

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Parma



*Associazione Parmense
dei Medici del Lavoro*

APPUNTI DI SPIROMETRIA

per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori e dei fumatori

**ANDREA INNOCENTI
AUGUSTO QUERCIA
FRANCO ROSCELLI**

SECONDA EDIZIONE

Andrea Innocenti

Direttore U.F. Prevenzione Igiene e Sicurezza nei luoghi di lavoro,
Azienda USL 3 Pistoia
a.innocenti@usl3.toscana.it

Augusto Quercia

Direttore U.O.C. Prevenzione Igiene e Sicurezza nei luoghi di lavoro,
Azienda USL Viterbo
augusto.quercia@asl.vt.it

Franco Roscelli

Dipartimento di Sanità Pubblica, Coordinatore Progetto Tabagismo,
Azienda USL di Parma
froscelli@ausl.pr.it

© 2011 Azienda USL Viterbo (U.o.c. Prevenzione Igiene e Sicurezza nei luoghi di lavoro)

Progetto grafico: ing. Giancarlo Napoli (U.o.c. Prevenzione Igiene e Sicurezza nei luoghi di lavoro)

Stampa: Tipografia Ceccarelli – Grotte Di Castro (Viterbo)

In copertina:

Spirometro. Incisione tratta da: John Hutchinson. On the capacity of the lungs, and on the respiratory functions, with a view of establishing a precise and easy method of detecting disease by the spirometer. Medico-chirurgical transactions 1846; 29: 137-252.

Bronchi e bronchioli. Litografia tratta da: Henry Gray. Anatomy of the Human Body. Philadelphia: Lea & Febiger, 1918; Bartleby.com, 2000 www.bartleby.com/107/.

Prefazione	V
Introduzione alla seconda edizione	VII
Introduzione alla prima edizione	IX

PARTE PRIMA

La spirometria nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori e dei fumatori

Capitolo 1 - La spirometria questa sconosciuta	1
Capitolo 2 - I volumi polmonari statici e dinamici	15
Capitolo 3 - Gli apparecchi per la spirometria	21
Capitolo 4 - Controllo taratura e disinfezione	35
Capitolo 5 - L'esecuzione della spirometria	39
Capitolo 6 - Accettabilità e ripetibilità dei tracciati	63
Capitolo 7 - Analisi dei tracciati spirometrici	75
Capitolo 8 - I valori teorici di riferimento	89
Capitolo 9 - La scelta dei valori di riferimento	95
Capitolo 10 - Refertazione della spirometria	109
Capitolo 11 - Finalità della spirometria (follow-up)	119
Capitolo 12 - Razionale	135
Capitolo 13 - Esperienze di controllo di qualità	139
Capitolo 14 - Considerazioni su sorveglianza sanitaria e idoneità lavorativa	159

PARTE SECONDA

Esercizi

Spirometrie di esempio	171
Commento agli esempi	192

APPENDICI

Gli accertamenti integrativi	199
I questionari	211
Breve storia illustrata della spirometria	217
Abitudine al fumo di tabacco nei luoghi di lavoro: ruolo del Medico del Lavoro Competente	241

Pochi mesi dopo aver assunto l'incarico di Direttore sanitario dell'Azienda USL Viterbo, leggendo la prima edizione del volume "Appunti di spirometria", ho toccato con mano l'attenzione che i nostri operatori rivolgono alla qualità e all'appropriatezza delle prestazioni. Non potevo quindi che accogliere con grande favore la proposta di procedere ad una seconda edizione, motivata dall'esigenza di aggiornare i contenuti e dare maggiore coerenza e organicità ai materiali. Il risultato è questa nuova edizione che presenta significativi ampliamenti mantenendo la caratteristica della facilità e rapidità di consultazione.

Chi abbia seguito nel tempo il lavoro dei tre autori, da sempre impegnati a riflettere sul ruolo del medico del lavoro nel sistema di prevenzione italiano, potrà facilmente trovare nel volume una nota di fondo: si parla della corretta esecuzione e interpretazione della spirometria ma si richiama costantemente l'attenzione alla buona pratica e al rifiuto di ogni approccio formalistico alla sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

Il libro ha un taglio tecnico e un orientamento pratico, rivolto a supportare il medico del lavoro nell'attività quotidiana con l'obiettivo di (ri)dare significato e contenuto tecnico-professionale all'esame strumentale di più antica tradizione e di maggiore diffusione in medicina del lavoro.

Come documentato proprio dall'esperienza viterbese, le spirometrie nella pratica corrente sono spesso mal eseguite e mal interpretate e risultano allora inutili sia per il singolo lavoratore sia per valutazioni epidemiologiche: un'enorme mole di dati inutilizzabili a fronte degli elevati costi della sorveglianza sanitaria. Il volume, attraverso l'inquadramento dei vari argomenti, richiami alla letteratura scientifica, analisi di casi reali e indicazioni operative, fornisce un prezioso contributo per contrastare questa deriva culturale.

Le molte immagini che accompagnano i dati, i concetti e gli esempi in ogni capitolo del libro, rendono agile e vivace il testo e facilitano il lettore nei percorsi di riflessione e approfondimento proposti dagli autori. E il capitolo sulla storia della spirometria è divertente e stimolante per chi abbia curiosità di capire come questo esame si è evoluto nel tempo fino ad arrivare alle attuali conoscenze e applicazioni.

Infine, la collaborazione tra le Aziende USL di Viterbo, Pistoia e Parma e l'Associazione Parmense dei Medici del Lavoro è un modello di condivisione di conoscenze, esperienze e capacità, da seguire anche per altri argomenti di largo interesse per la medicina del lavoro.

Marina Cerimele

Direttore sanitario Azienda USL

Viterbo, gennaio 2011

Introduzione alla seconda edizione

È con una certa sorpresa che ci siamo accinti a preparare una seconda edizione (riveduta ed ampliata) del manuale di spirometria, che raccoglie i materiali di un fortunato corso di formazione sull'argomento, in quanto le 1500 copie della prima edizione sono ormai esaurite. In verità, speravamo in un certo successo dell'iniziativa, ma non ci aspettavamo che la carenza di informazioni sulla corretta esecuzione della spirometria e sull'utilità dell'esame stesso fosse così profonda e diffusa.

Il corso (e questo libro che ne deriva) vengono in realtà da lontano. La prima iniziativa si era svolta a Viterbo nel novembre 1996, legata ad un problema di controllo di qualità nella sorveglianza sanitaria negli esposti a silice libera cristallina nel comprensorio della ceramica di Civita Castellana, con lo stimolo e l'incoraggiamento di Antonio Reggiani (già direttore del Laboratorio di Igiene degli Ambienti Confinati dell'Istituto Superiore di Sanità che fin dal 1981 aveva promosso presso quell'Istituto corsi per il controllo di qualità delle prove spirometriche) che ci spingeva a non buttare alle ortiche, nell'appiattimento della routine quotidiana dei servizi di prevenzione, gli insegnamenti e le esperienze trasmesseci dal Prof. Emilio Sartorelli, maestro di due di noi, che molti Medici del Lavoro conoscono per aver studiato sul suo trattato. In seguito, nel periodo giugno-ottobre 2003, fu effettuato un nuovo corso di spirometria per il personale dell'ASL di Viterbo e stampata una prima raccolta di diapositive e materiale utilizzato, dal titolo "Appunti di spirometria. La corretta esecuzione della spirometria semplice".

Con il materiale messo a punto nel 2003, i corsi per personale ASL e per medici competenti sono stati ripetuti a Pistoia (11/2004), Arezzo (4/2005), Viterbo (11/2005), Modena (2-3/2006), Arezzo (3/2006), Empoli-FI (1/2007), ma nel frattempo erano avvenute due cose di cui non si poteva non tenere conto. Dapprima, nel 2003, era stato messo a punto dal NIOSH un corso di spirometria con criteri ECM proprio per migliorare il livello di qualità della sorveglianza sanitaria dei lavoratori¹; poi, nel 2005, era stato finalmente pubblicato il documento di consenso congiunto fra le due società scientifiche *American Thoracic Society* ed *European Respiratory Society* sulla effettuazione della spirometria².

¹ NIOSH. Spirometry Training Program. <http://www.cdc.gov/niosh/topics/spirometry/> (accesso 03/01/2011).

² Miller MR, Hankinson J, Brusasco V *et al.* Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005; 26: 319-338
<http://www.ers-education.org/pages/default.aspx?id=2006&idBrowse=37466&det=1> (accesso 03/01/2011).

A questo punto il materiale è stato rielaborato e il corso ristrutturato sul modello del NIOSH, con 16 ore di lezione: 4 ore di letture formali con diapositive, 8 ore di lavoro a piccoli gruppi, 4 ore di discussione in plenaria (spirometrie cartacee o diapositive). I contenuti del corso includono:

- la fisiologia di base del polmone, la descrizione della manovra di espirazione forzata e i problemi legati alla riproducibilità del risultato;
- i requisiti della strumentazione, la calibrazione, la disinfezione, le sorgenti di errore nella misura e la loro correzione;
- la corretta esecuzione della manovra, l'identificazione delle imprecisioni e le azioni correttive per la qualità dei dati;
- l'uso degli spirometri in condizioni ottimizzate;
- l'espressione del risultato;
- le criticità di più frequente riscontro nella pratica del medico competente;
- il ruolo del medico del lavoro nei confronti del tabagismo.

Questa nuova organizzazione del corso è stata sperimentata con notevole successo nelle prime due edizioni tenute a Parma (1-3/2008) e successivamente in numerose altri corsi di formazione per Medici Competenti e personale ASL a Pietrasanta-LU (11/2008), Parma (2-3/2009), Celleno-VT (4/2009), Montefiascone-VT (4/2009), Tarquinia-VT (10/2009), Roma (12/2009), Civitanova Marche-MC (4/2010), Roma (10/2010), Poggibonsi (12/2010): in totale sono stati formati circa 400 tra medici del lavoro (in maggioranza) e infermieri. Il materiale del corso è stato utilizzato inoltre (ed il libro distribuito) nell'ambito dei brevi corsi durante il 72° congresso SIMLII tenutosi a Firenze nel novembre 2009 e il 73° congresso SIMLII a Roma nel dicembre 2010.

Del corso è stato anche modificato il titolo (*La spirometria per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori e dei fumatori*) per richiamare l'attenzione sul ruolo del medico del lavoro di fronte al tabagismo e sul fatto che la sorveglianza sanitaria non si esaurisce nella espressione del giudizio di idoneità. Una spirometria effettuata correttamente (non “un soffio e via” come l'avevamo chiamata in precedenza) è parte integrante della sorveglianza sanitaria, attività complessa che implica riflessioni più ampie rispetto alla semplice osservazione puntuale dei valori di funzionalità polmonare, siano essi all'interno o meno del range di normalità.

L'importanza di seguire nel tempo i principali parametri spirometrici (e quindi di effettuare delle prove corrette, di registrare i dati e di effettuare valutazioni longitudinali sull'individuo e sul gruppo), è ben riassunta nella seguente citazione dal sito del NIOSH: *«Spirometry monitoring is recommended for persons with occupational exposure to respiratory hazards, and is best done as part of an overall health maintenance program in which results of spirometry evaluations are linked with exposure control, smoking cessation, and general health-promotion interventions. Spirometry monitoring should be done to prevent development of disabling chronic lung function impairment through early intervention on excessive lung function loss».*

D'altra parte, l'introduzione di nuove tecnologie e le bonifiche nei luoghi di lavoro attuate soprattutto negli ultimi due decenni hanno messo in crisi il modello classico della medicina del lavoro e della tossicologia, fondato principalmente sui meccanismi di azione delle singole sostanze. Si è passati da malattie unifattoriali, dovute a esposizioni elevate a un'unica sostanza tossica, a patologie multifattoriali, causate da esposizioni modeste a molteplici fattori di rischio.

Si è fatto sempre più rilevante il ruolo dei fattori di rischio legati agli stili di vita (fumo, alcol, sindrome metabolica) che possono interagire con le esposizioni a tossici professionali, potenziandone gli effetti nocivi.

Per questa ragione, all'interno del corso dedicato alla spirometria nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori, si parla espressamente dei danni da fumo di tabacco e del ruolo del medico del lavoro nella prevenzione e nella cura del tabagismo. Il volume riprende, sull'argomento, un recente articolo apparso sul Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia.

La medicina del lavoro - attenta solo ai rischi strettamente occupazionali - deve trasformarsi dunque in "medicina dei lavoratori" per adempiere compiutamente agli obiettivi delineati nel Codice etico ICOH: *«proteggere e promuovere la salute dei lavoratori, sostenere ed incrementare le loro capacità lavorative, contribuendo ad istituire e a mantenere un ambiente di lavoro salubre e sicuro per tutti, promuovendo altresì l'adattamento del lavoro alle capacità dei lavoratori, tenendo in dovuto conto il loro stato di salute».*

Nell'appendice del libro è stata aggiornata la storia della spirometria; per chi volesse approfondirla con curiosità di due secoli fa,

possiamo suggerire la lettura del “secondo” articolo sulla spirometria (il primo di *Lancet* non è liberamente consultabile)³.

Un ringraziamento va ai partecipanti dei corsi effettuati che hanno contribuito, con le loro domande e osservazioni e la loro esperienza professionale, ad accrescere la qualità del materiale presentato (ogni corso ha avuto qualche diapositiva in più del precedente); a Federica Tafuro per la rilettura del testo; agli autori e all’editore per la riproduzione in appendice dell’articolo pubblicato sul Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia.

Un ringraziamento particolare, infine, all’ing. Giuseppe Torresin, che ci ha dato un supporto fondamentale per la comprensione della dinamica dei gas nell’apparato respiratorio: la spirometria non solo come, ma anche perché.

Andrea Innocenti, Augusto Quercia e Franco Roscelli

³ Hutchinson J. *On the capacity of the lungs and on the respiratory function.* Medico-Chirurgical Transactions (London) 1846; 29: 136-237
www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/452/ (accesso 03/01/2011)

Introduzione alla prima edizione

Il tema “spirometria” è tutt’altro che desueto e privo di interesse per i medici del lavoro, siano essi medici competenti aziendali o medici dei servizi pubblici di prevenzione.

Il perché di tale interesse è certamente da ricercare nel fatto che la spirometria rimane ad oggi un esame largamente diffuso nella pratica della medicina del lavoro, eseguita tanto in strutture di alta specializzazione quanto nell’ambulatorio del medico competente in azienda.

Le condizioni di lavoro possono quindi essere molto diverse tra loro e influenzare sensibilmente l’esito della spirometria: la strumentazione impiegata è la più variabile; non sempre sono indicate (o reperibili) le procedure di manutenzione e di taratura; le procedure di esecuzione non sempre rispettano le raccomandazioni di letteratura; anche i criteri interpretativi non raramente sono disomogenei.

Tutto ciò rende difficile il confronto nel tempo sullo stesso individuo o il confronto tra gruppi, fondamentali entrambi per il medico del lavoro. Eppure la spirometria è stata introdotta nella pratica clinica da molti anni, sono disponibili per la sua esecuzione linee guida di autorevoli società scientifiche, è caratterizzata da una notevole stabilità e riproducibilità dei principali parametri misurati.

Per quanto riguarda i medici competenti, appare evidente, a chiunque si cimenti nella analisi della sorveglianza sanitaria dei lavoratori, la difficoltà che essi incontrano nell’esecuzione e nell’interpretazione delle spirometrie. L’impressione che spesso se ne ricava è che si tratti di un esame praticato per consuetudine, perché tramandato dai vecchi medici del lavoro, ma di cui il medico competente non riesce a cogliere la vera utilità nel processo di sorveglianza dei singoli e delle popolazioni lavorative. Infatti, le esperienze di controllo di qualità disponibili documentano come gran parte delle spirometrie, a causa della non corretta esecuzione, siano inutilizzabili per qualsiasi valutazione.

Certamente è utopistico pensare che tutte le spirometrie eseguite in azienda possano essere “perfette”, rispondenti in tutto e per tutto ai criteri di accettabilità e riproducibilità riportati nelle linee guida internazionali.

D’altra parte, se dovessero essere refertate solo le spirometrie che rispondono pienamente a tali criteri, si correrebbe il rischio di selezionare i lavoratori sani e di perdere le informazioni relative agli altri (probabilmente non sani). Sarebbe però importante, nel caso di prove non “perfette” trascrivere semplici annotazioni in cartella (ad es. “una sola espirazione corretta”, “scarsa collaborazione”, etc.).

Ma certamente non è in alcun modo accettabile la teoria (e la pratica diffusa) riassumibile con “un soffio e via!”, con brevissima espirazione e improbabili valori del rapporto FEV1/FVC%, sempre superiori a 90)

Un ulteriore motivo per occuparci di qualità delle spirometrie riguarda il ruolo dei Servizi di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro.

Riteniamo infatti che, anche nel mutato quadro di riferimento creato dal recepimento delle direttive europee nel campo della prevenzione nei luoghi di lavoro, una delle funzioni principali dei Servizi di prevenzione delle ASL rimanga quella di caratterizzare lo stato di salute di popolazioni lavorative esposte a rischi specifici.

Tale funzione può essere perseguita utilizzando dati di funzionalità respiratoria prodotti direttamente dai Servizi o raccogliendo quelli prodotti dai medici competenti del territorio nella loro attività di sorveglianza sanitaria. In entrambi i casi, la qualità del dato è requisito indispensabile per la corretta descrizione delle condizioni di salute delle popolazioni esaminate.

Sul versante dei Servizi PSAL, i medici del lavoro sono sempre meno impegnati in attività di valutazione dello stato di salute di singoli lavoratori e di popolazioni lavorative e stanno perdendo la consuetudine con l'attività ambulatoriale; in alcune regioni i Servizi non effettuano (o non effettuano più) indagini sanitarie, pur avendo un ruolo istituzionale di controllo sulla sorveglianza sanitaria attuata dal medico competente. È evidente il rischio di una spirale negativa il cui risultato finale è una incapacità del sistema di prevenzione di rilevare correttamente lo stato di salute dei lavoratori.

Un altro elemento di rilievo del corso, a nostro parere, riguarda l'aver inserito il problema del tabagismo nei lavoratori accanto al “tradizionale” controllo della funzionalità respiratoria rispetto ai rischi lavorativi; se la funzione della sorveglianza sanitaria è quella di prevenire lo sviluppo delle malattie respiratorie nel lavoratore, non è più possibile prendere in esame soltanto i fattori di rischio professionale, senza curarsi del ruolo concausale svolto dal fumo di tabacco.

Il volume raccoglie i materiali didattici presentati durante il corso di Parma, rivisti e aggiornati rispetto a una precedente edizione del corso, che si era tenuta nel 2003 a Viterbo.

Nella seconda parte, in coerenza con l'impostazione pratica del corso, sono state inserite 20 spirometrie ricavate dalla reale pratica dei medici competenti in azienda, messe a confronto con le prove eseguite sui medesimi soggetti presso una struttura pubblica qualificata. Sono materiali di esercitazione, con intento volutamente ed esclusivamente didattico, per facilitare l'individuazione degli errori più frequenti nell'esecuzione della spirometria.

In allegato, infine, vengono riprese due pubblicazioni, utili per la scelta dei valori di riferimento dei lavoratori appartenenti a gruppi etnici diversi dal caucasico e per una valutazione sintetica della correttezza tecnica degli esami spirometrici, insieme ad un esempio di tabella per la registrazione nel tempo dei dati di funzionalità respiratoria di ogni singolo lavoratore.

Per concludere, desideriamo ringraziare l'Associazione Parmense dei Medici del Lavoro, che ha reso possibile con il suo contributo l'effettuazione dei corsi, Serena Avezù e Mariateresa Pitaro che ne hanno curato l'organizzazione e l'accreditamento, Clotilde Capitta, Cecilia Notarangelo e Ilaria Scrocchia che hanno collaborato nella scelta dei materiali di esercitazione, Francesco Magnani e Chiara Tanzi per la rilettura del testo.

Andrea Innocenti, Augusto Quercia e Franco Roscelli

Ottobre 2008

PARTE PRIMA

La spirometria nella sorveglianza sanitaria
dei lavoratori e dei fumatori

La spirometria, questa sconosciuta

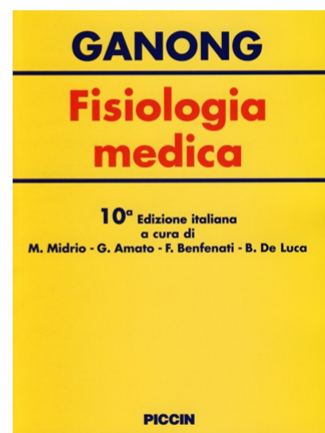
ovvero

dopo 150 anni dalla nascita questo esame deve ancora entrare nella *routine* del medico

LA RESPIRAZIONE

La respirazione comprende due processi:

- la respirazione esterna
(assorbimento dell'O₂ ed eliminazione della CO₂ dall'organismo in toto)
- la respirazione interna
(scambio gassoso fra le cellule ed il loro ambiente liquido)



La respirazione esterna

- Funzione ventilatoria
 - volumi polmonari statici e dinamici
 - efficienza della ventilazione
 - meccanica respiratoria
- Scambi gassosi respiratori
- Trasporto di O₂ e CO₂
- Consumo di O₂ basale ed in lavoro

Fattori fisici che influenzano i gas

- 1) Temperatura (° C)
- 2) Pressione atmosferica (mm Hg)
- 3) Umidità

Modi di espressione di volumi e flussi

1) BTPS volumi statici e dinamici

Body Temperature	37°C
Pressure	760 mm Hg
Saturated	100% = 47 mm Hg

2) STPD consumo di ossigeno

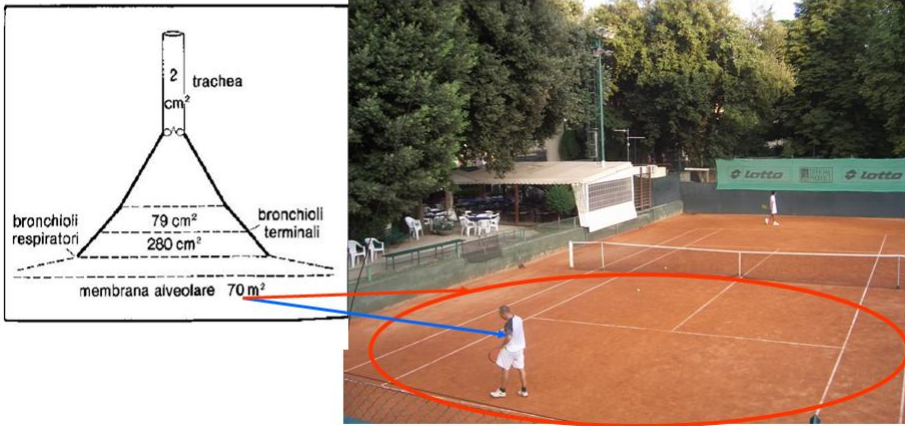
Standard Temperature	0°C
Pressure	760 mm Hg
Dry	0%

3) ATPS condizione di lettura dei volumi nello spirometro

Ambient Temperature	
Pressure	760 mm Hg
Saturated	100%

Il polmone è l'organo più interessato in tossicologia industriale:

- superficie polmonare 35-100 metri quadri
- volume d'aria scambiato 12 metri cubi al giorno a respirazione tranquilla (sotto sforzo può aumentare anche di 3-4 volte)



Prove di Funzionalità Respiratoria 1

1) Funzione Ventilatoria

a) Volumi Polmonari:

Capacità Vitale e sue frazioni
Volume Residuo

Spirometria
Diluizione dei gas (N₂ - He)
Pletismografia

b) Indici Ventilatori Dinamici:

VEMS - FEV₁
Peak Flow (Flusso di punta)
MEF₅₀ - MEF₂₅
Reattività bronchiale

Spirometria
Curve flusso/volume
Curve flusso/volume
Prove farmacodinamiche
(salbutamolo - metacolina)

c) Efficienza della Ventilazione:

Mescolanza intrapolmonare dei gas

Diluizione dei gas (N₂ - He)

Prove di Funzionalità Respiratoria 2

segue Funzione ventilatoria

d) Meccanica Respiratoria:

Compliance polmonare
Resistenza delle vie aeree

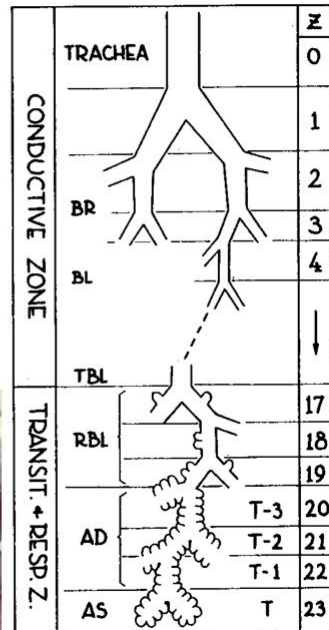
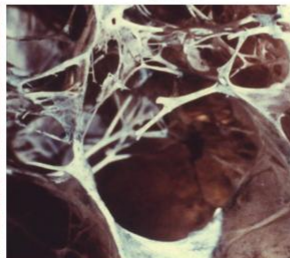
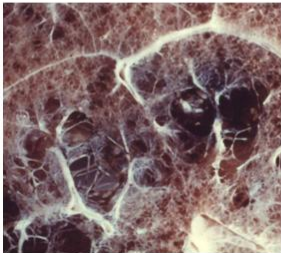
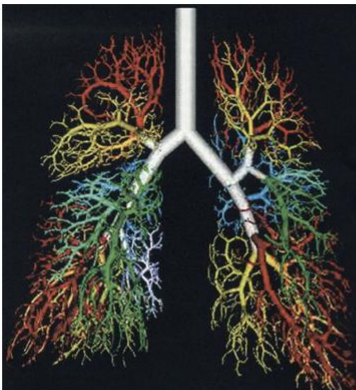
Volume di Chiusura (Closing Volume)

Diagramma pressione/volume
Pletismografia
(curve pressione/flusso)
Curve di eliminazione gas
(Ar, N₂)

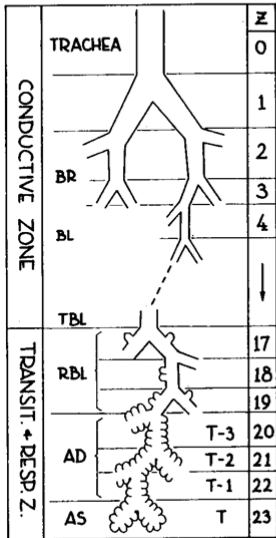
2) *Scambi gassosi respiratori*

Ematosi ed equilibrio acido-base
Diffusione polmonare dei gas
Rapporto ventilazione/perfusione

HbO₂, PaO₂, PaCO₂, pH
Misura Dco
Curve espirazione CO₂



Prove di Funzionalità Respiratoria 3



VEMS - FEV1
Peak Flow
Resistenza delle vie aeree



MEF50 - MEF25
Volume di Chiusura



Volume Residuo
Diffusione polmonare dei gas

Un po' di storia (bibliografia) (Europa)

- 1) Commissione delle Comunità Europee - CECA *Promemoria tecnico per l'esame della funzione ventilatoria con la spirometria* Collezione d'Igiene e di Medicina del Lavoro n. 11. Seconda edizione - Lussemburgo 1971
- 2) Quanjer PH, Ed. *Standardized lung function testing. Report Working Party Standardization of Lung function, European Community for Steel and Coal.* Bull Eur Physiopathol Respir 1983; 19 (suppl 5): 1-95
- 3) Quanjer PH e Coll. *Standardized lung function testing. Lung volumes and forced ventilatory flows – 1993 update. European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society.* Eur Respir J 1993; 6 (suppl 16): 1-40
- 4) Cotes e coll. *Standardization of the measurement of transfer factor (diffusing capacity). Report Working Party Standardization of Lung function, European Community for Steel and Coal.* Eur Respir J 1993; 6 (suppl 16): 41-52

Un po' di storia (bibliografia) (America)

- 1) American Thoracic Society *ATS statement - Snowbird workshop on Standardization of Spirometry* Am Rev Respir Dis 1979; 119: 831-838
- 2) American Thoracic Society *Standardization of Spirometry* Am Rev Respir Dis 1987; 136: 1285-1298
- 3) American Thoracic Society *Single breath carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). Recommendation for a standard technique.* Am Rev Respir Dis 1987; 136: 1299-1307
- 4) American Thoracic Society *Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies* Am Rev Respir Dis 1991; 144: 1202-1218
- 5) American Thoracic Society *Standardization of Spirometry - 1994 update* Am J Respir Crit Care Med 1995; 152: 1107-1136
- 6) American Thoracic Society *Single breath carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). Recommendation for a standard technique – 1995 update* Am J Respir Crit Care Med 1995; 152: 2185-2198

Ancora altre linee guida (America)

- American College of Occupational and Environmental Medicine "*ACOEM position paper Spirometry in the Occupational Setting Abstract*"
www.acoem.org – 20/02/2000 [rev. 2010]
- Ferguson GT, Enright PL, Buist AS, Higgins MW "*Office Spirometry for lung health assessment in adults. A Consensus Statement from the National Lung Health Education Program*" Chest 2000; 117: 1146-1161
- ATS/NHLBI Consensus Document 12 nov 03
Consensus statement on measurements of lung volumes in humans.
www.thoracic.org/adobe/lungvolumes.pdf

ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing



- Miller MR, Crapo R, Hankinson *et al*
General considerations for lung testing
Eur Respir J 2005; 26: 153-161
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V *et al*
Standardisation of spirometry
Eur Respir J 2005; 26: 319-338
- Wanger J, Clausen JL, Coates A *et al*
Standardisation of the measurement of lung volumes
Eur Respir J 2005; 26: 511-522
- MacIntyre N, Crapo G, Viegi G *et al*
Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung
Eur Respir J 2005; 26: 720-735
- Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V *et al*
Interpretative strategies for lung function tests
Eur Respir J 2005; 26: 948-968

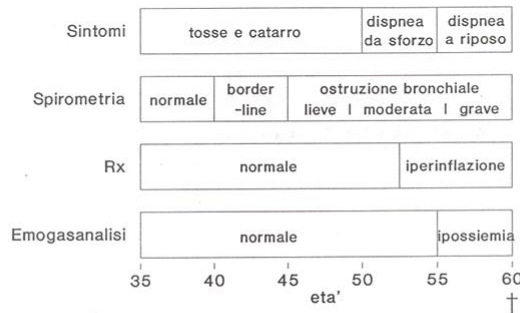
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V *et al*
Standardisation of lung function testing: the authors' replies to readers' comments
Eur Respir J 2010; 36: 1496-1498

Indicazioni per le PFR (ATS/ERS 2005)

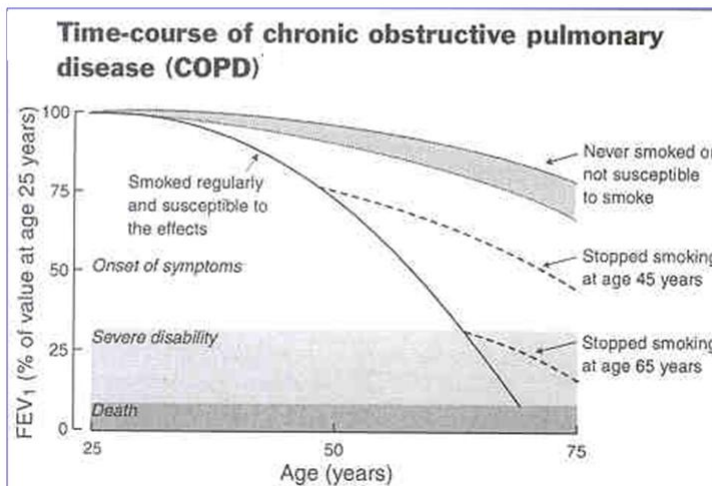
- diagnosi
 - valutazione di sintomi, segni o alterati test di laboratorio
 - valutazione dell'effetto di una malattia sul polmone
 - screening di soggetti con malattie polmonari
 - valutazione preoperatoria
 - valutazione prognosi
 - valutazione stato di salute prima di un programma di attività fisica intensa
- monitoraggio
 - valutazione intervento terapeutico
 - descrizione della evoluzione di una malattia polmonare
 - monitoraggio lavoratori esposti ad agenti lesivi
 - monitoraggio reazioni avverse da farmaci con tossicità polmonare
- valutazione inabilità/invalidità
 - valutazione pazienti in corso di programma di riabilitazione
 - (valutazione del rischio da parte di assicurazioni)
 - valutazione medico-legale di un individuo
- salute pubblica
 - indagini epidemiologiche
 - identificazione delle equazioni di riferimento
 - ricerca clinica

Vantaggi della spirometria

Utilità della spirometria
nella diagnosi precoce di BCO



Possibilità di seguire l'evoluzione della ostruzione



Limiti della spirometria semplice

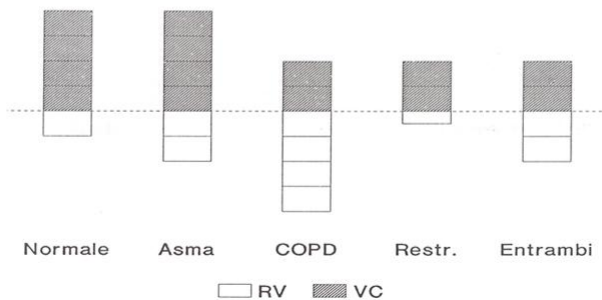
2 sani e 3 malati ?

