

1° Congresso Nazionale della SIFC
11° Congresso Italiana della Fibrosi Cistica
Roma, 1-3 Dicembre 2005

Corso di formazione teorico-pratico rivolto a medici e fisioterapisti
**Il Laboratorio di Fisiopatologia Respiratoria:
l'essenziale per il medico ed il fisioterapista**

**La spirometria e la volumetria
polmonare.**

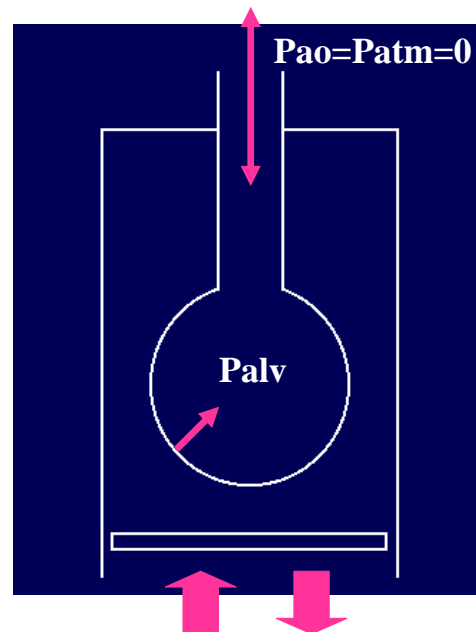
**La qualità della spirometria, i
riferimenti normali, esempi di
diagnosi funzionale.**

Dr. Cesare Braggion
Centro Fibrosi Cistica
Verona

MECCANICA DEL SISTEMA RESPIRATORIO

- Forza dei muscoli respiratori
- Resistenza al flusso nelle vie aeree
- Elasticità

C. Braggion 05



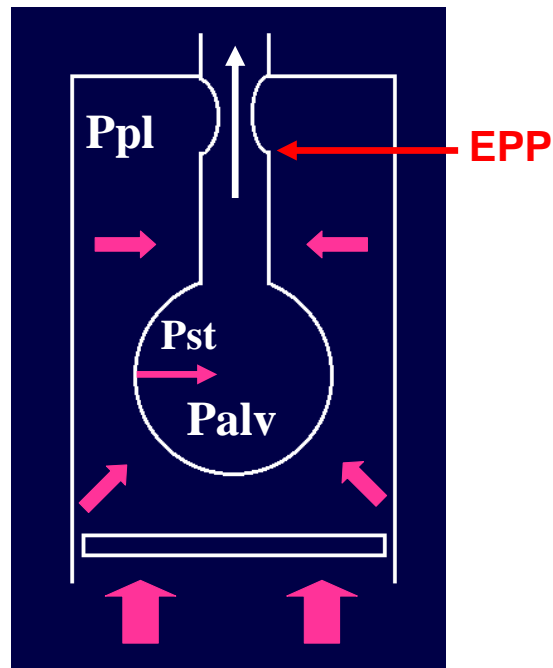
I tre fattori alla base della meccanica del sistema respiratorio, responsabili del movimento dell'aria dentro e fuori dai polmoni sono: a) forza dei muscoli respiratori; b) resistenza al flusso d'aria nelle vie aeree; c) elasticità dei polmoni e della gabbia toracica.

Per comprendere l'espirazione forzata si utilizza il modello del sistema respiratorio ad un unico compartimento (Mead J): un alveolo ed una via aerea sono contenuti in uno spazio (spazio pleurico), che può essere modificato nel suo volume e perciò nella sua pressione interna muovendo in su o in giù uno stantuffo. Il movimento dello stantuffo è dipendente dalla forza esercitata dai muscoli inspiratori (lo stantuffo scende, il volume dello spazio pleurico aumenta e la pressione interna intrapleurica si riduce) e dai muscoli espiratori (lo stantuffo sale, il volume dello spazio pleurico si riduce e la pressione interna aumenta).

Il flusso di aria dentro e fuori da questo modello dipende dalla differenza tra la pressione alla bocca (P_{ao}), che è uguale alla pressione atmosferica e che si assume essere 0, e la pressione alveolare (P_{alv}). Quando P_{alv} è negativa per effetto dei muscoli inspiratori che riducono la pressione intrapleurica ed aumentano lo spazio alveolare, un flusso di aria entra. Nell'espirazione passiva la pressione elastica immagazzinata dall'alveolo è resa verso l'interno dell'alveolo, rendendo P_{alv} positiva: un flusso d'aria esce. Il sistema è fermo (fine espirio) quando vi è equilibrio e si annullano le forze elastiche dirette verso l'interno dell'alveolo e quelle contrarie, esercitate sullo stantuffo e dirette verso l'esterno (equilibrio elastico = capacità funzionale residua): una pressione pleurica debolmente negativa fa rimanere espanso l'alveolo, i muscoli non esercitano alcuna forza, $P_{alv} = 0$.

**ESPIRAZIONE
FORZATA
=
COMPRESSIONE
DINAMICA
BRONCHIALE**

$$P_{alv} = P_{st} + P_{pl}$$

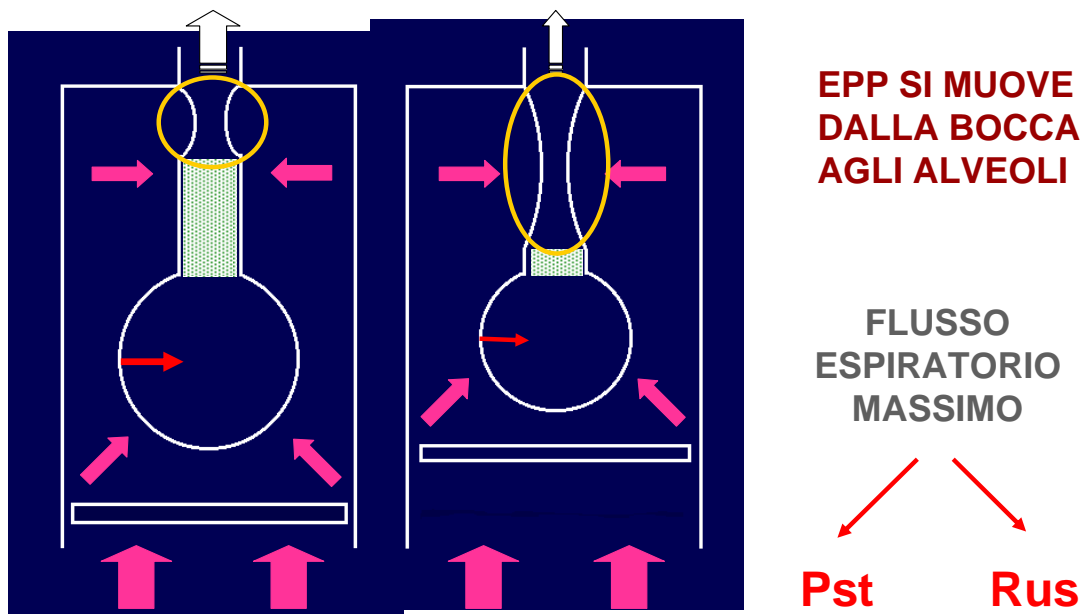


C. Braggion 05

Mead J et al. - J Appl Physiol 1967; 22: 95-108

L'espiazione forzata implica una elevata pressione alveolare (P_{alv}), a cui contribuiscono due componenti, la pressione intrapleurica (P_{pl}), molto elevata in rapporto alla contrazione dei muscoli espiratori, e la pressione di recoil elastico del polmone (P_{st}), che dipende dalla distensione alveolare ottenuta dalla inspirazione precedente. P_{pl} si esercita sia sugli alveoli, contribuendo a P_{alv} , che sulle vie aeree. Il punto di uguale pressione (EPP) è il punto lungo le vie aeree, al cui livello la pressione esterna (P_{pl}) equivale alla pressione intrabronchiale. Fuoriuscendo l'aria durante l'espiazione forzata e per effetto dell'attrito esercitato dalle pareti del tubo, la pressione intrabronchiale si riduce dall'alveolo alla bocca. A valle di EPP la pressione esterna (P_{pl}) eccede la pressione intrabronchiale e si verifica una compressione bronchiale, che contribuisce ad accelerare i flussi aerei espiratori.

