



**IV Corso Teorico-Pratico di Spirometria  
in età pediatrica**

*Firenze, 24-25 novembre 2017*



**Il resoconto dei vincitori dei contributi formativi della SIMRI**

# *IV Corso Teorico-Pratico di Spirometria in età pediatrica*

*Firenze, 24-25 novembre 2017*



## **INDICE**

- 1. Valutazione delle Prove di Funzionalità Respiratoria (Chiara Caparelli, Paolo Del Greco - Firenze)*
- 2. Anatomia e fisiopatologia del sistema respiratorio (Sabrina D'Arpa - Palermo)*
- 3. Report della sessione pratica tenuta dal dott. Lombardi (Carlo De Pieri - Udine)*
- 4. Esecuzione della spirometria e applicazioni cliniche (Alessandro Graziosi - Graziosi)*
- 5. Indicazioni e controindicazioni alla spirometria (Velia Malizia - Palermo)*
- 6. Controllo di qualità: errori da evitare (Chiara Stocco - Trieste)*

# 1 - “Valutazione delle Prove di Funzionalità Respiratoria”

Resoconto a cura di: Chiara Caparrelli e Paolo Del Greco

[chiara.caparrelli@meyer.it](mailto:chiara.caparrelli@meyer.it) [paolodelgreco@yahoo.it](mailto:paolodelgreco@yahoo.it)

SOSA di Broncopneumologia AOU Meyer

In occasione del IV Corso di Spirometrie tenutosi a Firenze il 24 e 25 novembre 2017, il dottor Enrico Lombardi ha tenuto la sua presentazione sulla valutazione delle prove di funzionalità respiratoria soffermandosi, in particolare, sulle accortezze da applicare alla nostra pratica quotidiana sottolineando l'importanza, sia dal punto di vista diagnostico che da quello decisionale, dell'esecuzione della prova di funzionalità respiratoria in tutte le fasce d'età pediatrica.

Dopo aver ricordato come sia possibile misurare la funzione respiratoria sin a partire dai 0 anni in sedazione, è passato in esame alle modalità di misurazione delle resistenze respiratorie e delle oscillazioni forzate fino alla più classica spirometria.

Sono ormai diversi gli studi che mostrano come spesso non ci sia una diretta correlazione fra i sintomi, la storia riferita e i risultati ottenuti in una corretta funzione respiratoria, segno evidente di quanto sia necessario approfondire tramite esami adeguati la valutazione polmonare.

In particolare in uno studio pubblicato dal *Journal of Paediatrics* del 2005 si evidenzia come in circa il 15% delle visite pneumologiche pediatriche la scelta terapeutica subisce modifiche sulla base al risultato della spirometria (1).

Come già successo negli Stati Uniti da qualche anno, anche in Italia dal 2017 sono disponibili (online) le raccomandazioni SIMRI per il progetto *Choosing Wisely Italy*, che punta a sensibilizzare i medici all'impiego di trattamenti ed esami diagnostici sempre più appropriati sulla base delle evidenze scientifiche. In particolare, tali raccomandazioni vengono declinate in cinque punti di cui l'ultimo conferma, con provata evidenza scientifica, come sia necessario “evitare di diagnosticare e gestire l'asma nel bambino senza l'impiego della spirometria”.

Considerando quindi l'importanza nel dover eseguire una misurazione spirometrica, l'*American Thoracic Society* e l'*European Respiratory Society* hanno stabilito e pubblicato i criteri di accettabilità (modificati rispetto agli adulti) della spirometria anche per i bambini in età prescolare con l'intento, quindi, di poter rendere sempre più eseguibile e accessibile questa misurazione in quasi tutte le fasce di età (2, 3).

Le linee guida consigliano l'uso del FEV 0.75 sec o di FEV0.5 sec quando non ottenibile la misurazione del FEV1 sec, l'esecuzione, ove possibile, di almeno 2 manovre accettabili con variazione del FVC e del FEV0.5 or FEV0.75 minori di 100 ml of 10%, di riportare i valori migliori di FEV1 e FVC anche se provenienti da curve differenti e laddove si ottenesse una sola manovra, registrarla comunque purché accettabile.