5 soggetti con valore teorico VC di 4 l



Con la spirometria completa 1 sano e 4 malati

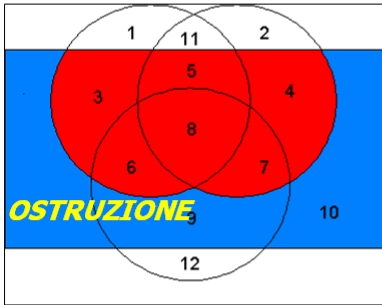
Valori ventilatori in differenti
malattie polmonari



Lo spettro dell'ostruzione bronchiale

**BRONCHITE
CRONICA**

ENFISEMA



ASMA



- 1-Bronchite cronica semplice
- 2-Enfisema
- 3-Bronchite cronica con ostruzione
- 4-Enfisema con ostruzione
- 5-Bronchite + enfisema con ostruzione
- 6-Bronchite + asma
- 7-Asma + enfisema
- 8-Bronchite + enfisema + asma
- 9-Asma con ostruzione reversibile
- 10-Altra patologia (bronchiolite obliterante, ecc.)
- 11-Bronchite + enfisema senza ostruzione
- 12-Asma senza ostruzione

Thomason MJ, Strachan DP

Which spirometric indices best predict subsequent death from chronic obstructive pulmonary disease?

Thorax 2000; 55: 785-788

Lo studio conferma che il **FEV₁** ed il **FEF₂₅₋₇₅** sono i migliori predittori di mortalità per COPD, mentre i flussi a bassi volumi polmonari aggiungono poche ulteriori informazioni predittive

Engström G, Wollmer P, Hedblad B, Juul-Möller S, Valind S, Janzon L

Occurrence and prognostic significance of ventricular arrhythmia is related to pulmonary function. A study from "men born in 1914", Malmö, Sweden.

Circulation 2001; 103: 3086-3091

La riduzione del **FEV₁** è significativamente ed inversamente correlata alla insorgenza di aritmia ventricolare.

Young RP, Hopkins R, Eaton TE

Forced expiratory volume in one second: not just a lung function test but a marker of premature death from all causes

Eur Respir J 2007; 30: 616-622

Lo studio conferma che il FEV₁ è un indicatore di morte prematura non solo per COPD, ma anche per tumore polmonare, coronaropatia e ictus. La cessazione dal fumo, prima dei 40-50 anni, non solo mantiene i valori di FEV₁, ma sostanzialmente riduce le complicanze cardiorespiratorie del fumo.

Mannino DM, Thorn D, Swensen A, Holguin F
*Prevalence and outcomes of diabetes, hypertension
and cardiovascular disease in COPD*

Eur Respir J 2008; 32: 962-969

La COPD è strettamente correlata a tumore polmonare, depressione, insufficienza cardiaca congestizia e coronaropatia e, più debolmente, a osteoporosi, cataratta, ipertensione e diabete.

Non vi è rapporto fra ostruzione bronchiale e decesso, ma significativa interazione fra deficit respiratorio, presenza di comorbidità e necessità di ricoveri ospedalieri.

Barnes PJ, Celli BR

Systemic manifestations and comorbidities of COPD

Eur Respir J 2008; 33: 1165-1185

Oltre a **1** tumore polmonare, **2** ipertensione polmonare, **3** depressione, **4** insufficienza cardiaca congestizia e **5** coronaropatia, **6** osteoporosi, **7** ipertensione e **8** diabete, la COPD è correlata anche a **9** apnee ostruttive del sonno, **10** anemia normocitica, **11** perdita di massa di grasso libero e **12** debolezza dei muscoli scheletrici .

Per capire l'importanza del problema consideriamo che ci sono in Europa **52.700 morti/anno** per malattie respiratorie (esclusi tumori):

6.200	asma
39.300	COPD
7.200	pneumoconiosi

e circa **868.000 DALYs**

(anni di vita potenziale persi per morte prematura e anni di vita produttiva persi per disabilità):

139.000	asma
468.000	COPD
261.000	pneumoconiosi

Sigsgaard e coll. *ERS position paper: work-related respiratory diseases in the EU*. ERJ 2010; 35: 234-238

Conclusioni (semiserie)

Nessun cardiologo passerebbe a cateterismi, immagini doppler ed ecografiche senza un "banale e semplice" elettrocardiogramma, mentre spesso si pongono diagnosi pneumologiche o si ricorre ad indagini complesse (Rx torace o TC) senza una "banale e semplice" spirometria.

In effetti il problema esiste, tant'è che nel corso del 2009 la European Respiratory Society ha lanciato un sondaggio *online* per avere raccomandazioni per un programma di certificazione della spirometria a livello europeo che dia luogo ad una licenza europea sulla esecuzione della spirometria:

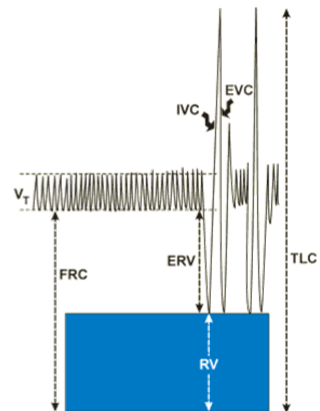
ESDL - EUROPEAN SPIROMETRY DRIVING LICENSE

I volumi polmonari statici e dinamici

anche se
statici ... si fa per dire !
dinamici anche troppo !

Volumi polmonari statici

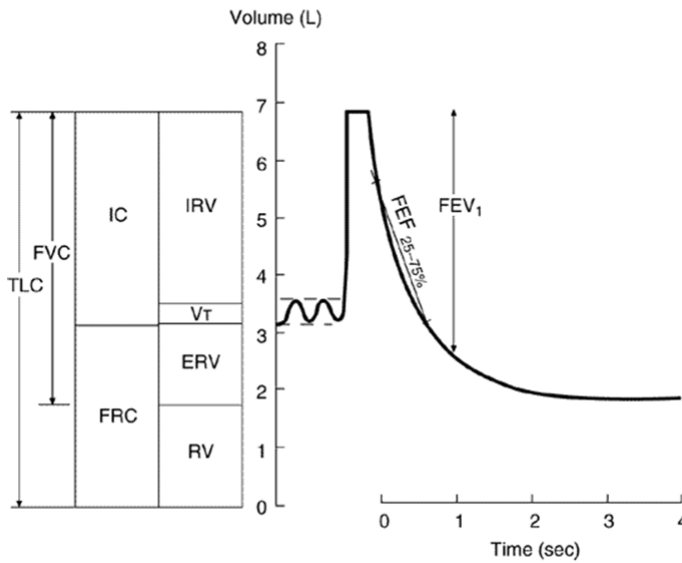
CPT TLC	CV VC	CI IC	CI IC	VRI IRV
		VRE ERV	CFR FRC	VRE ERV
	VR RV	VR RV		VR RV



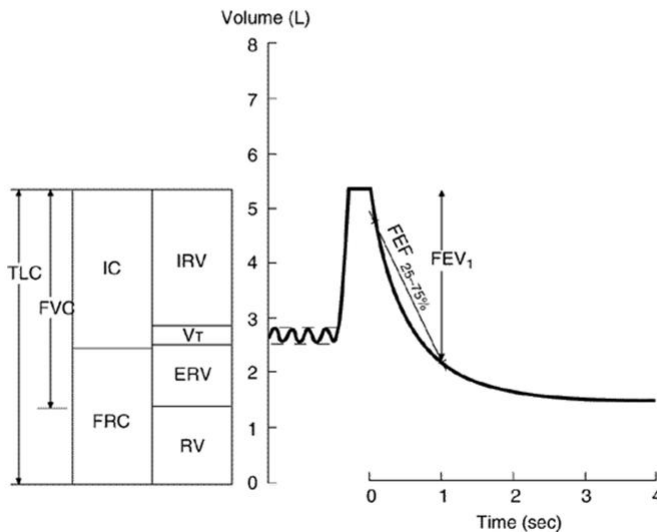
A B C D E

Attenzione al linguaggio (inglese-italiano): la stessa sigla indica volumi differenti

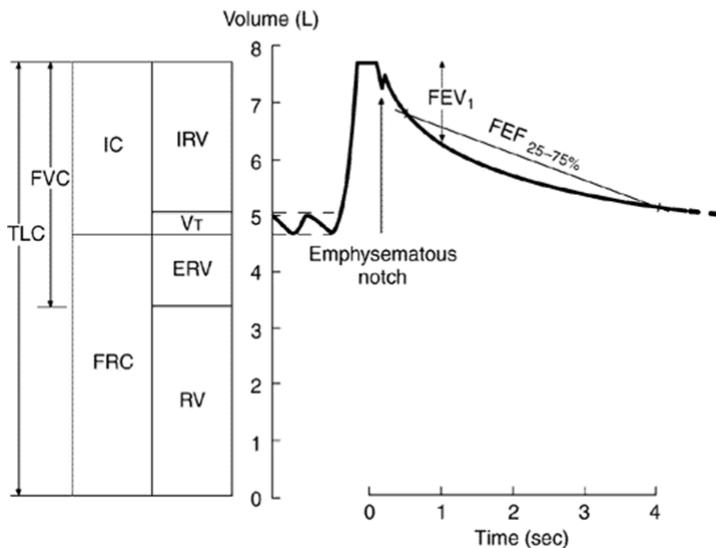
I volumi polmonari nel soggetto sano



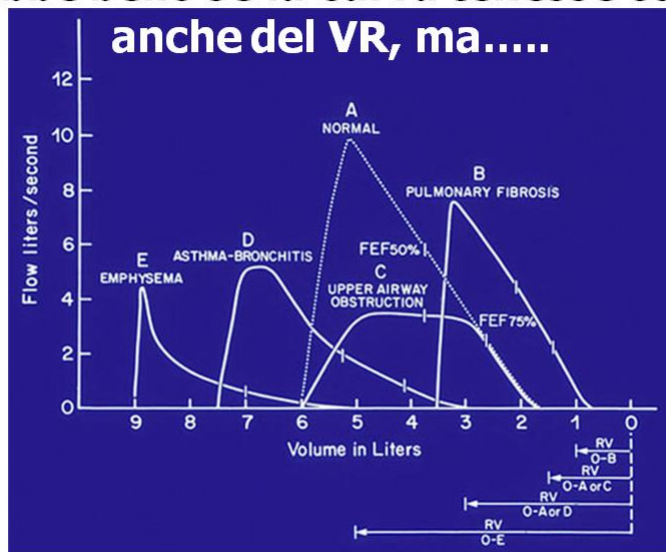
I volumi polmonari nel soggetto ristretto



I volumi polmonari nel soggetto ostruito



Sarebbe bello se la curva tenesse conto anche del VR, ma.....



... anche la morfologia aiuta

Un nuovo indice: il FEV₆

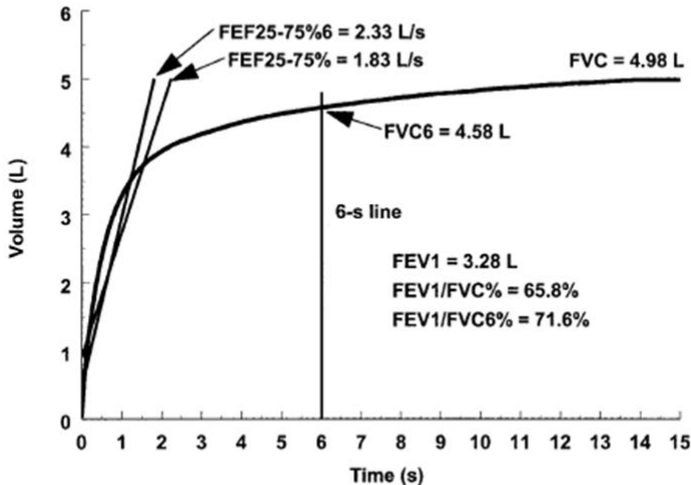


FIGURE 1. Sample volume-time curve illustrating differences between FVC- and FVC₆-derived parameters.

E' molto utile per la semplicità ed obbliga ad effettuare una espirazione forzata di almeno 6 secondi.

- Anziché il rapporto FEV1/VC% o FEV1/FVC% si valuta il rapporto FEV1/FEV6% come indice di ostruzione.
- Negli USA, il National Lung Health Education Program propone la sostituzione della FVC con il FEV6 in quanto esistono teorici di riferimento validati.
- In Europa tale indice non viene utilizzato per due problemi fondamentali:
 - molti spirometri non sono in grado di calcolare l'indice [ma questo è risolvibile]
 - non esistono teorici di riferimento [e quest'aspetto è di notevole complessità]

Quanti e quali test utilizzare ? (1)

L'utilizzazione di un sempre maggior numero di tests di screening si accompagna all'aumento di probabilità di evidenziare risultati "alterati" in soggetti normali.

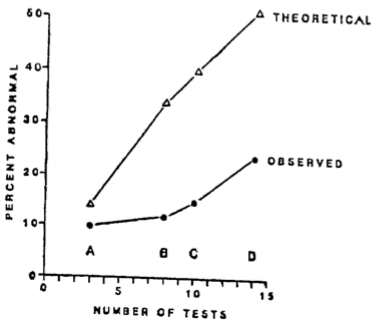
Considerato che ogni esame ha come limiti di confidenza 2 sd (che coprono il 95% dei soggetti) applicando la formula

$$1 - (0.95)^n \text{ dove } n = n^{\circ} \text{ tests}$$

abbiamo una percentuale attesa di esami anormali pari a

5% per 1 esame
10% per 2 esami	40% per 10 esami
14% per 3 esami
19% per 4 esami	64% per 20 esami
23% per 5 esami

Quanti e quali test utilizzare ? (2)



A	B
3	8
	A+
FVC	FEV _{0,5}
FEV ₁	FEV ₃
FEV ₁ /FVC	MMF
	FEV ₃ /FVC
	MMF/FVC
C	D
10	14
B+	C+
DLco	TLC
DLco/VA	FRC
	RV
	RV/TLC

Quanti e quali test utilizzare ? (3)

- 1) Nelle indagini di massa la spirometria semplice è di buona utilità e l'aumento degli indici studiati non porta ulteriori informazioni utili.
- 2) Alcuni indici polmonari (ad es. flussi massimi istantanei e rapporto RV/TLC%) mostrano elevata variabilità e devono essere quindi valutati con molta cautela.

Coefficienti di variazione di alcuni indici (giornalieri-G% e settimanali-S%) calcolati su 5 misure in 10 soggetti normali

(Rossi A 1978)

	G%	S%
VC	2.18	2.23
FVC	2.43	2.45
FEV ₁	2.65	2.71
MMF	6.31	6.34
MEF ₅₀	8.43	8.03
MEF ₂₅	12.64	13.21
CV	15.84	16.02
CV/VC%	16.64	16.95

Gli apparecchi per la spirometria

ovvero
guida all'acquisto, alla scelta, all'uso
e comunque...
conoscere con cosa si ha a che fare



Esistono pubblicazioni specializzate per la guida all'acquisto degli spirometri portatili, ma bisogna conoscere le loro caratteristiche, i loro pregi e difetti.



Infatti non possiamo pensare di utilizzare sempre lo spirometro di Tissot, di altissima precisione, ma

La qualità globale e l'amichevolezza per l'utilizzatore di molti spirometri portatili li rende accettabili per l'individuazione della COPD, sebbene le differenze fra valori di spirometri da laboratorio e spirometri portatili suggerisce che il tasso di misclassificazione può essere aumentato quando si usino alcuni modelli di spirometri portatili.

Liistro G, Vanwelde C, Vinken W,
Vandewoerde J, Verleden G, Buffels J.
*Technical and functional assessment
of 10 office spirometers.
A multicenter comparative study.*
Chest 2006; 130: 657-665

Classificazione degli strumenti

Misuratori primari di volume

dislocazione verticale	con contrappeso
	senza contrappeso
	movimento angolare
	movimento lineare
dislocazione orizzontale	movimento angolare
	movimento lineare

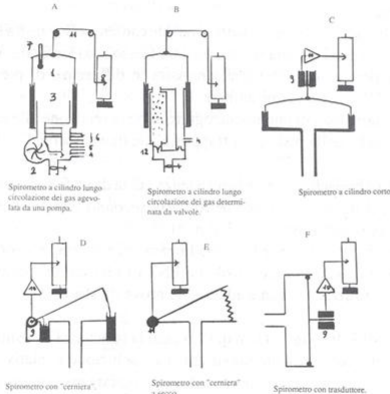
Misuratori primari di flusso

pneumotacografi	Fleish
	Lilly
altri rilevatori	a turbina
	a filo caldo

Confronto fra misuratori a diverso segnale primario

Spirometro		Pneumotacografo
basso	costo	intermedio
dipendente dalla precisione della derivata per il flusso implicita nel sistema	accuratezza	dipendente dalla precisione dell'integrale per il volume
costante	linearità	dipendente dal metodo di linearizzazione
non facile	taratura	instabile
discreta	disinfezione	facile
	portatilità	facile (può alterare la taratura)

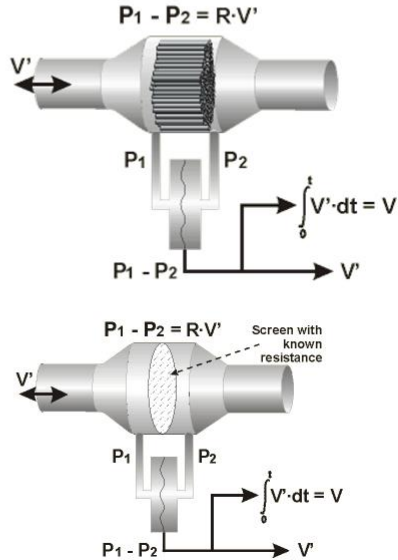
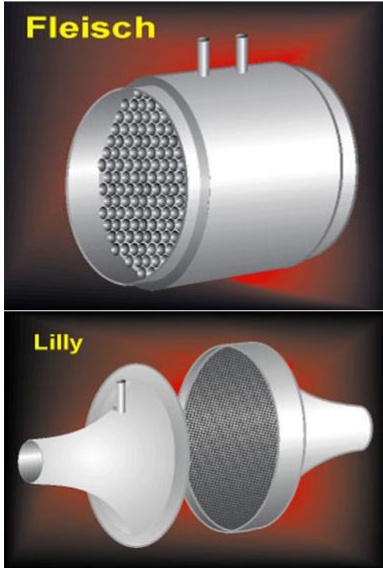
Differenti tipi di spirometri



- | | | |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 1) campana | 5) indicatore di gas | 9) trasduttore elettro./mecc. |
| 2) pompa | 6) analizzatori di gas | 10) amplificatore elettrico |
| 3) assorbitore di CO ₂ | 7) termometro | 11) meccanismo di trasmissione |
| 4) apporto di O ₂ | 8) contrappeso | 12) valvole respiratorie |

da "Countors of Breathing" Tammeling G. J. e Quanjer Ph. H. 1979

Differenti tipi di pneumotacografi



Qualche parola sugli spirometri a turbina

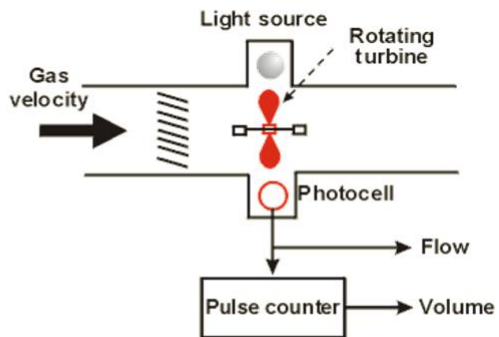
Vantaggi

- facili da usare e trasportare
- facili da pulire
- a basso costo

Svantaggi

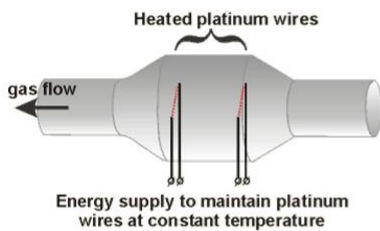
- sovra o sottostima del segnale
- assenza di controllo calibrazione (solo in fabbrica)
- sottostima dei volumi a bassi flussi
- scarsa accuratezza

Spirometri a turbina



Altri spirometri portatili

Spirometri a filo caldo



Pneumotacografo
"usa e getta"

Spirometro a ultrasuoni



Principali caratteristiche minime degli spirometri

TEMPO ≥ 15 sec

VOLUME ≥ 8 litri

Accuratezza $\pm 3\%$ oppure ± 0.050 L.

FLUSSI 0 - 14 L/sec

Accuratezza $\pm 5\%$ oppure ± 0.2 l/sec

ATS/ ERS 2005

Indispensabile !!!

La strumentazione (se stabile) deve permettere il controllo del grafico da parte dell'operatore durante lo svolgimento dell'esame per verificare

- la buona partenza,
- il picco di flusso,
- l'irregolarità nella espirazione,
- eventuali colpi di tosse,
- etc.

M.R. Miller et al. Eur Respir J 2005; 26 pag 322

Fattori minimi di scala raccomandati per il volume, il flusso ed il tempo nell'output grafico nel monitor del computer e nella copia cartacea

Parametro	Monitor del computer		Copia cartacea	
	Risoluzione richiesta	Fattore di scala	Risoluzione richiesta	Fattore di scala
Volume *	0.050 L	5 mm.L ⁻¹	0.025 L	10 mm.L ⁻¹
Flusso *	0.200 L.s ⁻¹	2.5 mm.L ⁻¹ .s ⁻¹	0.100 L.s ⁻¹	5 mm.L ⁻¹ .s ⁻¹
Tempo	0.2 s	10 mm.s ⁻¹	0.2 s	20 mm.s ⁻¹

*: il corretto rapporto tra segnale di flusso e di volume è di 2 unità di flusso e una di volume

Tracciati con la grandezza di un francobollo non permettono di esprimersi sulla correttezza della prova.
(chi riconosce nel francobollo la Primavera di Botticelli ?)



Alcune considerazioni sul controllo della taratura

Un argomento pubblicitario che accompagna spesso gli spirometri portatili è "nessuna necessità di calibrazione".

E' bene fare chiarezza che la taratura o la verifica della calibrazione dell'apparecchio non è necessaria allo spirometro, maal medico !

Serve a rassicurarlo che va tutto bene e che i valori misurati sono reali.

La scelta di uno spirometro non è irrilevante

CV in 5 soggetti di 26-38 anni (% CECA '71)

A) pneumotacografo	101,2 \pm 11,5
B) campana <i>stead-well</i>	100,6 \pm 12,1
C) campana con contrappeso	102,0 \pm 10,6
D) pistone orizzontale	92,2 \pm 8,8

Test di Friedman: A - B - C **n.s.**

A - B - C - D **p <0,02**

Bisogna conoscere le caratteristiche degli strumenti per evitare operazioni del tipo

effettuazione test



refertazione





Il mio spirometro

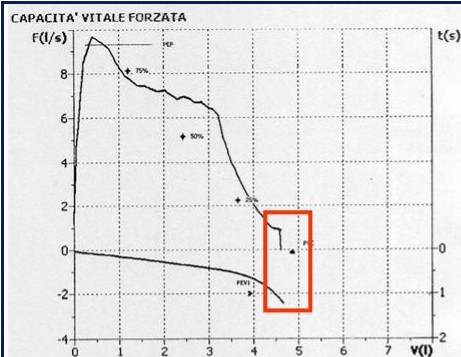
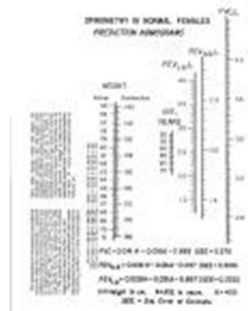
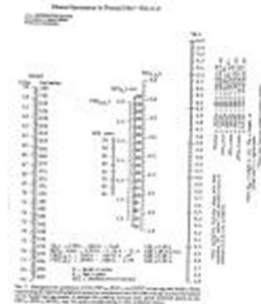


Il mio pneumotacografo

Fino a pochi anni fa lo spirometro misurava, poi si correggeva a BTPS, si facevano i calcoli dei valori osservati e si andava a trovare i teorici sui vari nomogrammi dove con squadra, riga e matita si mescolavano età, altezza e peso.

Ora fanno tutto i PC !!!

Però.....



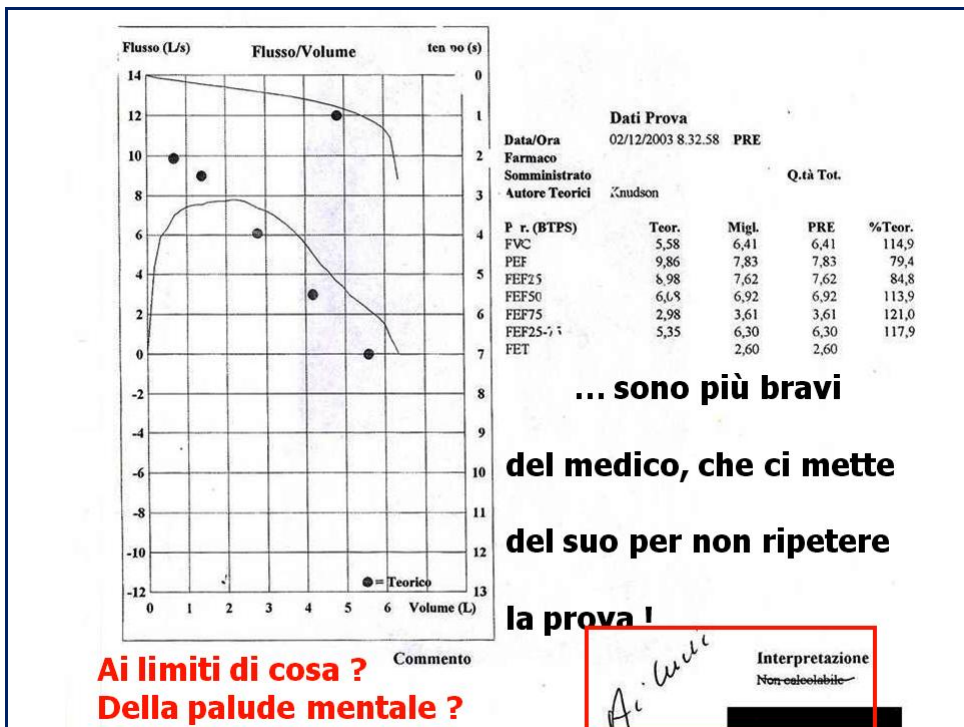
Parametro	UM	Misurato	Pred	%Pred
BestFVC	l	4.68	4.88	96
BestFEV1	l	4.49	3.97	113
BestPEF	l/s	9.80	9.31	105
FVC	l	4.68	4.88	96
FEV1	l	4.49	3.97	113
PEF	l/s	9.80	9.31	105
MEF75%	l/s	7.89	8.08	98
MEF50%	l/s	6.88	5.11	135
MEF25%	l/s	4.24	2.21	191
FEF25-75%	l/s	6.72	4.30	156
FET100%	s	1.18		
FEV1/VC%	%	95	79	120
FEV1/VC%	%	101	79	128

Parametro	UM	Misurato	Pred	%Pred
VC	l	4.40	5.10	86

Formulario: ERS93

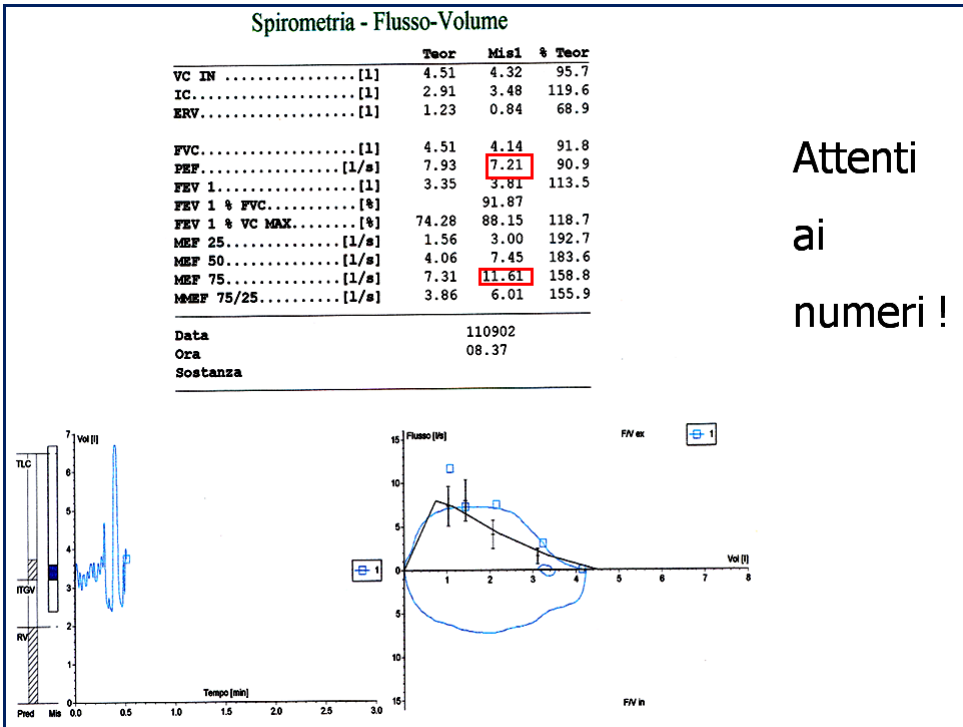
Diagnos: Spirometria normale

.... bisogna stare attenti a quello che fanno, perché hanno la tendenza a prendere tutto per buono, anche se talora

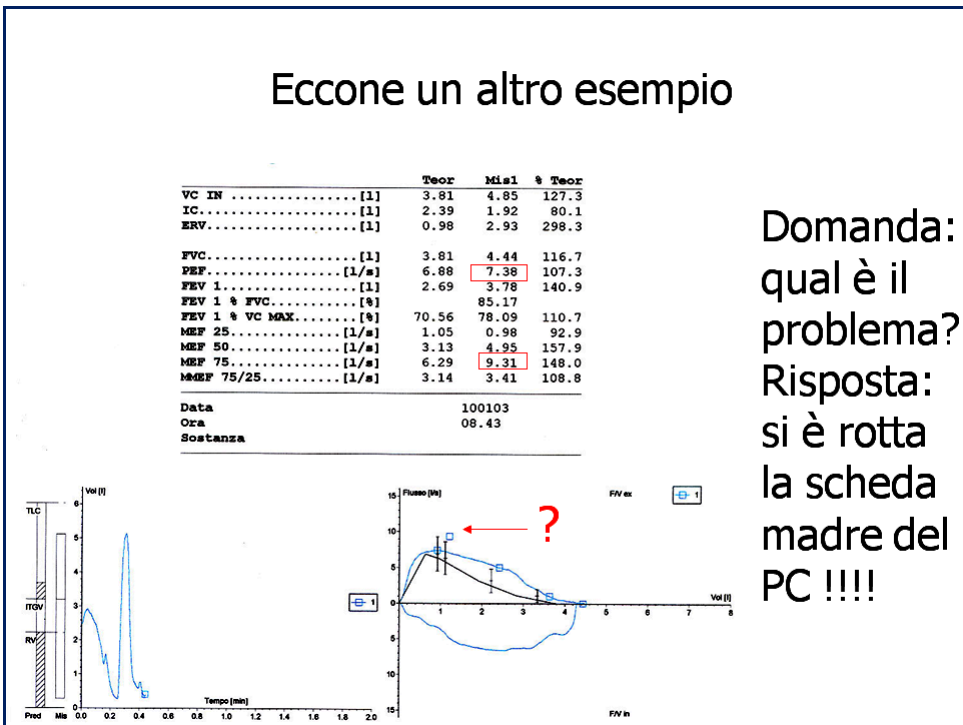


Un "imprevisto"

Come si vede immediatamente la prova è da scartare, ma un esame più attento ha permesso di individuare un errore nel *software* di gestionesegue...

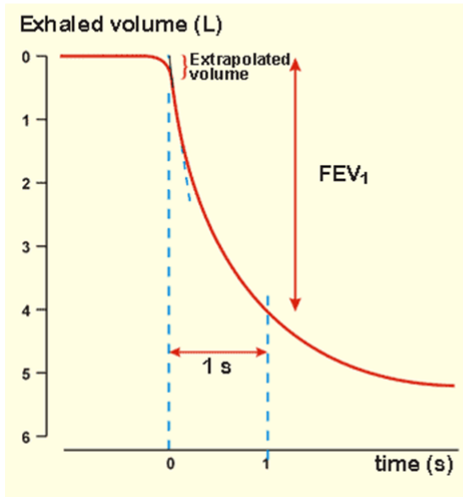


Attenti
ai
numeri !



Domanda:
qual è il
problema?
Risposta:
si è rotta
la scheda
madre del
PC !!!!

Altro problema: l'estrapolazione retrograda



Il volume di estrapolazione retrograda è il volume esalato prima del "tempo zero" ovvero dell'inizio dell'espiazione ottenuto con l'estrapolazione retrograda della curva V/t.

È tanto più elevato quanto più esitante è l'avvio dell'espiazione

Deve essere segnalato!
(se fuori range)

Una recente proposta

(Chest 2000; 117:1146-1161)

MESSAGGI AUTOMATICI DI ERRORE:

- se l'estrapolazione retrograda è > 150 ml
--> "Non esitare"
- se il tempo di picco è > 120 msec
--> "Svuotati più velocemente"
- se il tempo di espirazione è < 6 sec ed il volume di fine test è > 100 ml
--> "Soffia più a lungo"
- se il PF non raggiunge 1 l/sec
--> "Svuotati con più forza"
- dopo 2 manovre accettabili
--> "Buona sessione"

Indagine USA su 62 spirometri nel periodo 1985-88

35 (56,5%) accettabili
9 (14,5%) ai limiti
18 (29,0%) inaccettabili

Vi erano problemi di software in 15 (25%) dei 59 spirometri computerizzati.