MECCANICA DELL'ESPIRAZIONE FORZATA



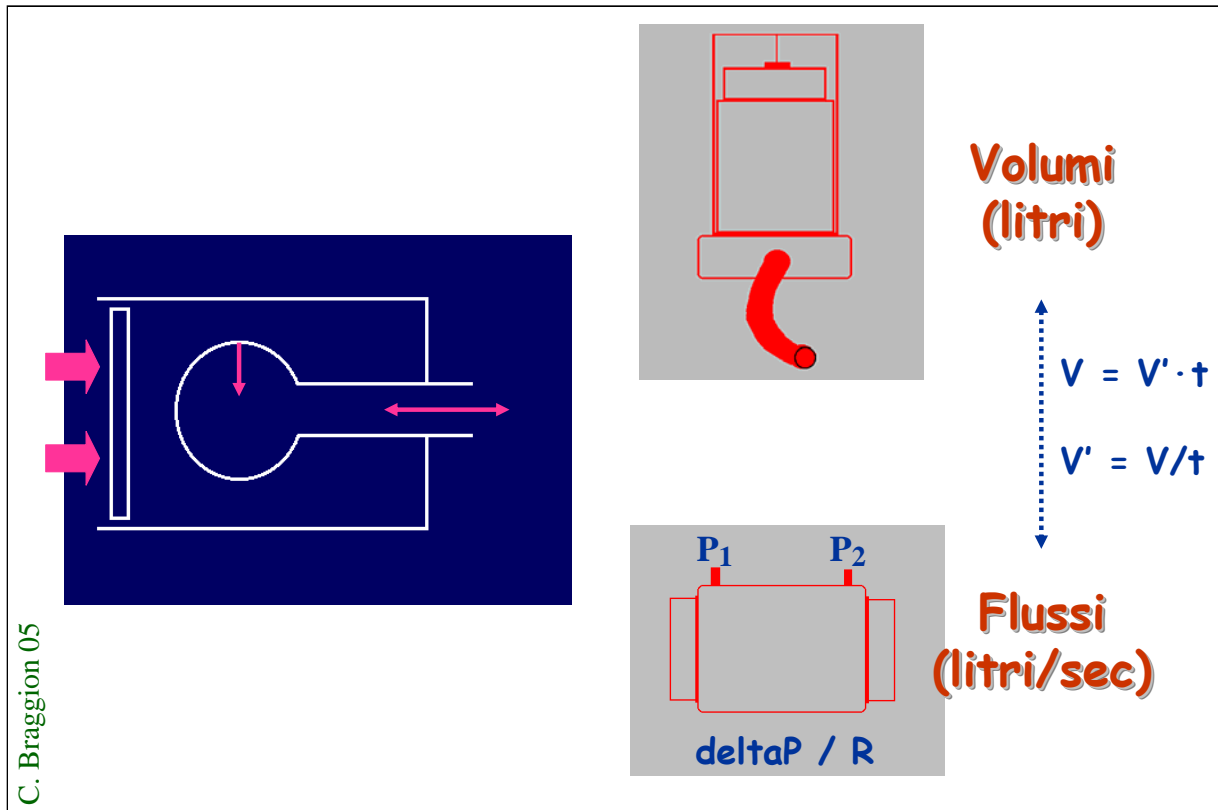
C. Braggion 05

Mead J et al. - J Appl Physiol 1967; 22: 95-108

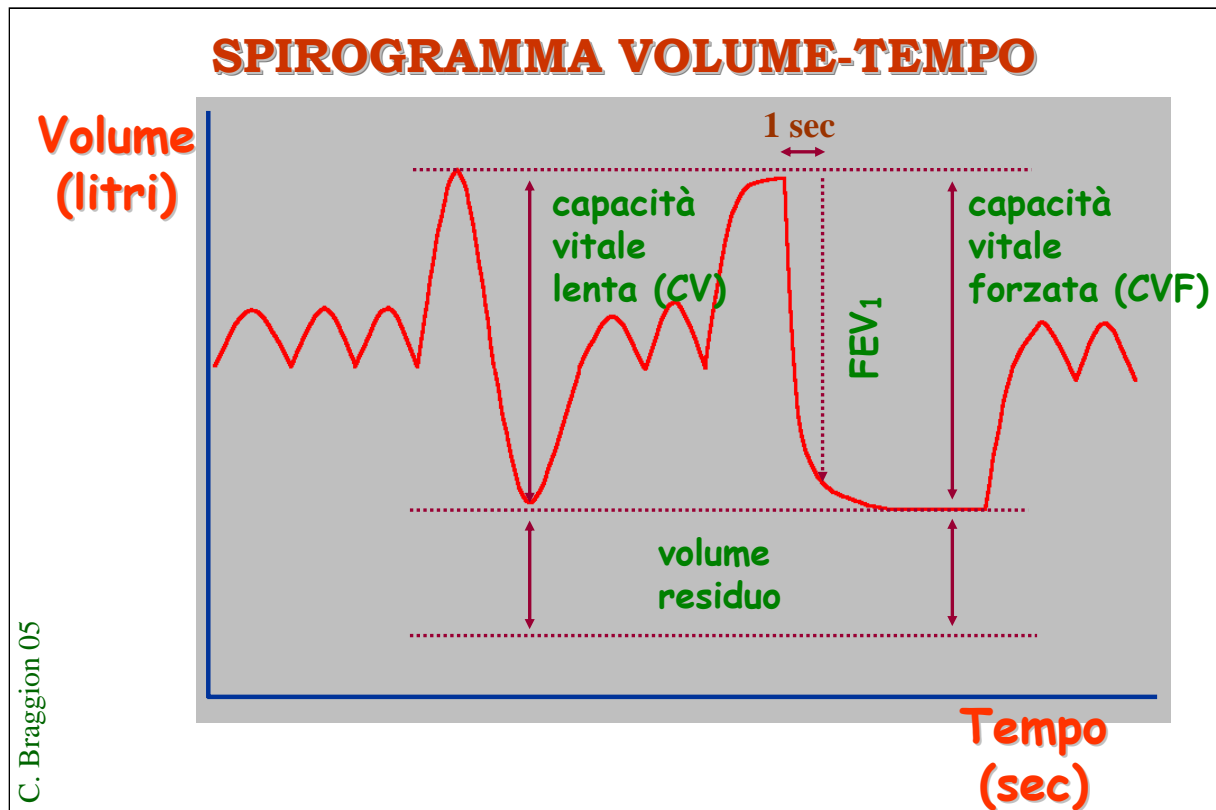
Durante l'espiazione forzata EPP si sposta dalla bocca agli alveoli e così la compressione dinamica bronchiale interessa prima solo le vie aeree centrali (a sx) e successivamente anche le piccole vie aeree (a dx).

Poiché Ppl si esercita sia sugli alveoli che sulle vie aeree, annullandosi, i determinanti del flusso espiratorio sono Pst e la resistenza delle vie aeree a monte di EPP (Rus). Rus (in bianco nella figura) inizialmente interessa tutte le vie aeree, comprese quelle centrali (a sx), verso la fine dell'espiazione forzata solo le piccole vie aeree (a dx). Per questa ragione l'analisi dello spirogramma nella parte finale dell'espiazione forzata consente di valutare la pervietà delle piccole vie aeree.

Pst si riduce durante l'espiazione forzata, man mano che l'alveolo riduce il proprio volume. Le forze elastiche contribuiscono ai flussi espiratori: una riduzione dell'elasticità tipicamente prodotta dall'invecchiamento è responsabile della riduzione dei flussi espiratori massimi. Così pure i processi fibrosanti le strutture polmonari si ripercuotono sulla meccanica dell'espiazione forzata. Anche nella fibrosi cistica la riduzione dei flussi espiratori massimi è in rapporto alla riduzione dell'elasticità polmonare, oltre che alla broncoostruzione (Am Rev Respir Dis 1974; 109:190 – Pediatr Pulmonol 1993; 15:13).

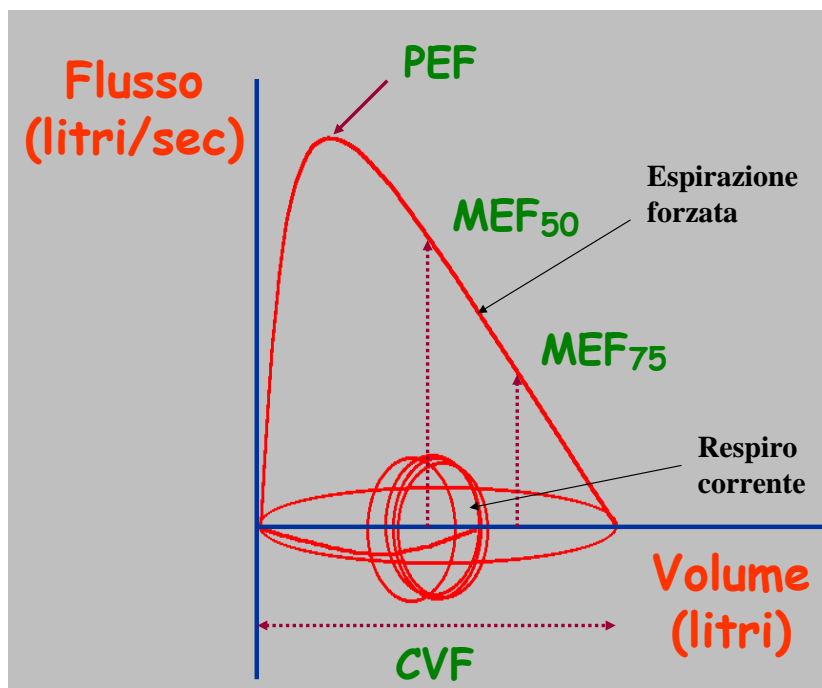


I misuratori dell'espiazione forzata sono di due tipi: a) misuratori di volume; b) misuratori di flusso aereo. Il segnale di volume può essere convertito in flusso e quello di flusso in volume.



L'espiazione forzata può essere analizzata in un diagramma volume (asse y)/tempo (asse x), che consente di valutare il massimo volume di aria espulso (capacità vitale forzata) ed il volume espirato a diversi tempi (0.5, 0.75, 1, 6 secondi). Il volume di aria espulso entro il primo secondo riflette l'aria contenuta nelle vie aeree: se le vie aeree sono pervie, nel primo secondo esce un volume (FEV₁) maggiore dell'85-90% di CVF (FEV₁/CVF > 85-90%).

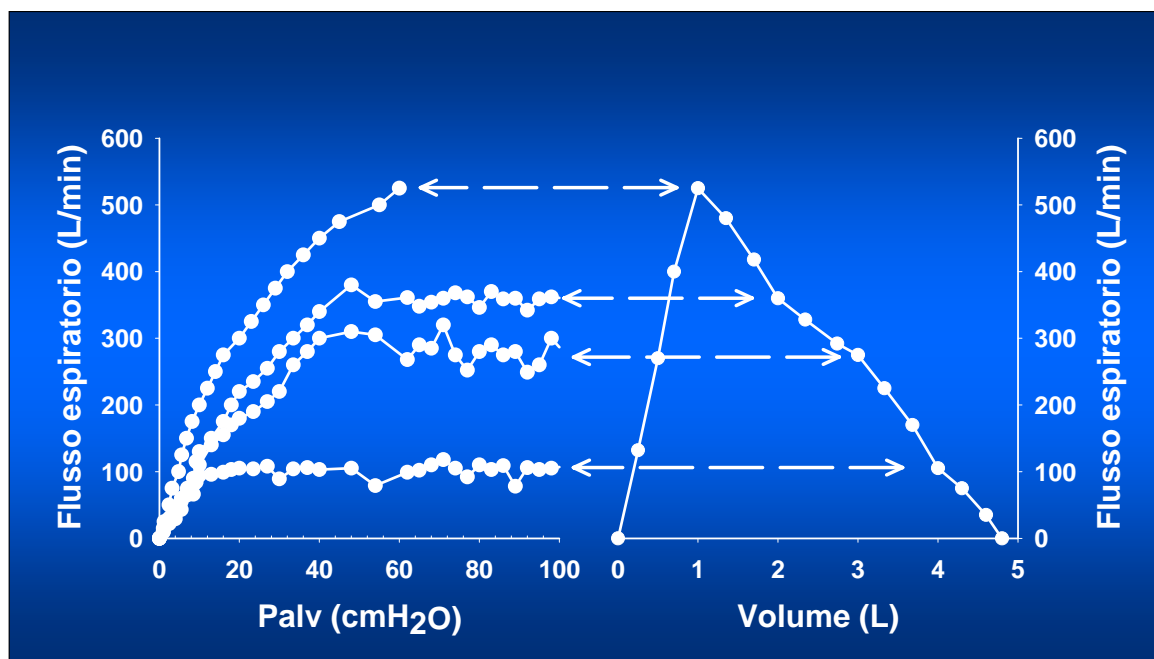
SPIROGRAMMA FLUSSO-VOLUME



C. Braggion 05

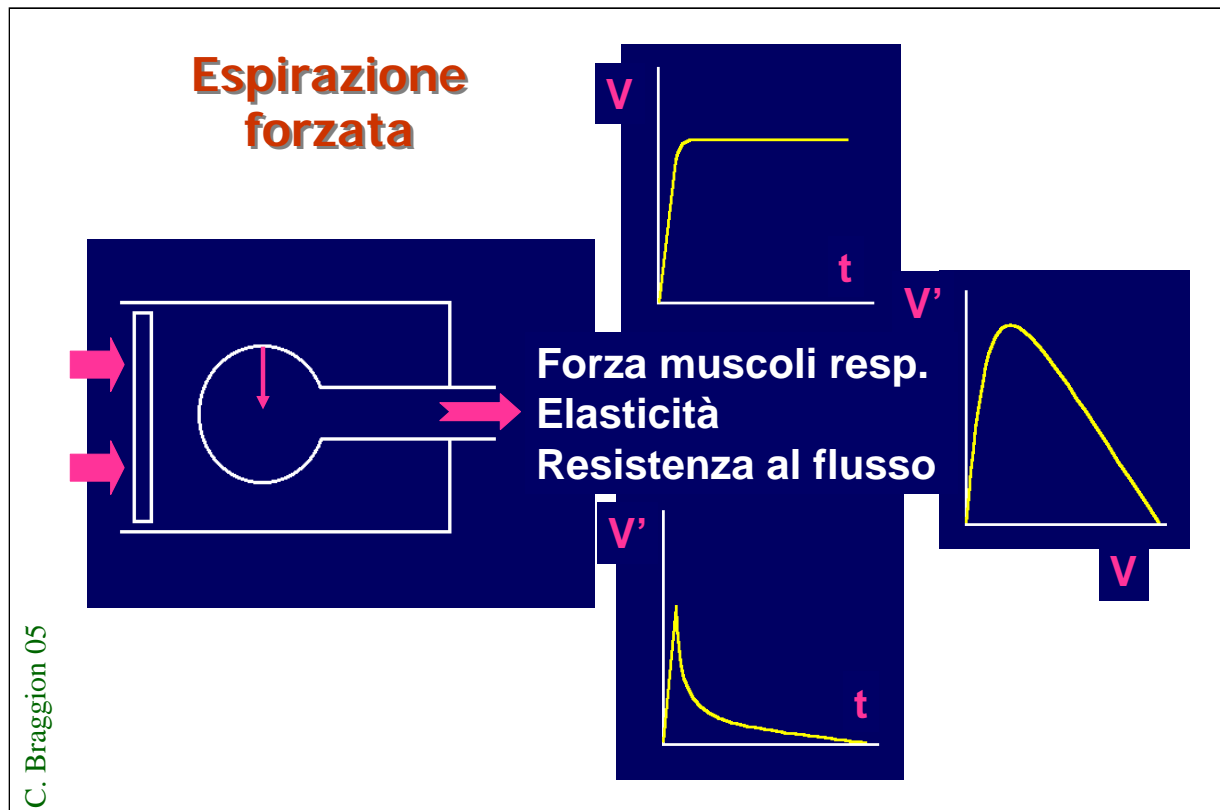
L'espiazione forzata può essere "fotografata" anche dalla curva flusso (asse y)-volume (asse x): essa rappresenta il modo più esplicativo di rappresentare le riserve di flusso espiratorio e di volume (confronto fra flussi e volumi a respiro corrente e quelli ottenuti con l'espiazione forzata). La concavità nella parte discendente della curva è in rapporto all'ostruzione delle vie aeree. Questa concavità può interessare solo la parte finale (riduzione solo di MEF₇₅): in questo caso vi è una ostruzione limitata alle sole piccole vie aeree. Per tale ragione la spirometria è un metodo sensibile per valutare la pervietà delle piccole vie aeree, che può essere esclusivamente ridotta nella fase precoce di molte malattie ostruttive, compresa la fibrosi cistica.

