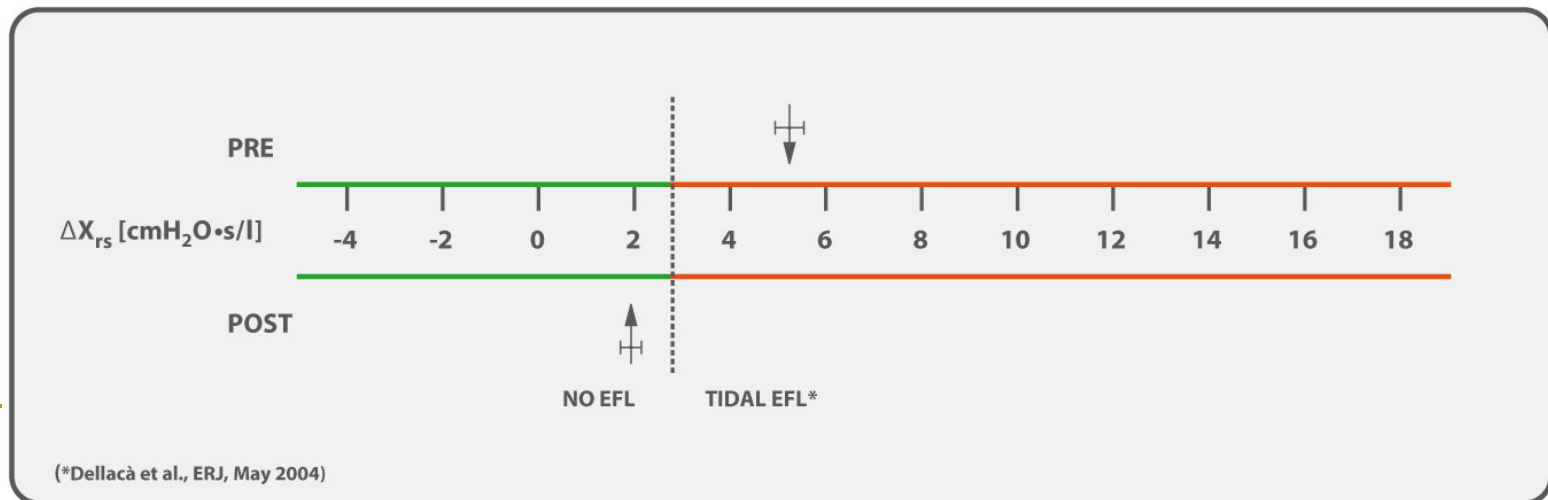
EFL: expiratory flow limitation

Rea INS – Rea ESP

Effetto pre e post-terapia

> 2,8 cm/H₂O/L/S → Iperinsufflazione dinamica

EurRespirJ 2004 23:2, 187-188



FOT

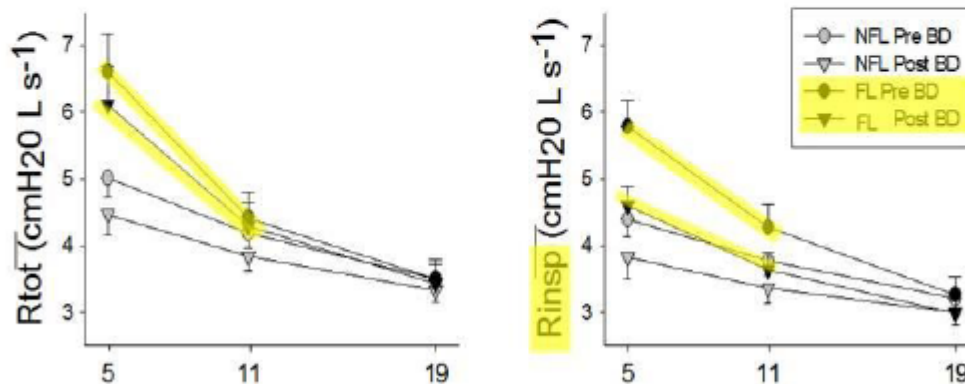
Forced Oscillation Technique

Risposta a Broncodilatatore

Dopo somministrazione di BD, il miglioramento dei tradizionali indici usati con la FOT è molto variabile in particolare con pazienti EFL (limitati come flusso espiratorio)



Analizzare la variazione della sola Resistenza Inspiratoria nel caso di pazienti flusso limitati, fornisce una misura di ostruzione molto più accurata e sensibile



Effect of bronchodilation on expiratory flow limitation and resting lung mechanics in COPD - Eur Respir J 2009 33:6, 1329-1337

FOT

Forced Oscillation Technique

Valutazione dell' ostruzione : dove, EFL Si/No, quanto ?