Avendo criteri che consentano una più facile esecuzione della spirometria anche nelle fasce di età “più complicate”, nel 2012 è stata introdotta l'equazione di riferimento della GLI-2012 che, raccogliendo più di 74.000 spirometrie di persone sane dai 3 ai 95 anni e di diverse etnie, ha cercato di standardizzare l'interpretazione dei valori spirometrici a livello globale (4).

Online è possibile scaricare, gratuitamente dal sito dell'ERS o sul sito [www.lunfunction.org](http://www.lunfunction.org), il programma che direttamente sul desktop può validare i valori spirometrici ottenuti modificandoli in base all'età e l'etnia del paziente.

Nelle ultime slide della presentazione, il dottor Lombardi ha concluso mostrando i diversi quadri spirometrici nelle patologie ostruttive, restrittive e in quelle miste, ribadendo non solo la nota importanza del FEV1, ma anche il suo ruolo come il più precoce predittore di un imminente

peggioramento del quadro patologico se associato a un suo declino progressivo (anche se minimo!).

Infine, è stata ribadita l'importanza dell'esecuzione del test di broncodilatazione anche in pazienti con un quadro spirometrico di base normale, considerando il non raro riscontro di quadri spirometrici post-broncodilatazione (400 mcg di salbutamolo) significativamente positivi (maggiore o uguale al 12% o a 200 ml di volume) in modo da riconsiderare così l'eventuale follow up e la terapia.

## **Bibliografia**

- (1) Nair SJ, Daigle KL, DeCuir P, et al. *The influence of pulmonary function testing on the management of asthma in children. J. Pediatr.* 2005 Dec; 147(6): 797-801
- (2) Beydon N, Davis SD, Lombardi E, et al. *An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children. Am J Respir. Crit Care Med* 2007; 175: 1304-1345.
- (3) Rosenfeld M, Allen J, Arets BH, et al. *An official American Thoracic Society workshop report: optimal lung function tests for monitoring cystic fibrosis, bronchopulmonary dysplasia, and recurrent wheezing in children less than 6 years of age. Ann Am Thorac Soc* 2013; 10: 1-11.
- (4) Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, et al. *Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. Eur Respir J* 2012; 40: 1324-1343.

## 2 - “Anatomia e fisiopatologia del sistema respiratorio”

Resoconto a cura di: **Sabrina D'Arpa** - [sabrina.darp@hotmail.it](mailto:sabrina.darp@hotmail.it)

Scuola di Specializzazione in Pediatria-Università degli Studi di Palermo

La relazione della Dott.ssa Calogero, tenuta in occasione del IV Corso teorico-pratico di Spirometria, ha ripercorso le tappe dello sviluppo del sistema respiratorio puntualizzando la fisiologia dell'apparato, per comprendere al meglio le potenzialità delle prove di funzionalità respiratoria in età pediatrica.

Lo sviluppo polmonare ha inizio intorno alla 3 settimana di gestazione e continua nella vita post-natale fino alla prima vita adulta. Fisiologicamente vengono descritte cinque fasi, (quattro nella vita intrauterina e una nella vita postnatale), ciò avviene parallelamente allo sviluppo della circolazione polmonare.

- Periodo Embrionale comprende le prime 7 settimane di gestazione;
- Periodo Pseudo-ghiandolare tra la 7° e la 17° settimana di gestazione si caratterizza per la formazione dell'albero bronchiale;
- Periodo Canalicolare tra la 17° e la 27° settimana, include lo sviluppo del parenchima polmonare, la moltiplicazione dei capillari e la fase iniziale del processo di crescita e maturazione delle vie aeree periferiche;
- Periodo Sacculare tra la 28° e la 36° settimana di gestazione, comprende il completamento del processo di crescita, la maturazione delle vie aeree periferiche e la differenziazione in cellule epiteliali di I e II tipo, che inizieranno a produrre il surfactante a partire dalla 26° settimana;
- Periodo Alveolare inizia alla 36° settimana di gestazione e dura fino a due anni dopo la nascita. In questa fase i sacculi si sviluppano dagli acini tubulari e aumenta la superficie di scambio alveolo-capillare.

Dalla nascita fino ai primi anni di vita si verifica un aumento di numero di alveoli e bronchi con successivo aumento solo volumetrico di questi. Dai 6 anni in poi la crescita dei polmoni e delle vie aeree si verifica proporzionalmente e per questo viene definita *crescita isometrica*.