Limitazione dei flussi espiratori massimi

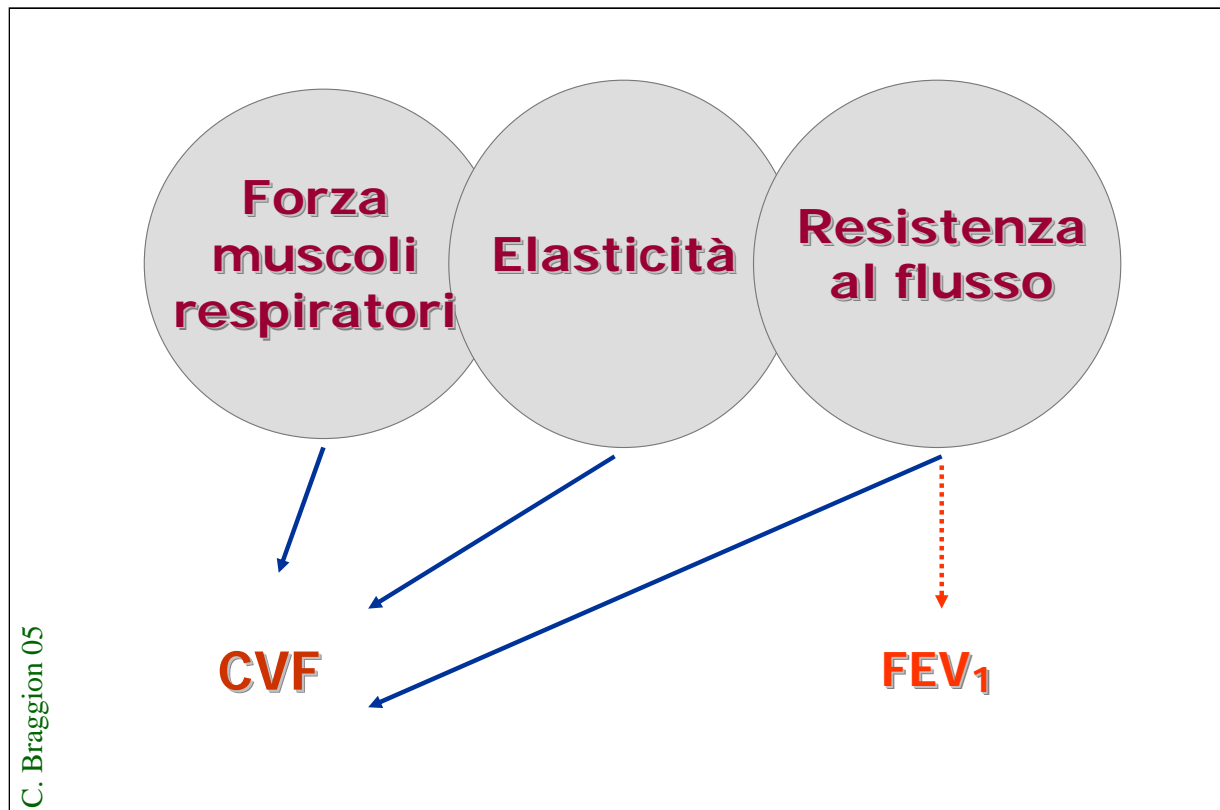


C. Braggion 05

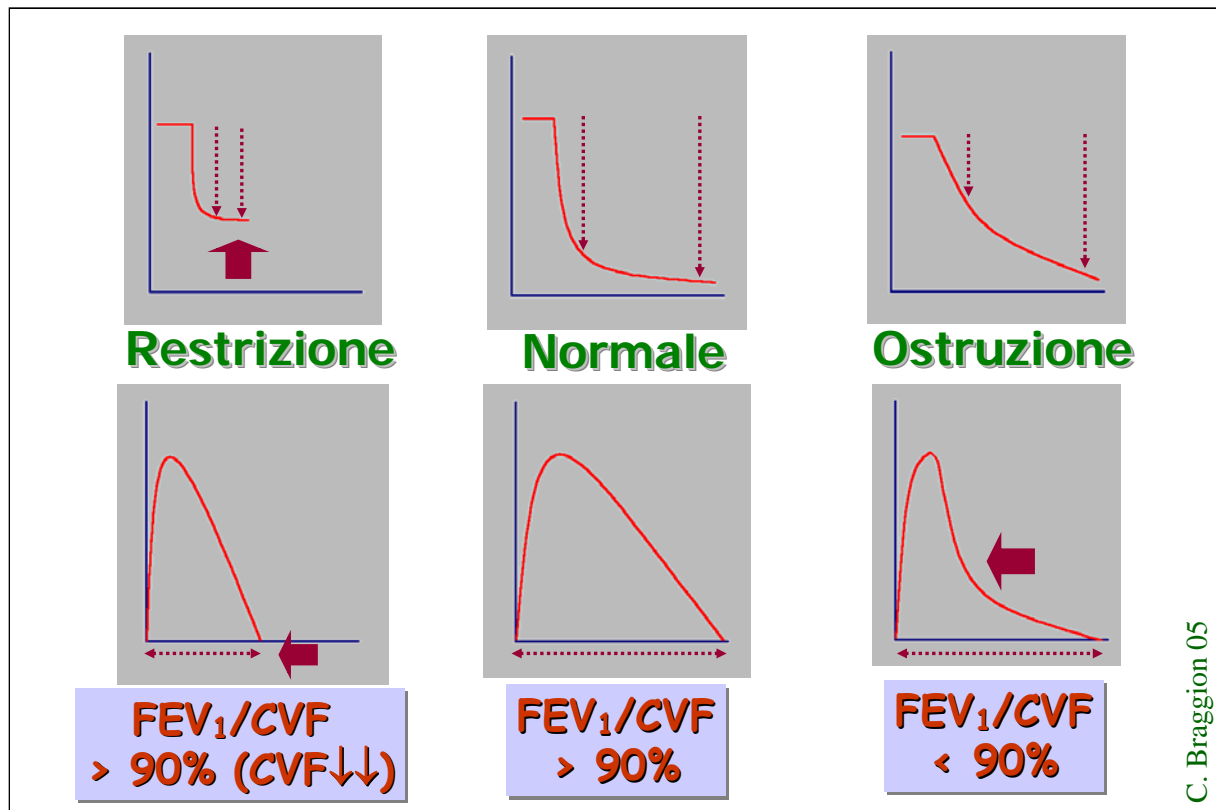
Se si mettono in relazione i flussi espiratori con la pressione alveolare (P_{alv}), che li ha prodotti per ogni volume, si può vedere che, con l'eccezione della parte iniziale dell'espiazione forzata (picco di flusso espiratorio), il flusso espiratorio aumenta con l'aumentare di P_{alv} fino a raggiungere un plateau. Questo plateau è una evidenza della compressione dinamica bronchiale, che si verifica quando la pressione pleurica (P_{pl}) è maggiore della pressione intrabronchiale. Il plateau del flusso espiratorio indica la "limitazione dei flussi espiratori", la loro sforzo-indipendenza: nonostante si aumenti P_{alv} con la contrazione dei muscoli addominali il flusso espiratorio non varia. Il raggiungimento invece di un picco di flusso espiratorio all'inizio dell'espiazione forzata è sforzo-dipendente.



Comunque si voglia “rappresentare” l’espiazione forzata, con un diagramma volume-tempo (in alto), con un diagramma flusso-volume (a destra) e con un diagramma flusso-tempo (in basso), i fattori che la determinano sono la forza dei muscoli inspiratori ed espiratori, l’elasticità del sistema respiratorio (polmoni e gabbia toracica) e la resistenza al flusso aereo nei bronchi.



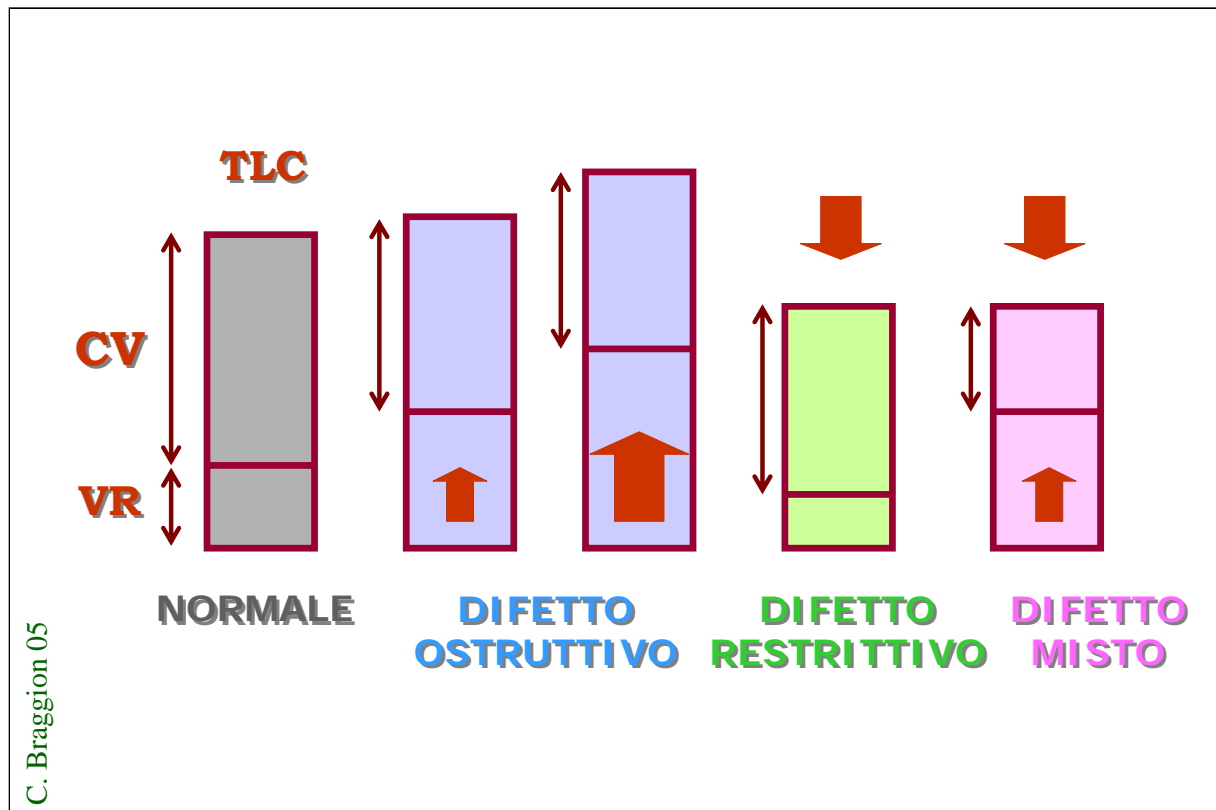
Tutti e tre i fattori meccanici indicati contribuiscono al massimo volume mobilizzabile con l'espiazione forzata (capacità vitale forzata = CVF), mentre il volume di aria espulso entro il primo secondo (FEV_1) è prevalentemente influenzato dalla pervietà delle vie aeree, cioè dalla resistenza che queste applicano al flusso aereo, che esce forzatamente dai polmoni.