I. PATTERN DI OSTRUZIONE con la modalità multi-frequenza 5-11-19 Hz (ADULTI)

<p>Normale - sia la resistenza (R) che la reattanza (X) sono all'interno della fascia di normalità</p>	<p>Patologia Periferica - la resistenza (R) è normale e la reattanza (X) più negativa (es. possibile ostruzione delle vie aeree o alveoli esclusi, disomogeneità della ventilazione o possibile restrizione)</p>
<p>Ostruzione Centrale - la Resistenza (R) è aumentata e la reattanza (X) è all'interno del range di normalità (es. patologie che interessano le vie aeree centrali)</p>	<p>Grave malattia ostruttiva - sia la resistenza (R) che la reattanza sono al di fuori del range di normalità e la resistenza varia con la frequenza. (es. asma o BPCO gravi)</p>

II. LIMITAZIONE AL FLUSSO ESPIRATORIO, INDICE ΔX_{rs} (multi-frequenza 5-11-19 Hz, singola frequenza 5 Hz)



ΔX_{rs} è l'indice brevettato di limitazione al flusso espiratorio durante respiro spontaneo.

$\Delta X_{rs} > 2.8 \rightarrow$ LIMITAZIONE al flusso espiratorio durante respiro spontaneo.

III. REVERSIBILITA' DELL'OSTRUZIONE



Grafici di Resistenza (R) e Reattanza (X) INSPIRATORIE, ESPIRATORIE E TOTALI.

- Parametri inspiratori fuori range \rightarrow OSTRUZIONE

FOT

Forced Oscillation Technique

Applicazione Clinica *Parametri disponibili*

	R_insp*	X_insp*	R5-19	ΔXrs	Fres
Valutazione del livello di ostruzione	✓				
Tipologia di Ostruzione (centrale, periferica, omogeneità)	✓	✓	✓		✓
Rilevazione presenza Limitazione Flusso Espiratorio (EFL)				✓	
Broncoreversibilità	✓			✓	
Valutazione farmacologica del trattamento	✓	✓	✓	✓	
Broncprovocazione	✓				
Valutazione vie aeree periferiche		✓		✓	

* Misurata con lo stimolo di frequenza più basso possibile

Patologie

	BPCO	Asma	Fibrosi Cistica	Obesità
Valutazione del livello di ostruzione - R_insp	✓	✓	✓	✓
Tipologia di Ostruzione (centrale, periferica, omogeneità) - R_insp, X_insp, R519, Fres	✓	✓	✓	✓
Rilevazione presenza Limitazione Flusso Espiratorio (EFL) - ΔXrs	✓	✓	✓	✓
Reversibilità bronchiale - R_insp	✓	✓	✓	✓
Valutazione farmacologica del trattamento - R_insp, X_insp, R5-19, ΔXrs	✓	✓	✓	✓
Broncprovocazione - R_insp	✓	✓	✓	✓
Valutazione patologie vie aeree periferiche - X_insp, ΔXrs	✓	✓	✓	

FOT

Forced Oscillation Technique

CASO CLINICO #2

- 5 anni, sesso F
- Episodi di tosse e wheezing dai primi anni di vita
- Dermatite atopica a 2 anni di vita
- Prick test positivo per Dermatophagoides Pter.

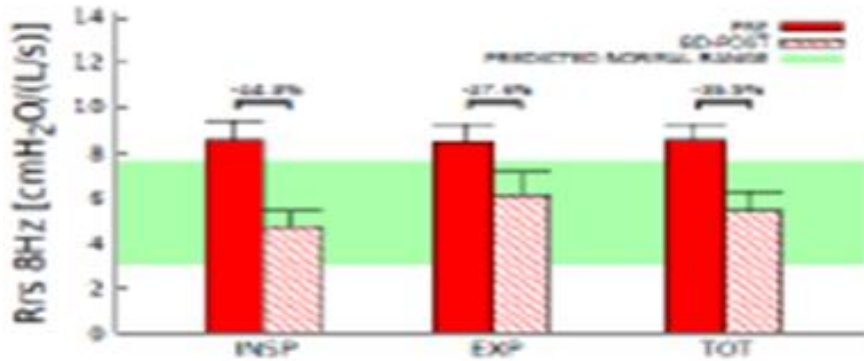
ASMA???