Nelson e coll.
Performance evaluation of contemporary spirometers
Chest 1990; 97: 288-297

..... e dopo 15 anni

Durante i programmi di Assicurazione di Qualità messi in atto dal NIOSH dopo il 2003 è risultato che ancora un 5-10% dei partecipanti presentava tracciati di sovrastima dei valori legati principalmente a

- errori di calcolo nell'inizio della espirazione forzata
oppure
- ostruzione o calibrazione instabile dei sensori di flusso

Townsend e coll.
Is my lung function really that good?
Flow-type spirometer problems that elevate test results
Chest 2004; 125: 1902-1909

Controllo taratura e disinfezione

Calibrazione o controllo della taratura

Scopo Verifica della accuratezza e linearità dello strumento in tutta la gamma di misura.

Frequenza Giornaliera per spirometri, anche se in condizioni ottimali può essere minore. Per pneumotacografi e strumenti mobili: prima e dopo l'uso.

Accuratezza $\pm 3\%$ o 50 ml se più grande

Strumentazione Siringa da 3 litri (50 ml sono il 5% di 1 litro)

Metodologia Ripetizione della manovra di svuotamento a diverse velocità (indicativamente tempi di 0.5-1, 1-1.5 e 5-5.5 sec) ed a differenti livelli di riempimento della campana.

Conviene utilizzare grafici di controllo: in ascissa i giorni, in ordinata il volume misurato, che non deve deviare più di 105 ml. L'accumularsi di diverse letture in prossimità di uno dei limiti (anche senza superarlo) segnala la presenza di un errore. L'errore più frequente negli spirometri a campana è una perdita nel sistema.

Controllo delle infezioni

Si rimanda a quanto scritto dall'American Thoracic Society *Standardization of spirometry 1994. Update*. Am J Respir Crit Care Med 1995; 152: 1107-1136

1) Prevenzione di trasmissione di infezioni agli operatori: le mani degli operatori devono essere lavate dopo aver maneggiato direttamente tubi, boccagli, valvole o superfici interne e devono essere indossati guanti quando si maneggiano materiali potenzialmente contaminati.

2) Contaminazione crociata: boccagli, stringinaso, ed ogni altra cosa che entra in diretto contatto con le superfici mucose deve essere pulito e disinfettato o gettato. I tubi di raccordo e le valvole devono essere puliti e disinfettati (la frequenza non è stabilita).

3) Gli spirometri a circuito chiuso devono essere "lavati" almeno 5 volte con aria ambiente per facilitare l'eliminazione di goccioline di saliva.

4) In malattie che sono diffuse da goccioline, per esempio tubercolosi, devono essere implementate misure appropriate di controllo, come la ventilazione la filtrazione dell'aria o la decontaminazione UV.

5) Precauzioni extra devono essere prese in pazienti con emofilia. Tubi di respirazione, valvole e superfici interne devono essere decontaminate con disinfettanti per microorganismi trasmessi col sangue

6) Speciali precauzioni devono essere prese per pazienti con conosciute malattie infettive. Questi pazienti devono essere testati alla fine della sessione. La strumentazione deve essere smontata e disinfettata dopo il test.

7) In assenza di evidenza per la trasmissione di infezioni durante le PFR, l'uso regolare di filtri *in-line* non è obbligatorio quando sono seguite le raccomandazioni sopradescritte.

8) Le aziende produttrici di spirometri sono invitate a produrre strumentazioni che possono essere facilmente smontate

In assenza di evidenza per la trasmissione di infezioni durante le PFR e in assenza di un ben chiaro beneficio, l'uso regolare di filtri in linea non è obbligatorio quando sono seguite le precauzioni di prevenzione. L'uso di filtri in linea non elimina l'obbligo della regolare pulizia e decontaminazione degli apparecchi. (ATS/ERS TASK FORCE: Standardisation of lung function testing. *General consideration for lung function testing*. Eur Respir J 2005; 26: 153-161)

L'effettuazione della spirometria con e senza filtri antibatterici ha mostrato che la riduzione di funzione polmonare misurata, causata dall'uso dei filtri antibatterici, benché statisticamente significativa, è piccola e clinicamente irrilevante: 2-4% per VC e FEV₁. (Kamps, Vermeer, Roorda, Brand: *Effect of bacterial filters on spirometry measurements* Arch Dis Child 2001; 85: 346-347)

Quali dotazioni per le emergenze ?

- Negli ambulatori ospedalieri ove si effettuano i TPBs (Tests di Provocazione Bronchiale specifici) devono esservi attrezzature per il pronto soccorso. (Memorandum SIAIC su: diagnosi di asma professionale. Giorn Allergol Immunol Clin 2000; 10: 1-15).

- Tenuto conto che la spirometria può essere effettuata dal soggetto stesso (da solo !), come proprio nel caso dell'asma con la valutazione del picco di flusso, nelle più recenti *LINEE GUIDA* (ATS/ERS TASK FORCE: Standardisation of lung function testing. *General consideration for lung function testing*. Eur Respir J 2005; 26: 153-161) non viene scritta una riga su quali siano i farmaci e le attrezzature necessarie nelle vicinanze di uno spirometro.

L'esecuzione della spirometria

ovvero
come si svuotano i polmoni *altrui*

Principali controindicazioni alla spirometria

- Emottisi
- PNX
- Recente intervento addominale/toracico
- Trauma toracico
- Recente intervento agli occhi
- IMA (entro tre mesi) o angina instabile
- Aneurisma toracico

Molto importanti in clinica, meno in fabbrica
(a parte la prima)

Condizioni che forniscono risultati sub-ottimali

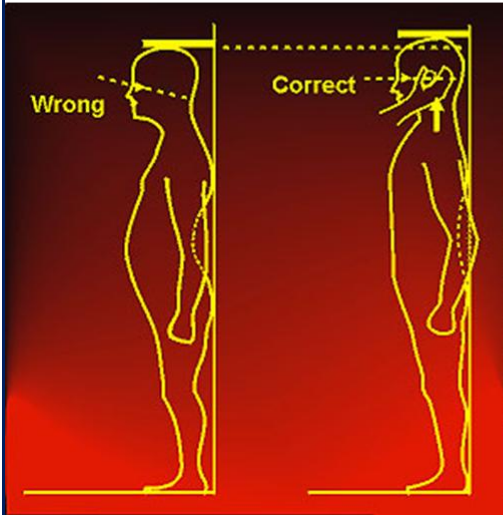
- dolore addominale o toracico di ogni tipo e causa
- dolore orale o facciale esacerbato dal boccaglio
- incontinenza da stress
- demenza o stato confusionale

ATS/ERS TASK FORCE: Standardisation of lung function testing
General consideration for lung function testing
Eur Respir J 2005; 26: 153-161

Preliminari

- Verifica taratura apparecchio
- Misurazione pressione e temperatura ambientale
- Misurazione altezza (e peso) del soggetto

Bisogna ad esempio fare attenzione ... agli occhi



[per misurare l'altezza senza uno statimetro si possono utilizzare i metri da parete]

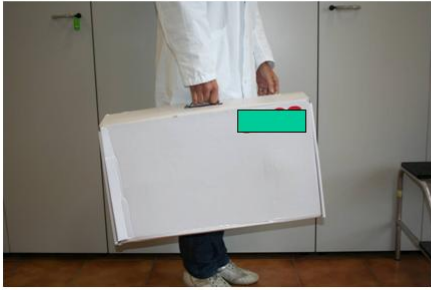
www.spirxpert.com



Le scarpe
vanno tolte !

soluzione

Esempio di statimetro portatile



Luogo destinazione diversa
 SERVIZIO SPISL
 SERVIZIO SPISL

Spett.le
 AZIENDA U.S.L. [redacted]

OFFERTA N° 161 DEL 16/07/2010

ORDINE N°

ARTICOLO	U.M.	Q.TA'	COSTO UNIT.	SCONTO%	IMPORTO IVA%
BILANCIA SECA 761 CON MARCHIO M USO MEDICO	NR	1	108,00		108,00 20
ALTIMETRO SMOTABILE 214/213 CON BORSA TRASPORTO USO MEDICO OPEDALIERO	nr	1	125,00		125,00 20

Peso statimetro
 kg 2.5

Peso bilancia
 kg 4.0

Tempo montaggio
 3 minuti

Un suggerimento pratico:

dopo i 25 anni (fino a 50-60 anni), non rimisuriamo più l'altezza, ma teniamo per buona quella misurata BENE alla prima visita.

Meglio un errore sistematico di un centimetro che aumenti di statura improvvisi a 40 anni (non ci capiremmo più nulla sull'andamento della funzionalità polmonare)

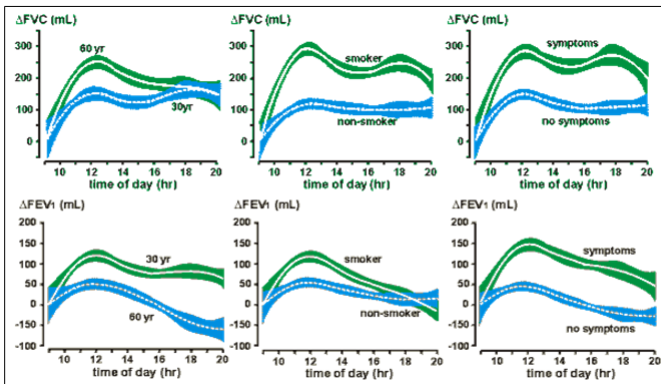
Istruzioni/raccomandazioni per la spirometria

- non fumare entro 1 h prima delle PFR
- non consumare alcool entro 4 h prima delle PFR
- non effettuare sforzi intensi entro 30 min prima delle PFR
- non indossare vestiti che sostanzialmente costringono il torace e l'addome
- non mangiare un pasto abbondante entro 2 h prima delle PFR

ATS/ERS TASK FORCE: Standardisation of lung function testing
General consideration for lung function testing
Eur Respir J 2005; 26: 153-161

Ulteriori raccomandazioni

Anche se nei soggetti normali la variazione circadiana degli indici polmonari non ha grosse influenze sul risultato, è consigliabile effettuare le PFR al mattino dalle 9.00 alle 12.30

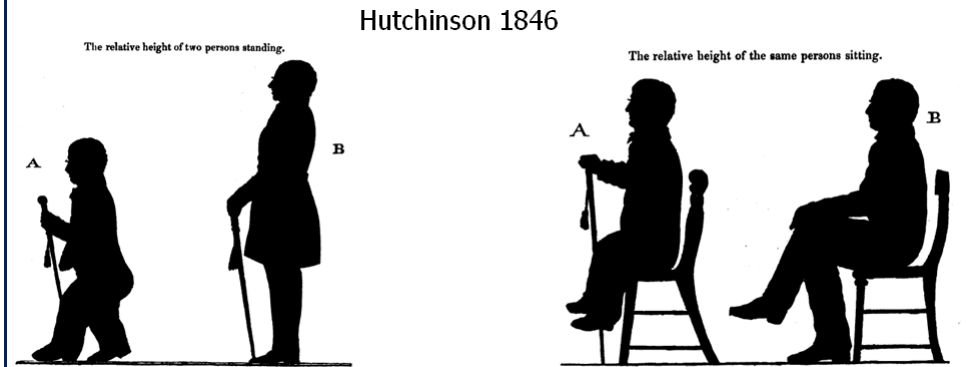


Condizioni operative

- ambiente tranquillo
- soggetto in posizione seduta e rilassata
- soggetto non eccessivamente vestito
- operatore ben addestrato
- spiegazioni con parole semplici
- eventuali esemplificazioni
- STRINGINASO

La posizione

- preferibilmente seduta (su sedia senza ruote)
- in piedi (per soggetti obesi)



Il linguaggio

Eliminare le parole tecniche
(es. "massima inspirazione")
ed utilizzare le parole di tutti i giorni
(es. "polmoni tutti pieni").

Ordini chiari e semplici
(es. "su" e "giù" meglio
di "dentro" e "fuori").

Stringinaso



Lo stringinaso

To clip or not to clip? Noseclips for spirometry

Chavasse e Coll. Eur Respir J 2003; 21: 876-8

“Non esiste un preciso vantaggio utilizzando lo stringinaso quando si effettua una spirometria a circuito aperto.... Sono state pubblicate linee guida dall'ATS e ERS in cui l'uso dello stringinaso è incoraggiato”

Dentiera



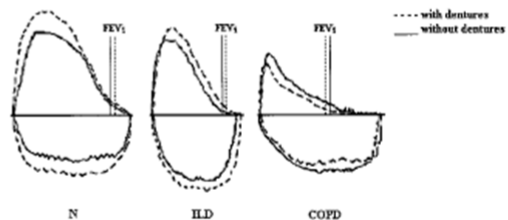
La dentiera

Effect of eduntulism on spirometric tests

Bucca CB, Carossa S, Colagrande P et Al.

Am J Respir Crit Care Med 2001; 163: 1018-1020

Il problema non è stato sistematicamente investigato, ma un recente studio dimostra che "l'uso delle dentiere produce un piccolo ma significativo miglioramento in alcuni flussi sia in soggetti



normali che con fibrosi, mentre non causa variazioni in soggetti con COPD. L'uso di dentiere, propriamente sistemate, deve essere raccomandato"

Misura della Capacità Vitale

- spiegazione preliminare della prova
- collegamento della persona allo spirometro
- controllo regolarità della ventilazione
 - 1 respiro a volume corrente
 - 2 espirazione massima lenta fino a VR
 - 3 inspirazione massima lenta fino a CPT
 - 4 espirazione massima lenta fino a volume corrente
- eventuale ripetizione dopo 10-15 secondi di riposo
- almeno 2 prove con differenza < 200 ml (accettabilità)

Perché la CV inspiratoria ?

soggetti	n.	IVC	EVC	FVC
Normali	6	5.59±0.08	5.61±0.11	5.63±0.08
Enfisema	6	3.97±0.18	3.91±0.21	3.48±0.34

-500 ml

Hutchison DCS, Barter CE, Martelli NA
Errors in the measurement of vital capacity
Thorax 1973; 28: 584-587

Negli ostruiti FVC è spesso inferiore a VC lenta, per fenomeni di compressione dinamica delle piccole vie aeree che provocano "air trapping"

Misura della Capacità Vitale Forzata

- dopo almeno 30 sec dalle prove di VC
- 1 respiro a volume corrente
 - 2 inspirazione massima e veloce fino a CPT
- *(collegamento al boccaglio)*
 - comando semplice
- 3 espirazione forzata e completa fino a VR
 - 4 inspirazione forzata e completa fino a CPT

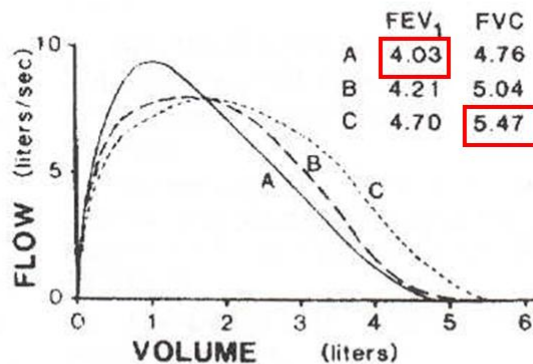
Accettazione delle prove 1

- seguire la prova durante il suo svolgimento
- estrapolazione retrograda
- manovra di Valsalva
- tosse
- completo svuotamento

Accettazione delle prove 2 (ecco l'importanza del software e dei segnali)

- volume estrapolato <150 mL e comunque < 5% FVC
- (superamento del 90% PF <120 millisecondi)
- tempo di espirazione ≥ 6 secondi
- verifica svuotamento (plateau di almeno 1 secondo a flusso costante < 25 mL/sec)

Perché l'espirazione deve essere massimale ?
Perché, se no, viene sovrastimato il FEV1.



Knudson e coll. 1983

L'effetto è evidente sia nella flusso/volume, ma anche nella volume/tempo.

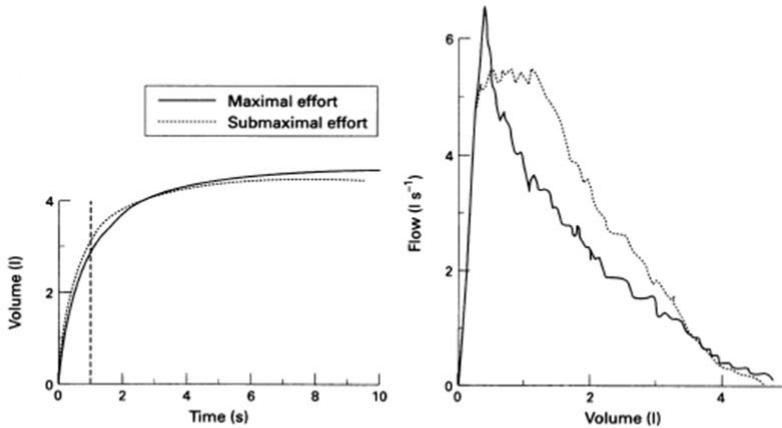


Figure 2 Volume-time and v-V curves for a healthy subject, showing that submaximal effort can spuriously increase the FEV₁ (in this instance from 2.81 l to 3.28 l). The lack of effort is apparent in the v-V curve; this shows a flattened peak which is displaced to the right. Thus the expiration was defective and the result unacceptable. From Cotes' with permission.

Cotes e coll. 1997

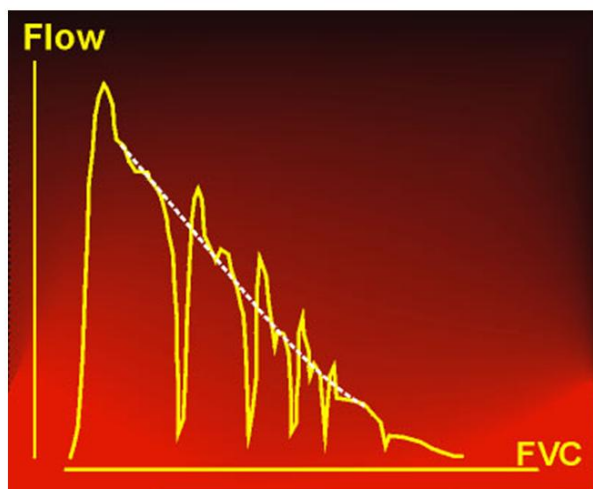
QUALI SONO LE CONSEGUENZE ?

Manovre submassimali o manovre con artefatti possono portare ad una sottostima della VC, occasionalmente ad una sottostima del FEV₁, ma raramente ad una sovrastima del FEV₁, quest'ultima causata invece da una diminuzione della compressione dinamica delle vie aeree.

Ogni sottostima della FVC o sovrastima del FEV₁ può portare a una sovrastima del rapporto FEV₁/FVC% (potendo etichettare un soggetto ostruito come normale), mentre ogni sottostima del FEV₁ può indurre una sottostima del rapporto FEV₁/FVC% (potendo etichettare un soggetto normale come ostruito).

Derom E, van Weel C, Liistro G e Coll.
Primary care spirometry
 ERJ 2008; 31: 197-203

Il problema della tosse



www.spirxpert.com

Quante prove fare?

Sono necessarie, secondo l'ATS, almeno

- **2 misure corrette di VC**
- **3 misure corrette di FVC, con differenza tra le due migliori ≤ 150 mL**

In ogni caso è inutile insistere all'infinito, dopo **8 - 10 prove** è opportuno sospendere l'esame.

I criteri ATS/ERS 2005

- 1) effettuare la manovra di espirazione forzata
- 2) risponde ai criteri di accettabilità ?
- 3) se SI, ci sono 3 manovre accettabili ?
- 4) se SI, rispondono ai criteri di ripetibilità ?
(2 FVC con meno di 150 mL di differenza)
- 5) se SI, ci sono 2 possibilità per la scelta dei valori:
 - A) la migliore FVC ed il migliore FEV₁
 - B) i valori con la migliore somma di FVC + FEV₁

Storia del valore di ripetibilità da prendere in considerazione, ovvero le sviste sono sempre possibili



Lo standard A.T.S. nel 1987 indica 150 mL

Lo standard A.T.S. nel 1994 modifica con valide spiegazioni tale valore in 200 mL

Nello standard A.T.S.-E.R.S. del 2005 viene riportato il valore a 150 mL. Perché ?

Perché viene citato uno studio di Hankinson del 1991, cioè prima che lo stesso autore giustificasse il valore di 200 mL !

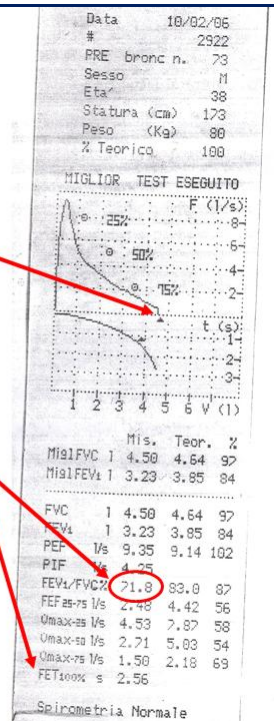
Il problema dell'automatismo

"L'utilizzo di apparecchiature automatiche o semiautomatiche ha semplificato notevolmente le procedure, ma ha sicuramente introdotto, in molti casi, errori aggiuntivi dovuti alla tendenza che i tecnici assumono a ridurre il tempo e l'attenzione nella analisi dei tracciati."

Controlli spirometrici nei servizi di prevenzione
Ticonerre Sicurezza Sociale 11
Regione Toscana -1990

A parte il fatto che la VC è troncata, il tempo di espirazione è troppo breve (poco più di 2,5 sec) e quindi la VC è sottostimata, l'algoritmo inserito nel calcolatore tiene conto solo dei valori di VC e FEV₁, ma non è affatto influenzato dalla alterazione del rapporto fra FEV₁ e FVC che risulta invece alterato.

Questo segno è molto importante da riconoscere precocemente: è un segno di iniziale ostruzione bronchiale. Intervenedo si può ancora tornare indietro !



Il tracciato spirometrico (flusso/volume e volume/tempo) deve essere osservato con attenzione e non si deve prendere per oro colato quello che ci dice lo spirometro.



NIOSH SPIROMETRY TRAINING GUIDE

NIOSH SPIROMETRY
TRAINING GUIDE

December 1, 2003

Prepared by

UNIVERSITIES OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
EDUCATIONAL RESOURCE CENTER

CONTINUING EDUCATION AND OUTREACH PROGRAM

Division of Consumer Health Education
Department of Environmental and Community Medicine
Robert Wood Johnson Medical School
University of Medicine and Dentistry of New Jersey

and

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION
NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
Division of Respiratory Disease Studies
Surveillance Branch
Morgantown, West Virginia 26505

E' veramente interessante ed utile che questo recente manuale insegni a fare i calcoli a mano sui tracciati !

Una recente segnalazione

Medici norvegesi hanno messo a punto un programma di animazione, che associato all'uso di candele e palloncini, ha permesso di effettuare spirometrie in bambini dai 3 ai 6 anni.

Di 652 bambini, 603 (92%) hanno prodotto almeno 2 prove accettabili di espirazione forzata e 408 (68%) ben 3 prove accettabili di espirazione forzata.

Thorax 2002; 57: 1021-1027

Quanti indici studiare

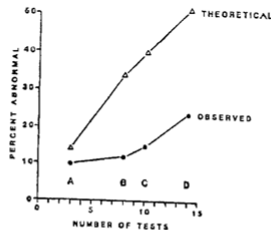
E' necessario studiare molti indici ?

O piuttosto studiarne bene pochi ?

Ritorniamo ad una delle prime diapositive.....

Il problema dei "falsi positivi"

Un solo studio sui "falsi positivi"



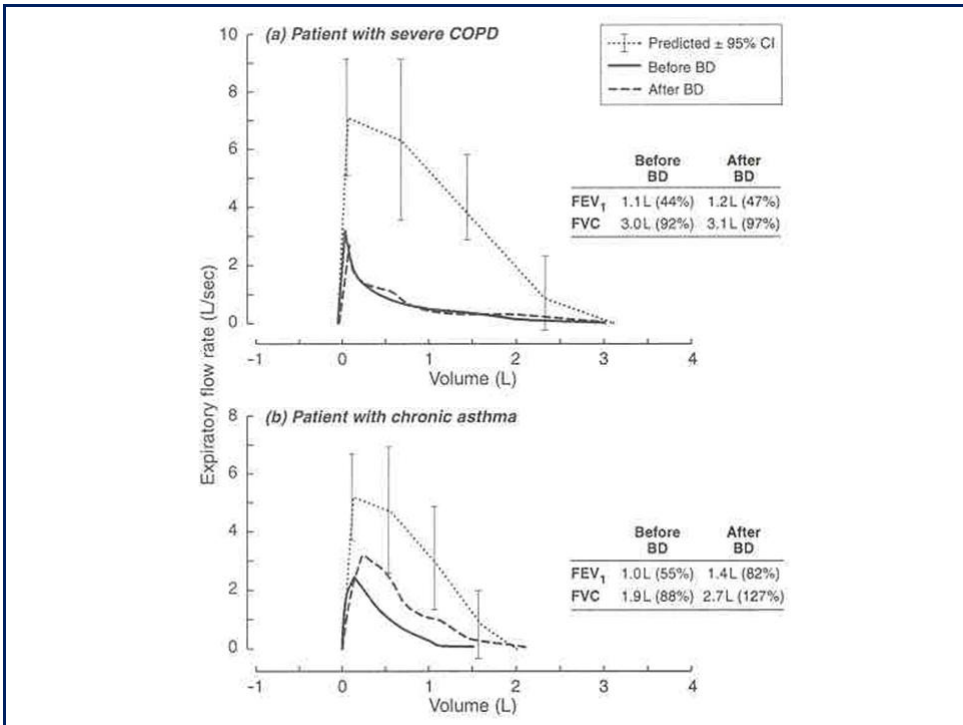
(Vedal, Crapo Bull europ Physiopath resp 1983; 19: 263)

Il test di broncodilatazione

Dovrebbe permettere di distinguere fra broncopatia cronica ostruttiva ed asma

E' influenzato dal calibro iniziale delle vie aeree.

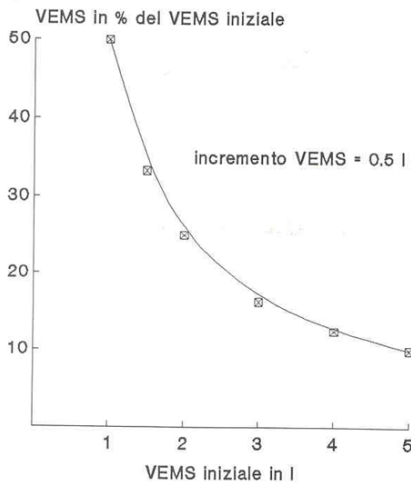
Di scarsa utilità nelle indagini epidemiologiche



Test di Broncodilatazione

- Dopo una tranquilla ed incompleta espirazione somministrazione di 1 dose di broncodilatatore (salbutamolo 100 µg) con distanziatore
- Il soggetto deve trattenere il respiro 5-10 sec
- Ogni 20-30 sec altre 3 somministrazioni
- [totale 400 µg] *ultime raccomandazioni ATS/ERS*
- Dopo 10-15 min effettuazione di 3 accettabili espirazioni forzate

Uno stesso incremento dopo broncodilatatore (espresso come % del valore iniziale del VEMS) assume significati differenti in relazione al valore iniziale del VEMS.



L'influenza del calibro iniziale delle vie aeree (che vale non solo per il test di broncodilatazione, ma anche per quello di broncocostrizione) suggerisce di esprimere il risultato come **% del valore teorico di riferimento** o come **valore assoluto**

Valutazione della risposta

La risposta al test viene valutata in due modi:

- **aumento percentuale rispetto al teorico**
 $(volume\ prima - volume\ dopo) \times 100 / teorico$
- **aumento assoluto**
 $volume\ prima - volume\ dopo$

E' importante valutare se la FVC aumenta dopo la somministrazione come riduzione del Volume Residuo per spostamento del Volume di Chiusura

Valutazione della risposta al test di broncodilatazione

Aumento FEV1:

<9% del teorico o <200 mL

fra 9 e 12% del teorico e/o > 200 mL

>12% del teorico

Risposta:

negativa

moderata

evidente

Conclusioni

**"Da non dimenticare: i criteri GOLD sono basati sul
FEV₁ dopo broncodilatatore"**

Sterk P.J.

Eur Respir J 2004; 23: 497-498

GOLD: Global strategy for the diagnosis, management, and
prevention of chronic obstructive pulmonary disease
NHLBI/WHO Workshop Report www.goldcopd.com

Classificazione spirometrica della Malattia Polmonare Cronica Ostruttiva (COPD) GOLD 2004

	FEV1% teorico	FEV1/FVC% dopo broncodilatatore
a rischio	≥ 80	> 0.7
fumatore o con esposizione a irritanti; tosse, catarro o dispnea; familiarità per malattie respiratorie		
COPD lieve	≥ 80	≤ 0.7
COPD moderata	50-80	≤ 0.7
COPD grave	30-50	≤ 0.7
COPD molto grave	<30	≤ 0.7

**ATS/ERS Task Force
Eur Respir J 2004; 23: 932-946**

Classificazione spirometrica della Malattia Polmonare Cronica Ostruttiva (COPD) GOLD 2009

E' sparita la classe 0 ("a rischio"), ma le altre classi sono sempre valutate sui valori post-broncodilatatore.

	FEV1% teorico	FEV1/FVC% dopo broncodilatatore
COPD lieve	≥ 80	≤ 0.7
COPD moderata	50-80	≤ 0.7
COPD grave	30-50	≤ 0.7
COPD molto grave	<30 oppure <50 + insuff.respiratoria	≤ 0.7

www.goldcopd.com (ottobre 2009)

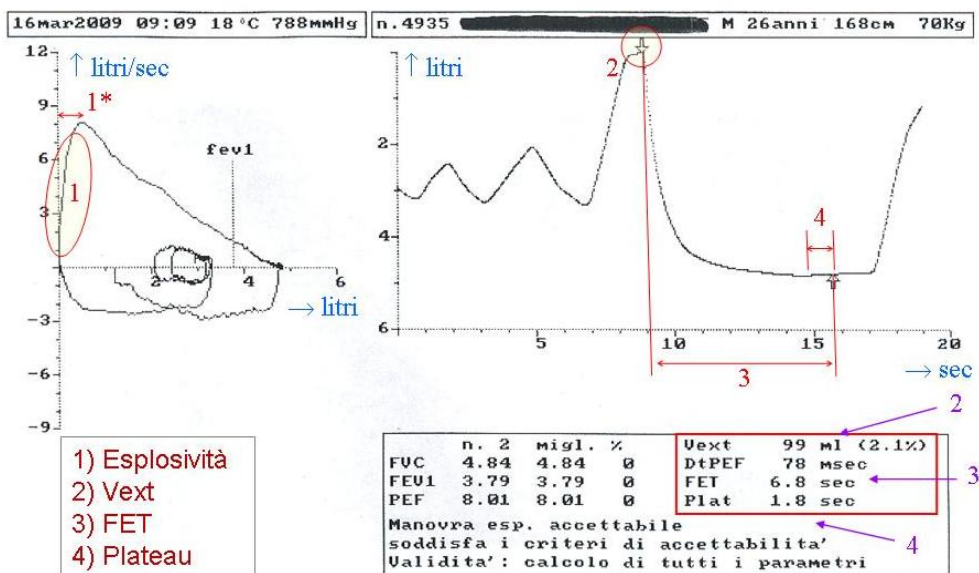
Accettabilità e ripetibilità dei tracciati

Criteri di accettabilità

Per un esaminatore esperto, l'osservazione delle curve flusso-volume e volume-tempo, durante e subito dopo la prova, consente di valutare i caratteri che ne determinano l'accettabilità: inspirazione massimale, inizio esplosivo dell'espirazione e svuotamento completo dei polmoni.

Come illustrato nella figura 1, la curva F/V fornisce maggiori indicazioni per quanto riguarda l'accettabilità della prima parte della manovra di espirazione forzata, mentre la curva V/t è più informativa sull'ultima parte della stessa.

Figura 1 - Principali elementi da valutare per l'accettabilità della spirometria

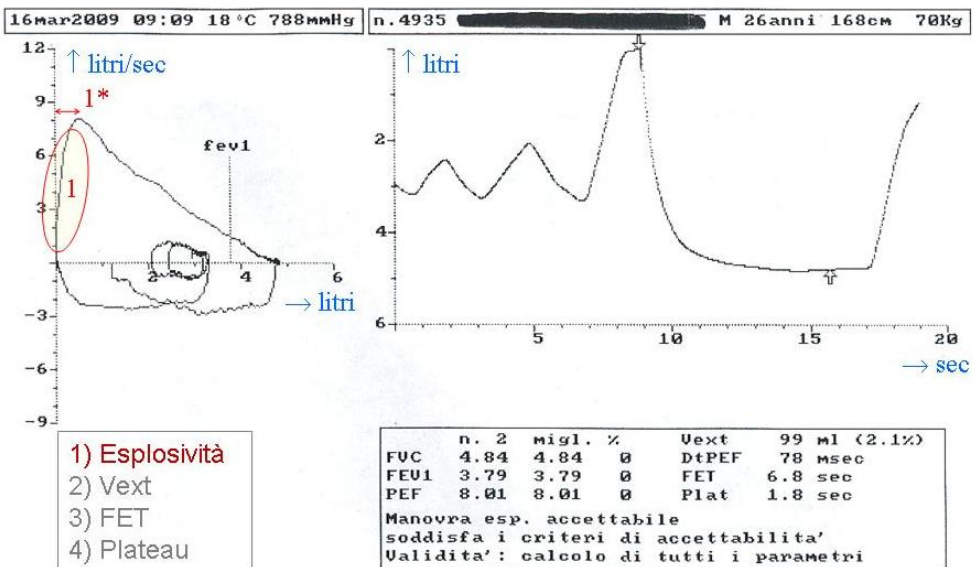


In dettaglio, la prova di capacità vitale forzata può essere considerata correttamente eseguita quando rispetta i criteri sotto indicati.

a) Esplosività dell'espirazione

Per valutare se l'avvio dell'espirazione forzata è avvenuto in maniera esplosiva e senza esitazioni si osserva la forma della curva flusso-volume: la manovra è accettabile visivamente se la curva sale rapidamente e il PEF è ben riconoscibile, con aspetto appuntito e non arrotondato (figura 2). Un debole inizio dell'espirazione riduce il FEV₁ in misura significativa e può simulare erroneamente un quadro ostruttivo.