La situazione normale è rappresentante al centro: l'aria esce velocemente e nel primo secondo ne esce più del 90% del massimo; il volume è ampio.

In presenza di ostruzione bronchiale (a destra) nel primo secondo esce un volume ridotto rispetto al normale ($FEV_1/CVF < 90\%$) e la curva flusso-volume ha un aspetto a "morso di mela" per la riduzione dei flussi durante gran parte dell'espiazione forzata.

In presenza di "restrizione" (a sinistra) le vie aeree sono pervie e l'aria esce velocemente ma il massimo volume di aria espulso durante l'espiazione forzata è ridotto ("ristretto") ($FEV_1/CVF > 90\%$). In questo caso CVF è ridotto rispetto al normale e la restrizione sarà tanto maggiore quanto minore è CVF. Una "restrizione" può essere prodotta da riduzione della forza dei muscoli inspiratori ed espiratori, da fibrosi interstiziale (ridotta elasticità del polmone), da rigidità e deformazioni della gabbia toracica, da un versamento o "altro", che occupano lo spazio polmonare.



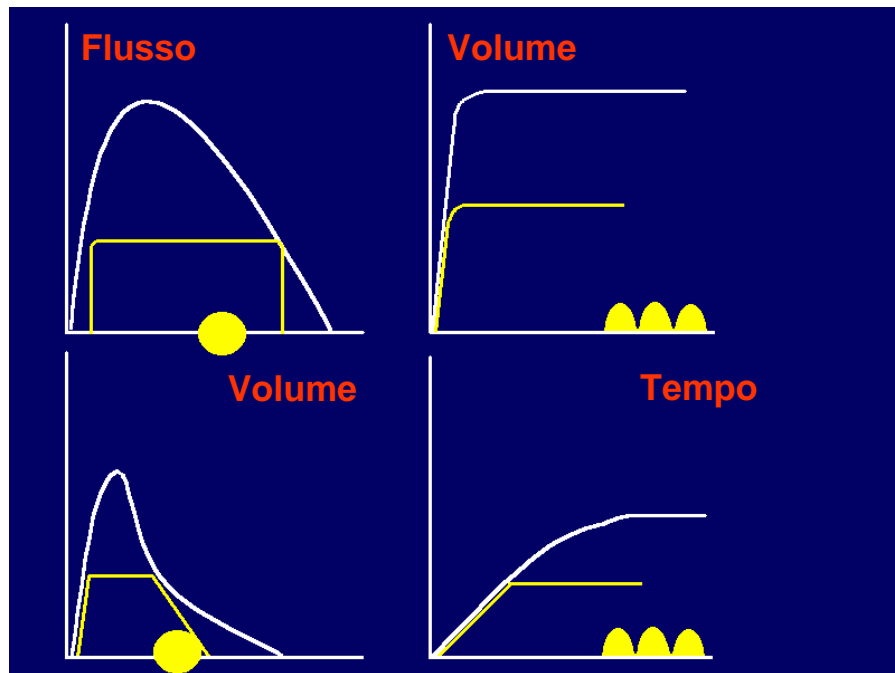
La stima precisa del difetto restrittivo e dei difetti misti, restrittivi ed ostruttivi, ha necessità di misurare la capacità polmonare totale (TLC). Questa misura e la misura degli altri volumi, compreso il volume residuo (VR), si effettuano con la pletismografia corporea o i metodi di diluizione dei gas (elio).

Nel difetto ostruttivo TLC è normale o aumentato e la riduzione di capacità vitale (CV) avviene per aumento di VR.

Nel difetto restrittivo TLC è ridotta ed il rapporto VR/TLC è conservato.

Nel difetto misto si somma la riduzione di TLC ad un aumento di VR.

RISERVE FUNZIONALI

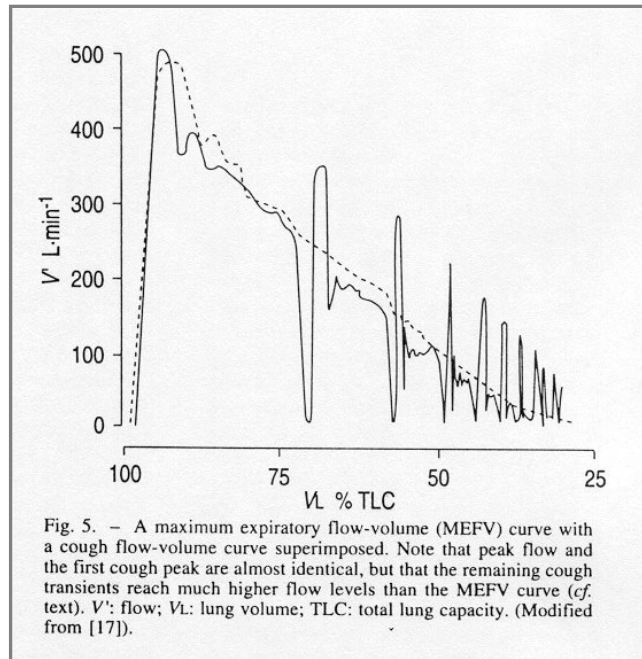


C. Braggion 05

La spirometria consente di stimare anche visivamente le “riserve” di flusso e di volume, se si confronta ciò che è ottenuto con l’espiazione forzata (sforzo massimo) con quanto è realizzato durante il respiro corrente (cerchi pieni in giallo). In alto sono rappresentati la curva flusso-volume ed il diagramma volume-tempo di un soggetto normale. Anche se viene eseguito una attività fisica massimale (linea gialla) tutte le riserve non vengono sfruttate.

In basso è rappresentata la situazione di un soggetto ostruito: è evidente la riduzione di “riserve” e come nell’attività fisica intensa si realizzino flussi e volumi ridotti rispetto al soggetto normale. Il sistema respiratorio è perciò “limitante” lo sforzo massimo nel soggetto bronco-ostruito.

LA TOSSE

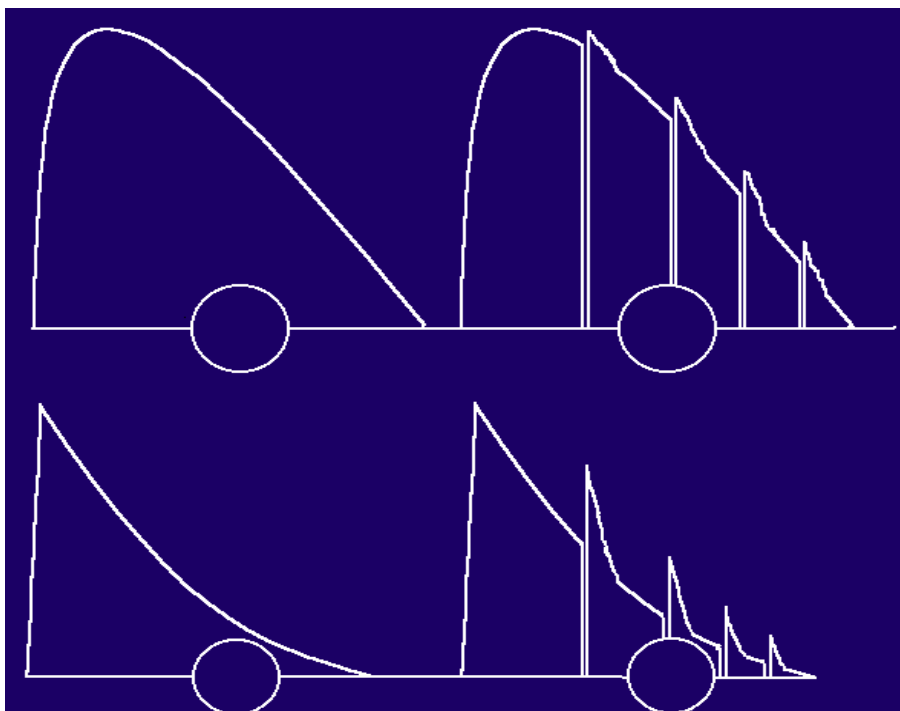


Bull Eur Physiopathol Respir 1987; 23: 465-72

C. Braggion 05

L'unico fenomeno che in natura sfrutta tutte le riserve di volume e di flusso anche nel soggetto normale è la tosse. Nella figura i colpi successivi occupano tutta la curva flusso-volume di un soggetto normale.

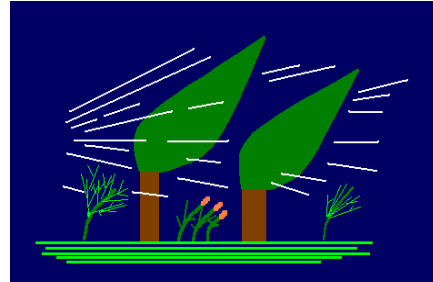
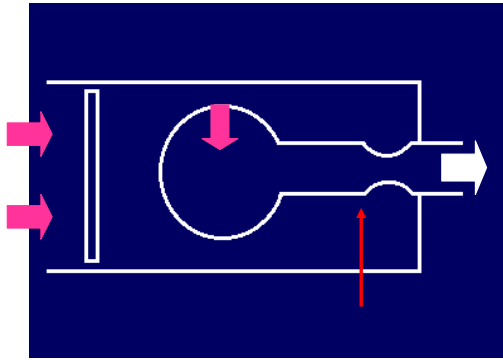
INEFFICIENZA DELLA TOSSE



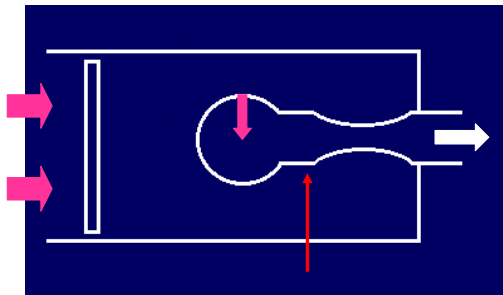
C. Braggion 05

Il soggetto bronco-ostruito (in basso) ha colpi di tosse con picchi di flusso e flusso espiratorio ridotti rispetto al soggetto normale: la tosse ha perciò un minore effetto “detergente” le vie aeree.

MECCANISMI DELLA TOSSE



**Flusso elevato, turbolento (8 L/s)
Velocità elevata (120 m/s)**



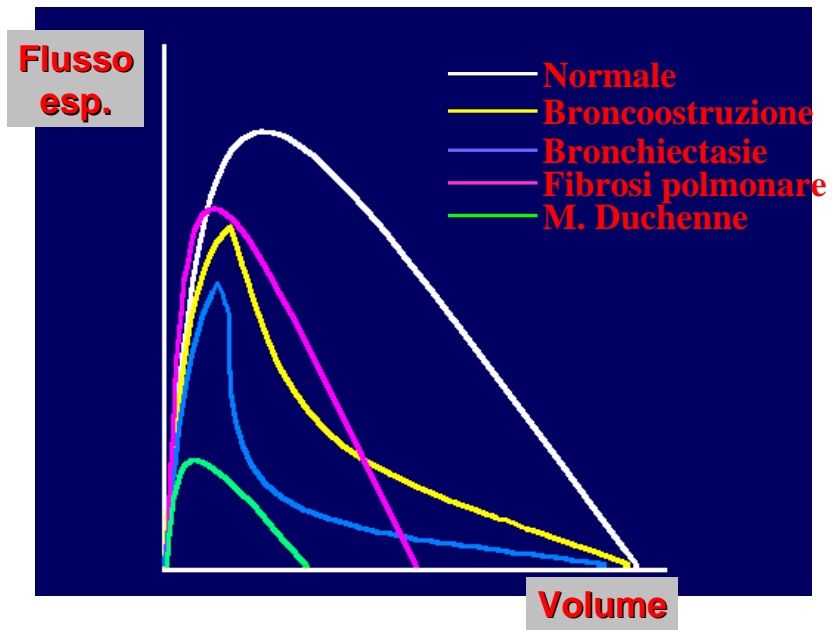
**Flusso basso, laminare (1-2 L/s)
Velocità bassa (0.6 m/s)**

C. Braggion 05

Macklem PT - Ann Otol 1974; 83: 761-68

L'effetto "detergente" della tosse sulle secrezioni o sui "corpi estranei" che occupano le vie aeree è dipendente dai flussi espiratori raggiunti. Nella prima parte dell'espiazione forzata il flusso espiratorio è turbolento, intenso ed ha elevata velocità: "spazza" le vie aeree centrali. Nella seconda parte dell'espiazione forzata i flussi espiratori sono laminari, meno intensi e veloci: conservano comunque un effetto "detergente"; EPP si sposta dalla bocca agli alveoli e ciò esercita una azione come quella della mano che sprema la pasta di dentifricio dal tubetto.