Per una corretta valutazione della funzionalità polmonare sarà opportuno effettuare un'accurata raccolta dei dati anagrafici, del peso e dell'altezza del bambino, per il calcolo dei cosiddetti “valori teorici” (i valori normali, di riferimento per quella determinata età, peso, altezza, sesso e razza). Empiricamente la lunghezza del corpo è utile nel predire la FRC media (Capacità Funzionale Residua) per una data lunghezza, ma tale relazione si dimostra non lineare e non tiene conto dei cambiamenti delle dimensioni corporee che avvengono durante la crescita.

I cambiamenti importanti che si realizzano durante la crescita sottolineano la complessità nell'interpretazione dei dati di funzionalità respiratoria. Nel neonato per esempio, la respirazione è per lo più nasale poiché l'epiglottide è relativamente grande e può coprire il palato molle, la lingua ha una posizione più orizzontale e l'osso ioide e la laringe hanno una posizione più elevata. Anche le modificazioni nell'anatomia, nella morfologia e nelle capacità contrattili e ossidative delle fibre muscolari spiegano perché la suscettibilità alla fatica dei muscoli respiratori cambia con l'età.

Nella meccanica ventilatoria affinché l'aria entri ed esca dai polmoni è necessario un adeguato gradiente pressorio tra gli alveoli e l'atmosfera, durante l'inspirazione e l'espiazione. Durante la respirazione normale, le vie aeree intratoraciche si espandono in fase inspiratoria, quando la pressione intrapleurica diviene maggiormente negativa rispetto a quella atmosferica, e si restringono in fase espiratoria, mentre ritornano allo stato basale alla FRC. Il punto in cui durante l'espiazione, le pressioni all'interno e all'esterno delle vie aeree si equivalgono prende il nome di *punto di uguale pressione* (PEP). Oltre questo punto, le vie aeree sono compresse perché la pressione intrapleurica è maggiore di quella delle vie aeree (*compressione dinamica delle vie aeree*). Durante uno sforzo espiratorio massimo il PEP si sposta progressivamente verso le zone più profonde del polmone, poiché più positiva è la pressione intrapleurica.

Analizzando la curva flusso-volume quando un soggetto espira forzatamente, il flusso espiratorio raggiunge un massimo, oltre il quale non vi è ulteriore possibilità di aumento, per quanto aumenti lo sforzo espiratorio. Il flusso espiratorio massimo è tanto maggiore quanto è maggiore il volume inspirato e si riduce progressivamente, man mano che si riduce il volume polmonare, a causa della compressione delle vie aeree. Il flusso aumenta con l'aumento della forza muscolare sviluppata fino al raggiungimento di uno stato stazionario (*flusso indipendente dallo sforzo*), spiegabile con un aumento della resistenza.

Questo aiuta a comprendere meglio le differenze osservabili nelle prove di funzionalità respiratorie. Infatti nelle patologie ostruttive in cui maggiore è la resistenza delle vie aeree, il soggetto ha difficoltà ad espirare. Il flusso espiratorio massimo diminuisce e la parte sforzo dipendente della curva è alterata, perché le vie aeree collassano più facilmente.

Invece nelle patologie restrittive dove è maggiore la resistenza elastica, il paziente ha difficoltà ad espandere il polmone. Il flusso espiratorio massimo diminuisce perché i volumi raggiunti in inspirazione sono minori, ma la parte sforzo dipendente della curva è praticamente normale.

In conclusione la complessità dello sviluppo polmonare e della meccanica respiratoria in età pediatrica rende evidente le peculiarità anatomiche e fisiologiche di questa fascia di età, non trascurabili per una corretta interpretazione delle prove di funzionalità respiratoria.