FOT

Forced Oscillation Technique

CASO CLINICO #2



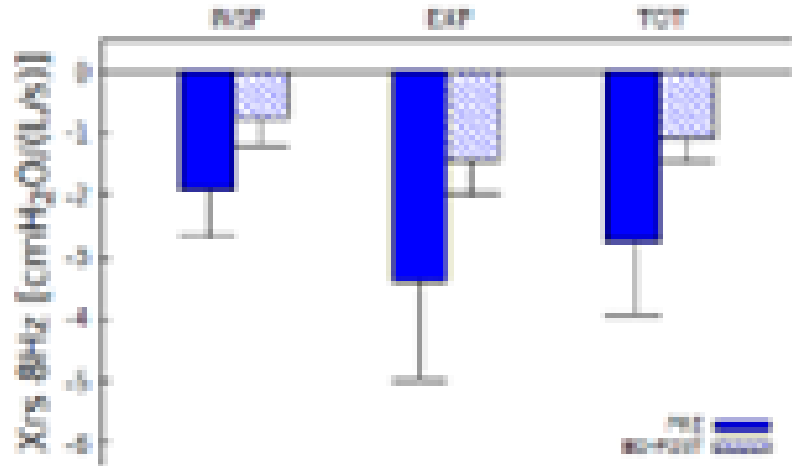
Stimolo a 8 Hz, BD dopo 20 min

Resistenze elevate pre-BD

Valori predetti da Calogero et al

Resistenza e Reattanza:
normalizzazione

Rinsp ridotto >40%



FOT

Forced Oscillation Technique

CASO CLINICO #3

- 4,5 anni, sesso M
 - Padre affetto da bronchite asmatica
 - Episodi di tosse e wheezing poco responsivi
 - Non ha mai potuto eseguire spirometria
-

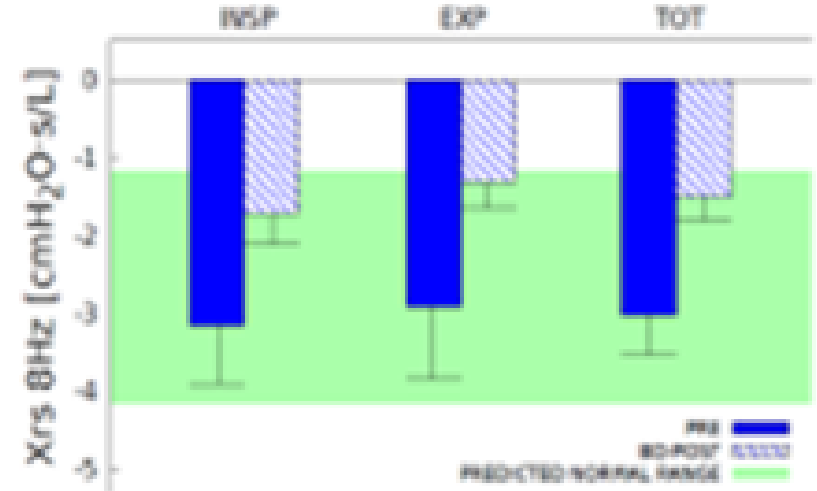
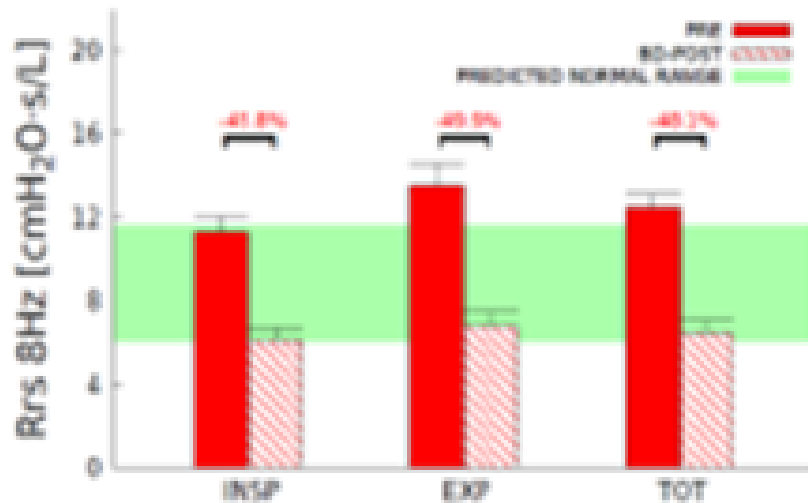
FOT

Forced Oscillation Technique

CASO CLINICO #3

Stimolo a 8 Hz, BD dopo 20 min

Resistenze elevate **pre-BD**



Valori predetti da Calogero et al

Resistenza e Reattanza: normalizzazione

Rinsp ridotto >50%



Take home messages

- **Minima cooperazione da parte del paziente**
 - **In respiro corrente, test facile da eseguire e interpretare**
 - **Disponibilità dei valori predetti di normalità**
 - **FOT: informazioni aggiuntive sulle proprietà meccaniche dei polmoni non evidenti con la spirometria forzata, di cui è piu' sensibile per le ostruzioni periferiche.**
-

GRAZIE

Spirometry...

RINT...FOT...

Take it easy!