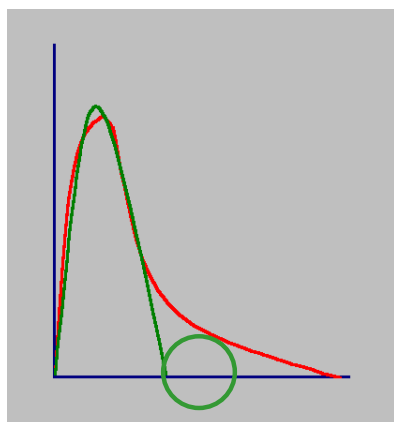
INEFFICIENZA DELLA TOSSE



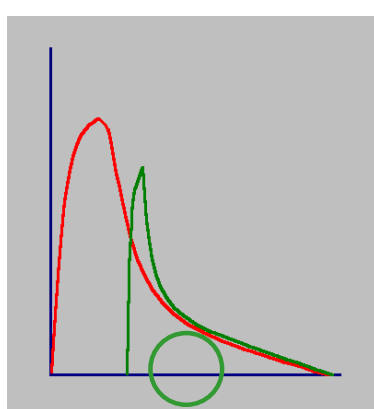
C. Braggion 05

La curva flusso-volume è perciò anche la “fotografia” dell’efficienza della tosse. Basta confrontare la situazione normale a quelle patologiche indicate. La situazione decisamente più critica si ha nel M. di Duchenne: il picco di flusso è molto ridotto e la tosse non deterge neppure le vie aeree centrali. Nel bronco-ostruito la riduzione di flussi espiratori oltre il picco di flusso implica un minore effetto detergente nella periferia bronchiale.

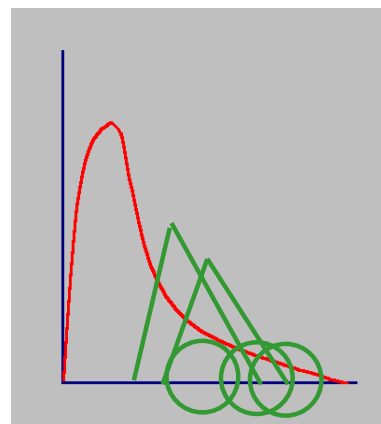
CONTROLLO DELLA TOSSE



Tosse a colpo singolo



Espirazione forzata "Huffing"



"Drenaggio autogeno"

C. Braggion 05

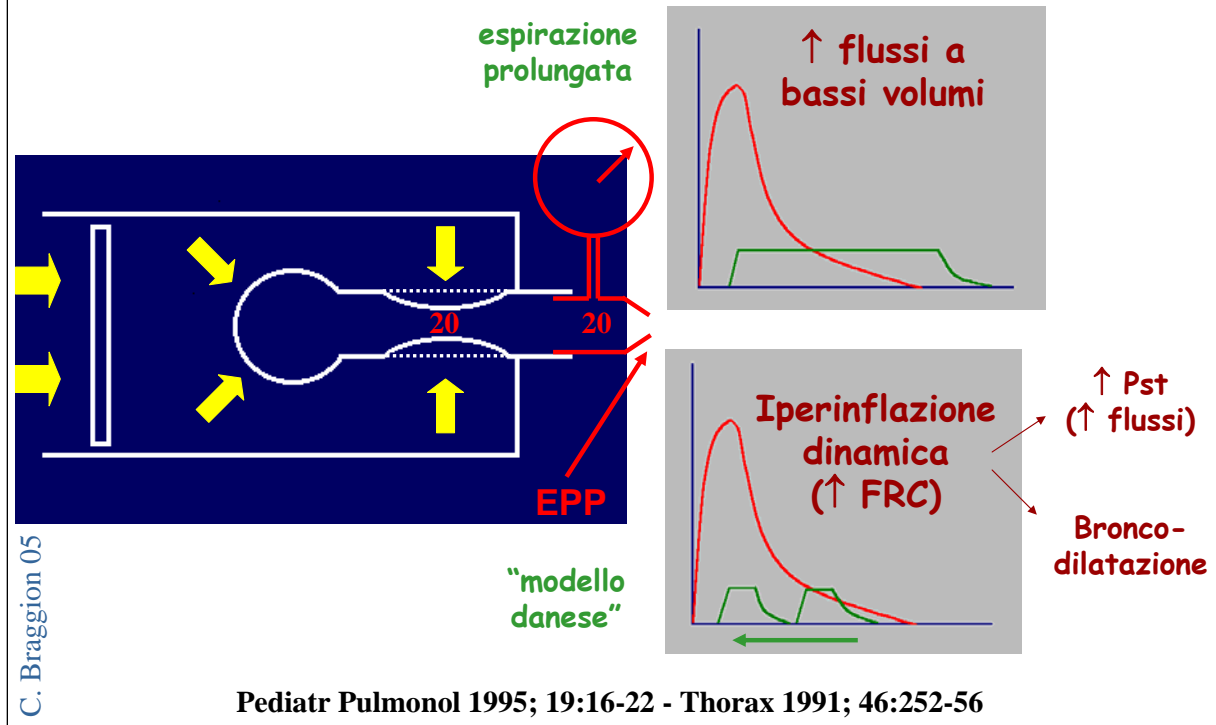
Si possono interpretare gli interventi riabilitativi alla luce dell'efficienza o meno della tosse e del suo rapporto con la curva flusso-volume dell'inspirazione forzata.

A sinistra il diagramma mostra la tosse a colpo singolo: anche nella bronco-ostruzione, dove è normale o quasi il solo picco di flusso espiratorio, un singolo colpo di tosse sfrutta la "conservazione" di una riserva di flussi limitata alla parte iniziale dell'inspirazione forzata. Ciò serve a detergere le vie aeree centrali.

Nella figura centrale è schematizzato l'huffing o "tecnica di espirazione forzata": il guadagno di flussi espiratori rispetto alla curva flusso-volume è limitato ad un "flow transient", analogamente ai colpi di tosse.

Nella figura a destra è schematizzato il guadagno di flusso ottenibile modulando i flussi espiratori con minimo aumento della pressione intrapleurica in un paziente con bronco-ostruzione. La "compressione dinamica" bronchiale è minima e non si assiste ad una ulteriore riduzione dei flussi espiratori per "collasso" della parete bronchiale, laddove sono presenti bronchiectasie. Questo concetto di fisiopatologia ispira il "drenaggio autogeno".

PEP: Pressione espiratoria positiva

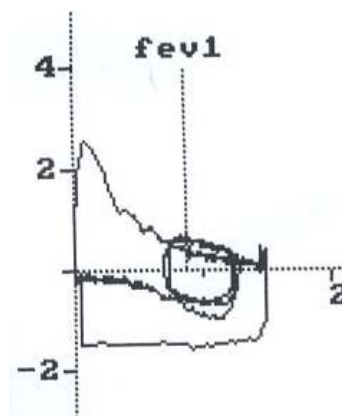
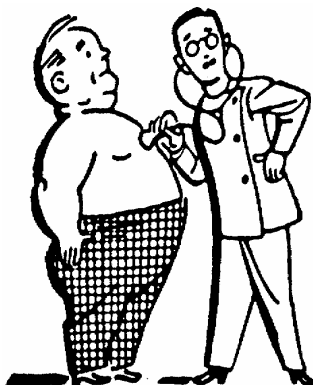


Una pressione positiva nelle vie aeree durante l'espirazione forzata impedisce la compressione dinamica bronchiale (EPP rimane fisso alla bocca).

Se si prolunga l'espirazione (in alto a destra) contro una stenosi che consenta sufficiente flusso espiratorio, si ottiene un guadagno di flusso rispetto alla curva flusso-volume.

Se l'espirazione è solo lievemente prolungata (in basso a destra) si produce una iperinflazione dinamica, che determina un aumento dei flussi espiratori sia per aumento di P_{st} che per una trazione elastica sulle vie aeree, che ne aumenta il calibro. L'iperinflazione dinamica comporta peraltro aumento del lavoro respiratorio e minor efficienza dei muscoli inspiratori.

Fisioterapia respiratoria: quali strumenti per l'inquadramento?



C. Braggion 05

La spirometria rappresenta perciò una valutazione importante per il fisioterapista respiratorio: consente di avere una stima delle “riserve” del sistema respiratorio, di valutare l’efficienza della tosse e di poter “testare” le contromisure che si mettono in atto per potenziare i flussi espiratori e perciò rimuovere le secrezioni.

Gli altri strumenti valutativi per un trattamento fisioterapico individualizzato sono la radiografia del torace e/o la TAC del torace e l’ascoltazione del torace.

ACCURATEZZA

Differenza tra il “vero” ed il misurato

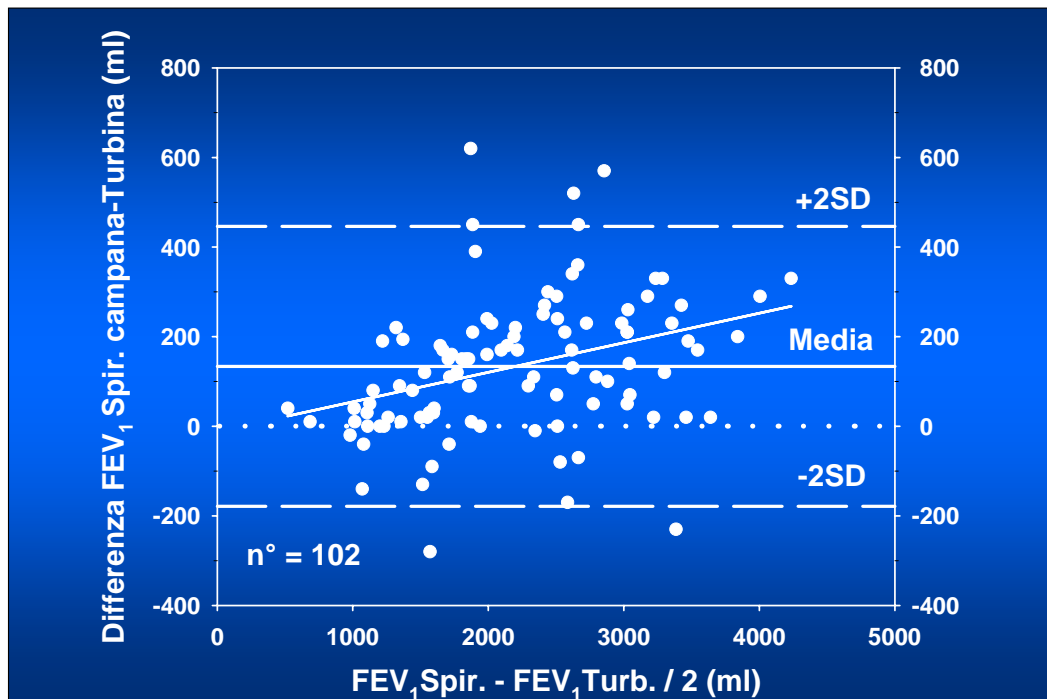
PRECISIONE

Differenza tra misure ripetute, successive nello stesso soggetto

Uno strumento di misura deve essere accurato e preciso.