### **3 - “Report della sessione pratica tenuta dal Dott. Lombardi”**

Resoconto a cura di: **Carlo De Pieri** - [carlodepieri@gmail.com](mailto:carlodepieri@gmail.com)

Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Udine

#### ***Trucchi del mestiere per fare la spirometria nel bambino piccolo e casi clinici discussi***

Se non riesco a fare la spirometria nel bambino piccolo o uso altre tecniche di indagine (ad esempio le oscillazioni forzate) o uso altre regole per eseguire ed interpretare l'esame. Il bambino spesso non riesce a respirare più forte e più a lungo di quanto sarebbe necessario. Infatti spesso non riesci a ottenere il FEV1 vero e proprio, perché non soffia per 1 secondo. Allora si può fare il FEV 0,5 ossia a mezzo secondo. Esiste anche il FEV a 0,75 secondi. Nel programma scaricabile del GLI-2012 c'è anche la possibilità di impostare il FEV 0,75 al posto del FEV1, ma non il FEV 0,5. Invece di 3 manovre ripetibili, se ne ho 2 o 1 va bene lo stesso (“se ammazzi il maiale non butti niente”). Inoltre il bambino soffia forte o a lungo, difficile che riesca a fare entrambe. Non bisogna essere fiscali quindi sui 3 secondi. Cosa fare se l'FVC non è accettabile ed è sottostimata? Usi solo il FEV1. Con queste regole allora la fattibilità arriva a 80%. Fondamentale è usare l'incentivatore. Questo deve essere sul flusso e sul volume. Non vanno bene le candeline, perché è solo flusso, meglio il cartoon del bowling o delle api. Le api volano e per salire e continuano a volare, quindi bisogna continuare a soffiare.

Alcuni consiglia per l'analisi di una curva spirometrica. Se nella curava manca l'ultimo pezzetto può anche essere a causa della chiusura della glottide. Questo è importante da notare perché se manca la parte finale della curva sottostimi l'FVC. Se hai un bel picco di FEV1 invece puoi dedurre che non ci sono problemi ostruttivi, come anelli vascolari etc.

È più grave un bambino che risponde brillantemente al broncodilatatore o uno cronicamente ostruito? E più grave un bambino che varia tanto dopo il broncodilatatore, perché migliora tanto e si chiude tanto anche all'improvviso (viene presentato un caso di paziente con questo fenotipo clinico che è rapidamente peggiorato tanto da richiedere sostegno ECMO. Un'altra cosa da notare quando si legge una curva spirometrica è il suo andamento nel tempo. Infatti la crescita del polmone affronta anche una fase detta disinaptica: per questo motivo prima vanno “per lungo” e poi “per largo”. In 6 mesi possono crescere 6 cm, e la spirometria sembra restrittiva. Poi migliora perché il paziente si irrobustisce e il torace si allarga. Per confermare la restrizione viene solo con la pletismografia che ti dà i volumi statici.

Caso clinico: Bambino con test da sforzo positivo: il test da sforzo si fa al minuto: 5 -10-15-30. Nei primi 5 minuti puoi avere una caduta falsa del FEV1 perché è da esaurimento muscolare. Così come ci può essere un effetto delle catecolamine che invece non fanno calare il FEV1, quindi prima dei 5 minuti non è attendibile.

Caso clinico: una curva molto ripida, che non dilata al broncodilatatore. È una bronchiolite obliterante. Alcuni sierotipi di adenovirus possono provocare questa malattia, o può essere da farmaci o da TMO. Ci sono aree iper-insufflate alla TC, con aspetto a mosaico. Questo perché con un meccanismo a valvola l'aria si intrappola e non riesce più ad uscire. Questo fenomeno è visibile con una TC in fase inspiratoria ed espiratoria. Quando espiri le zone patologiche non si svuotano. Le zone “chiare” sono normali, le zone “troppo nere” sono insufflate. La terapia prevede un trattamento con AZT e macrolidi, c'è una modesta efficacia su quella post TMO. Un altro farmaco

utilizzato è il metilprednisolone con dosaggi da 10 a 20-30 mg/kg fino a 1gr. Questo trattamento viene fatto per 3 giorni al mese per 3 mesi, endovena, in 4 ore. Il follow up clinico prevede il monitoraggio per verificare se restano stabili o se, calando la funzionalità respiratoria vanno a trapianto. Alcuni pazienti sono molto gravi con un FEV1 che sta sul 20 – 25%, 30%. Diagnosi è con TAC e con biopsia nella zona patologica.

## 4 - "Esecuzione della spirometria e applicazioni cliniche"

Resoconto a cura di: **Alessandro Graziosi** - [a.graziosi@hotmail.it](mailto:a.graziosi@hotmail.it)

Clinica Pediatrica, Ospedale SS Annunziata Chieti

La spirometria nel bambino collaborante studia la funzione respiratoria, misurando il volume di aria volume di aria inspirata ed espirata durante le manovre respiratorie.