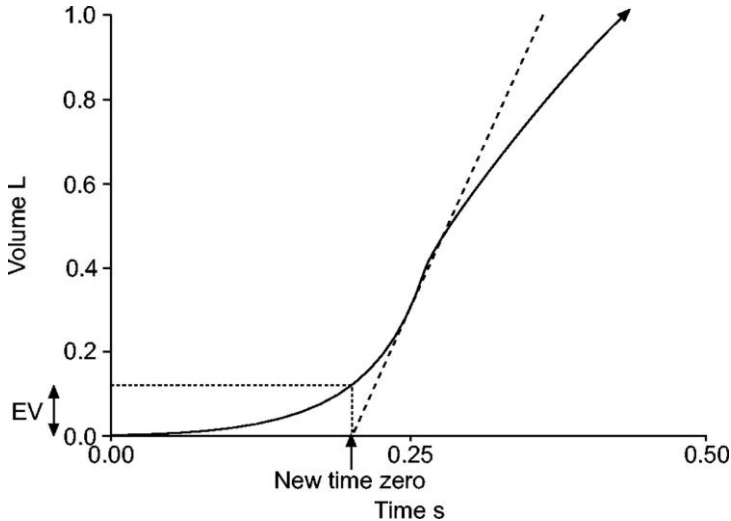
Figura 2 - Esempio di esplosività accettabile



Come già sottolineato, la validità della manovra dipende sia dalla collaborazione del soggetto che, all'inizio dell'espirazione, deve fare il massimo sforzo per buttar fuori l'aria alla massima velocità possibile, come anche dall'operatore che deve valutare l'impegno del soggetto e capire quale è il limite tra la sua volontà ed una eventuale patologia.

Il ritardo di volume al raggiungimento del PEF (1* in figura 2) è un robusto indicatore del ritardo temporale del PEF (DtPEF, osservabile nella curva flusso-tempo non raffigurata), che è correlato al volume estrapolato; consente quindi il controllo visivo della esplosività. Le linee guida ATS/ERS 2005 non prevedono il DtPEF tra i criteri di accettabilità; è raccomandabile, tuttavia, che questo sia indicato dallo strumento e rimanga al di sotto di 120 msec.

Figura 4 - Estrapolazione retrograda (ingrandimento parte iniziale della curva V/t, da Lange 2009). EV= volume estrapolato.



L'estrapolazione retrograda ha lo scopo di minimizzare l'imprecisione del FEV_1 causata da un'esitazione nella fase iniziale dell'espiazione, ma determina un aumento non reale del FEV_1 . Può essere visibile sul tracciato V/t, ma è opportuno che il valore esatto sia fornito dallo spirometro.

Il criterio viene rispettato quando il volume di estrapolazione retrograda è inferiore a 150 ml; se superiore, la prova è comunque accettabile se EV rimane al di sotto del 5% di FVC. Le figure 5 e 6 mostrano esempi di spirometrie con volume di estrapolazione retrograda (V_{ext}) rispettivamente accettabile e non accettabile.

Figura 5 - Esempio di estrapolazione retrograda accettabile

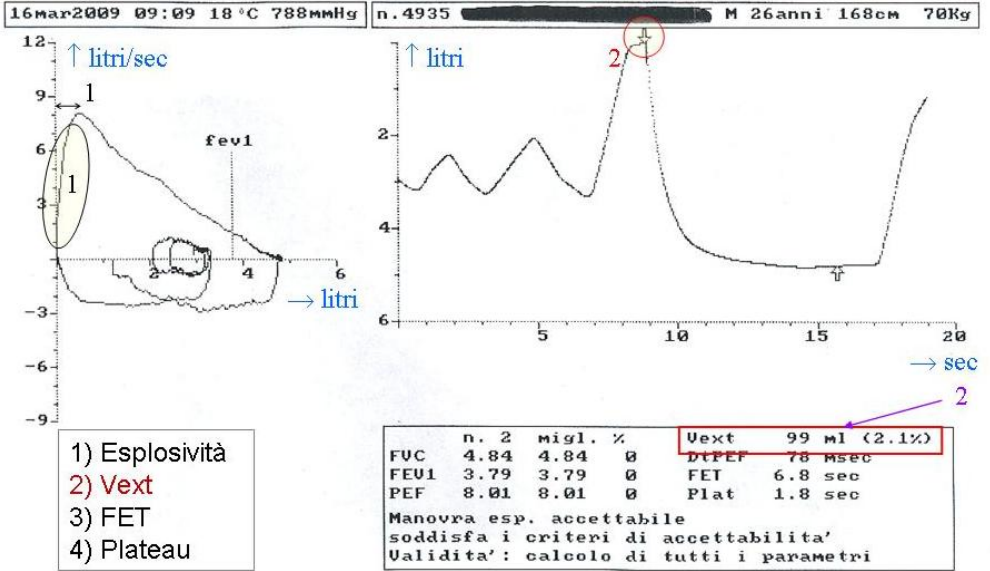
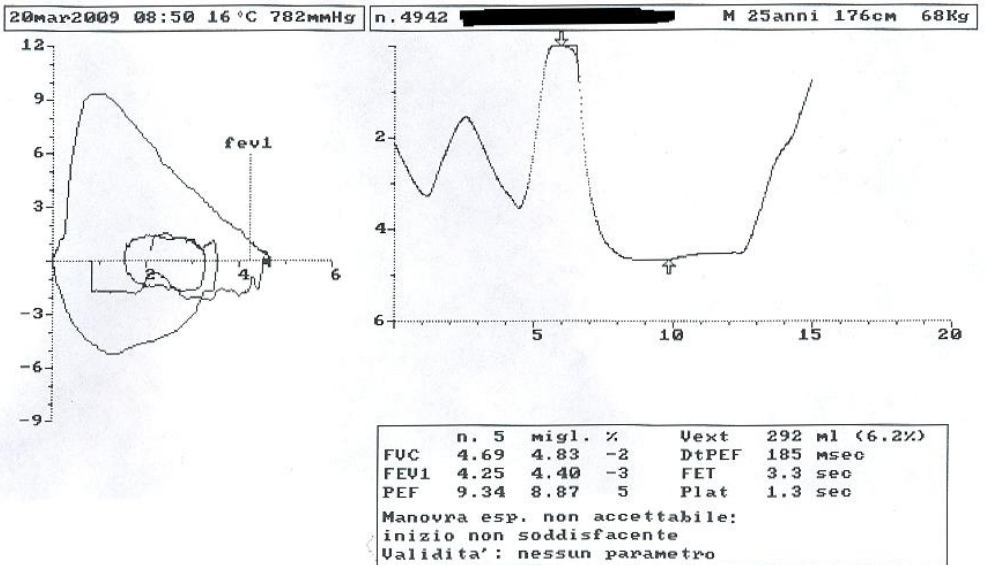


Figura 6 - Esempio di estrapolazione retrograda non accettabile



c) Durata dell'espirazione

Per ottenere un completo svuotamento dei polmoni, l'espirazione deve durare di norma non meno di 6 secondi. È importante che lo spirometro segnali la durata dell'espirazione forzata (*Forced expiratory time: FET*), sia graficamente nella curva volume-tempo che come valore esatto nella tabella dei risultati.

Se il soggetto è giovane, astenico o di corporatura minuta, tuttavia, l'espirazione completa può avvenire molto rapidamente. In questo caso si può accettare la prova, anche se la durata è inferiore a 6 secondi, qualora la curva V/t mostri un *plateau* ben evidente (v. punto successivo). Al contrario, un soggetto ostruito può necessitare di un tempo superiore (fino a 15-20 secondi) per completare l'espirazione.

Va sottolineato che i risultati di una espirazione terminata precocemente, pur non soddisfacendo i criteri di accettabilità per la FVC, non devono necessariamente essere eliminati, in quanto possono essere utilizzati per recuperare il miglior valore di FEV1.

Le figure 7 e 8 mostrano esempi di spirometrie con durata della prova rispettivamente accettabile e non accettabile.

Figura 7 - Esempio di durata accettabile

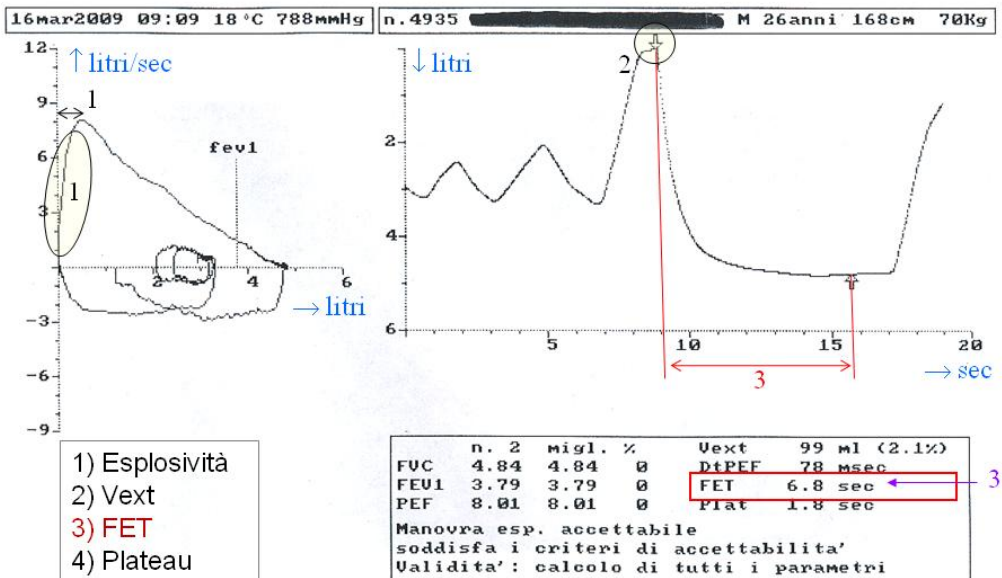
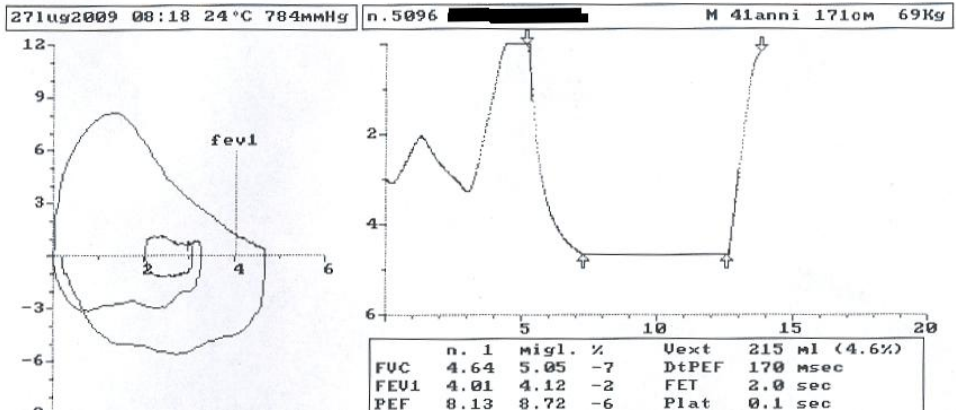


Figura 8 - Esempio di durata non accettabile



d) Plateau di fine espirazione

È importante che i soggetti siano incoraggiati dall'esaminatore a svuotare i polmoni fino al massimo possibile. La parte finale delle curve deve mostrare un andamento graduale, senza brusche variazioni o interruzioni. Lo svuotamento completo può essere verificato ricercando il *plateau* finale nella curva V/t, che viene raggiunto quando nella curva volume-tempo non si verifica una variazione di volume superiore a 0,025 L per la durata di almeno 1 secondo (figure 9 e 10).

Figura 9 - Esempio di *plateau* accettabile

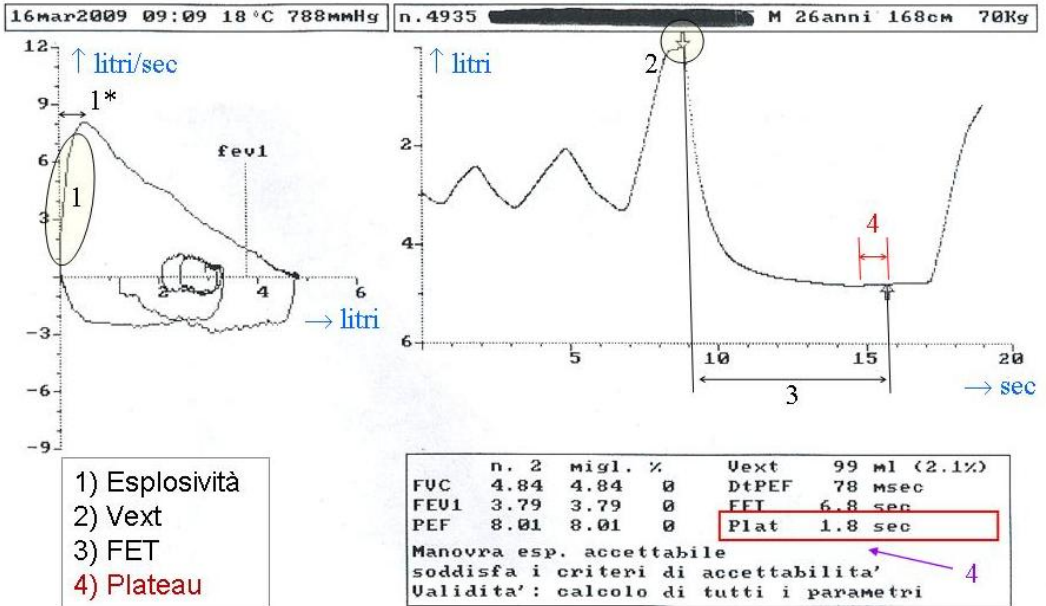
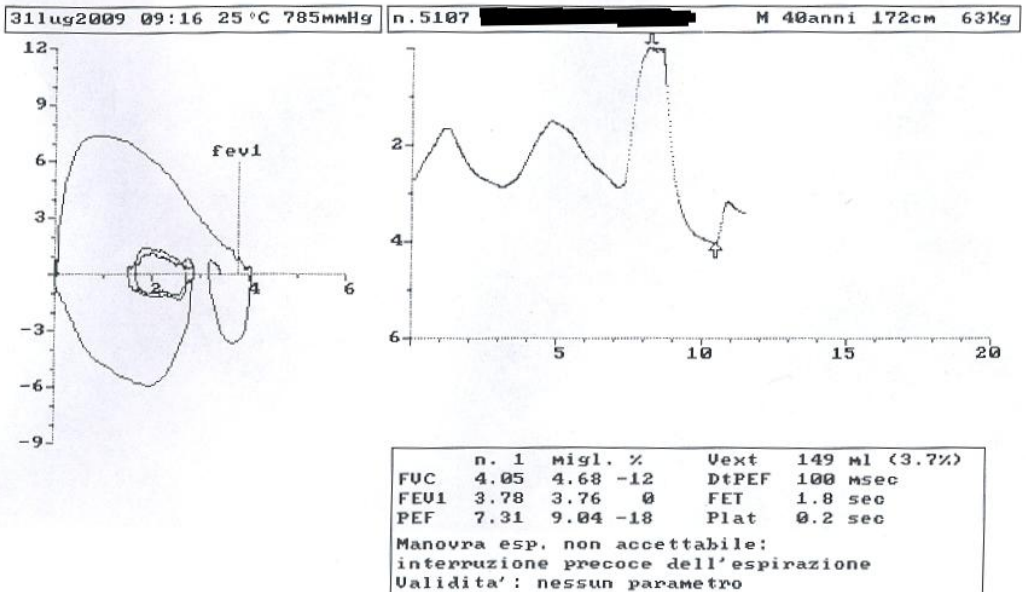


Figura 10 - Esempio di *plateau* assente



A questo punto sorge spontanea la domanda “FET > 6 sec e plateau di 1 sec sono alternativi o devono essere entrambi presenti?” In effetti nella tabella 5 di pag 325 delle linee guida ATS/ERS si usa or fra tempo >6 sec e plateau, ma a pagina 324 nel testo si usa and. Come specificato in un recente commento (Miller 2010), si tratta di un errore di stampa e la corretta interpretazione è l'uso di and; tuttavia, gli Autori stessi affermano che le curve che non presentano il plateau non devono essere scartate, poiché possono dare preziose informazioni cliniche. Il valore di FEV1 può tranquillamente essere preso da curve che non raggiungono il plateau, ma che hanno d'altra parte hanno un inizio esplosivo. Si conferma che nella pratica della sorveglianza sanitaria è opportuno utilizzare sempre il buon senso: se il soggetto è giovane/longilineo/basso verosimilmente la durata della espirazione sarà inferiore ai 6 secondi ed a maggior ragione sarà difficile soddisfare il richiesto plateau di 1 secondo.

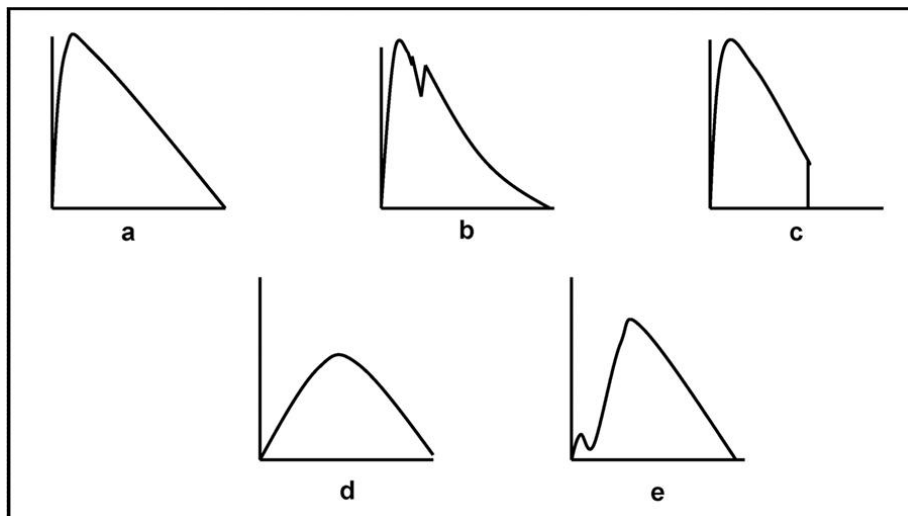
e) Assenza di artefatti nella curva F/V

Per l'accettabilità della manovra di FVC non devono verificarsi colpi di tosse nel primo secondo, che alterano il FEV1, o successivamente se, a giudizio dell'operatore, interferiscono con la misura di risultati accurati, non deve verificarsi la chiusura della glottide (manovra di Valsalva), né un'esitazione durante la manovra che causi l'interruzione del flusso espiratorio.

La prova non è accettabile anche nel caso si verificano perdite dal naso o dal boccaglio, come pure se questo viene ostruito dalla lingua o dai denti. Infine, non devono verificarsi inspirazioni aggiuntive durante la manovra di espirazione. Un errore frequente nelle spirometrie di screening è il mancato riempimento fino alla capacità polmonare totale, fatto che può erroneamente dar luogo a un “quadro restrittivo”.

La figura 11 mostra schematicamente la differenza tra una curva F/V accettabile (a) e altre non accettabili: tosse nel primo secondo (b), espirazione terminata prematuramente (c), sforzo submassimale (d) ed esitazione nella partenza (e).

Figura 11 – Esempi schematici di curve F/V accettabili e non (da Lange 2009)



Criteri di ripetibilità

Per un esame spirometrico adeguato sono richieste di norma 3 manovre di FVC accettabili.

Successivamente, è necessario verificarne la rispondenza ai criteri di ripetibilità, che si conferma quando la differenza fra i due migliori valori di FVC e quella tra i due migliori valori di FEV₁ sono ≤ 150 mL. Se questi criteri non sono soddisfatti in tre prove, occorre eseguirne altre, indicativamente fino a un massimo di otto, cioè fino a quando il soggetto non riesce più ad eseguire la manovra espiratoria per eccessivo affaticamento.

Nella spirometria di screening la mancata ripetibilità è spesso causata da una inspirazione non massimale. Inoltre, negli spirometri con misurazione primaria del flusso una ripetibilità molto bassa può essere indice di contaminazione o blocco dei sensori (da parte di vapore condensato, muco o dita).

La mancata ripetibilità deve essere utilizzata solo per stabilire se sono necessarie più di tre manovre accettabili, ma non deve determinare di per sé l'esclusione dei dati relativi a quei soggetti. Nel caso, si raccomanda di

annotare nel referto la mancata ripetibilità. L'applicazione rigida dei criteri di ripetibilità porterebbe, infatti, alla selettiva esclusione di individui affetti da malattie polmonari, auspicabile in sede di elaborazione di teorici di riferimento, ma possibile sorgente di errore in studi epidemiologici sugli effetti di un agente ambientale sul polmone. Per tale motivo, nel corso della sorveglianza sanitaria in azienda, sarebbe opportuno valutare i tracciati con un metodo standardizzato come quello riportato in tabella 1, ripreso dallo studio PLATINO, elaborando i dati dei soggetti con punteggio >2 ed approfondendo le motivazioni che hanno portato a valori inferiori.

Tabella 1 - Punteggio per il controllo di qualità della spirometria

Grado	Criteri rispettati	Punti
A	3 manovre accettabili / 2 FEV ₁ e FVC entro 150 ml (ATS/ERS 2005)	5
B	3 manovre accettabili / 2 FEV ₁ e FVC entro 200 ml (ATS 1994)	4
C	2 o 3 manovre accettabili con ripetibilità entro 200-250 ml	3
D	2 o 3 manovre accettabili senza ripetibilità entro 250 ml	2
E	1 manovra accettabile	1
F	nessuna manovra accettabile	0

Bibliografia essenziale

Eisen EA, Robins JA, Greaves IA, Wegman DH. Selection effects of repeatability criteria applied to lung spirometry. *Am J Epidemiol* 1984; 120: 734-742

Lange NE, Mulholland M, Kreider ME. Spirometry. Don't Blow it! *Chest* 2009; 136: 608-614

Maestrelli P *et al.* Linee Guida SIMLII per la sorveglianza sanitaria di lavoratori esposti ad irritanti e tossici per l'apparato respiratorio. Fondazione Maugeri - SIMLII 2010.

Miller ML, Hankinson J, Brusasco V *et al.* Standardisation of lung function testing: the authors' replies to readers' comments. *Eur Resp. J* 2010; 36: 1496-1498

Perez-Padilla R, Vazquez-Garcia JC, Marquez MN, Menezes AMB on behalf of the PLATINO Group. Spirometry Quality-Control Strategies in a Multinational Study of the Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Respir Care* 2008; 53: 1019-1026

Analisi dei tracciati spirometrici

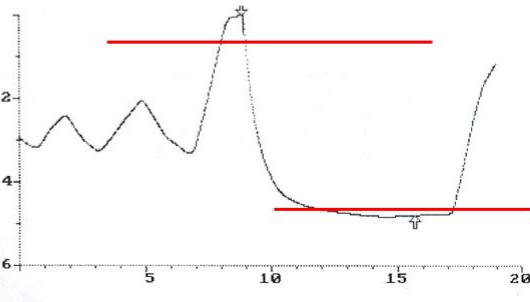
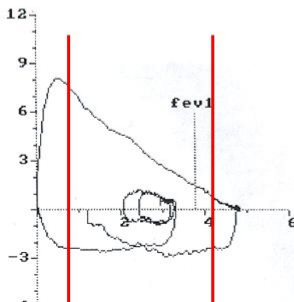
ovvero

come fare una indigestione di grafici

Come è noto “Gallia est omnis divisa in partes tres”



ed anche la spirometria è nel complesso divisa in tre parti:



Analisi dei tracciati spirometrici

1) Parte iniziale

- perdita aria in posizione di apnea
- partenza lenta
 - estrapolazione retrograda (<5% CVF, comunque 150 mL valore assoluto)
 - gli spirometri la segnalano?

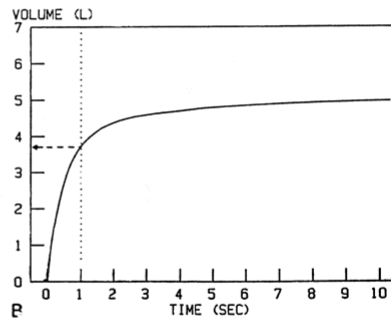
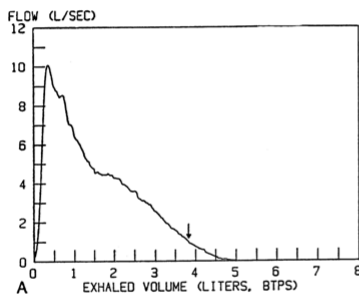
2) Parte centrale

- interruzione temporanea dell'espirazione
- espirazione lenta e discontinua
 - non recuperabile

3) Parte finale

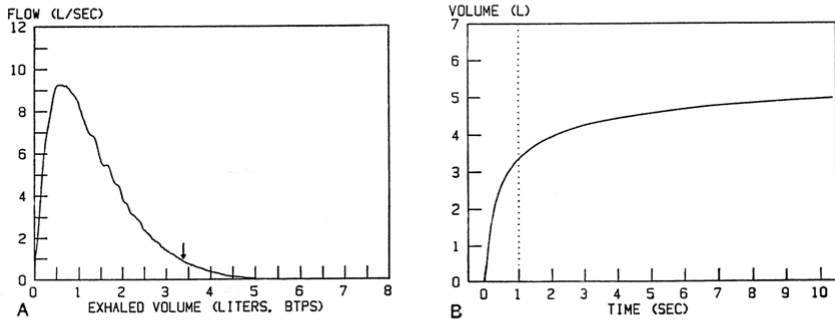
- interruzione brusca dell'espirazione
 - non recuperabile

Spirometria 1



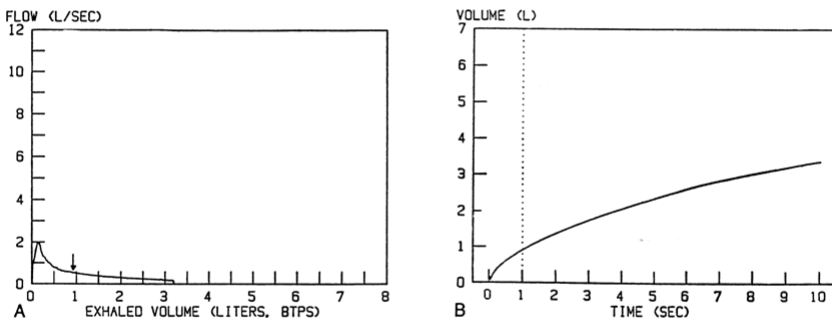
Spirometria accettabile.

Spirometria 2



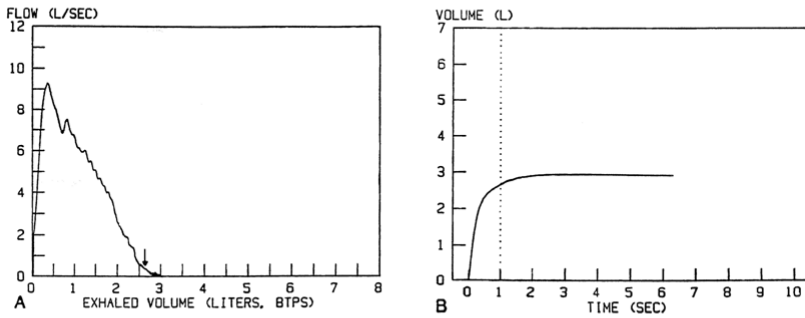
Spirometria accettabile (anche se non completata in 10 sec).

Spirometria 3



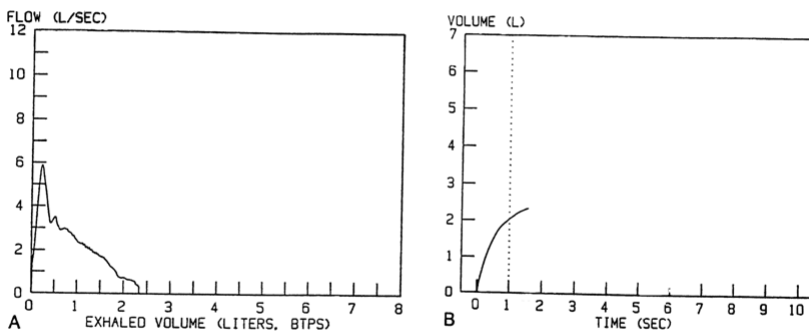
“Ostruttivo” classico (a 10 sec deve completare espirazione).
Spirometria accettabile (notare la “coda di topo”).

Spirometria 4



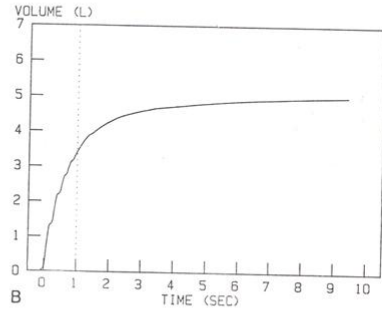
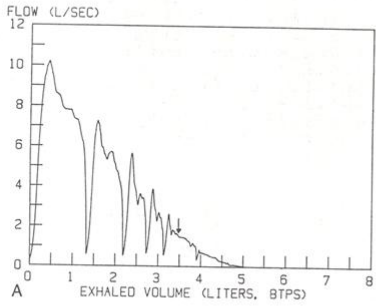
"Restrittivo" classico. Spirometria accettabile.

Spirometria 5



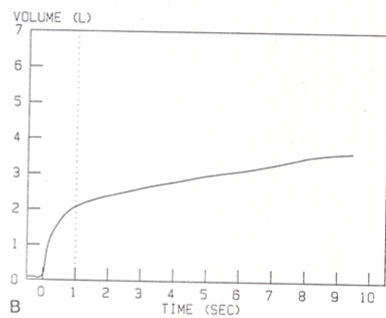
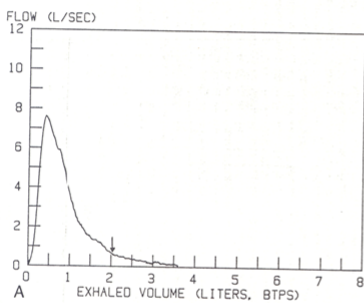
Spirometria troncata. Si può accettare il FEV1 in presenza di altri tracciati accettabili.

Spirometria 6



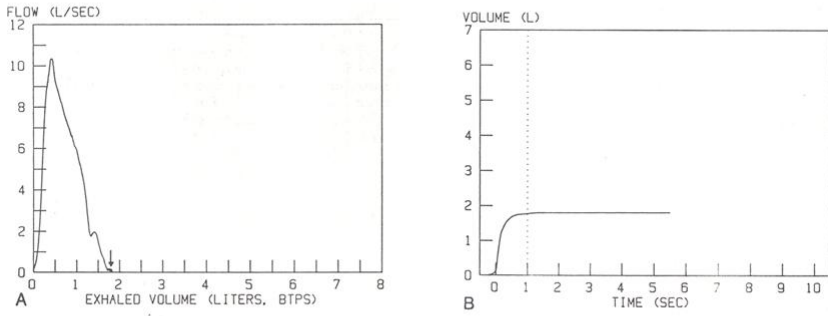
Tosse. Si può accettare l'FVC.

Spirometria 7



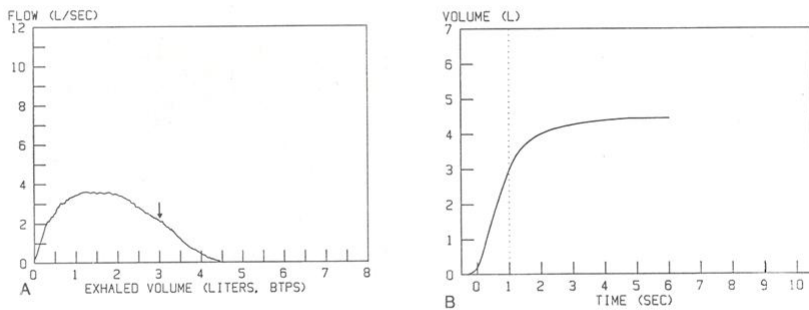
Brutto inizio e c'è qualcosa alla fine.
Si può accettare l'FVC.

Spirometria 8



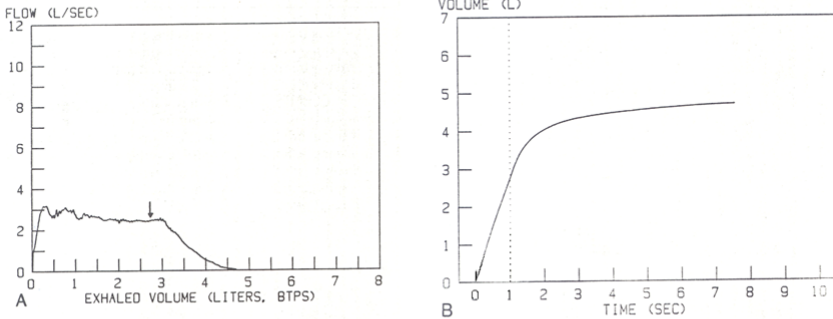
Grave restrizione. Spirometria accettabile.