ACCURATEZZA (Plot di Bland - Altman)

C. Braggion 05



La stima dell'accuratezza di uno strumento si ottiene con il plot di Bland-Altman. Nel caso della figura sono stati confrontati uno spirometro a turbina ed uno spirometro a campana (riferimento). Si valuta la relazione tra la differenza nel FEV₁ misurato con i due strumenti (asse y) e la media delle due misure (asse x). La differenza media tra le due misure è di circa 150 ml e perciò la turbina sottostima i volumi di un valore medio di 150 mL. Si osserva inoltre che la differenza tra le due misure aumenta con l'aumentare del volume misurato: questo dato è clamoroso ed indica un errore sistematico. Ne risulta che la turbina valutata è stata considerata non accurata.

PERFORMANCE DELLA STRUMENTAZIONE

	Spirometria diagnostica	Strumenti per monitoraggio
Accuratezza	3% (50 ml)	5% (100 ml)
Precisione	3% (50 ml)	3% (50 ml)

AJRCCM 1995; 152:1107 - ERJ 1993; 6:S5

C. Braggion 05

La spirometria diagnostica di laboratorio si basa su strumenti molto accurati e precisi. Per il monitoraggio della spirometria in ambulatorio o a domicilio serve uno strumento molto preciso, ma che può essere meno accurato di uno spirometro diagnostico.

CONTROLLO DI QUALITA'

1. Ruolo del Tecnico / Infermiere

2. Controllo igiene e rischio di contaminazione

- **Boccaglio monouso - Solo espirazione forzata**
- **Filtri antibatterici**

3. Controllo di qualità della strumentazione

- **Accuratezza: siringa 3L (diff. 50-70 ml)(quotidiana)**
- **Linearità: siringa 3L (1,2,3 L - 0.5,1,3 L/s)(settiman.)**

C. Braggion 05

La spirometria va periodicamente verificata nella qualità:

- Chi fa eseguire la spirometria ad adulti o bambini deve conoscere molto bene la misura ed è deputato al controllo di qualità della strumentazione.
- Occorre mettere in atto misure per evitare il rischio di infezione “crociata”: se gli utenti sono pazienti con FC la diapositiva indica le misure essenziali.
- Una siringa da 3 L è indispensabile per verificare l'accuratezza e la linearità dello strumento.

MANOVRA DI CAPACITA' VITALE FORZATA

**Sforzo
massimo**



**Limitazione dei
flussi espiratori
massimi**

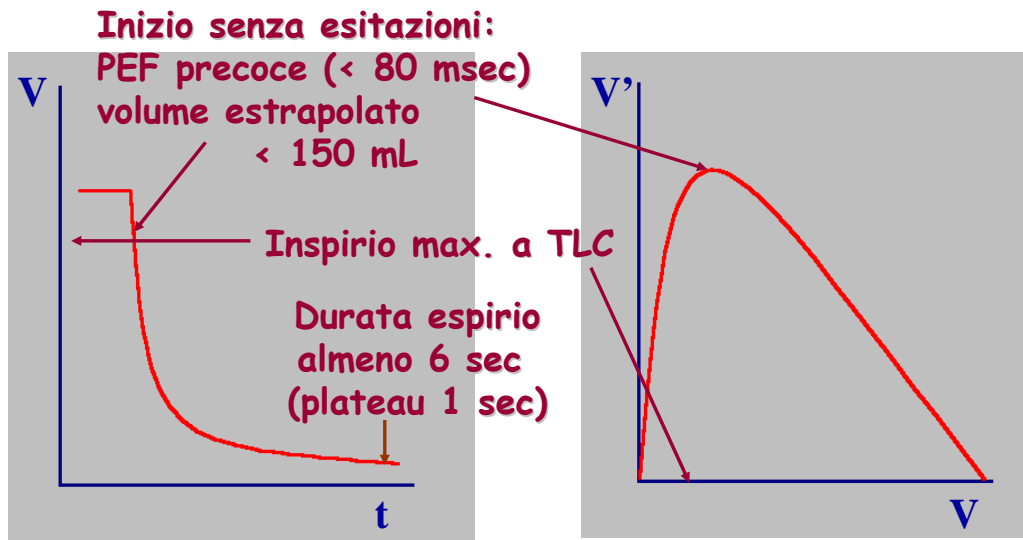
**CRITERI DI
ACCETTABILITA'**

**CRITERI DI
RIPRODUCIBILITA'**

C. Braggion 05

I criteri di accettabilità e di riproducibilità consentono di assicurarsi dell'esecuzione di uno sforzo massimo, con raggiungimento della limitazione dei flussi espiratori.

CRITERI DI ACCETTABILITA'



No artefatti \longrightarrow No tosse o chiusura glottide
No sforzo variabile, no perdite

C. Braggion 05

Sono indicati i principali criteri di accettabilità.

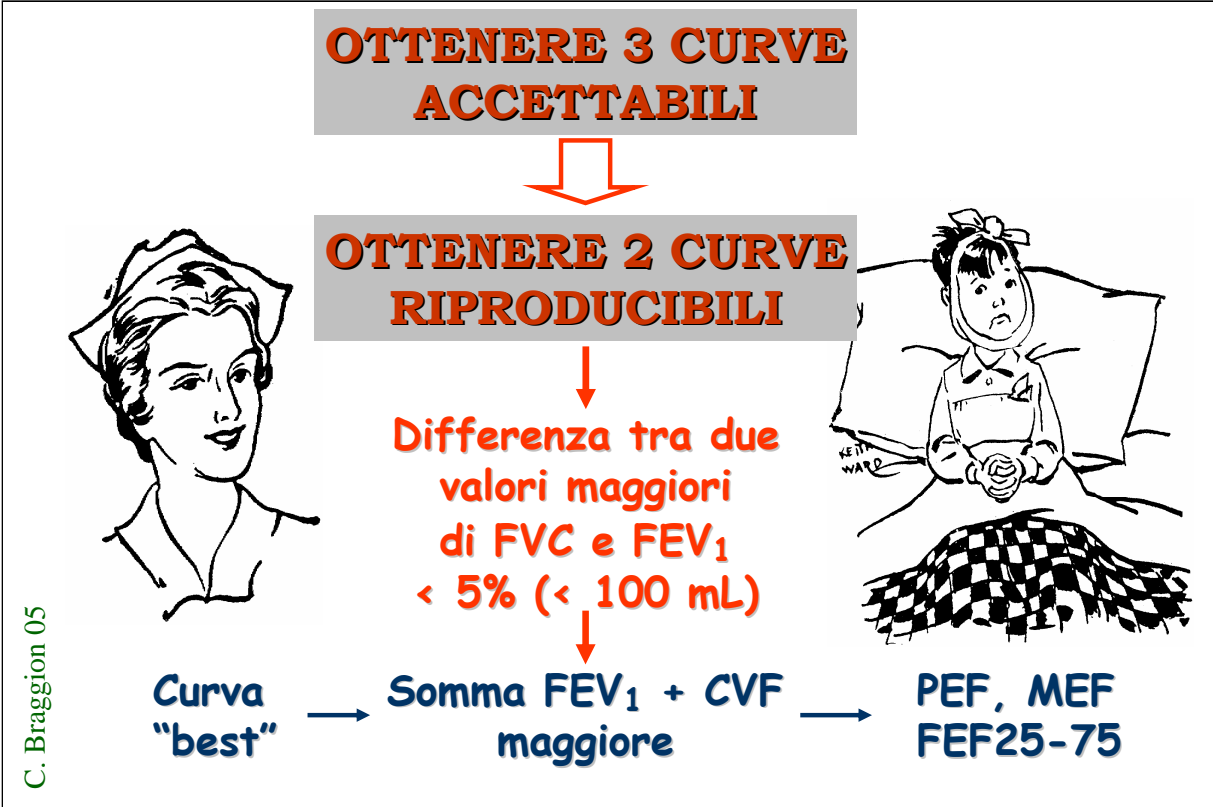
Percent change in PEF, FEV₁ and FVC between a rapid inspiration without an end-inspiratory pause (F) and a slow inspiration with a 4-s end-inspiratory pause (S)

	Healthy subjects	COPD	CF
Number of subjects	13	13	15
Age (yrs)	22 ± 1	66 ± 8	18 ± 5
FEV₁ (% FVC)	90 ± 5	44 ± 6	67 ± 9
Δ PEF (%)	17	30	26
Δ FEV₁ (%)	5	23	13
Δ FVC (%)	0.5	0.4	11

Chest 1996; 110:642

C. Braggion 05

Per realizzare volumi e flussi maggiori la manovra inspiratoria deve essere rapida e senza pausa post-inspiratoria.



Occorre ottenere almeno 3 curve accettabili, di cui almeno due riproducibili.

	Primi tentativi	Addestramento	Criteri ATS - ERS
Inspirio max. a TLC	> Volume corrente	Si (IC → IVC)	Si - Rapido no apnea
Inizio espirio	PEF riconoscibile non arrotondato	Rapido (ritardo PEF < 120 msec)	Rapido - Volume estrapolato < 5% CVF - ritardo PEF < 80 msec
Durata espirio	1 sec	2-3 sec	almeno 6 sec (plateau 1 sec)
Artefatti	No	No	No
N° minimo curve accettabili	2 (seduta 15 min)	2	3
Riproducibilità	No	10% FEV ₁ (200 mL)	5% FEV ₁ e CVF (100 mL)
Report Interpretazione	Morfologia curva PEF	FEV ₁ - PEF	FEV ₁ - PEF CVF - MEF (CV)

C. Braggion 05

La figura illustra l'adattamento dei criteri di accettabilità e di riproducibilità sulla base dell'esperienza del soggetto nell'eseguire la spirometria. Ai primi tentativi occorre che siano rispettati alcuni criteri minimi; con l'apprendimento delle manovre e la consuetudine ad eseguirle si fa riferimento a criteri di accettabilità e riproducibilità più restrittivi.

ADDESTRAMENTO ALLA SPIROMETRIA

USO DEL BOCCAGLIO E DELLO STRINGINASO

INSPIRIO MASSIMO E RAPIDO (Incentivi - specchio)

ESPIRAZIONE RAPIDA E FORZATA (Pefr)

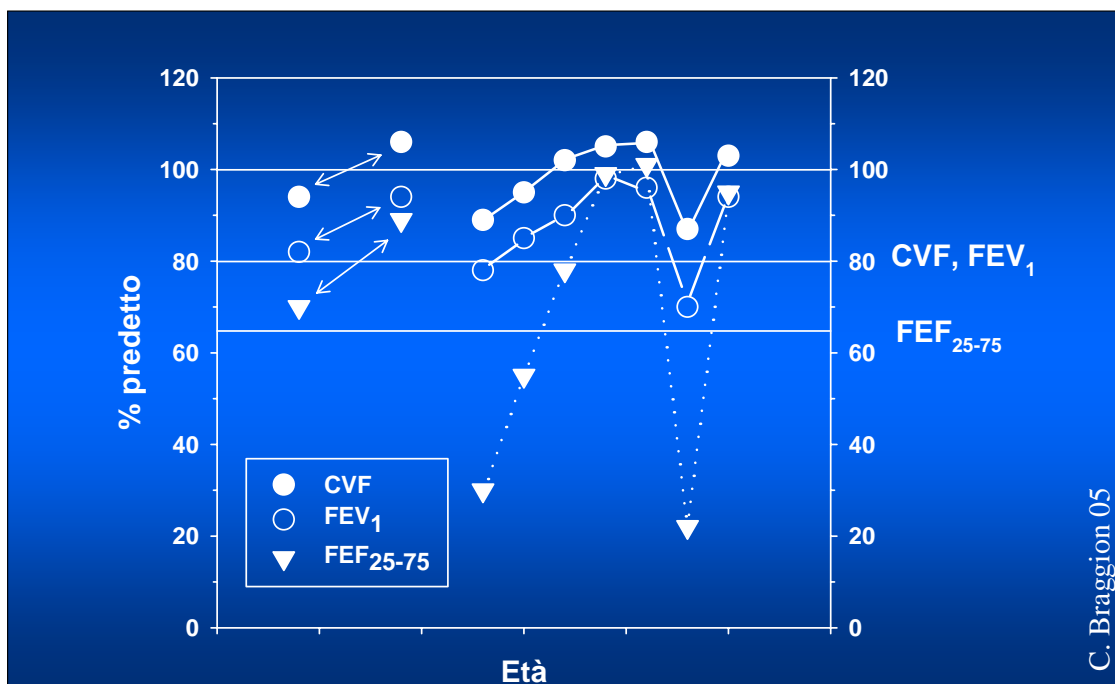
ESPIRAZIONE FORZATA PER 6 SECONDI

CAPACITA' VITALE LENTA (IVC - EVC - IC+ERV)

C. Braggion 05

Sono indicate le fasi successive di apprendimento, che tengono conto degli obiettivi minimi da raggiungere e delle abilità del bambino.