Le raccomandazioni per eseguire una corretta spirometria sono: calibrare lo strumento, anche quotidianamente, applicare norme igieniche di controllo, istruire e incentivare la cooperazione del paziente, rispettare i criteri di accettabilità e riproducibilità. Le precauzioni per una corretta spirometria sono: non indossare vestiti stretti che limitano l'espansione toracica e addominale, non eseguire esercizio fisico intenso entro 30 minuti prima del test, consumare il pasto entro 2 ore prima del test, non fumare entro un'ora dal test.

La spirometria tradizionale si esegue attraverso lo spirometro a campana e si visiona il tracciato spirometrico. La curva spirometrica valuta i volumi polmonari. Il volume corrente (VC) è il volume di aria mobilizzato ad ogni respiro normale (600-800 ml). Il volume di riserva inspiratoria (VRI) è il volume di aria, dopo un'inspirazione normale, che può essere introdotto nei polmoni con un'inspirazione forzata. Il volume di riserva espiratorio (VRE) è il volume di aria, dopo un'espirazione normale, che può essere espulso dai polmoni, con un'espirazione forzata. Il volume residuo è la quantità di aria che resta nei polmoni, dopo un'espirazione forzata (si misura in modo indiretto). La capacità vitale (CV) è il massimo volume d'aria che può essere espirato completamente e lentamente dopo un'inspirazione massimale. La capacità polmonare totale (CPT) è la somma della capacità vitale e il volume residuo, ovvero la massima quantità di aria contenuta nei polmoni. E' possibile rappresentare la manovra di espirazione forzata, che segue a quella di inspirazione forzata, con una curva flusso-volume: ad ogni momento si riportano il flusso istantaneo ed il volume espirato. La velocità di flusso aumenta fino al limite massimo della curva, ma non oltre per la compressione dinamica delle vie aeree. All'inizio di un'espirazione forzata si hanno massimi valori di pressione intrapleurica e di pressione alveolare. A livello delle vie aeree la pressione aumenta meno rispetto a quella alveolare per le fisiologiche resistenze al flusso. Lungo le vie aeree esiste un punto in cui le due pressioni sono uguali (punto di egual pressione). Attraverso la spirometria si interpretano le disfunzioni respiratorie restrittive, ostruttive e l'ostruzione al flusso di aria lungo le vie aeree centrali e periferiche. La forma restrittiva presenta pressioni di ritorno elastico aumentate con piccoli volumi e velocità di flusso ridotte, con normale calibro delle vie aeree. La forma ostruttiva presenta pressione di ritorno statico ridotta per distruzione della componente elastica. L'ostruzione delle vie aeree può essere causata da secrezioni, ispessimento, collasso per perdita della forza di trazione del parenchima circostante.

I parametri che la spirometria misura, dopo una inspirazione-espirazione massimale del paziente, sono il FEV1, la capacità vitale forzata e l'indice di Tiffenau. Il FEV1 o VEMS è il volume espiratorio massimo emesso nel primo secondo, normale se  $> 80\%$ . La capacità vitale forzata (CVF) è il volume massimo espulso con un'espirazione forzata dopo un'inspirazione massimale. L'indice di Tiffenau è il rapporto tra FEV1 e CVF e il suo valore in percentuale è normale se  $> 83-85\%$ . Quindi il quadro di disfunzione respiratoria restrittiva presenta CVF diminuita, FEV1 diminuito in modo proporzionale con CVF, Indice di Tiffenau normale. Il quadro di disfunzione respiratoria ostruttiva presenta CVF diminuita, FEV1 diminuita più della CVF, Indice di Tiffenau ridotto.

Il test di broncodilatazione con salbutamolo inalatorio (400 mcg) è essenziale per valutare la reversibilità dell'ostruzione; si considera positivo se il FEV1 aumenta del 12%, corrispondente all'aumento di 200 ml.