Spirometria 9



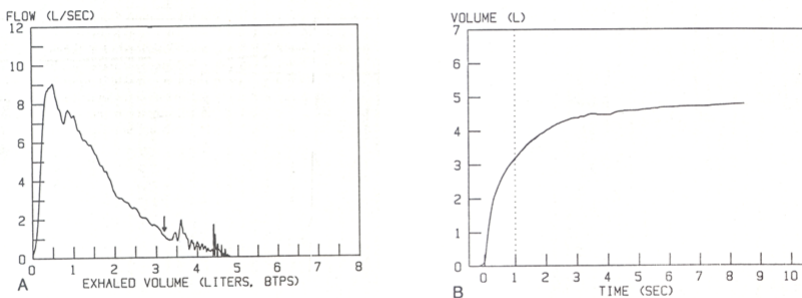
Sforzo submassimale. Spirometria non accettabile.

Spirometria 10



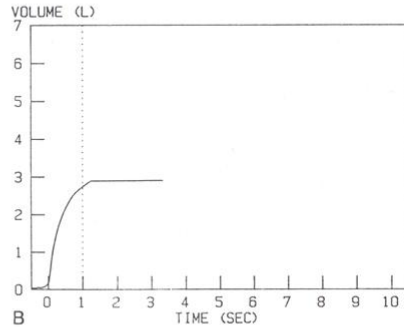
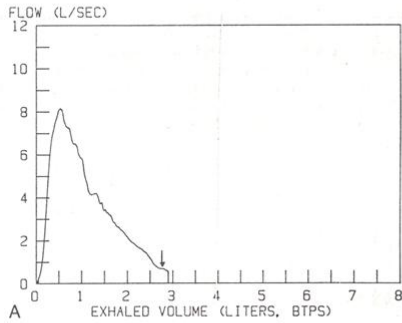
Spirometria non accettabile, ma utile (plateau).
Ostruzione estratoracica fissa (adenoidi enormi, paralisi di corda vocale, stenosi tracheale da intubazione recente, tumore della trachea).

Spirometria 11



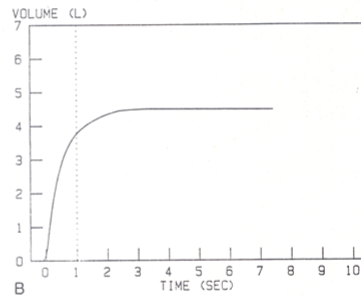
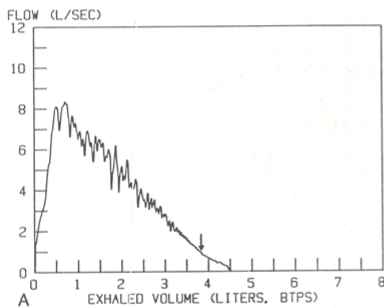
Tosse dopo il primo secondo. Accettabili FVC e FEV₁, ma non i flussi a bassi volumi polmonari.

Spirometria 12



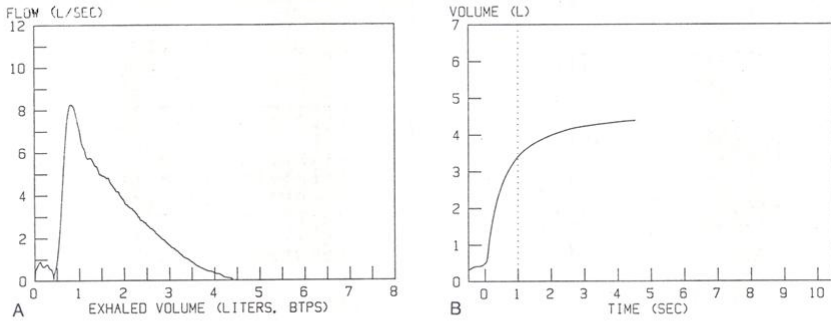
Incertezza all'inizio, brusca interruzione.
Spirometria non accettabile.

Spirometria 13



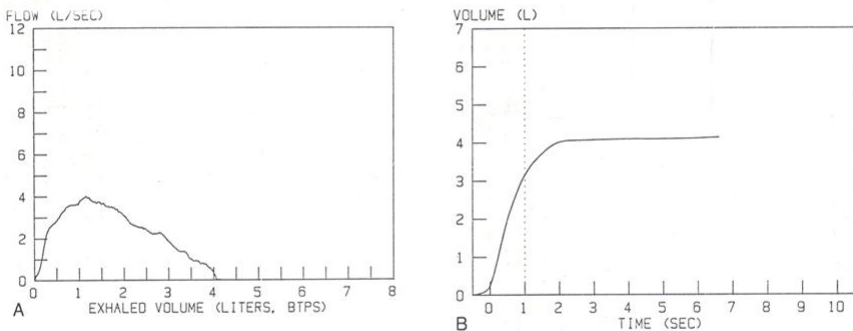
Spirometria accettabile per FVC e FEV1. Le ondulazioni possono essere dovute a vibrazioni delle corde vocali, morbo di Parkinson, morbo di Picwick (grasso in laringe e trachea)

Spirometria 14



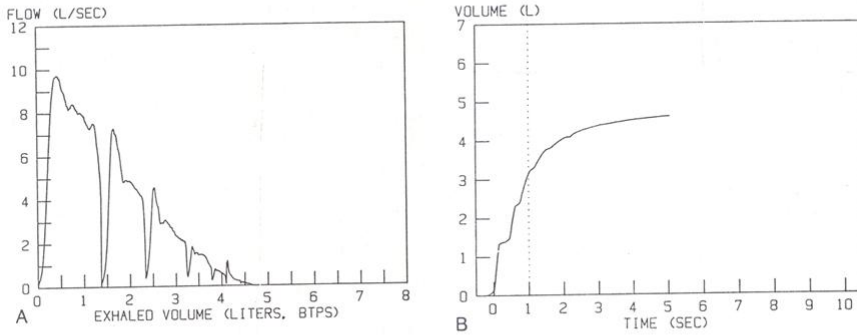
Spirometria non accettabile. Sono 2 espirazioni consecutive (il flusso cade a 0). Non applicabile l'estrapolazione retrograda.

Spirometria 15



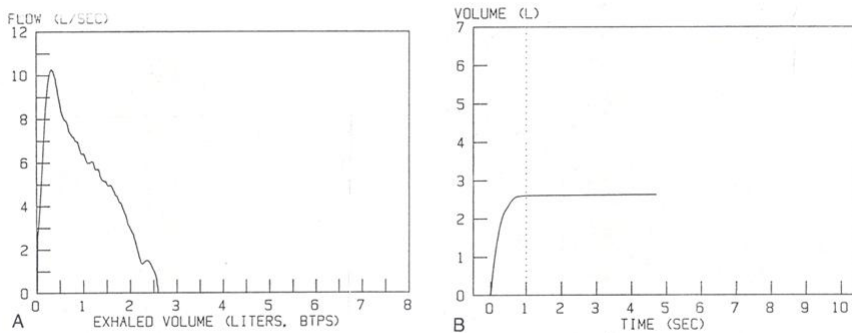
Spirometria non accettabile. [Potrebbe essere accettato in donne che mostrano alta riproducibilità]

Spirometria 16



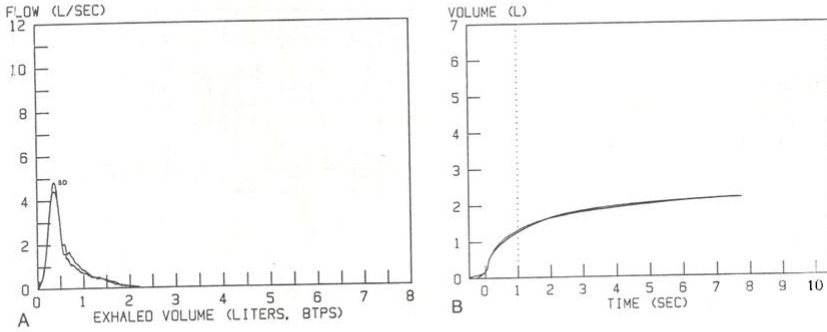
Tosse. Spirometria non accettabile.

Spirometria 17



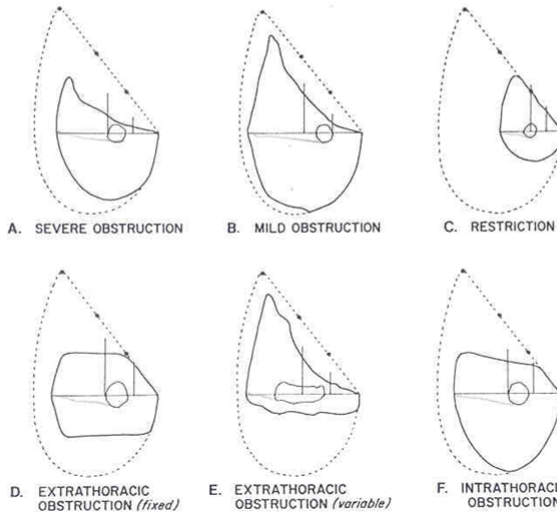
Lo sforzo è terminato prima di 1 sec. Può essere accettato in soggetti molto giovani con alta riproducibilità.

Spirometria 18

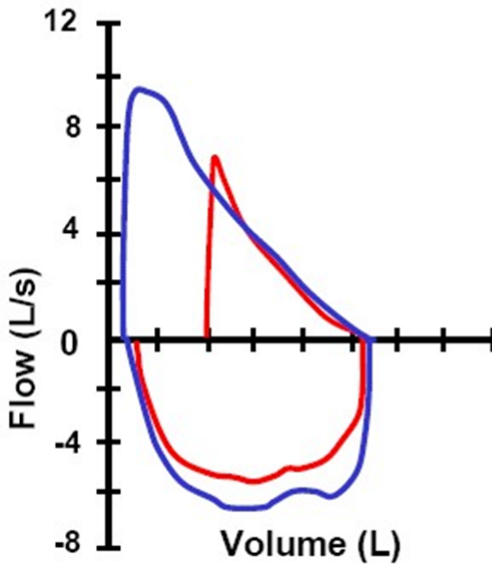


Spirometrie accettabili. Sono 2 spirometrie sovrapposte !
Grave ostruzione prima e dopo broncodilatatore.

... e non dimentichiamo l'inspirazione



IMPORTANZA DELLA PARTE INSPIRATORIA



Le 2 prove sono dello stesso soggetto, ma la rossa mostra valori patologici, mentre la blu ha indici normali. Solo effettuando il controllo della parte inspiratoria si nota il mancato riempimento, che si può ripetere più volte.

Una riflessione importante

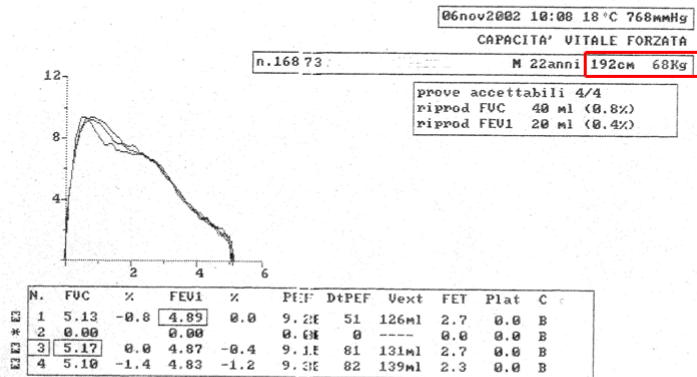
L'errore strumentale è inferiore a quello umano !!!

"Cosa non ho controllato?"

"Cosa c'era di diverso oggi?"

"Ho sbagliato qualcosa?"

Non tutto è da buttare ...!



I VALORI TEORICI DI RIFERIMENTO

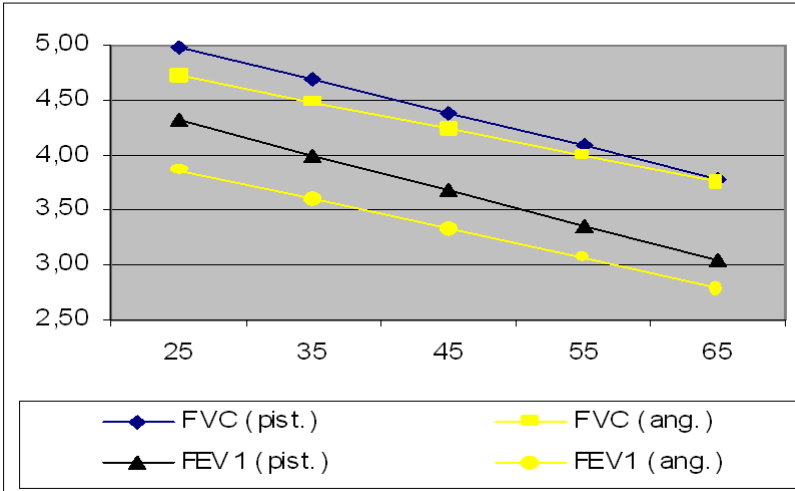
**ovvero
come costruire qualcosa
di (abbastanza) semplice
facendolo apparire incomprensibile**

I VALORI TEORICI DI RIFERIMENTO

- definizione di soggetto "normale"
(es. Morris 1971)
- criteri di selezione della popolazione
 - metodologici
IVC - FVC / spirometro - pneumotacografo
 - epidemiologici
pop.gen. / lavoratori / atleti
 - statistici
ERS 1983
- determinazione del range di normalità
scarto percentuale / 95° percentile
- utilizzazione
studi trasversali / studi longitudinali

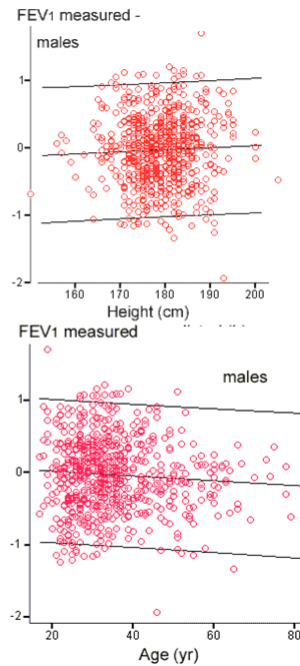
Importanza dell'apparecchio nella determinazione dei valori teorici di riferimento

Una stessa popolazione studiata con due apparecchi differenti: non solo valori, ma anche pendenze diverse



I valori di riferimento scaturiscono da osservazioni in serie da cui si ricava una retta di regressione

La retta è del tipo $indice = k + b*h - c*a$ dove h = altezza ed a = età (anni)



Il significato del valore teorico (1)

Valore medio per una ben definita età ed altezza (ovviamente secondo il sesso).

Secondo la distribuzione gaussiana i limiti fra $+ e - 2ds$ dalla media contengono il 95% della popolazione.

I valori osservati entro le 2 ds dei valori di riferimento ci dicono solo che il soggetto appartiene alla popolazione nella quale sono stati misurati i teorici.

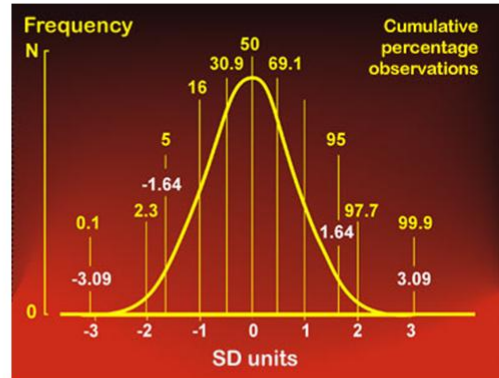
Il significato del valore teorico (2)

I soggetti con valori funzionali inferiori alla media - 2ds possono solo essere considerati "non normali", cioè "apparentemente" non facenti parte della popolazione misurata precedentemente.

La decisione di classificare un soggetto come "malato" deve essere presa su informazioni che la spirometria non fornisce.

Espressione del risultato (1)

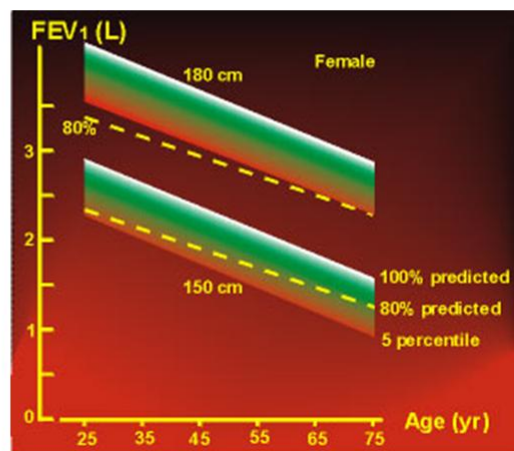
Matematicamente sarebbe corretto utilizzare lo scarto dal 5° percentile (limite inferiore di confidenza).



www.spirxpert.com

Espressione del risultato (2)

Comunemente si usa lo scarto percentuale dal teorico anche se non sarebbe del tutto corretto per i valori estremi.



www.spirxpert.com

Il 120% e l'80% del valore teorico di riferimento sono *approssimativamente* uguali a $\text{media} \pm 1.645 \text{ RSD}$ (che è ds/media cioè la Deviazione Standard Residua).

Il % del teorico *quantifica* la anormalità, ma non dà la *probabilità* che il risultato sia normale, i residui standardizzati esprimono la quantità e la probabilità ed hanno validità scientifica.

.....

Il % del teorico è ancora un numero utile in quanto ha una intuitiva sensazione di quantificazione.

Hughes JMB

Interpreting pulmonary function tests

Breathe 2009; 6: 102-110

Scelta dei valori teorici di riferimento

ovvero

non esiste il valore teorico di eccellenza
valido per tutte le stagioni



www.spirxpert.com

La scelta del teorico da utilizzare

è conseguente al fine della spirometria:

- uso clinico
- uso preventivo
- uso epidemiologico
- studio longitudinale

La scelta dei valori di riferimento

La scelta dei valori di riferimento per la funzionalità polmonare, la scelta dei limiti inferiori della normalità o l'intervallo di confidenza e lo schema interpretativo delle alterazioni sono tutte cose altrettanto importanti come l'accuratezza e la precisione della misura originale. Sfortunatamente l'attenzione ai valori di riferimento è spesso minima o addirittura trascurata. In uno studio negli Stati Uniti effettuato oltre 15 anni fa, alcuni laboratori di fisiopatologia respiratoria ammettevano imperturbabili che non conoscevano quale valore di riferimento fosse usato, probabilmente perché usavano quelli inseriti di *default* nell'apparecchio e non potevano scegliere o non consideravano importante la scelta. Al contrario, i valori di riferimento sono selezionati per influenzare l'interpretazione e la loro scelta non è indifferente anche per la eventuale conseguente decisione di ulteriori indagini di approfondimento spesso radiologiche o invasive.

Possiamo schematicamente puntare l'attenzione della scelta dei teorici di riferimento in 4 categorie:

- per i lavoratori in generale,
 - per i lavoratori giovani,
- e, in conseguenza di mutamenti demografici determinati dall'allungamento della vita media e dall'aumento dell'immigrazione,
- per i lavoratori di altra nazionalità,
 - per gli ex-lavoratori, esposti in passato a cancerogeni.

I valori teorici di riferimento per i lavoratori in generale

Come affermato nelle Linee Guida ATS/ERS del 2005, mentre negli USA sono attualmente disponibili equazioni di riferimento per l'età 8-80 anni validate anche per sottogruppi etnici, per l'Europa non è raccomandato alcun set di equazioni. Per questo motivo l'ERS ha convocato, nell'occasione del Congresso Annuale 2010 di Barcellona, un meeting congiunto con l'American Thoracic Society (ATS), l'Asian Pacific Society of Respiriology (APSR) e l'Australian and New Zealand Society of Respiratory Science (ANZSRS) e tutti gli interessati con lo scopo di sviluppare adeguate equazioni di riferimento applicabili globalmente "a tutte le età". E' tuttavia da tenere presente, da una parte, che sarà necessario un tempo abbastanza lungo per arrivare ad un qualche

risultato con le opportune validazioni sul campo e, dall'altra, che non esistono dei valori di riferimento validi “per tutte le stagioni” e quindi la scelta dell'equazione teorica è condizionata non solo dalla “bontà” dell'indagine statistica, ma anche dal contesto e dalla finalità della spirometria, cioè clinico, epidemiologico, medico-legale, preventivo; di conseguenza in Medicina del Lavoro non si può non tenere conto dell'*healthy worker effect* quando si voglia mettere in evidenza una alterazione precoce e non dovrebbero essere utilizzate formule che forniscono valori sottostimati, in particolare di VC in quanto il rapporto $FEV_1/VC\%$ è il primo indice da valutare nella strategia di interpretazione.

Da segnalare a questo proposito che i valori di riferimento ERS 1993 (o CECA 1983), usati in Italia da molti medici competenti e anche da laboratori di fisiopatologia respiratoria, come riportato in una pubblicazione dell'European Community Respiratory Health Survey, provocano una significativa sottostima dei risultati spirometrici con il rischio di considerare “normali” soggetti che normali non sono (17).

Tab. 1 - Confronto dello scarto percentuale dal teorico in un gruppo di 100 lavoratori alla prima spirometria di uno studio longitudinale in relazione ai valori teorici di riferimento proposti da CECA 1971, ERS 1993, Paoletti 1986 e Pistelli 2000. La significatività è espressa rispetto alla percentuale del valore teorico CECA 1971

	Oss.	% CECA	% ERS	% Paoletti	% Pistelli
VC litri	5.07±0.75	98.6±10.4	103.6±10.3 p<0.001	96.6±9.9 n.s.	98.2±10.8 n.s.
FEV₁ litri	4.35±0.69	108.1±12.0	110.6±11.6 n.s.	109.8±11.8 n.s.	110.6±11.6 n.s.

In Tabella 1 sono posti a confronto i valori teorici ERS 1993 con valori di equazioni di riferimento ricavate da studi italiani (12, 15) e con i teorici CECA 1971 (a cui i lavoratori italiani hanno dato un notevole contributo numerico non solo per la parte di studio in Italia, ma anche per gli emigrati in Francia, Belgio e Germania) da cui si conferma la sottostima della capacità vitale da parte dei teorici ERS 1993, per cui ne dovrebbe

essere abbandonato l'uso in occasione della sorveglianza sanitaria in azienda.

I valori teorici di riferimento per i lavoratori giovani

Il problema della individuazione di corretti valori di riferimento nei giovani di 20-30 anni è complicato dal fatto che non è possibile identificare un preciso andamento in questa fascia di età (è noto infatti che in media la massima crescita degli indici funzionali si ha intorno ai 20 anni, con possibili differenze secondo il sesso e l'etnia, seguita da un *plateau* grossolanamente corrispondente alla fascia di età di 25-35 anni, dopo il quale comincia il decremento) e che in questi soggetti è più evidente l'*effetto coorte* in quanto le abitudini di vita (alimentazione, sedentarietà, etc.) hanno avuto notevoli cambiamenti a partire dagli anni '80. A ciò vanno aggiunti i differenti criteri con cui sono matematicamente sviluppati i valori di riferimento: nei teorici CECA 1971 il decremento parte dai 18 anni, per i teorici ERS 1993 dai 18 ai 25 anni il valore degli indici funzionali è influenzato solo dall'altezza, ma non dall'età, mentre le equazioni proposte da Pistelli e coll. 2000 (15) sono sviluppate con un modello matematico continuo dall'infanzia all'età avanzata che tiene conto dei fisiologici punti di flesso fra sviluppo, *plateau* e decadimento della funzionalità polmonare e non con un modello di regressione lineare.

Uno studio di verifica della validità di tali equazioni di riferimento utilizzate in Italia per i soggetti dai 18 ai 25 anni (7) ha mostrato che tutte le equazioni studiate mostravano differenze statisticamente significative per uno o più indici, anche se i valori osservati erano tutti vicini al 100% dei valori predetti.

Poiché nessuna equazione di riferimento è apparsa più adeguata di altre nella fascia di età 18-25 anni ne consegue che i valori di riferimento provenienti dalle equazioni comunemente utilizzate possono essere adoperati anche per i lavoratori di questa fascia di età, ma deve essere posta ovviamente molta cautela nella interpretazione e refertazione della spirometria.

I valori teorici di riferimento per lavoratori stranieri

Il problema di valide equazioni di riferimento per popolazioni immigrate è divenuto ormai di fondamentale importanza in quanto lavoratori stranieri sono sempre più presenti nelle lavorazioni per cui si effettua la sorveglianza sanitaria. Dai dati dei censimenti ISTAT i cittadini

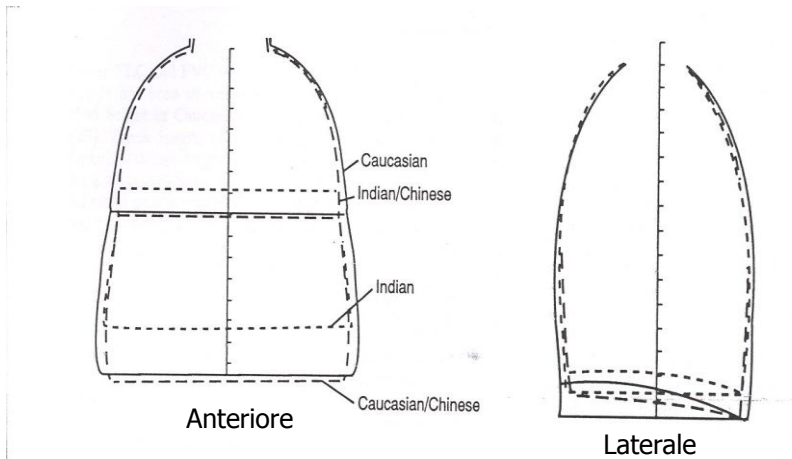
stranieri in Italia sono passati dai 356.159 del 1991 ad 1.334.889 del 2001 e a 3.432.651 del 2008 e di questi la maggior parte è immigrata per motivi di lavoro. I provenienti dalla Romania, Albania, Marocco, Cina e Ucraina rappresentano circa la metà di tutti gli stranieri, cioè il 49% ed è a queste etnie che verrà fatto principale riferimento.

Il primo problema da affrontare è quello di fare una distinzione fra immigrati europei e non europei. In effetti per gli albanesi ed i rumeni, che sono il maggior numero di lavoratori immigrati, uno studio su oltre 400 soggetti (8) ha messo in evidenza che la utilizzazione dei valori teorici di riferimento messi a punto dalla CECA nel 1971 è ben adeguata, anche se qualche altra equazione sembra essere più precisa. Molta cautela ed attenzione deve essere invece posta per i soggetti provenienti da nazioni geograficamente più lontane dall'Italia, come i cittadini ucraini o moldavi, anche se è da tenere in considerazione che l'immigrazione dall'Ucraina e dalla Moldavia è prevalentemente di sesso femminile legata principalmente ad una attività (“badante”) che non richiede certo la sorveglianza sanitaria. Per questi lavoratori si possono utilizzare i valori teorici di riferimento per i lavoratori italiani, limitandosi cautelativamente ad aggiungere la dizione “teorici non appropriati” in quanto non esistono al momento validazioni dei nostri teorici per quelle popolazioni.

Molti maggiori problemi si incontrano quando si voglia esaminare i dati relativi ad altre popolazioni non europee. La questione è stata indagata da oltre 150 anni, infatti, dopo che nel 1844 aveva elaborato i primi valori teorici di CV in Inghilterra, John Hutchinson si trasferì per motivi personali alle Isole Fiji (dove morì nel 1860) forse anche per studiare la funzionalità polmonare dei polinesiani intuendo che fosse differente e la conferma è avvenuta circa 130 anni dopo. Meno di 50 anni dopo, nel 1890, con l'intento di dimostrare che i suoi compatrioti non erano una “razza inferiore”, uno studioso messicano Daniel Vergara Lopez Escobar (18) mise in evidenza da una parte che il valore di “capacità vitale è direttamente proporzionale all'altitudine ed inversamente proporzionale alla pressione atmosferica” e dall'altra che la minore pressione di ossigeno presente sull'altopiano messicano veniva compensata dalla policitemia.

Le moderne evidenze biologiche supportano la nozione che l'uomo deve essere visto come monotipico, non potendo essere diviso in razze o sottospecie, anche se non bisogna trascurare le differenze etniche tra le popolazioni e, relativamente a queste, i caucasici sembrano avere più alte masse di grasso libero, più alte pressioni inspiratorie ed espiratorie ed una più ampia gabbia toracica di cinesi ed indiani, che condiziona un più

elevato numero di alveoli, mentre caucasici e cinesi hanno il torace più lungo degli indiani; le differenze fra le etnie riguardano principalmente CV e FEV₁, mentre le differenze di VR sembrano molto piccole. Nei bambini le differenze delle dimensioni del torace viceversa sono state considerate insignificanti per spiegare la differente funzionalità fra etnie ed ancora si discute. Resta il fatto che valori teorici di riferimento ricavati da popolazioni caucasiche viventi in Europa ed America non possono essere utilizzate per valutare popolazioni di altre etnie come i cinesi, gli indiani o gli africani.



Donnelly e coll.

What factors explain racial differences in lung volumes?

Eur Respir J 1991; 4: 829-838

Relativamente all' Africa è da segnalare che esistono oltre 35 equazioni per varie popolazioni, pubblicate su riviste di non facile reperimento e comunque proposte prevalentemente per centro-africani. Esistono invece numerosi studi per i sud-africani fra i quali merita di essere ricordato uno studio che ricavava equazioni di riferimento sia per bianchi che per neri che risultavano diverse per la stessa etnia a seconda dell'apparecchio utilizzato (spirometro a pistone e spirometro angolare) che sottolinea l'importanza di porre l'attenzione non solo alla etnia da cui sono ricavate le equazioni, ma anche all'apparecchio mediante il quale sono state ricavate. Sfortunatamente non esistono valori di riferimento polmonari per la popolazione marocchina che rappresenta il maggior numero di immigrati africani, ma tenuto conto che per le etnie arabe nord-africane sono stati validati i valori di riferimento di Knudson e coll. 1983 possono essere utilizzate queste equazioni per la etnia araba che si sono

mostrati adeguati anche per gli immigrati dal Marocco (10), mentre per quella nera può essere fatto riferimento ai valori proposti per i senegalesi o i nigeriani, vista la “vicinanza geografica”, e che sono gli unici facilmente accessibili.

Per quanto riguarda le etnie asiatiche sono reperibili equazioni per i filippini, pakistani indiani e cinesi, mentre niente è reperibile per i cingalesi (Sri Lanka), ma potrebbero essere usate le equazioni derivate dagli indiani del sud.

I valori teorici di riferimento per soggetti anziani

La maggior parte delle equazioni di riferimento per i valori spirometrici si fermano a 65 anni, anche se i teorici ERS 83 arrivano fino a 70 anni ed i teorici CECA 71 arrivano fino ad 80 anni. E' noto che estrapolare i teorici di riferimento da rette costruite dall'esame di soggetti più giovani non appare corretto, se non nel caso di un anno o due, di conseguenza, quando si pone in atto un programma di assistenza sanitaria ad ex-esposti ad amianto è necessario prevedere di venire in contatto con soggetti di età molto avanzata e si pone quindi il problema, di non secondaria importanza, di quale valore teorico di riferimento utilizzare per valutarne la funzionalità polmonare.

In realtà costruire teorici per l'età avanzata non è sempre facile in quanto la spirometria è un esame semplice, ma non completamente passivo da parte del soggetto, come l'ECG o le indagini radiologiche, dato che è necessaria una rapida sequenza di tre manovre di tipo atletico (una profonda inspirazione massimale, uno svuotamento esplosivo ed una prolungata espirazione al di sotto del normale livello di respirazione), insolite per l'anziano, che fanno sì che sforzi submassimali condizionino notevolmente il risultato e portino a errate classificazioni anche molto significative.

Particolarmente importanti, a questo proposito, risultano essere le modificazioni della composizione del corpo che si verificano fisiologicamente nell'età avanzata anche in assenza di patologia come malattie cardiovascolari o diabete. Da tempo è infatti noto che l'obesità riduce la funzionalità polmonare, ma più recentemente è stato visto che altri indici, meno grossolani del Body Mass Index – BMI (kg/m^2), come la massa grassa, la percentuale di grassi nel corpo, la circonferenza addominale e il rapporto addome/fianchi sono inversamente correlati con la funzionalità polmonare, mentre la massa libera di grassi, che riflette un aumento delle masse muscolari, è positivamente associato al FEV₁ ed al rapporto di Tiffeneau.

Oltre all'assenza di obesità o alla malnutrizione, numerosi altri fattori, prima fra tutti l'esperienza dello spirometrista, risultano condizionanti il successo di una buona spirometria nell'anziano: essere di sesso femminile, avere una migliore educazione, migliori funzioni cognitive, buona resistenza, assenza di depressione. Ciò nonostante, se un soggetto giovane è in grado di effettuare facilmente le 3 manovre di FVC accettabili e riproducibili, nell'anziano sono necessarie in media 5 manovre, e talvolta anche 8, per ottenere lo stesso risultato con un raddoppio della durata del test fino a 20-30 minuti (13).

Tenendo conto di quanto sopra ed escludendo un discreto numero di soggetti in base alle condizioni sia fisiche che mentali (somministrazione di numerosi questionari) proprio in Italia nel corso dello studio S.A.R.A. (SAlute Respiratoria nell'Anziano) sono stati registrati i dati di quasi 1000 soggetti sani di età compresa fra i 65 ed i 100 anni da cui, escludendo i fumatori e gli ex-fumatori con indice di *pack/years* >5, sono stati elaborati i valori teorici di riferimento in 429 soggetti di età 65-85 anni.