NORMALITA'

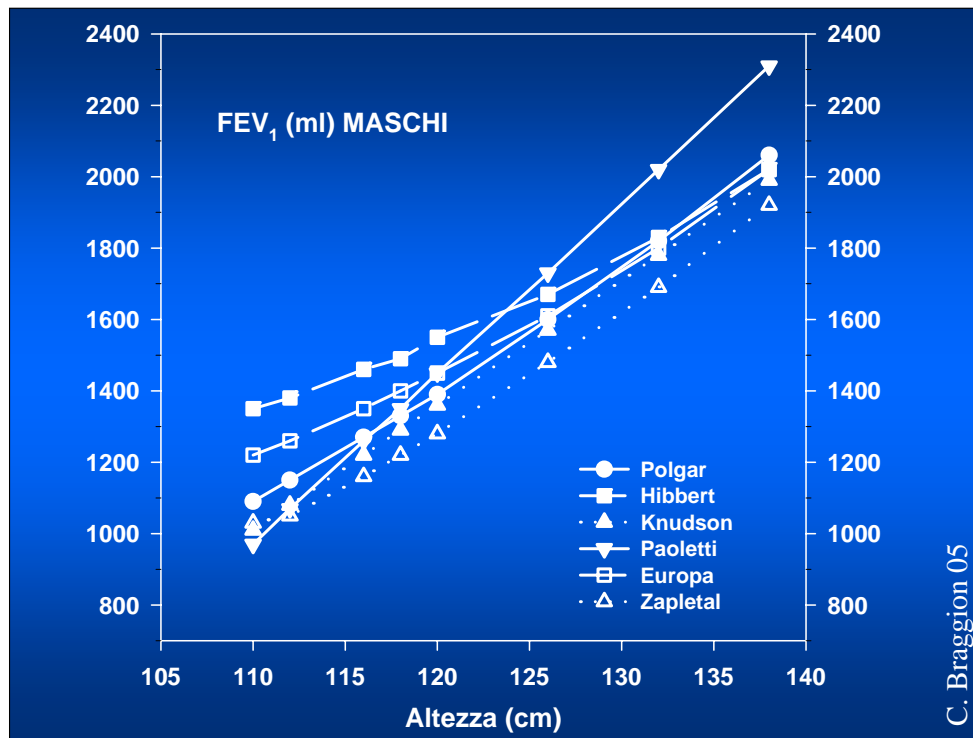


C. Braggion 05

A sinistra i valori di una spirometria espressi in percentuale rispetto al predetto sono normali. Ma dopo l'inalazione di un broncodilatatore si apprezza un incremento significativo dei valori spirometrici: i veri valori normali sono quelli maggiori ("best") ottenuti dopo broncodilatatore.

A destra i valori delle spirometrie si riferiscono a tempi successivi. La norma per quel soggetto è la spirometria "best" e raggiungere questi valori è un obiettivo della terapia.

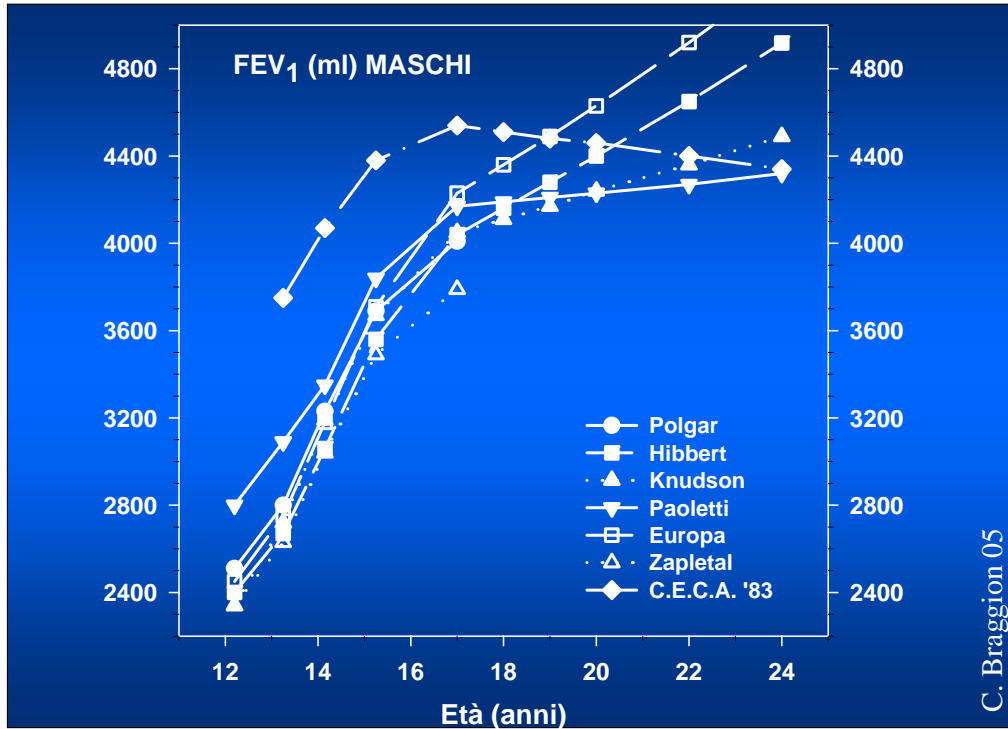
NORMALITA'



Sono riportati i valori medi di FEV₁ per maschi di età compresa tra i 5 ed i 10 anni, considerando le regressioni normali più comuni.

Dopo i 7 anni le linee di regressione normali sono quasi sovrapponibili, con l'eccezione di quella di Paoletti, che ha studiato una popolazione italiana. Prima dei 7 anni si osserva invece una discreta discrepanza tra le diverse linee di regressione normali: in questa fascia di età è perciò "critico" quale standard di normalità viene usato.

NORMALITA'



C. Braggion 05

Un'altra fascia di età problematica è quella adolescenziale: a questa età occorre convertire gli standard normali pediatrici con quelli adulti. Se vengono utilizzati gli standard europei (CECA 83) l'età di passaggio è tra i 18 ed i 20 anni nei maschi. Si osserva anche come questi standard sovrastimino i valori di FEV₁ in età adolescenziale.

Gli standard normali di Knudson sono stati costruiti considerando una popolazione normale sia durante l'età pediatrica che durante l'età adulta: per questi standard non si pone il problema dell'età a cui considerare il cambiamento degli standard normali.

LA NORMALITA'



- ASPETTO CURVA FLUSSO-VOLUME

**- RISPOSTA AL BRONCODILATATORE:
FEV₁ +15% (+10% pred.), FEF +35-40%**

**- RISPOSTA ALLA TERAPIA:
FEV₁ +15-20%**

- RIFERIMENTO AL "BEST" E PREDETTO

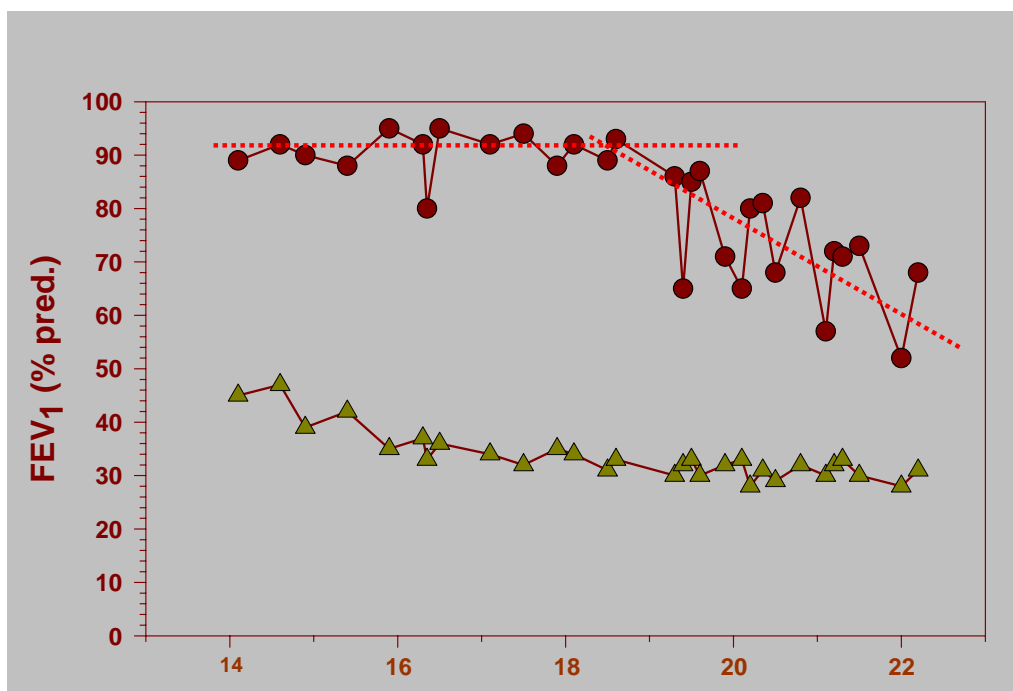
"Best"

C. Braggion 05

Il confronto con i valori normali di riferimento deve perciò considerare i seguenti aspetti:

- L'aspetto della curva flusso-volume e del diagramma volume-tempo offre già spunti di rilievo ed immediati.
- Per un singolo soggetto occorre considerare il "best" ottenuto con un trattamento.
- Si fa riferimento ai valori normali di riferimento, conoscendone i relativi vantaggi e svantaggi e la variabilità. Per il FEV₁ e CVF i limiti inferiori e superiori della norma sono rispettivamente l'80 e 120% predetto, per il FEF₂₅₋₇₅ sono rispettivamente 65 e 135% predetto.