Le patologie che determinano insufficienza respiratoria di tipo ostruttivo sono asma, bronchite cronica, enfisema; quelle che determinano insufficienza respiratoria di tipo restrittivo sono patologie della gabbia toracica, malattie neuromuscolari, lesioni occupanti spazio e fibrosi polmonare. I criteri di accettabilità di una spirometria sono inspirazione massimale, il tempo di espirazione nella curva volume-tempo > 3 secondi nel bambino piccolo, > 6 secondi nell'adolescente, espirazione completa con plateau di 1 secondo, assenza di artefatti (tosse durante il secondo di espirazione, chiusura della glottide, mal posizione del boccaglio in bocca, inizio lento, interruzione precoce dell'espirazione, insufficiente sforzo espiratorio).

I criteri di riproducibilità di una spirometria sono: almeno 3 prove accettabili per un massimo di 8 manovre, selezionare 2 spirometrie, dopo le 3 accettabili, con i maggiori valori di FVC, FEV1 entro una differenza di 0,150 L, FVC e FEV1 delle due curve migliori con variabilità < 5%.

## **5 - “Indicazioni e controindicazioni alla spirometria”**

Resoconto a cura di: **Velia Malizia** - [velia.malizia@ibim.cnr.it](mailto:velia.malizia@ibim.cnr.it)

Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare (IBIM)  
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – Palermo

Durante il IV corso teorico pratico di spirometria in età pediatrica, è stata discussa una sessione teorica plenaria, dalla dottoressa Stefania La Grutta, Primo Ricercatore, Responsabile Unità di Ricerca di Allergologia e Pneumologia Pediatrica, sulle indicazioni e controindicazioni alla spirometria.

La discussione è stata centrata sull'importanza di: aggiornare le conoscenze e la consapevolezza del ruolo della spirometria nelle cure primarie, rivedere le indicazioni cliniche per la spirometria nel bambino con malattia respiratoria, conoscere le controindicazioni alla spirometria, comprendere l'utilità di includere sistematicamente la spirometria nella pratica clinica di routine.

La spirometria è una procedura sicura, fornisce informazioni sulla severità di asma, ha valore prognostico ed è uno strumento utile per aiutare il medico a distinguere la funzione polmonare normale da quella anormale, delineare la funzione polmonare ostruttiva e restrittiva e monitorare la malattia e/o il trattamento.

Durante la relazione sono state riviste le indicazioni comuni per la spirometria nei bambini con asma, con tosse cronica e per la diagnosi ed il monitoraggio della fibrosi cistica. Sono state anche discusse le indicazioni di utilità per misurare la funzione polmonare in corso di: malattie sistemiche ematologiche, disturbi del tessuto connettivo, immunodeficienze, deformità del torace (es. pectus excavatum), interstitial lung disease e per accertare la funzionalità polmonare preoperatoria nelle patologie neuromuscolari flaccide, così come per la valutazione di funzionalità respiratoria in pazienti con patologie malformative e non del tratto gastro esofageo. Rare sono invece le indicazioni per la spirometria in caso di doppio arco aortico.

Inoltre, si è sottolineato come la spirometria non presenta controindicazioni assolute ma viene controindicata in presenza di infezioni respiratorie (influenza), emottisi, pneumotorace, pneumomediastino, embolia polmonare, ipertensione polmonare, angina pectoris instabile o infarto miocardico recente, aneurismi (cerebrali, toracici, addominali), interventi chirurgici recenti (occhio, torace, addome), nausea, vomito, stato confusionale.

Rilevante è stato il messaggio conclusivo riguardo la necessità di comprendere l'utilità di includere sistematicamente la spirometria nella pratica clinica di routine, di incoraggiarne l'uso da parte dei medici pediatri, dopo adeguata formazione, per il trattamento dei bambini con malattie respiratorie, così da diventare non solo il gold standard per la valutazione della funzione respiratoria nei bambini con asma, ma anche un utile strumento di screening per le malattie respiratorie in età pediatrica, che può portare all'identificazione di “gruppi a rischio” oggetto di intervento precoce.