Nell'ambito della iniziativa di assistenza messa in atto nei primi anni 2000 per gli ex-esposti ad amianto nel territorio della USL 3 di Pistoia sono giunti alla nostra osservazione ex lavoratori di età fra i 55 ed i 90 anni ed abbiamo avuto la necessità di verificare l'adeguatezza di tali valori di riferimento. A tale scopo sono stati utilizzati i dati funzionali di 90 soggetti di età compresa fra 70 ed 80 anni è stato analizzata la corrispondenza fra i valori teorici di riferimento CECA 71 ed i valori di riferimento S.A.R.A verificandone l'affidabilità e la sovrapponibilità. A puro titolo di curiosità pare opportuno segnalare che 2 soggetti di 87 e 89 anni (scartati dalla elaborazione finale), ambedue fumatori, mostravano valori ventilatori perfettamente sovrapponibili agli ipotetici valori teorici estrapolati dalle rette di regressione.

Restando in ambito di pregressa esposizione ad amianto c'è da dire che sarebbe utile disporre di altrettanto validi valori teorici di riferimento per la capacità di diffusione polmonare per il CO (DLco), ma per soggetti oltre 70 anni sono disponibili solo i valori teorici di Roberts e coll. 1991 elaborati in Gran Bretagna con soggetti fino a 86 anni (dove gli ultrasessantenni sono solo 7 uomini ed 11 donne) e di Aguilaniu e coll. 2008 elaborati in Francia con soggetti fino a 94 anni (dove gli ultrasessantenni sono 18 uomini e 32 donne). Risulta ovvio che tali equazioni richiedono ancora una validazione su un maggior numero di persone.

Conclusioni

In conclusione, molta cautela deve essere osservata nell'utilizzare qualsivoglia equazione di riferimento per valutare volumi osservati in lavoratori immigrati senza una preventiva verifica della bontà stessa di tali equazioni provenienti da studi lontani nello spazio e talora anche nel tempo. Le equazioni riportate in appendice, se da una parte rappresentano il superamento di qualsiasi equazione di riferimento derivata da etnia caucasica, non è detto che siano le più precise, in quanto sono solo quelle reperite in letteratura, ma ne esistono tante altre non reperite.

Del resto né equazioni di riferimento ricavate da studi nazionali, né basate sulla appartenenza ad uno stesso gruppo etnico sono in grado di garantire di per sé una precisa valutazione dello stato di salute polmonare .

In tabella 2 e 3 sono riportate alcune equazioni di riferimento citate, relativamente ai principali volumi polmonari ed in qualche caso per il FEF_{25-75} (sono stati omessi, quando disponibili, i flussi istantanei massimi a bassi volumi polmonari in quanto per la loro eccessiva variabilità inter- ed intraindividuale sono scarsamente utilizzabili per operazioni di questo tipo).

Tabella 2 – Valori teorici di riferimento per la funzionalità polmonare di lavoratori immigrati in relazione all’etnia ed al sesso (S = spirometro a campana, V = Vitalograph, P = pneumotacografo, ? = apparecchio non specificato)

AFRICA		
ARABI nordafricani (ALGERIA, EGITTO, LIBIA, MAROCCO, TUNISIA, etc) M > 25 anni – F > 20 anni - Knudson 1983		
P		
M	FVC	$0.0844 * \text{cm} - 0.0298 * \text{anni} - 8.7818$
M	FEV ₁	$0.0665 * \text{cm} - 0.0292 * \text{anni} - 6.5147$
M	FEF ₂₅₋₇₅	$0.0579 * \text{cm} - 0.0363 * \text{anni} - 4.5175$
F	VC	$0.0427 * \text{cm} - 0.0174 * \text{anni} - 2.9001$
F	FVC	$0.0309 * \text{cm} - 0.0201 * \text{anni} - 1.4050$
F	FEV ₁	$0.0209 * \text{cm} - 0.0344 * \text{anni} + 1.1277$
GHANA (1210 M) “adulti” - Bio 2005		
?		
M	FVC	$-4.068 - 0.0210 * \text{anni} + 0.0496 * \text{cm}$
M	FEV ₁	$-2.555 - 0.0210 * \text{anni} + 0.0360 * \text{cm}$
M	FEF ₂₅₋₇₅	$-0.515 - 0.0157 * \text{anni} + 0.0249 * \text{cm}$
NIGERIA M (N.=?) - “adulti” - Jain 1981		
V		
M	FVC	$3.513 * \text{m} - 0.0251 * \text{anni} - 1.301$
M	FEV ₁	$4.228 * \text{m} - 0.0232 * \text{anni} - 3.248$
NIGERIA (174 M) “adulti” - Femi-Pearse1971		
?		
M	FVC	$4.35 * \text{m} - 0.0189 * \text{anni} - 3.26$
M	FEV ₁	$4.25 * \text{m} - 0.023 * \text{anni} - 3.65$
NIGERIA (600 F) “adulti” - Nku 2006		
V		
F	FVC	$0.145 + 1.390 * \text{m} - 0.0076 * \text{anni} + 0.0089 * \text{kg}$
F	FEV ₁	$0.240 + 1.045 * \text{m} - 0.0055 * \text{anni} + 0.0064 * \text{kg}$
SENEGAL (284 M e 164 F) > 25 anni - Dufetel 1989		
S		
M	VC	$-3.45 + 4.66 * \text{m} - 0.018 * \text{anni}$
M	FVC	$-3.25 + 4.51 * \text{m} - 0.018 * \text{anni}$
M	FEV ₁	$-1.21 + 3.01 * \text{m} - 0.021 * \text{anni}$
F	VC	$-1.83 + 3.28 * \text{m} - 0.021 * \text{anni}$
F	FVC	$-1.73 + 3.23 * \text{m} - 0.021 * \text{anni}$
F	FEV ₁	$-0.93 + 2.35 * \text{m} - 0.016 * \text{anni}$

ASIA (Prima parte)		
CINA [varie regioni] (2560 M e 2213 F) >20 anni - Zheng 2002 S		
M	FVC	$(-4.34 + 5.76*m - 0.026*anni)*0.94$
M	FEV ₁	$(-2.49 + 4.30*m - 0.029*anni)*0.95$
M	TLC	$(7.99*m - 7.08)*0.94$
M	RV	$(-1.23 + 1.31*m + 0.022*anni)*0.95$
F	FVC	$-2.89 + 4.43*m - 0.026*anni$
F	FEV ₁	$(-2.60 + 3.95*m - 0.025*anni)*0.93$
F	TLC	$(6.60*m - 5.79)*0.94$
F	RV	$(-2.00 + 1.81*m + 0.016*anni)*0.91$
CINA [Hong Kong] (494 M e 595 F) >18 anni - SauMan Ip 2006 S		
M	FVC	$-4.424 + 0.05434*cm - 0.0193*anni$
M	FEV ₁	$-2.404 + 0.03978*cm - 0.0254*anni$
M	FEF ₂₅₋₇₅	$-0.302 + 0.03379*cm - 0.0459*anni$
F	FVC	$-2.697 + 0.03894*cm - 0.0149*anni$
F	FEV ₁	$-1.275 + 0.02825*cm - 0.0199*anni$
F	FEF ₂₅₋₇₅	$2.253 + 0.01309*cm - 0.0410*anni$
FILIPPINE [San Diego-USA] (121 M e 103 F) > 18 anni - Lin 1999 S		
M	FVC	$(-4.65 + 0.060*cm - 0.021*anni)*0.85$
M	FEV ₁	$(-2.19 + 0.041*cm - 0.024*anni)*0.85$
F	FVC	$(-3.59 + 0.049*cm - 0.022*anni)*0.85$
F	FEV ₁	$(-1.58 + 0.034*cm - 0.026*anni)*0.85$
INDIA [SUD] (472 M e 288 F) - “adulti” - Udwardia 1987 P		
M	FVC	$-4.83 + 0.054*cm - 0.018*anni$
M	FEV ₁	$-2.65 + 0.037*cm - 0.022*anni$
M	TLC	$-7.495 + 0.074*cm - 0.001*anni$
F	FVC	$-3.76 + 0.043*cm - 0.010*anni$
F	FEV ₁	$-2.58 + 0.032*cm - 0.012*anni$
F	TLC	$-5.251 + 0.056*cm + 0.003*anni$
INDIA [NORD] M e F (N.=?) “adulti” - Aggarwal 1999 S		
M	FVC	$-3.44 - 0.013*anni - 0.00005*anni^2 + 0.048*cm$
M	FEV ₁	$-1.90 - 0.025*anni + 0.00006*anni^2 + 0.036*cm$
M	FEF ₂₅₋₇₅	$59.0 - 2.06*anni + 0.007*anni^2 + 1.5*cm$
F	FVC	$-2.05 - 0.014*anni - 0.00004*anni^2 + 0.035*cm$
F	FEV ₁	$-1.07 - 0.030*anni + 0.00013*anni^2 + 0.027*cm$
F	FEF ₂₅₋₇₅	$23.0 - 2.6*anni + 0.01*anni^2 + 1.5*cm$

ASIA (Seconda parte)		
PAKISTAN (599 M e 94 F) > 20 anni - Williams 1978		
		S
M	FVC	$-3.1940 - 0.0192*\text{anni} + 0.0462*\text{cm}$
M	FEV ₁	$-0.8858 - 0.0240*\text{anni} + 0.0284*\text{cm}$
M	FEF ₂₅₋₇₅	$2.8429 - 0.0379*\text{anni} + 0.0092*\text{cm}$
F	FVC	$-2.2275 - 0.0039*\text{anni} + 0.0320*\text{cm}$
F	FEV ₁	$-0.6899 - 0.0147*\text{anni} + 0.0208*\text{cm}$
F	FEF ₂₅₋₇₅	$1.2931 - 0.0383*\text{anni} + 0.0138*\text{cm}$
PAKISTAN (109 M e 80 F) > 20 anni - Ayub 1987		
		P
M	FVC	$-3.066 - 0.006*\text{anni} + 0.043*\text{cm}$
M	FEV ₁	$-2.69 - 0.012*\text{anni} + 0.038*\text{cm}$
F	FVC	$-8.474 - 0.013*\text{anni} + 0.074*\text{cm}$
F	FEV ₁	$-5.975 - 0.017*\text{anni} + 0.057*\text{cm}$

Tabella 3 – Valori teorici di riferimento per la funzionalità polmonare oltre 65 anni

S: spirometro stead-wells

&: TLco espresso come mmol/min/kPa; misure effettuate con 2 apparecchi: Gould e Morgan

§: TLco espresso come mL/min/mmHg; 1 solo apparecchio: Medisoft

ANZIANI		
ITALIA (142 M e 287 F) (65 ≤ anni ≤ 85) - Pistelli 2003		
M	FVC	$-0.5732 + 0.0469 * \text{cm} - 0.0440 * \text{anni}$
M	FEV ₁	$-1.0710 + 0.0351 * \text{cm} - 0.0291 * \text{anni}$
F	FVC	$0.04603 + 0.0364 * \text{cm} - 0.0455 * \text{anni}$
F	FEV ₁	$0.6110 + 0.0263 * \text{cm} - 0.0377 * \text{anni}$
GRAN BRETAGNA (83 M e 96 F) (18 ≤ anni ≤ 86) - Roberts 1991 &		
M	TLco	$-10.803 + 14.005 * \text{m} - 0.074 * \text{anni}$
M	TLco/VA	$2.086 - 0.009 * \text{anni}$
F	TLco	$-2.516 + 7.391 * \text{m} - 0.07 * \text{anni}$
F	TLco/VA	$1.937 - 0.006 * \text{anni}$
FRANCIA (161 M e 142 F) (59 ≤ anni ≤ 94) - Aguilaniu 2008		
M	TLco	$-7.910 + 29.291 * \text{m} - 0.262 * \text{anni}$
F	TLco	$-12.954 + 29.291 * \text{m} - 0.262 * \text{anni}$
M + F	TLco/VA	$6.670 - 0.034 * \text{anni}$

Bibliografia

- Aggarwal AN, Gupta D, Jindal SK: Interpreting spirometric data. Impact of substitution of arm span for standing height in adults from North India. *Chest* 1999; 115: 557-562
- Aguilaniu B, Maitre J, Glenet S, *et Al.*: European reference equations for CO and NO lung transfer. *Eur Respir J* 2008; 31: 1091-1097
- Ayub M, Zaidi SH, Burki NK: Spirometry and flow-volume curves in healthy, normal Pakistanis. *Br J Dis Chest* 81: 35-44; 1987
- Bio FY, Sadhra S, Jackson C, Burge PS: Pulmonary function prediction equations of male gold miners in Ghana. *Central African J Med* 2005; 51: 67-71
- Dufetel P, Pigearias B, Lonsdorfer J, *et Al.*: Spirometric reference values in senegalese black adults. *Eur Respir J* 2: 352-358; 1989.
- Femi-Pearse e Elebute (1971) *citati da* Patrick JM: Respiratory responses to CO₂ in nigerian men. *Quart J Exp Physiol* 1976; 61: 85-93
- Innocenti A, Fialdini AM, Ciapini C: Anche la scelta e la validazione dei valori teorici di riferimento sono un problema di qualità della spirometria. *Atti 70° Congresso Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale – Roma 12-15/12/2007. G Ital Med Lav Erg* 2007; 29: 450-451
- Innocenti A, Montinaro L, Ciapini C, Fedi A: I valori polmonari di riferimento per la funzionalità polmonare di lavoratori albanesi e rumeni. *Atti 72° Congresso Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale – Firenze 25-28/11/2009. G Ital Med Lav Erg* 2009; 31 (suppl.2): 400-401
- Jain BL, Patrick JM. Ventilatory function in Nigerian coal miners. *Thorax* 1981; 38: 275-280
- Montinaro L, Innocenti A, Ciapini C, Fedi A: I valori polmonari di riferimento per la funzionalità polmonare di lavoratori africani (Marocco, Senegal, Nigeria). *Atti 72° Congresso Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale – Firenze 25-28/11/2009. G Ital Med Lav Erg* 2009; 31 (suppl.2): 399-400
- Nku CO, Peters EJ, Eshiet AI, *et Al.* Prediction formulae for lung function parameters in females of south eastern Nigeria. *Nig J Phys Sci* 2006; 21: 43-47
- Paoletti P., Pistelli G., Fazzi P. *et Al.*: Reference values for vital capacity and flow-volume curves from a general population study, *Bull. Eur Physiopathol Respir* 22: 451-459; 1986.
- Pezzoli L, Giardini G, Consonni S, *et Al.* Quality of spirometric performance in older people. *Age and Ageing* 2003; 32: 43-46
- Pistelli R, Bellia V, Catalano F, *et Al.* Spirometry reference values for women and men aged 65-85 living in southern Europe: the effect of health outcomes. *Respiration* 2003; 70:484-489
- Pistelli F., Bottai M., Viegi G. *et Al.*: Smooth reference equations for slow vital capacity and flow-volume curve indexes, *Am J Respir Crit care Med* 161: 899-905; 2000 + *erratum* 164: 1740; 2001.

- Roberts CM, Macrae KD, Winning AJ, *et Al*: Reference values and prediction equations for normal lung function in a non-smoking white urban population. *Thorax* 1991; 46: 643-650
- Roca J, Burgos F, Sunyer J, *et Al*: Reference values for forced spirometry. Group of the European Community Respiratory Health Survey. *Eur Respir J* 1998; 11: 1354-62
- Rodriguez de Romo AC, Perez Padilla JR. The mexican response to high altitudes in the 1890s : the case of a physician and his “magic mountain”, *Med History* 47: 493-516; 2003.
- Sau-Man Ip M, Wai-San Ko F, Chu-Wing Lu A, *et Al*. Updated spirometric reference values for adults chinese in Hong Kong and implications on clinical utilization. *Chest* 129: 384-392; 2006
- Udwadia FE e *Coll citati da* Yang T-S, Peat J, Keena V *et Al*.: A review of the racial differences in the lung function of normal caucasian, chinese and indian subjects. *Eur respir J* 4: 872-880; 1991
- Williams DE, Miller RD, Taylor WF: Pulmonary function studies in healthy Pakistani adults, *Thorax* 33: 243-249; 1978.
- Zheng J, Zhong N: Normative values of pulmonary function in Chinese adults, *Chin Med J* 115: 50-54; 2002.

Refertazione della spirometria

Al termine dell'esame spirometrico lo strumento deve presentare i valori e le curve di tutte le prove accettabili, per permettere una valutazione complessiva di qualità. Per l'interpretazione, vengono scelti i valori più alti di FVC e di FEV₁, anche se ricavati da curve differenti. Il rapporto FEV₁/FVC viene calcolato utilizzando questi due risultati.

I valori dei flussi espiratori forzati (FEF) vanno invece derivati dalla manovra in cui si osserva il valore più elevato della somma FVC + FEV₁. Va sottolineato, tuttavia, che le linee guida ATS/ERS 2005 scoraggiano fortemente l'uso clinico dei FEF₂₅₋₇₅ e dei flussi istantanei massimi a bassi volumi polmonari, per la loro eccessiva variabilità inter- e intraindividuale.

Interpretazione della spirometria

L'interpretazione di una spirometria inizia con l'analisi della qualità della prova spirometrica. Anche le prove non ottimali dal punto di vista dell'accettabilità o della ripetibilità possono contenere informazioni utili, ma è necessario prima di tutto identificare i problemi e valutare entità e tipologia dei possibili errori. Un malinteso frequente, specie tra chi si affida alla diagnosi automatica del computer, consiste nell'ignorare il controllo di qualità, basandosi esclusivamente sui risultati numerici per l'interpretazione del testo.

La valutazione della spirometria si basa tradizionalmente sul confronto con i valori di riferimento, misurati in soggetti sani. Spesso l'interpretazione si limita a questa analisi trasversale: ogni anno viene precisato soltanto se i risultati sono all'interno della normale variabilità. Ma non bisogna dimenticare che spirometrie ripetute periodicamente, come nel caso della sorveglianza sanitaria di un lavoratore, permettono anche una valutazione longitudinale, misurando le modificazioni della funzione polmonare nel tempo.

Particolare attenzione deve essere posta nella scelta dei teorici, la cui fonte deve essere sempre indicata nel referto. L'argomento viene approfondito in altra parte del documento.

Seguendo le indicazioni della task-force ATS/ERS del 2005, i criteri maggiori per definire l'esistenza di significative alterazioni spirometriche si devono basare sul confronto tra i valori osservati e i limiti inferiori di normalità (LIN) dei valori di riferimento adottati per il soggetto in esame.

Gli spirometri, quindi, devono indicare il limite inferiore del teorico per poter definire correttamente un deficit spirometrico.

In mancanza di tale indicazione si possono utilizzare per il limite inferiore valori fissi rispetto al teorico: FVC, VC e FEV₁ -20% del teorico; FEV₁/VC -10 punti rispetto al teorico. Questi valori fissi possono tuttavia dar luogo a errori non trascurabili nell'interpretazione della spirometria negli adulti molto giovani o negli anziani (tabella 1).

Tabella 1 - Riepilogo dei limiti inferiori di normalità (LIN)

- FVC, VC: 5° percentile (in subordine 80% del teorico);
- FEV₁: 5° percentile (in subordine 80% del teorico);
- FEV₁/VC: 5° percentile (in subordine 10 punti in meno del teorico)

Dopo aver verificato la validità della spirometria, per discriminare le spirometrie anormali da quelle normali, conviene esaminare dapprima se VC rientra nell'ambito del teorico e quindi il rapporto FEV₁/VC, al fine di determinare la presenza di un deficit ostruttivo. Se VC è inferiore al LIN e il rapporto FEV₁/VC molto alto dobbiamo considerare un possibile deficit restrittivo, come indicato in figura 1.

Importanza dei criteri decisionali

Le linee-guida GOLD (per BPCO) utilizzate anche per l'ASMA (linee guida GINA) indicano, indipendentemente dal sesso, età ed altezza, il livello fisso di rapporto **FEV₁/FVC% <70** come **indice di ostruzione bronchiale** al fine di una semplificazione, ma questo **cut-off fisso** può portare a notevoli misclassificazioni.

Infatti tale valore è fisiologico nei soggetti fra 50 e 55 anni e poiché l'asma è una malattia dei giovani molti asmatici possono risultare falsamente "normali" pur avendo una ostruzione bronchiale (con rapporto FEV₁/FVC% >70), mentre la BPCO è una malattia dell'età avanzata e viceversa molti anziani possono risultare falsamente ostruiti avendo un rapporto FEV₁/FVC% <70

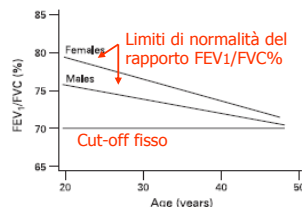
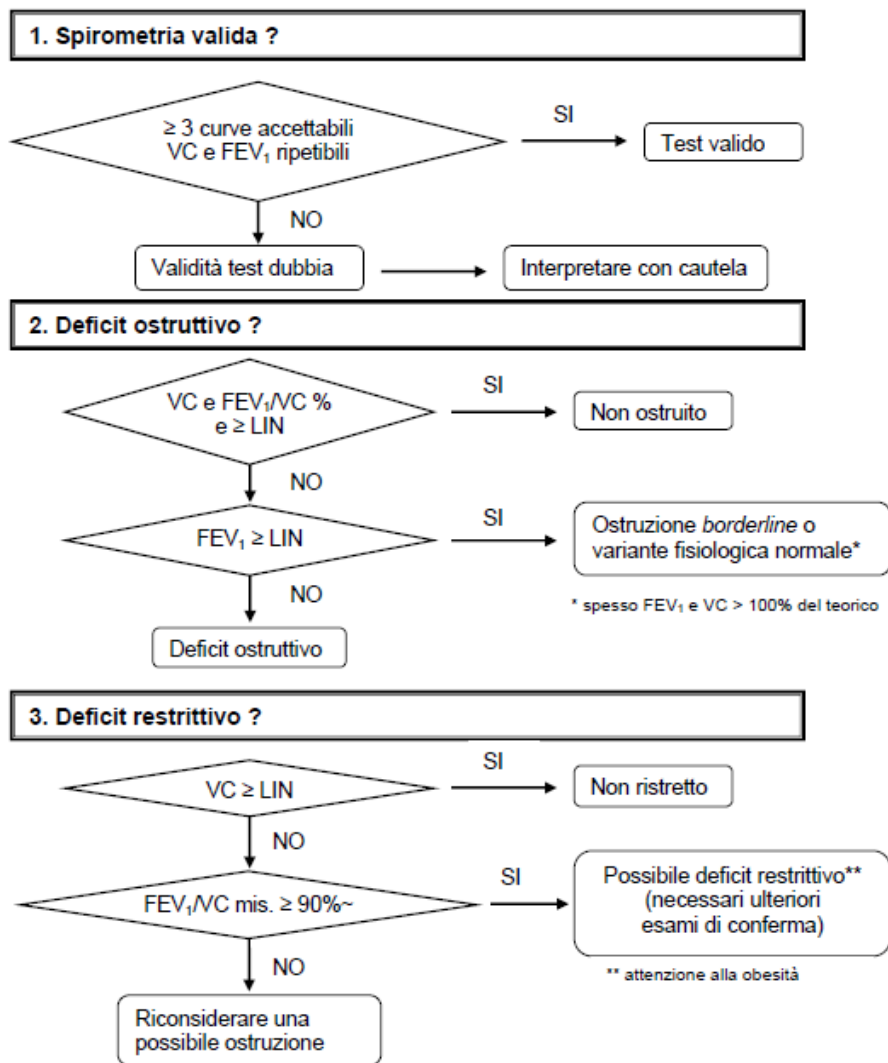


Figura 1 - Algoritmo di interpretazione della spirometria



a) Ostruzione delle vie aeree

La spirometria è da considerare indicativa di una ostruzione delle vie respiratorie quando sia il rapporto FEV₁/VC che FEV₁ sono inferiori al LIN, mentre la VC è nella normale variabilità (Una certa attenzione deve essere posta quando l'apparecchio esprime solo il rapporto FEV₁/FVC e non permette l'effettuazione di una VC inspiratoria lenta).

Quando, invece, il rapporto FEV_1/VC è inferiore al LIN mentre FEV_1 è nella normale variabilità, si può sospettare una ostruzione *borderline* oppure la presenza di una “variante fisiologica normale”. Le linee guida ATS/ERS mettono in guardia sul fatto che un rapporto FEV_1/VC anormale, associato a VC e FEV_1 entrambi superiori al 100%, può essere riscontrato a volte in soggetti sani non fumatori. Il quadro è denominato “variante fisiologica normale” e non è infrequente in soggetti atletici, quali vigili del fuoco o soccorritori d'emergenza. Se, tuttavia, questi lavoratori sono esposti a tossici o irritanti noti, occorre considerare la possibilità di un deficit ostruttivo quando si osserva la riduzione di FEV_1/VC .

Il grado di ostruzione è misurato in base alla riduzione del FEV_1 (vedi oltre); con il progredire della ostruzione e il conseguente aumento del VR, infatti, vi è una riduzione anche della VC e il rapporto FEV_1/VC può ritornare normale.

Una concomitante diminuzione del FEV_1 e della VC è più comunemente causata da uno sforzo insufficiente durante l'espiazione, ma può raramente essere espressione di un'ostruzione del flusso aereo. La conferma dell'ostruzione delle vie aeree richiede la misura dei volumi polmonari statici.

Misure dei volumi polmonari assoluti possono aiutare nella diagnosi di enfisema, asma bronchiale e bronchite cronica e misure della resistenza del flusso aereo possono essere utili nei pazienti che non sono in grado di eseguire correttamente l'esame spirometrico.

In ragione della grande variabilità del $FEF_{25-75\%}$ e dei flussi istantanei nei soggetti sani, le linee guida ATS/ERS raccomandano fortemente di non utilizzarli per diagnosticare una patologia delle piccole vie aeree nei singoli casi, quando FEV_1/VC e FEV_1 sono nella normale variabilità. Viceversa, l'analisi degli indici di flusso forzato di fine espiazione può essere utilizzato nel confronto di gruppi di soggetti fumatori o esposti ad irritanti e tossici respiratori con gruppi di riferimento non esposti a rischi per l'apparato respiratorio.

A fronte di volumi polmonari nella norma e flussi ridotti in un fumatore, è utile sottolineare gli effetti nocivi dell'abitudine al fumo (e soprattutto i benefici della cessazione), piuttosto che tentare “pindarici voli” interpretativi sulle alterazioni funzionali delle piccole vie aeree. I flussi, tuttavia, possono essere utili per confermare la presenza di

un'ostruzione delle vie aeree in presenza di un rapporto FEV_1/VC ai limiti inferiori della normalità.

b) Restrizione polmonare

La spirometria è da considerare indicativa di una *possibile* restrizione polmonare quando VC è ridotto e FEV_1 è compreso entro il limite inferiore del teorico. Un ridotto VC da solo non prova un deficit polmonare di tipo restrittivo, ma può essere suggestivo per una restrizione quando il rapporto FEV_1/VC è normale o aumentato. Tuttavia, accanto alla riduzione di VC si ha spesso una consensuale riduzione di FEV_1 , per cui il rapporto $FEV_1/VC\%$ deve essere interpretato con cautela. La certezza di alterazione restrittiva si ha soltanto con la valutazione della capacità polmonare totale ($TLC < 5^\circ$ percentile o in subordine $< 80\%$ teorico).

c) Deficit misto

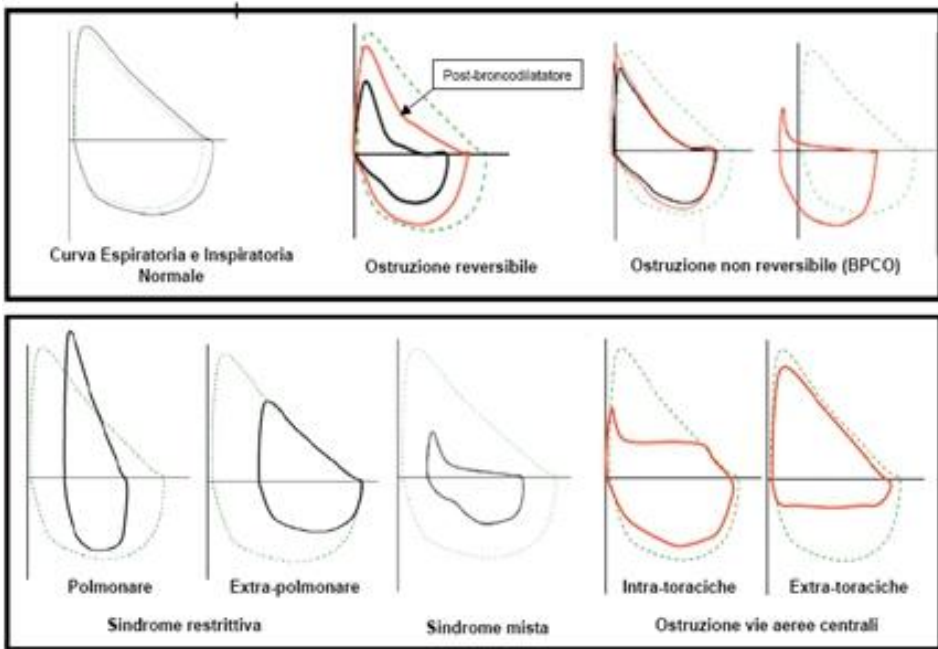
Raro da vedere nella pratica della sorveglianza sanitaria, consiste nella contemporanea riduzione del rapporto $FEV_1/VC\%$ e della TLC

d) Interpretazione della morfologia della curva flusso-volume

La morfologia della curva flusso/volume, oltre che per valutare l'accettabilità della manovra di espirazione forzata, può essere utile all'interpretazione della spirometria. Inoltre, alcuni aspetti di limitazione dei flussi inspiratori maggiore di quella dei flussi espiratori possono suggerire la localizzazione dell'ostruzione nelle vie aeree extratoraciche.

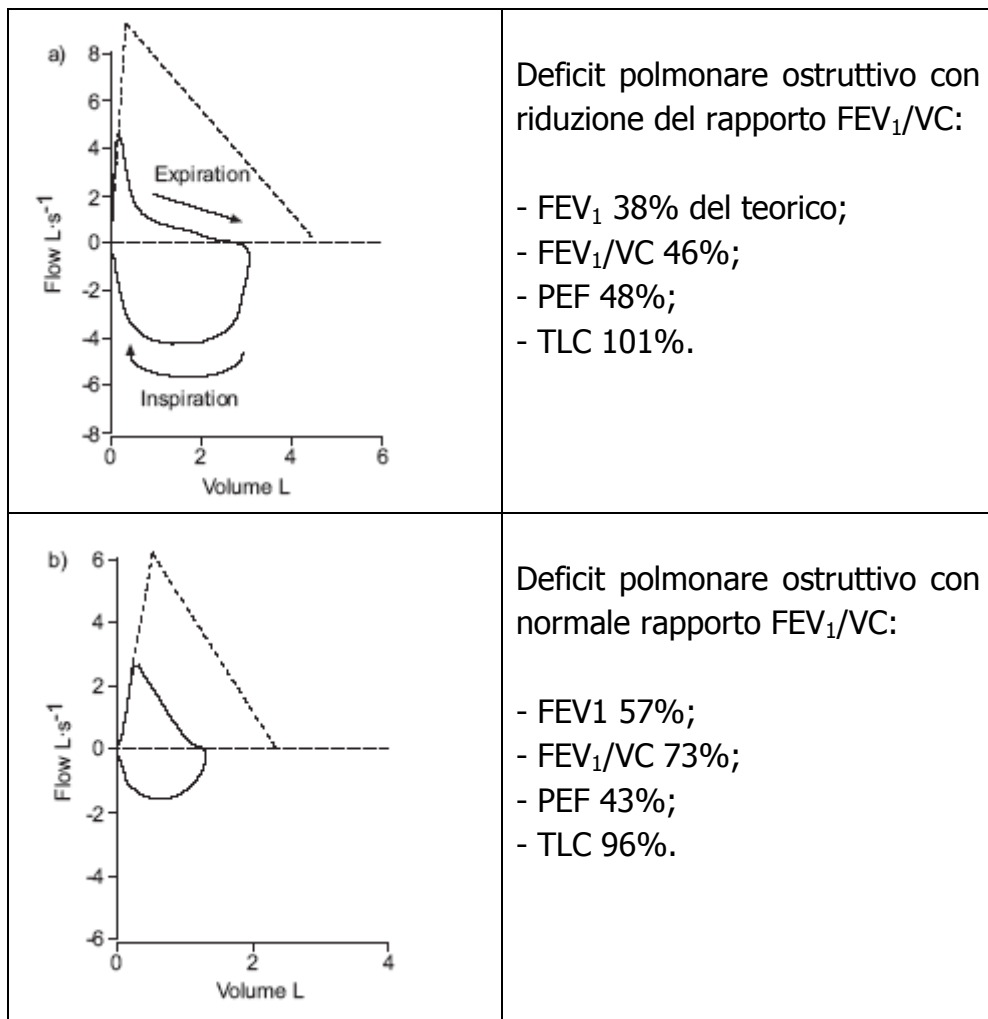
La figura 2 presenta alcuni esempi di curve flusso/volume indicative di alterazioni ventilatorie (linea tratteggiata: teorico; linea intera: osservato).