PERDITA - GUADAGNO DI FUNZIONE



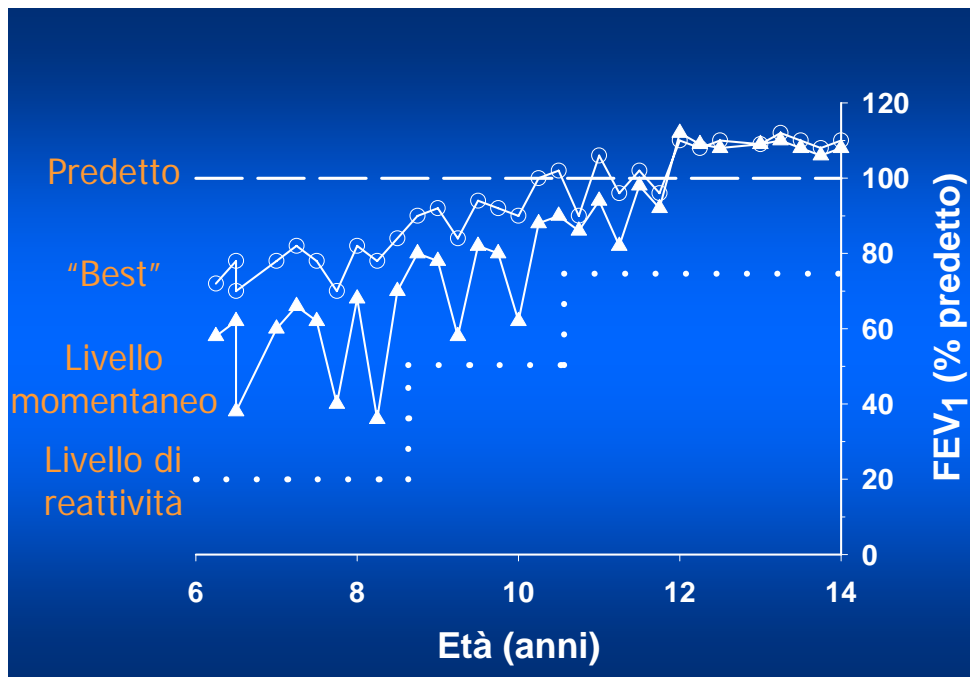
C. Braggion 05

L'andamento della funzione polmonare va valutato nelle sue dimensioni fondamentali: la perdita di funzione ed il guadagno di funzione. Ciò vale per episodi acuti e la risposta alla terapia ma anche per valutare l'andamento nel tempo.

La curva in alto mostra un andamento "instabile" ed una perdita di funzione rilevante a partire dai 18 anni, che impone degli aggiustamenti nella strategia terapeutica. La perdita media del FEV₁ nella fibrosi cistica è di circa il 2% pred./anno. In questo caso, dai 18 ai 22 anni la perdita del FEV₁ è di circa il 7% pred./anno.

La curva sotto parte da valori più bassi, che indicano una ostruzione "severa", ma ha un andamento più stabile ed un declino appena evidente.

PERDITA - GUADAGNO DI FUNZIONE



C. Braggion 05

Nell'asma la misura di reattività bronchiale è un altro aspetto della funzione polmonare, che è utile considerare per il raffronto con le "perdite" spontanee e per le decisioni terapeutiche.

Nella figura l'andamento dell'asma è migliorativo dopo una fase iniziale "instabile", caratterizzata da elevata reattività bronchiale, "perdite" discrete nelle fasi acute ed un "best" distante dalla normalità attesa.

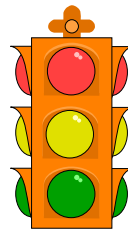
FLUSSIMETRI: MISURA PEF

Uso domiciliare (qualche settimana)

Significato: perdita-guadagno di funzione

**Scarsa percezione dei sintomi
Aggiustamento terapia (asma moderato-severo)**

**3 manovre accettabili
(2 valori entro 40 L/min)
valore maggiore**



< 50% "best"

50-80% "best"

> 80% "best"

C. Braggion 05

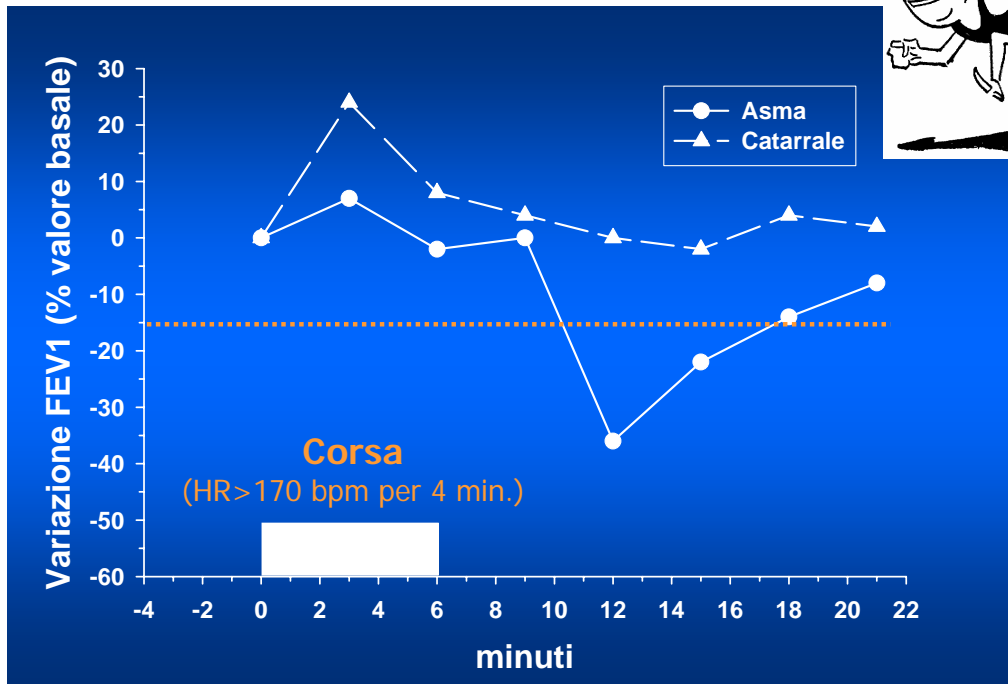
Nell'asma la misura del picco di flusso espiratorio (PEF) a domicilio è la base del self-management per le fasi acute ed aiuta il medico a modulare la terapia di fondo.

Nella FC il PEF non è una misura attendibile: riflette infatti l'aria contenuta nelle vie aeree (spazio "morto"), che è abnormemente aumentata in rapporto alla presenza di bronchiectasie nelle vie aeree "centrali". Anche in presenza di bronco-ostruzione evidente il PEF può essere normale o quasi, indicando disomogeneità della distribuzione della ventilazione nei polmoni.

Broncoreattività da sforzo

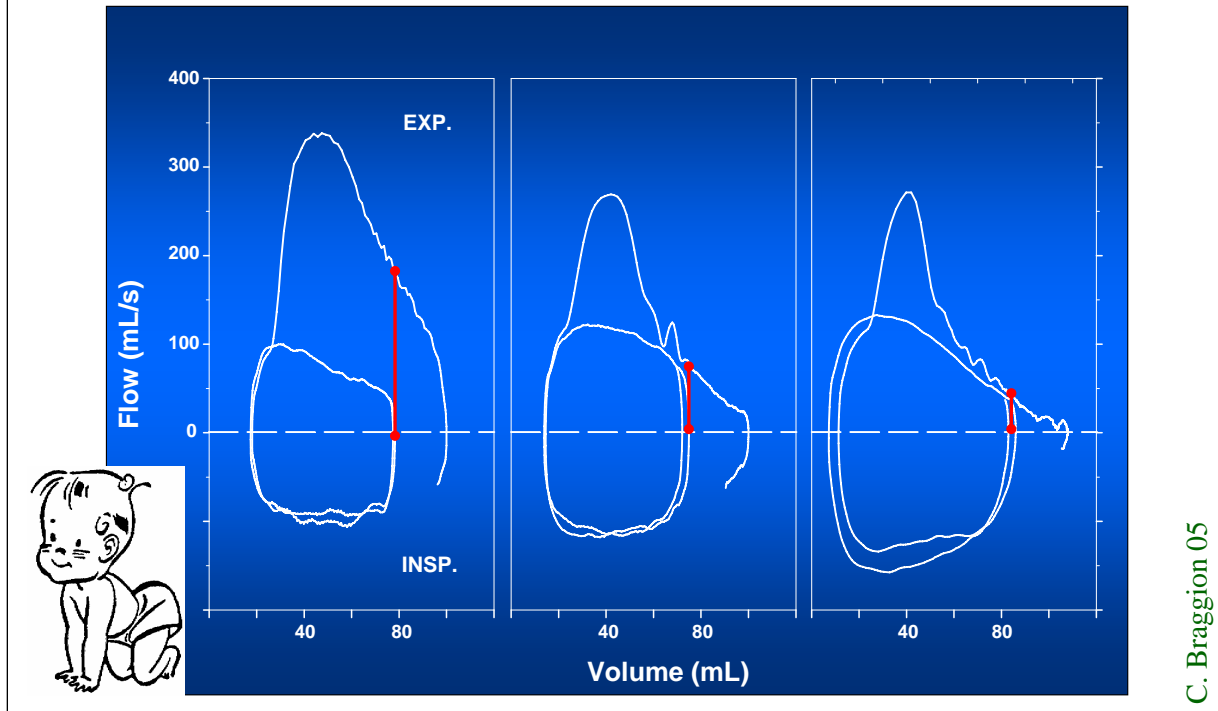


C. Braggion 05



La spirometria può essere utilizzata per misurare la bronco-reattività in rapporto ad uno sforzo (corsa libera). Il test da sforzo con corsa libera consente di differenziare l'asmatico dal "catarrale" (Thorax 1991; 46:488).

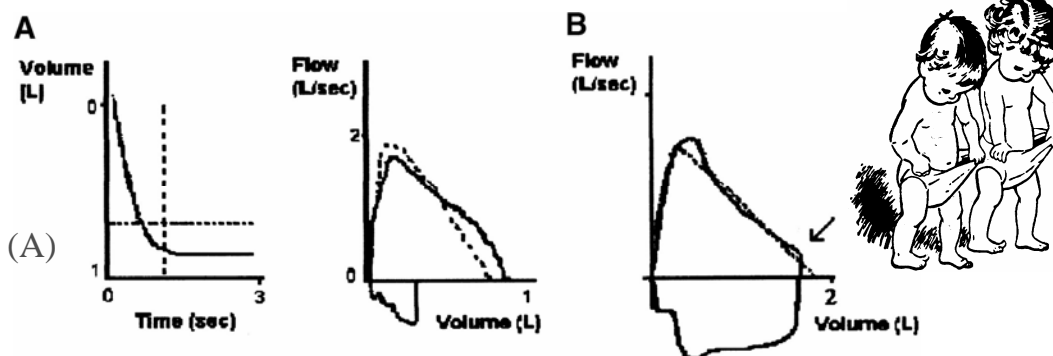
TIDAL VOLUME FORCED EXPIRATION



La compressione toraco-addominale prodotta da una giacchetta gonfiabile produce una espirazione forzata nei lattanti non collaboranti e sedati.

Si osservano le curve flusso-volume dell'espirazione forzata in 3 lattanti di simile età: l'aspetto della curva è già indicativo della normalità (a sx) e del difetto funzionale ostruttivo presente e della sua entità (al centro e a dx). Si misura il flusso espiratorio a fine volume espiratorio (capacità funzionale residua = CFR).

SPIROMETRIA IN ETÀ PRESCOLARE



	N°	Rifiuto (%)	Criteri accettabilità	Spirometria accettabile (%)
A	112	9	Espirio non interrotta. Non artefatti	68
B	307	?	Espirio non interrotta e > 1 sec. Picco di flusso evidente. Curva > VT.	83
C	674	3	Non artefatti. Non esitazione prima espirio. Picco di flusso evidente. Due curve accettabili	92

A: AJRCCM 2001; 164:2200 - B: AJRCCM 2001; 163:619 - C: Thorax 2002; 57:1021

Si può misurare la spirometria anche in età prescolare. I 3 studi riportati sottolineano che i criteri di accettabilità utilizzati sono molto diversi nei diversi studi: ciò non permette tuttora di avere a disposizione valori normali di riferimento per età inferiori ai 6 anni.

INDICAZIONI ALLA SPIROMETRIA

DIAGNOSI

- Inquadramento sintomi, segni clinici
- Effetto di una malattia sui polmoni
- Screening di persone a rischio (fumo passivo, prematurità, infez. resp. nei primi 2-3 anni, inquinanti atmosf.)

MONITORAGGIO

- Efficacia di una terapia
- Prognosi (guadagno, stabilità, declino)
- Gravità di eventi acuti
- Effetto indesiderato farmaci (radioterapia, antiblastici)

C. Braggion 05

Per finire, sono riportate le indicazioni alla spirometria sia per la diagnosi che per il monitoraggio di una malattia.