## 6 - "Controllo di qualità: errori da evitare"

Resoconto a cura di: **Chiara Stocco** - [chiarastocco1@gmail.com](mailto:chiarastocco1@gmail.com)

Scuola di Specializzazione in Pediatria di Trieste

La dottoressa Fenu ha trattato il tema della standardizzazione nell'esecuzione ed interpretazione dell'esame spirometrico facendo riferimento alle raccomandazioni dell'ATS/ERS Task Force del 2005 ("*Standardisation of spirometry*", Eur Respir J 2005; 26: 319-338, "*Interpretative strategies for lung function test*", Eur Respir J 2005; 26: 948-968). Le principali indicazioni possono essere così riassunte:

### - **Attrezzatura:**

Deve soddisfare requisiti ben definiti che devono essere garantiti dal costruttore ed essere sottoposta a controlli di qualità ad intervalli stabiliti (vedi tabella). In particolar modo il controllo di calibrazione dello strumento deve avvenire a cadenza almeno quotidiana.

Test	Minimum interval	Action
<b>Volume</b>	Daily	Calibration check with a 3-L syringe
<b>Leak</b>	Daily	3 cmH <sub>2</sub> O (0.3 kPa) constant pressure for 1 min
<b>Volume linearity</b>	Quarterly	1-L increments with a calibrating syringe measured over entire volume range
<b>Flow linearity</b>	Weekly	Test at least three different flow ranges
<b>Time</b>	Quarterly	Mechanical recorder check with stopwatch
<b>Software</b>	New versions	Log installation date and perform test using "known" subject

### - **Esecuzione del test:**

L'operatore dovrà innanzitutto spiegare al paziente in che cosa consiste l'esame che sta per essere eseguito, raccogliere i dati anamnestici utili alla corretta interpretazione dello stesso (fumo, infezioni recenti, farmaci assunti) e registrarne i parametri auxologici. Successivamente al lavaggio delle mani dovrà mostrare al paziente le modalità per una corretta esecuzione della manovra, con particolare riguardo a: corretta postura, posizionamento dello stringinaso e corretto attacco al boccaglio (labbra ben strette attorno al boccaglio, lingua che non ne occluda il lume), inspirio rapido e completo a partire dalla capacità funzionale residua con una pausa < 1 secondo una volta raggiunta la capacità polmonare totale, espirio massimale mantenendo la posizione eretta del busto. Durante l'esame andranno forniti in maniera vigorosa i comandi per la corretta esecuzione dello stesso. La manovra dovrà essere ripetuta per almeno tre volte e comunque non più di otto volte, accertandone la riproducibilità.

### - **Criteri di accettabilità della manovra**

L'esecutore dovrà accertarsi che il paziente abbia compreso correttamente le istruzioni e che esegua un inspirio massimale, una manovra con inizio corretto, espirio massimale e senza interruzioni, e quindi termini l'esame in maniera adeguata. In particolar modo si parla di:

- “GOOD START”: volume estrapolato <5% della FVC o 0.15 L (il maggiore fra i due). Se l’inizio della manovra appare esitante l’operatore deve interrompere la prova per evitare un’inutile sforzo protratto.
- “GOOD END”: il paziente non deve essere in grado di proseguire ulteriormente l’espirazione e la curva flusso-volume non deve mostrare variazioni nel volume > 0.025 ml per  $\geq 1$  secondo. Il paziente deve aver espirato per  $\geq 3$  secondi se ha meno di 10 anni e  $\geq 6$  secondi se ha una età superiore ai 10 anni.

Non devono essere inoltre evidenti artefatti secondari alla presenza di tosse durante il primo secondo, chiusura della glottide/manovra di Valsalva, fine anticipata dell’esprio, sforzo non massimale, perdite, ostruzione del boccaglio.

Sono state mostrati esempi grafici dei pattern spirometrici evidenziabili nelle curve flusso/volume e volume/tempo in tali situazioni.

- **Criteri di riproducibilità della manovra**

Devono essere ottenute almeno tre curve accettabili, le quali devono rispettare i seguenti criteri:

- La differenza fra i due valori maggiori di FVC non deve essere superiore a 0.150 L
- La differenza fra i due valori maggiori di FEV1 non deve essere superiore a 0.150 L

Qualora tali criteri non siano rispettati, la manovra va ripetuta fino all’ottenimento degli stessi, con un numero massimo di tentativi che comunque non deve superare gli otto.

- **Selezione dei risultati**

I valori di FEV1 e FVC che devono essere riportati nel referto sono quelli più alti ottenuti delle curve accettabili, anche qualora non derivino dalla medesima curva.