Figura 2 - Curve F/V esemplificative (da Maestrelli 2010)



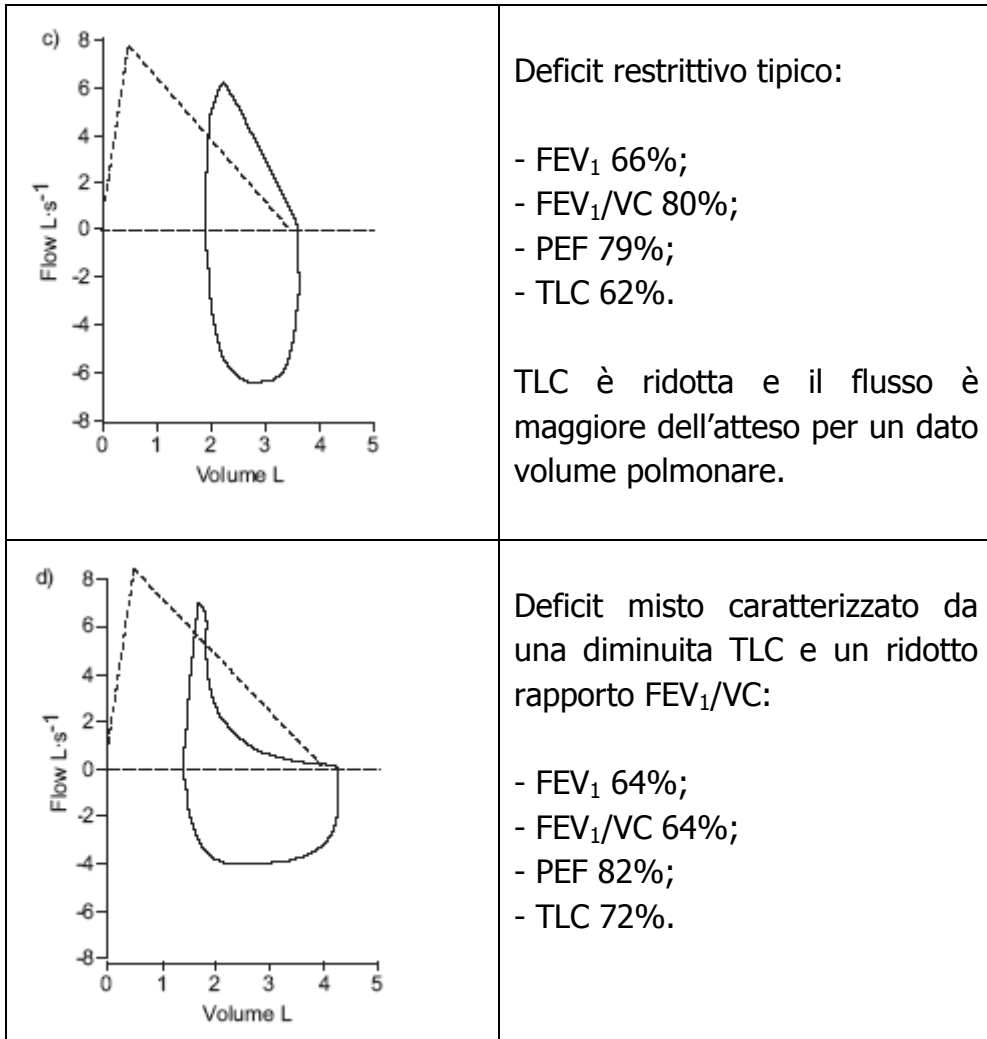
Nella figura 3 sono presentate altre esemplificazioni di alterazioni ventilatorie, riprese dal documento della task force ATS/ERS sulle strategie di interpretazione delle prove di funzionalità respiratoria.

Figura 3 - Curve F/V esemplificative (ATS/ERS 2005)



In entrambi i casi a) e b) TLC è normale e i flussi sono ridotti rispetto agli attesi sull'intero ambito volumetrico.

Figura 3 - segue



e) Valutazione della gravità del deficit spirometrico

La gravità di qualsiasi alterazione spirometrica può essere classificata basandosi sul valore del FEV₁ rispetto al predetto. La giustificazione di questo approccio è che il valore del FEV₁ risulta il maggiore fattore predittivo indipendente di mortalità per qualsiasi causa o per malattie respiratorie.

Le categorie di gravità proposte dalla task-force ATS/ERS del 2005 sono definite da intervalli arbitrari basati sul valore del FEV₁ in percentuale del teorico medio, similmente a quanto proposto dalle linee guida GOLD per la classificazione di gravità della BPCO (tabella 2). Anche in questo caso i livelli di gravità sono arbitrari. Poiché i criteri GOLD si riferiscono solo alla BPCO e riguardano il VEMS post-broncodilatatore, per uniformare i criteri di refertazione delle spirometrie risulta preferibile usare le indicazioni della task-force ATS/ERS del 2005.

Tabella 2 - Classificazione di gravità del deficit spirometrico secondo i criteri ATS/ERS 2005 e GOLD 2009

Grado di severità	ATS/ERS 2005	GOLD 2009
	FEV ₁ (% teorico)	FEV ₁ post-broncodilatatore (% teorico)
Lieve	>70	>80
Moderata	60-69	50-79
Mediamente grave	50-59	-
Grave	35-49	30-49
Gravissima	<35	<30

Finalità della spirometria

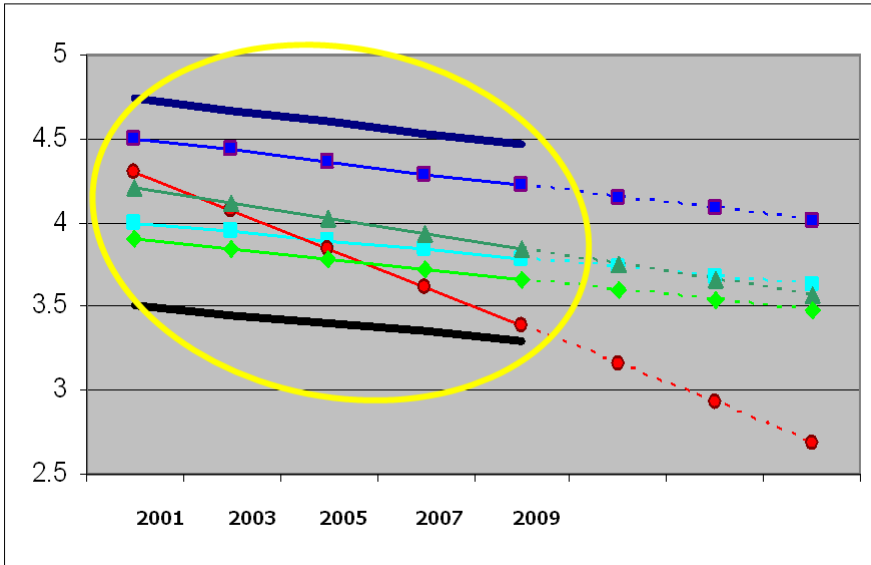
Ovvero:
come il **perché** spiega il **quando**

L'argomento è dibattuto
da tempo

“Molti medici non valutano le modificazioni della funzione polmonare nel tempo, ma invece determinano ripetutamente se i risultati di ogni anno dei test di funzionalità sono nel range di normalità”

American College of Occupational
and Environmental Medicine
Evaluating pulmonary function change over time
www.acoem.org/guidelines

5 soggetti con spirometrie normali negli ultimi 8 anni, ma..... come andrà a finire?



“Potenzialmente, il monitoraggio della spirometria sul posto di lavoro può fornire un utile strumento per una precoce identificazione di una eccessiva velocità di declino della funzione polmonare, che può riflettere lo sviluppo di malattie respiratorie causate da esposizioni professionali o ambientali, incluso il fumo. Tuttavia, l’efficacia di decisioni prese basandosi su dati spirometrici longitudinali in programmi di monitoraggio del posto di lavoro dipende criticamente dalla precisione dei dati disponibili longitudinali.”

Hnizdo E e coll.

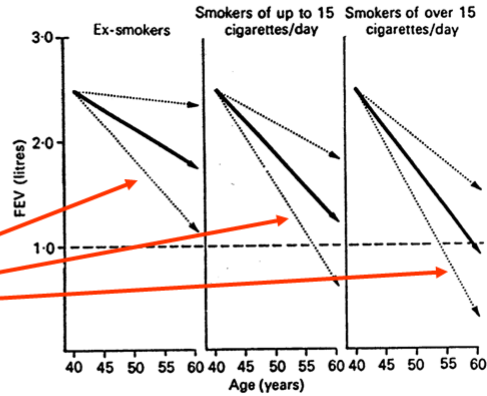
The precision of longitudinal lung function measurement: monitoring and interpretation
Occup Environ Med 2005; 62: 695-701

Definizione del problema

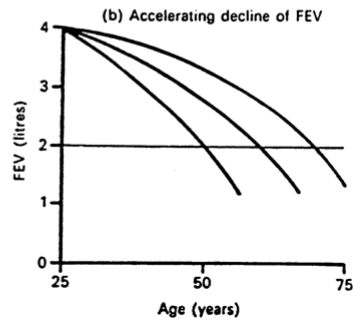
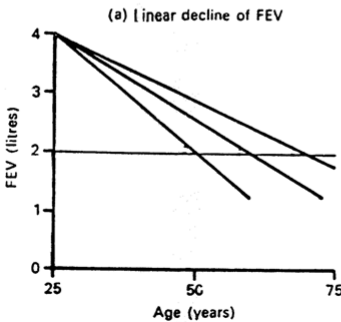
Il cosiddetto *horse racing effect*



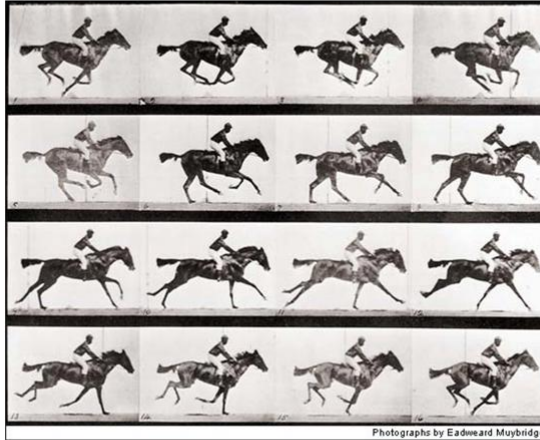
I "corridori"
da identificare
precocemente



In effetti il problema è più
complesso di quanto sembri
perché i malati sembrano accelerare



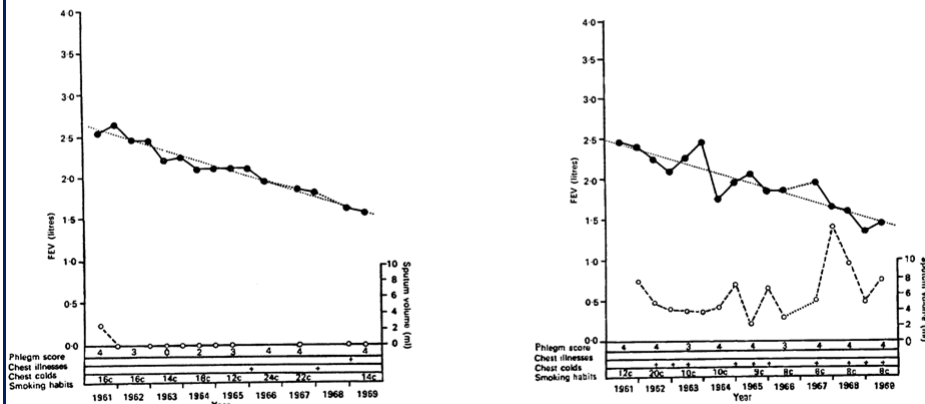
Come con varie fotografie ravvicinate possiamo avere una idea del movimento.....



Photographs by Eadweard Muybridge

Omaggio a un pioniere della fotografia:
Eadweard Muybridge (1830-1904)

..con varie spirometrie possiamo avere una idea della pendenza della retta, anche se non sempre è facile



Ecco un possibile esempio di tabulazione dei dati messo a punto dalla **National Industrial Sand Association** su proposta NIOSH

**NISA Occupational Health Program
Form B-3--Pulmonary Function Studies Record (Sample)**

Name: John Doe Location: Castleman Plant Job name/description: Bagger
 Sex: Male Female Race: Caucasian Social Security No.: 248-82-7681

Date	Spirometer Type	Ambient Temp. (°C)	Age	Height	Observed Values (BTPS)			Predicted Normal*				Change (± % or liters)			Subject Cooperation (good, fair, poor)
					FEV ₁	FVC	FEV ₁ /FVC %	FEV ₁	% Predicted	FVC	% Predicted	FEV ₁	FVC	FEV ₁ /FVC %	
1/21/82	Rolling Seal	23	26	72	4,71	5,80	81,2	4,60	102,4	5,66	102,7	--	--	--	F
1/24/84	"	22	28	72	4,80	5,84	82,2	4,55	105,5	5,55	105,2	1,9	0,7	1,0	G
1/29/86	"	21,5	30	72	4,80	5,56	82,7	4,50	102,2	5,50	101,1	-4,2	-5,0	0,5	G
1/14/88	"	23	32	72	4,42	5,48	80,7	4,40	100,5	5,45	100,6	-4,1	-1,4	-2,0	F
1/17/90	"	21	34	72	4,30	5,25	81,9	4,35	98,9	5,40	97,2	-2,7	-4,2	1,2	G
3/11/92	"	24	36	72	4,23	4,70	90,0	4,28	98,9	5,36	87,9	-1,6	-10,5	8,9	G
2/10/94	"	22	38	72	4,03	4,20	95,9	4,25	94,8	5,30	79,2	-4,7	-10,6	5,9	G
1/26/96	"	21,5	40	72	3,04	3,20	95,0	4,20	72,3	5,26	61,0	-24,6	-23,8	-0,9	G

SPIROLA

UN RECENTISSIMO STRUMENTO

Spirometry Longitudinal Data Analysis

Version 1.0
(Updated: June, 2008) ←

Questo programma, messo a punto dal NIOSH utilizza un comune archivio Windows ACCESS per elaborare i dati, e produce report individuali e di gruppo.

User Manual

[scaricabile gratuitamente!]

Il sito si rintraccia da GOOGLE cercando "NIOSH spirola"

Surveillance Branch
National Institute for Occupational Safety and Health
Centers for Disease Control and Prevention
Morgantown, WV 26508, U.S.A.
Tel: 304 285-6031/5754
E-mail: spirola@cdc.gov

REPORT INDIVIDUALE

Dopo 4 anni di osservazioni viene tracciata la linea di regressione (in verde) e calcolato il decremento annuo



Programma in Excel per calcolare il decremento annuo dei valori funzionali del polmone (sono da riempire solo le caselle riquadrate)

AZIENDA U.S.L.3 DI PISTOIA
U.F. MEDICINA DEL LAVORO

Cognome e nome:
 sesso (Mo/F): h (cm): p (kg): nascita:
 ditta: mansione:
 Collaborazione (PLATINO):
 Teorici di riferimento: CECA 1971

data	pb(torr)	età	FEV1		VC		IT	
			oss.	rf	oss.	rf	oss.	rf
	0		0.00	#DN/D!	0.00	#DN/D!	#DN/D!	#DN/D!
	0		0.00	#DN/D!	0.00	#DN/D!	#DN/D!	#DN/D!
	0		0.00	#DN/D!	0.00	#DN/D!	#DN/D!	#DN/D!
	0		0.00	#DN/D!	0.00	#DN/D!	#DN/D!	#DN/D!
	0		0.00	#DN/D!	0.00	#DN/D!	#DN/D!	#DN/D!
	0		0.00	#DN/D!	0.00	#DN/D!	#DN/D!	#DN/D!
	0		0.00	#DN/D!	0.00	#DN/D!	#DN/D!	#DN/D!

decremento	
FEV1	VC
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00

decremento annuo medio (mL)

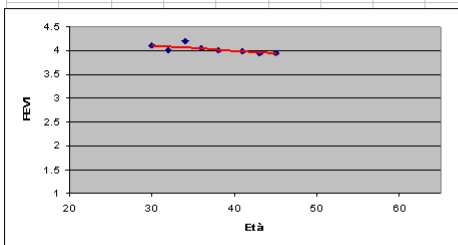
#VALGORE! #VALGORE!
#VALGORE! #VALGORE!

Con i dati si presenta così:

AZIENDA U.S.L.3 DI PISTOIA											
U.F. MEDICINA DEL LAVORO											
Cognome e nome	AAAAAAA BBBBBBBBBB										
sesto (MoF)	m	h (cm)	175	p (kg)		nasita	01/01/1965				
ditta	OOOOOOOOOOOOOOOO										
Collaborazione (PLATINO)	438										
Teorici di riferimento: CECA 1971											
data	platinio	età	oss.	rif.	%	oss.	rif.	%	oss.	rif.	%
01/02/1995	5	30	4.10	4.32	94.92	4.80	5.83	85.30	85.42	76.76	111.28
03/07/1997	4	32	4.00	4.28	93.40	4.75	5.83	84.41	84.21	76.11	110.65
06/05/1999	4	34	4.20	4.24	98.95	4.70	5.46	86.24	89.36	77.88	114.74
08/07/2001	4	36	4.05	4.21	96.31	4.75	5.40	87.43	85.26	77.40	110.16
02/03/2003	5	38	4.00	4.18	95.68	4.65	5.41	85.89	88.02	76.91	111.95
09/08/2008	5	41	3.98	4.10	97.10	4.65	5.38	86.39	85.59	76.16	112.39
05/04/2008	3	43	3.95	4.06	97.45	4.59	5.36	85.66	86.06	75.64	113.77
05/02/2010	5	45	3.85	4.01	98.80	4.55	5.33	85.33	86.81	75.13	115.56

decremento		
FEV1	VC	
-0.10	-0.05	
0.29	-0.05	
-0.15	0.05	
-0.05	-0.10	
-0.02	0.00	
-0.03	-0.06	
0.00	-0.04	
decremento annuo medio (mL)		
F*2	-11.09	-15.26
	0.40	0.91

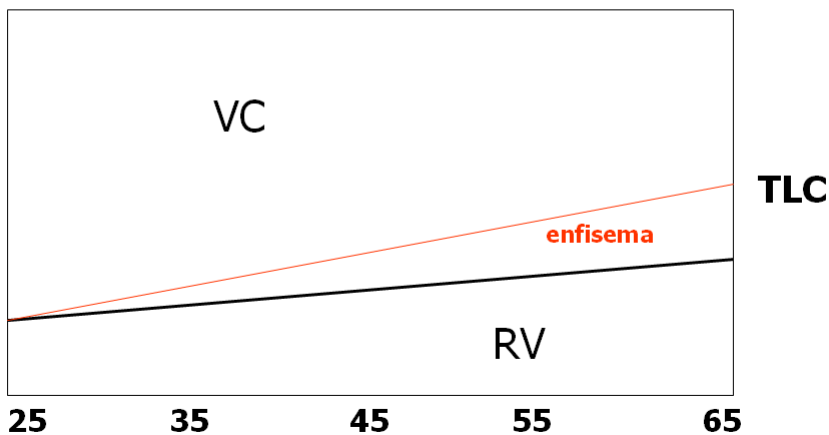
Per modificare gli assi bisogna cliccare con il tasto destro del mouse "formato asse" e poi "scala"



http://digilander.libero.it/medlavparma/medlav_doc.htm

Perché calcolare anche il decremento della VC ?

Dalla maturità polmonare, intorno ai 25 anni, la TLC non aumenta ed un abnorme diminuzione di VC può essere indice di aumento del VR cioè di enfisema (più frequente di una restrizione)



Studi longitudinali

Da vari studi è ormai universalmente accettato che il minimo richiesto è: **5 anni e 3 osservazioni**,
meglio sarebbe: 6-7 anni e 4 osservazioni.

.....
"Osservazioni trasversali non sono comparabili con osservazioni longitudinali"

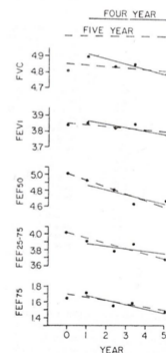
Glindmeyer e coll.

Am Rev Respir Dis 1982; 125: 544-548

DECREMENTO LONGITUDINALE IN 52 UOMINI

	5 osservazioni	4 osservazioni
FVC ml	-11.7	-27.9
FEV ₁ ml	-12.4	-17.4
FEV ₁ /FVC%	-.115	+.046
FEF ₅₀ ml/s	-89.1	-67.6
FEF ₇₅ ml/s	-40.0	-54.5

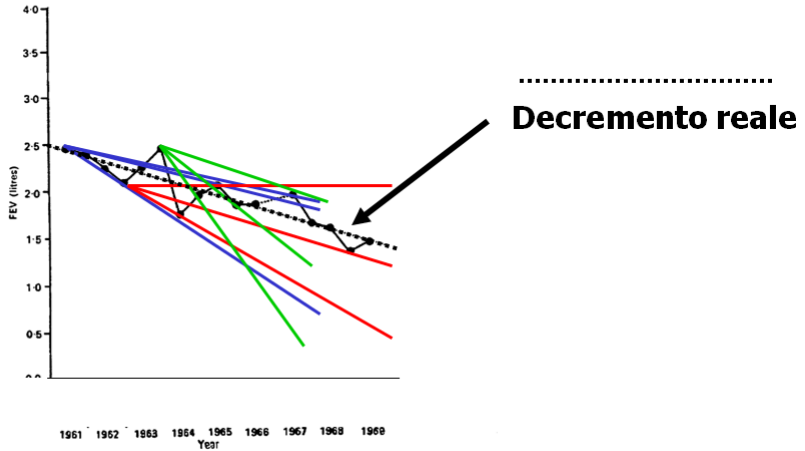
"FVC e FEV₁ sono bassi alla prima visita"



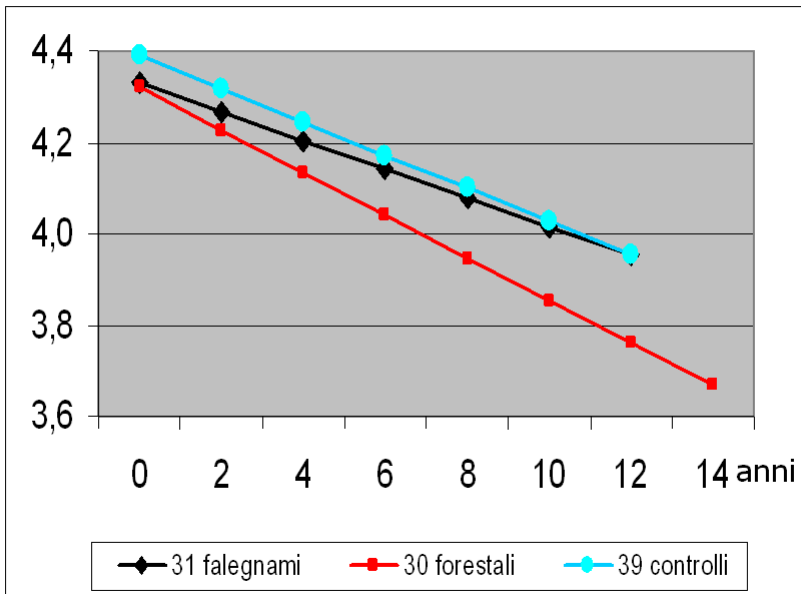
Glindmeyer e coll.

Am Rev Respir Dis 1982; 125: 544-548

Errori nella stima del decremento funzionale utilizzando 2 sole osservazioni



Decremento longitudinale del FEV1



Innocenti e coll. **Med Lav** 2006; **97**: 30-35

Il declino normale annuale del FEV₁ in soggetti sani, non fumatori, adulti di 35-65 anni di età è stato determinato da numerosi studi longitudinali in un valore medio di 30 ml/anno con un limite superiore del range normale di **50 ml/anno**, che può essere usato per definire i "corridori" (*rapid fallers*).

Decrementi di **90-100 ml/anno** devono far suonare un campanello di allarme!

1730 minatori seguiti con PFR per 12,8 anni sono stati seguiti per altri 12 anni suddivisi in 3 categorie in base al decremento annuo del FEV₁: 30, 60, 90 mL/anno

MORTALITA'

decremento	R.R.	95% conf.lim.
< 30 mL/anno	1	/
30-60 mL/anno	1.13	0.84-1.52
60-90 mL/anno	1.39	0.99-1.97
> 90 mL/anno	1.90	1.32-2.76

Sircar K, Hnizdo E, Petsonk E, Attfield M
*Decline in lung function and mortality:
implications for medical monitoring*
Occup Environ Med 2007; 64: 461-466

Quando considerare significativo il decremento del FEV1

- **Usò clinico** $\geq 15\%$
(ATS 1991)
- **Usò epidemiologico** $> 8\%$ o **330 ml**
(Wang e Petsonk 2004)

Un problema poco conosciuto

Effetto di selezione dei criteri di riproducibilità

**ovvero
usiamo il buonsenso**

“L’adozione assai diffusa di standard di spirometria che includono i criteri di ripetibilità può dar luogo alla esclusione dei dati di una proporzione di soggetti con malattie polmonari. Se la applicazione dei criteri di ripetibilità porta alla selettiva esclusione di individui ammalati, questa applicazione può così essere una importante sorgente di errore in studi epidemiologici che considerino i possibili effetti sul polmone di un agente ambientale.”

**Eisen E.A., Robins J.A. Greaves I.A., Wegman D.H.
Selection effects of repeatability criteria applied to lung spirometry
Am J Epidemiol 1984; 120: 734-742**

6 indagini di spirometria in 5 anni su 515 lavoratori del granito del Vermont

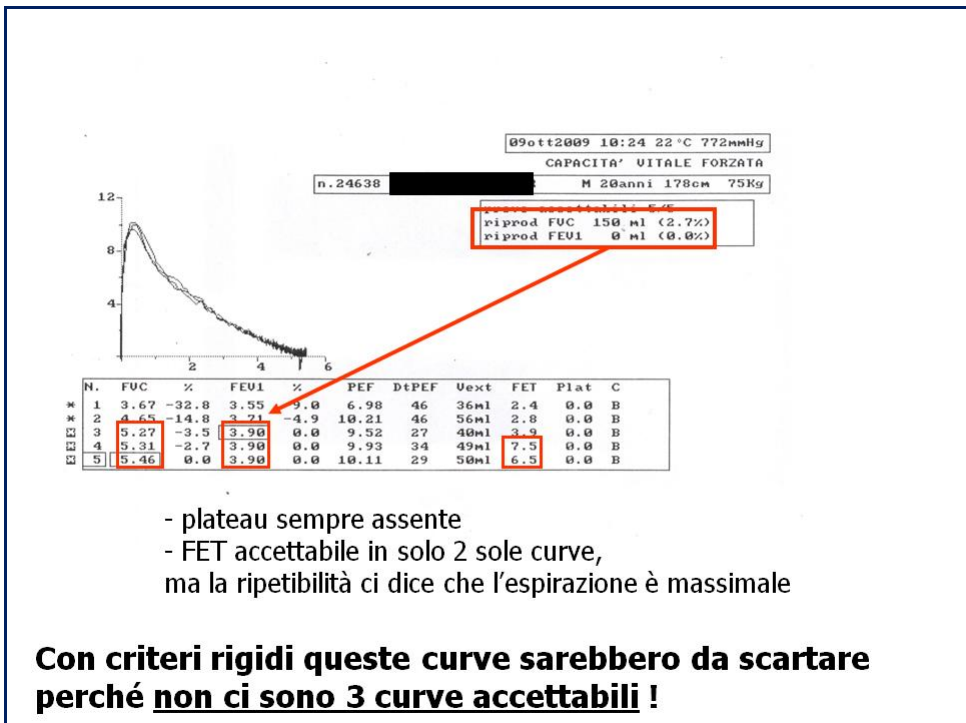
	Decremento FEV1 (ml/anno)
323 (61%) sempre con ripetibilità (FVC < 200 ml)	45,9
131 (25%) con 1 sessione non ripetibile	37,2
61 (12%) con 2 sessioni non ripetibili	81,1

**Eisen E.A., Robins J.A. Greaves I.A., Wegman D.H.
Selection effects of repeatability criteria applied to lung spirometry
Am J Epidemiol 1984; 120: 734-742**

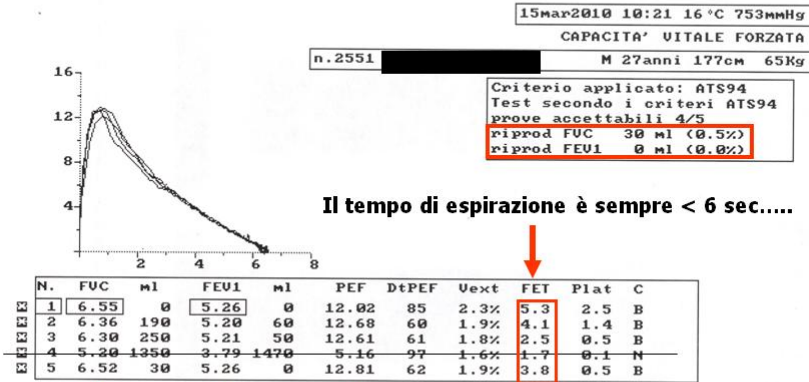
Effetto di selezione dei criteri di ripetibilità

	sessioni	Criteri ripetibilità	esclusi
Jones '79	2	<3% in entrambe sessioni	10%
Van der Lende '81	4	<100 ml per FEV₁ e 150 ml per FVC in tutte le sessioni	41%
Diem '82	9	<3% in almeno 3 sessioni	20%
Wegman '82	3	<5% o 100 ml in tutte	8%

Eisen E.A., Robins J.A. Greaves I.A., Wegman D.H.
Selection effects of repeatability criteria applied to lung spirometry
 Am J Epidemiol 1984; 120: 734-742

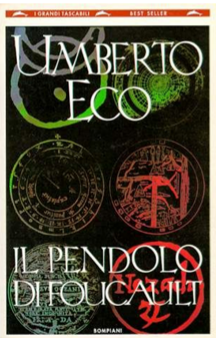


A maggior ragione sarebbero da scartare queste, perché non c'è neanche 1 curva accettabile !



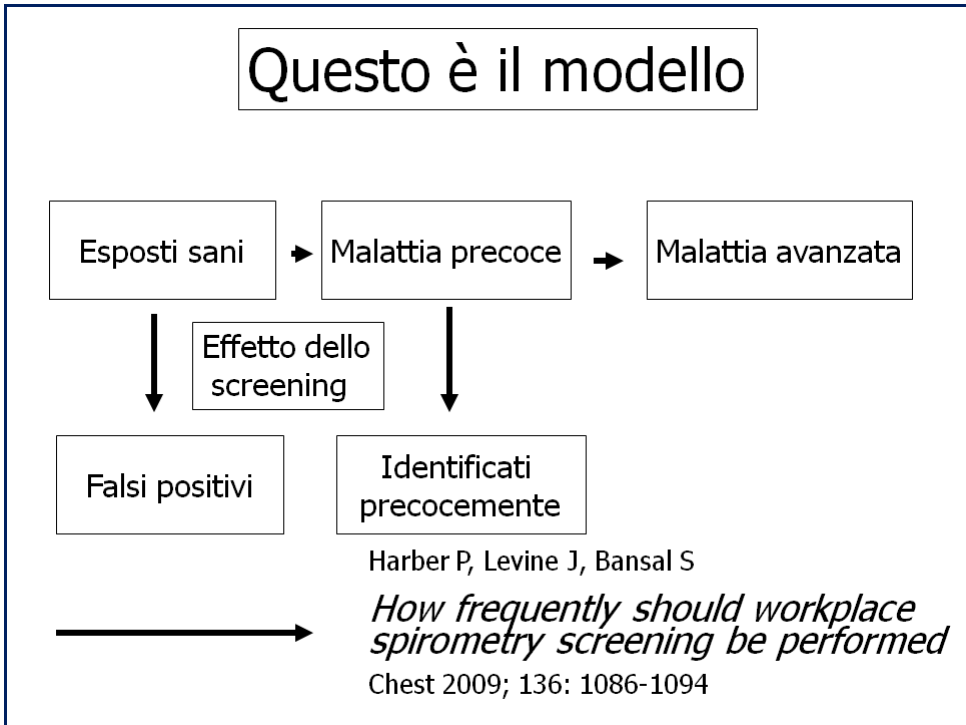
.... ma le curve sono altamente ripetibili per FVC, FEV1 e PF

Quale frequenza ottimale per la spirometria ?



“Per tutti i problemi complessi c'è sempre una risposta semplice; ed è quella sbagliata.”

Il pendolo di Foucault
Umberto Eco



Questa è una vecchia diapositiva (2007) in cui si supposeva una divisione in 2 classi di rischio

Conclusioni

Poiché l'errore strumentale della misura è di circa 30 ml ed il decremento annuo del FEV1 è in media analogo (30 ml/anno) può essere una proposta di buon senso, quando non vi siano particolari rischi respiratori, effettuare la spirometria ogni 2 anni

Ma non è sufficiente !

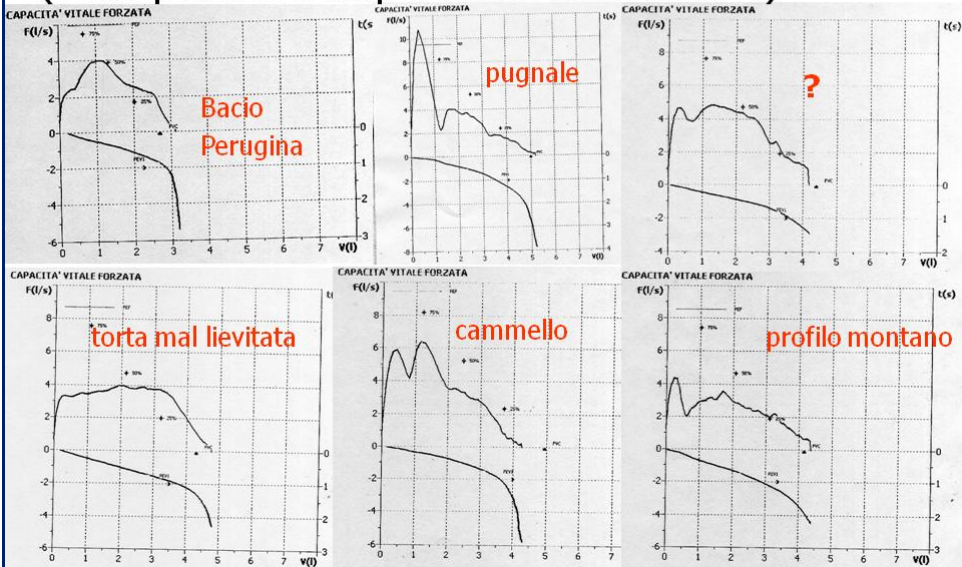
Questa è la nuova risposta sintetica

Lo studio di Harber è molto complesso, ma può essere sintetizzato con questo concetto:

tenendo conto del 5% di tests falsamente positivi durante una sessione, è necessaria una approfondita conoscenza del rischio che tenga conto anche della gravità della malattia (non esiste solo la BPCO!) e quindi impostare la frequenza dello screening con questa periodicità:

- rischio **BASSO** spirometria ogni **24** mesi
 - rischio **MEDIO-MODERATO** spirometria ogni **12** mesi
 - rischio **ALTO** spirometria ogni **6** mesi
- e potrebbe non bastare!*

..... ma se le spirometrie sono queste.....
si va poco lontano.
(ecco perché è importante farle bene !)



RAZIONALE

o meglio
inizio di un percorso di
riflessione

- **conosciamo gli standard di effettuazione della spirometria**
- **conosciamo l'importanza del follow-up della spirometria**



Renato Guttuso
Acciaierie di Terni

Quali sono le maggiori criticità delle spirometrie di fabbrica?

- **altezza (non misurata? solo riferita?)**
- **1 sola prova (stampata la migliore? o più probabilmente effettuata 1 sola?)**
- **poche spirometrie durano 6 secondi**

Il controllo di qualità *esterno* può dare rilievo ad un fenomeno largamente percepito, ma privo spesso di evidenze.

Il controllo di qualità *interno* è un momento di crescita professionale.

Il controllo di qualità *interno ed esterno* contribuisce alla individuazione delle malattie sommerse (professionali e no).

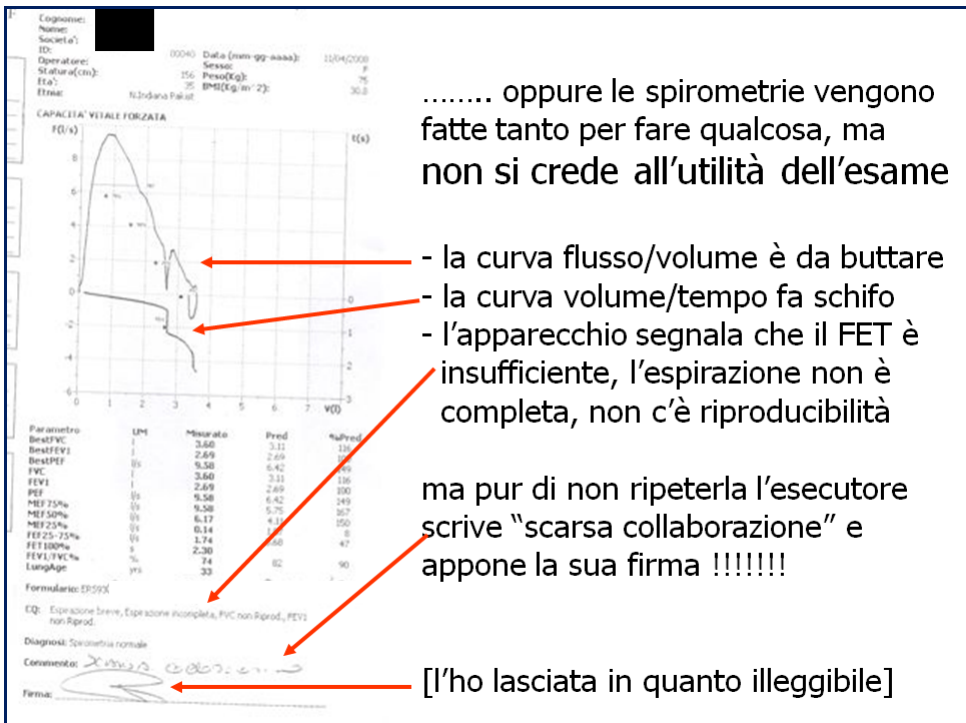
La *malpractice* rende inutile (e talora dannosa per le false sicurezze indotte) la sorveglianza sanitaria rispetto alle finalità della stessa.

Abbiamo visto come deve essere fatta la spirometria, ma nel corso della sorveglianza sanitaria dobbiamo considerare/refertare/tenere solo le spirometrie che rispondono a tutti i criteri ATS/ERS (accettabilità, riproducibilità etc.) ? *Sicuramente NO !*

Ovviamente i tracciati "a panettone", con estrapolazioni retrograde fuori range, con tosse, etc. devono essere cestinati; d'altra parte dobbiamo tenere presente che, se volessimo accettare solo i tracciati perfetti, selezioneremmo una popolazione di lavoratori sani e perderemmo tutte le informazioni relative a quei soggetti che ci interessano di più: **gli ammalati**

Durante il corso di Pietrasanta del 28-29/11/08 i Medici Competenti hanno effettuato loro stessi delle spirometrie ed **in 15 minuti (!) 10** di loro si sono cimentati in 2 espirazioni forzate che in 5 casi avevano una riproducibilità della VCF di **appena 10 ml (!)** e solo in un caso era superiore a 150 ml (asmatico broncoostruito).

Fare 1 sola spirometria è un "vizio", non una necessità data dal poco tempo a disposizione in fabbrica



CONCLUSIONE DEL CORSO

“Quando il Signore ebbe finito di parlare con Mosè sul monte Sinai, gli diede le due tavole della Testimonianza, tavole di pietra, scritte dal dito di Dio.”

Esodo 31, 18



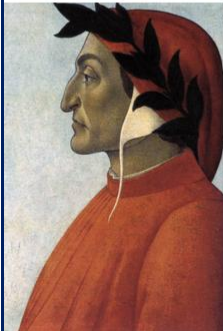
**.....ma noi non siamo ai piedi del monte Sinai e nessuno si chiama Mosè!
Le LINEE GUIDA non sono le tavole della Testimonianza.**

“



**Considerate la vostra semenza¹:
fatti non foste a viver come bruti²,
ma per seguir virtute e canoscenza³.**

.....”



**Dante Alighieri
DIVINA COMMEDIA
Inferno - canto XXVI: 118-120**

¹ 6 anni di università e 4 di specializzazione

² fare marchette tipo “un soffio e via!”

³ seguire le linee guida ATS/ERS

**Esperienze sul
controllo di qualità delle spirometrie
nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori**
Evidenze numeriche e casi esemplari

Argomenti della presentazione

- Rassegna dei dati disponibili sulla qualità di spirometrie nella sorveglianza sanitaria
- esempi su singoli casi e su gruppi di lavoratori utili a scopo didattico
- Individuazione principali difficoltà del M.C. nella effettuazione della spirometria

Indagine 2001*

Ripetizione spirometria (secondo standard ATS '94) e confronto valori di FVC e FEV1 con i corrispettivi valori della spirometria dello stesso lavoratore eseguita nel corso della sorveglianza sanitaria entro i dodici mesi precedenti. Campione di 734 lavoratori.

Criteri del confronto:

- a) % di misure concordanti (range $\pm 5\%$);
- b) misura delle sotto/sovrastime nei casi discordanti;
- c) % valori del rapporto FEV1/CVF <70 e >90 ;
- d) % di misure altezza concordanti (range ± 1 cm)

* Valenti E. et al: Controllo di qualità delle prove spirometriche eseguite nell'ambito della sorveglianza sanitaria per esposizione a rischio lavorativo. Med Lav 2001; 92, 1:5-11

Indagine 2001: numero, % ed entità delle sottostime di FVC e FEV1

	Numero e % sottostime		V. Medio e range sottostime (l)
FVC	630	(86%)	0.77 (0.20-2.36)
FEV1	471	(64%)	0.48 (0.13-1.69)

Med Lav 2001

Indagine 2001: confronto dei valori medi del rapporto FEV1/FVC e del numero e % di valori < 70 e > 90 SPISLL vs MC

FEV1 FVC	Media	Limiti	< 70		> 90	
			n°	%	n°	%
SPISLL	78.9	46-95	74	10.1	17	2.3
MM.CC	84.1	43-100	26	3.6	151	20.6

Med Lav 2001

Indagine 2001: numero e % di sovra- e sottostime nella misura dell'altezza

	Numero e %		V. Medio e range (cm)
sottostime	25	(3.0)	3.4 (- 7)
sovra-time	467	(64)	3.5 (+12)

Med Lav 2001

Indagine 2005*

Analisi della rispondenza ai criteri della ATS '94 delle spirometrie eseguite nella sorveglianza sanitaria di 1010 lavoratori edili.

I criteri utilizzati sono stati:

- a) Durata della prova e plateau
- b) Esplosività (tempo di picco)
- c) Riproducibilità

E' stata calcolata la distribuzione degli scarti dal teorico del rapporto FEV1/FVC

*Raeli E. et al: Analisi della qualità delle spirometrie nella sorveglianza sanitaria di una popolazione di lavoratori edili. G Ital Med Lav Erg 2006; 28:3, Suppl

Indagine 2005: griglia di valutazione delle spirometrie in base ai criteri ATS '94

Durata della prova (FET) e plateau	Ottimali	FET > 6 sec con plateau > 1 sec 4 < FET < 6 sec ; plateau > 1 sec e soggetto < 30 anni FET > 8 sec con plateau < 1 sec e curva indicativa di ostruzione)
	Buone	4 < FET < 6 sec ; plateau > 1 sec e soggetto > 30 anni 6 < FET < 8 sec; plateau < 1 e curva indicativa di ostruzione
	Discutibili	4 < FET < 6 sec e plateau < 1 sec 6 < FET < 8 sec; plateau < 1 e curva non indicativa di ostruzione
	Inaccettabili	FET < 4 sec plateau < 1 sec
Tempo di picco (DtPEF)	Accettabili	DtPEF < 120 ms o visivamente accettabile
	Dubbie	120 ms < DtPEF < 130 ms o visivamente dubbio
	Inaccettabili	DtPEF > 130 ms o visivamente inaccettabili
Riproducibilità	Ottima	3 prove accettabili*; le 2 migliori riproducibili.
	Sufficiente	2 prove accettabili* e riproducibili oppure 3 prove accettabili* e 2 riproducibili, ma non le migliori
	Dubbia	2 o più prove accettabili*, ma non riproducibili
	Non dimostrata	1 sola prova documentata, oppure più prove, ma nessuna accettabile*
* con criterio conservativo sono state considerate accettabili le prove con le seguenti caratteristiche: Fet almeno di 4 sec, DtPEF dubbio o buono, mancanza di artefatti		

Indagine 2005: distribuzione delle spirometrie in base ai criteri di valutazione

Valutazione in base all'esplosività

INACCETTABILE 189 (19%)	DUBBIA 203 (20%)	ACCETTABILE 618 (61%)
-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Valutazione in base a FET e plateau

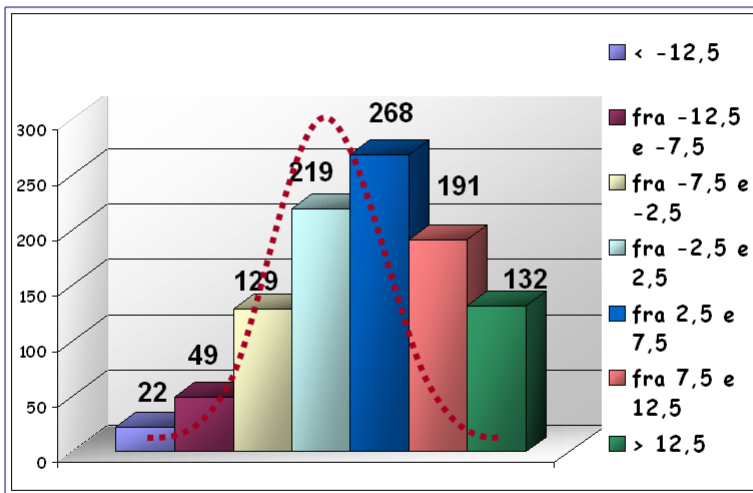
INACCETTABILE 718 (71%)	DISCUTIBILE 191 (19%)	BUONA 12 (1%)	OTTIMA 89 (9%)
-----------------------------------	---------------------------------	-------------------------	--------------------------

Valutazione in base alla ripetibilità

NON DIMOSTRATA 962 (95%)	DUBBIA 10 (1%)	SUFFICIENTE 32 (3%)	OTTIMA 8 (1%)
------------------------------------	--------------------------	-------------------------------	-------------------------

G Ital Med Lav Erg 2006

Indagine 2005: distribuzione degli scarti dal teorico del rapporto FEV1/FVC



G Ital Med Lav Erg 2006

Indagine 2010*

Valutazione della accettabilità e ripetibilità delle spirometrie eseguite nella sorveglianza sanitaria secondo i criteri proposti nel progetto PLATINO. Campione di 1048 spirometrie eseguite da 19 Medici Competenti.

Sono stati calcolati:

- a) Punteggio medio dell'intero campione
- b) Distribuzione delle spirometrie (numero e %) nei gradi A – F;
- c) Distribuzione dei M.C. in base al punteggio medio delle proprie spirometrie

*Quercia A. et al: dati non pubblicati

Indagine 2010: criteri di valutazione delle spirometrie progetto PLATINO

grado	criteri	punti
A	3 manovre accettabili-2 FVC e FEV1 entro 150 ml ATS/ERS 2005	5
B	3 manovre accettabili-2 FVC e FEV1 entro 200 ml ATS 1994	4
C	2 o 3 manovre accettabili con riproducibilità entro 200-250 ml	3
D	2 o 3 manovre accettabili senza riproducibilità entro 250 ml	2
E	1 manovra accettabile	1
F	Nessuna manovra accettabile	0

Respir Care 2008

Indagine 2010: distribuzione delle 1048 spirometrie (N. e %) nei gradi A-F e punteggio medio

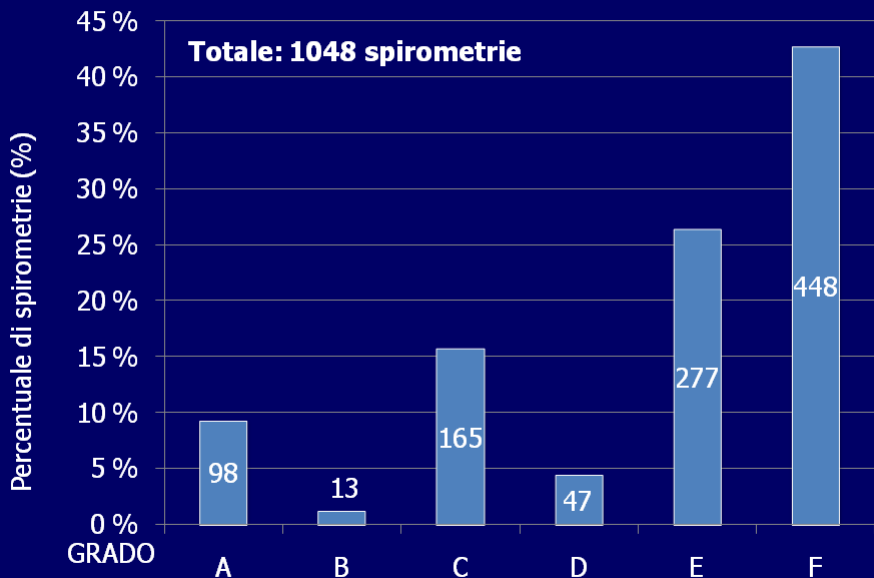
grado	N	%	punti
A	98	(9,3)	5
B	13	(1,2)	4
C	165	(15,7)	3
D	47	(4,4)	2
E	277	(26,4)	1
F	448	(42,7)	0

Punteggio medio

$1408:1048= 1.34$

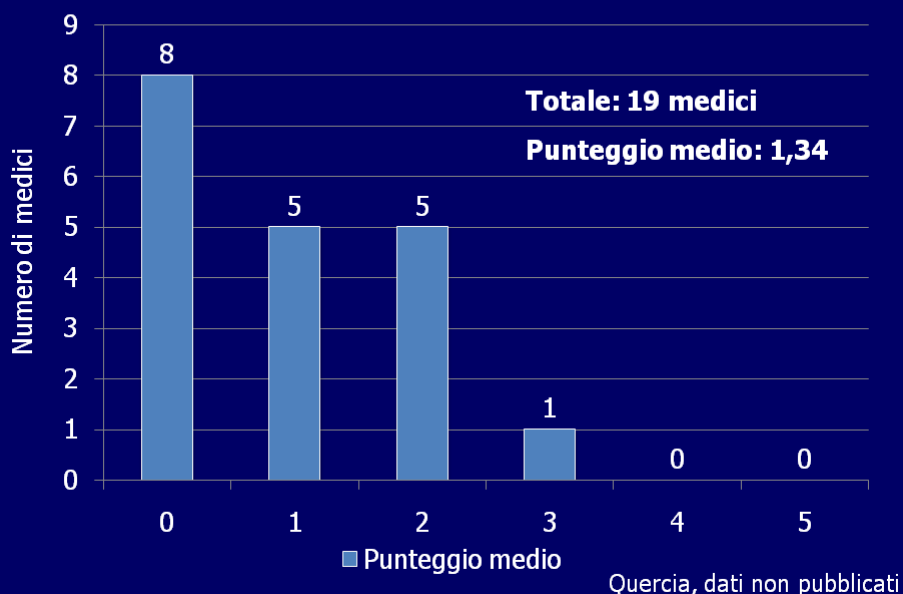
Quercia, dati non pubblicati

Indagine 2010 - Distribuzione delle spirometrie secondo i criteri PLATINO



Quercia, dati non pubblicati

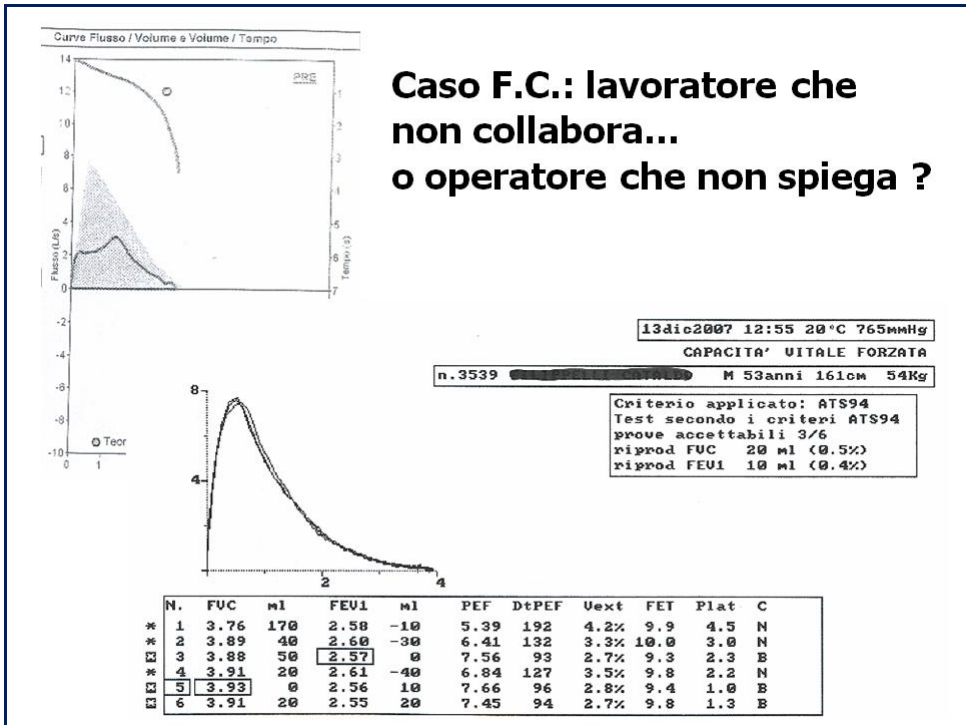
Indagine 2010 - Distribuzione dei M.C. in base al punteggio medio delle spirometrie secondo i criteri PLATINO



I pochi studi disponibili sulla qualità delle spirometrie eseguite nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori documentano una frequente e rilevante sottostima dei principali parametri spirometrici, la perdita di sensibilità e di specificità degli esami mal eseguiti (molti falsi negativi e molti falsi positivi), la diffusa abitudine di non misurare l'altezza con conseguente alterazione dei teorici di riferimento (pag. 140 figura 2 e pag. 141 figura 1 e 2).

Gli errori più frequenti nella esecuzione della spirometria riguardano l'interruzione precoce dell'espiazione forzata (pag. 143 figura 1 e 2) e la assenza di ripetibilità (pag. 143 figura 1).

Nel 70% delle spirometrie è presente una sola prova accettabile o più spesso nessuna prova accettabile e quasi la metà dei M.C. coinvolti non esegue neanche una prova accettabile (pag. 145 figura 1 e 2 e pag. 146 figura 1)



**Caso 4: perchè misurare l'altezza e...
(nessuna prova accettabile)**

Anno	Alt.	Età	FVC		FEV1		FEV1/FVC	
			Oss	% Teor	Oss	% Teor	Oss	% Teor
2000	177	24	4.06	78.00	3.94	89.00	97.04	84.70
2001	165	26	4.06	90.00	3.78	98.00	93.10	85.70

**Misurare
o affidarsi alla
soggettività ?**



**Caso 5: coerenza dei dati
(nessuna prova accettabile)**

anno	età	FET	FVC	FEV1	FEV1/FVC	referto
1999	44	2.0	3.81	3.27	85.8	Spirometria normale
2000	45	3.4	4.11	3.22	78.3	Spirometria normale
2003	48	2.4	4.31	2.80	65.8	Ostruzione lievissima
2004	49	3.7	5.07	3.59	70.8	Ostruzione lievissima

Refertazione automatica ?

Caso 1

VALORI MIGLIORI				
	MISURATI	TEOR.	STECOR.	
FVC	L	2,81	3,37	83
FEV1	L	2,19	2,71	81
PEF	L/s	2,45	7,48	33
FEV1%	%	77,9	76,8	101

Restrizione lieve

Caso 2

VALORI MIGLIORI				
	MISURATI	TEOR.	STECOR.	
FVC	L	3,33	3,88	89
FEV1	L	2,27	3,24	70
PEF	L/s	2,34	8,25	28
FEV1%	%	57,8	78,2	74

Ostruzione lieve

Caso 6: coerenza nella refertazione (nessuna prova accettabile)

anno	età	FET	FVC	FEV1	FEV1/FVC	referto
1999	47	1.0	3.39	3.39	100	Restrizione lieve
2000	48	2.9	4.11	2.78	67.6	Ostruzione lieve (fumatore)
2003	52	1.8	3.84	3.67	95.6	Restrizione lieve
2004	52	11.9	4.53	3.76	83	Spirometria normale

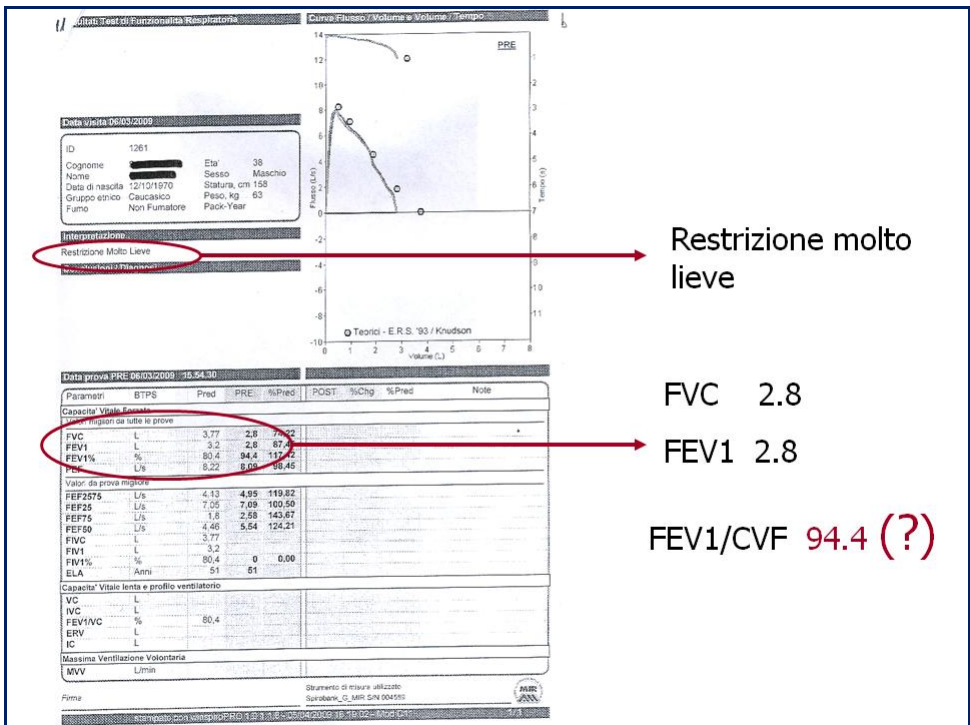
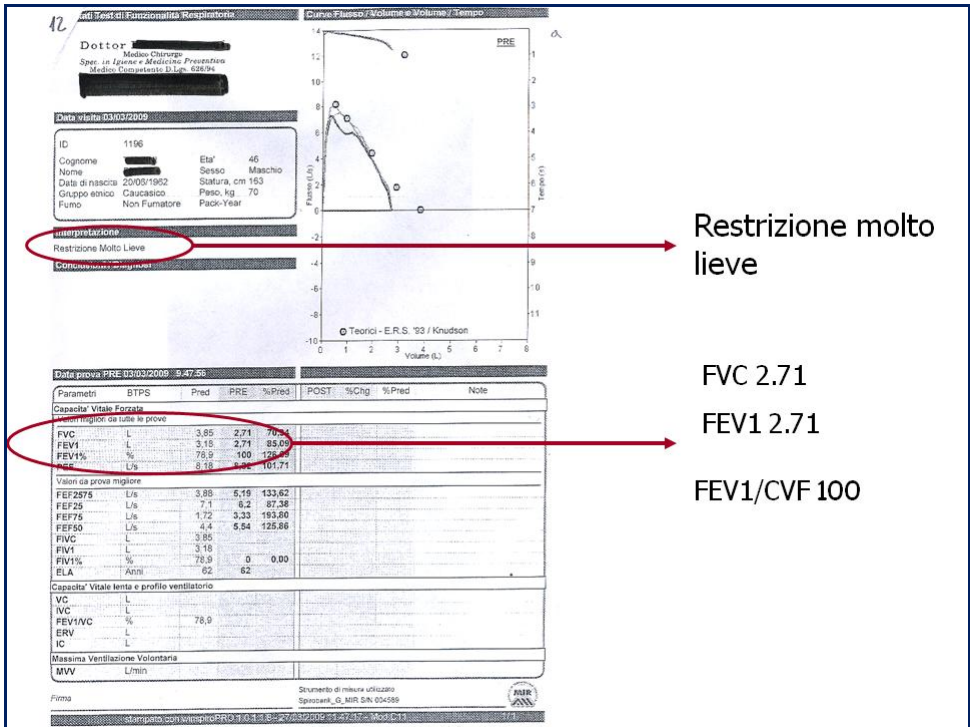
Vari esempi documentano la necessità di cercare con cura e pazienza la collaborazione del lavoratore (pag. 147, fig. 1), gli effetti della cattiva abitudine di chiedere l'altezza invece di misurarla (pag. 147, fig. 2), le ricadute negative (dati non confrontabili e non utilizzabili, interpretazioni degli esami prive di fondamento e altalenanti) causate dalla superficialità nell'accettare la refertazione automatica (pag. 148, fig. 2 e pag. 149, fig. 1 e 2).

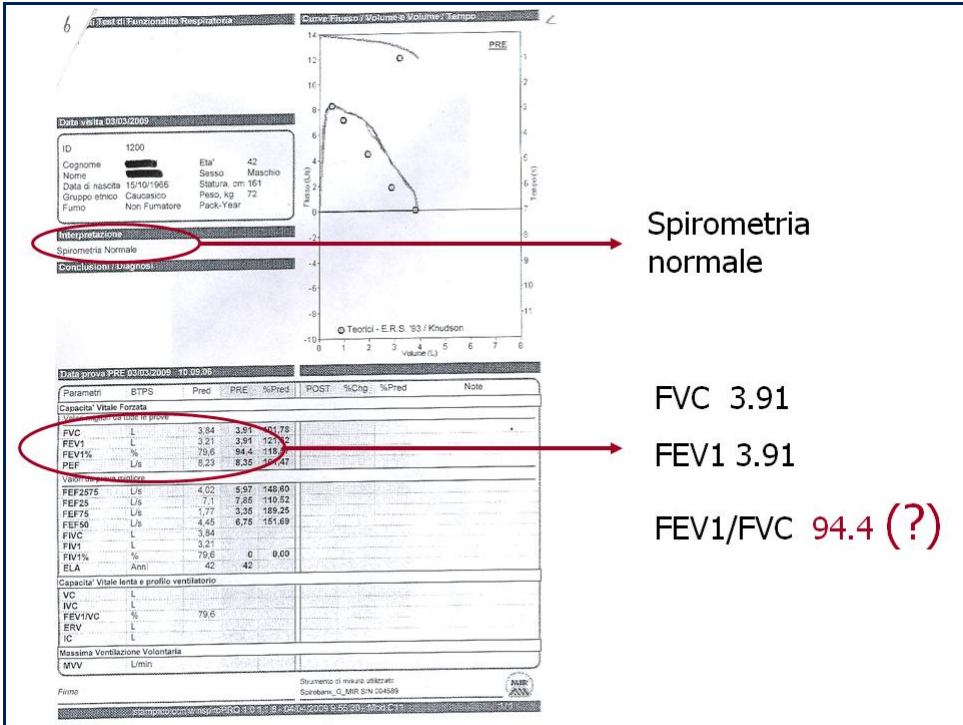
Azienda di estrazione e lavorazione lapidei: spirometrie di 46 lavoratori

- a) Esecuzione: nessuna prova accettabile (grado F)**
- b) Malfunzionamento software**
- c) Refertazione automatica**

- 1 prova con $FEV1/FVC = 100$**
- 1 prova con $FEV1/FVC = 94.5$**
- 44 prove (95.6%) tutte con $FEV1/FVC = 94.4$**

- 4 prove con $FET \leq 1$ sec.**
- 27 prove con $FET \leq 2$ sec.**
- 40 prove con $FET \leq 4$ sec.**



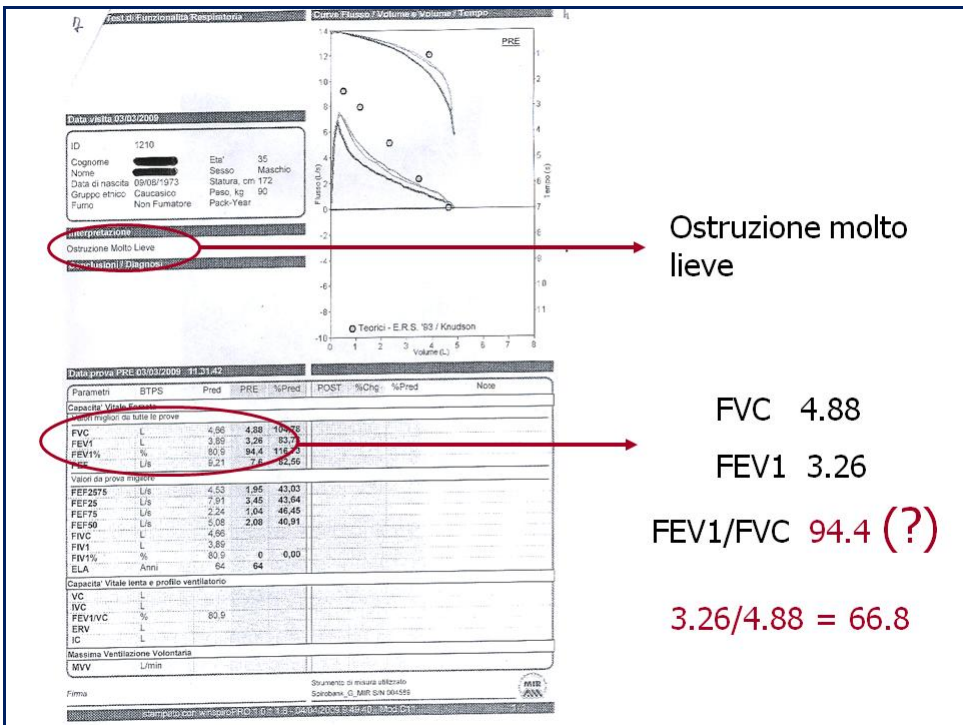


Spirometria normale

FVC 3.91

FEV1 3.91

FEV1/FVC 94.4 (?)



Ostruzione molto lieve

FVC 4.88

FEV1 3.26

FEV1/FVC 94.4 (?)

$3.26/4.88 = 66.8$

Ma gli articoli 25 e 35...

- Quali informazioni al singolo lavoratore sul significato e sui risultati della s.s. ?
- E nella riunione annuale, quali informazioni nei dati anonimi collettivi della s.s. ?

Atti Test di Funzionalità Respiratoria

Curve Flusso / Volume e Volume / Tempo

Medico Competente D.Lgs.81/08

Data visita 18/10/2010

ID: WSPR07011992
 Cognome: [redacted] Età: 58
 Nome: [redacted] Sesso: Maschio
 Data di nascita: [redacted] Statura: cm 163
 Gruppo etnico: Cauucasico Peso: kg 62
 Fumo: Pack-Year

Interpretazione: Restrizione Lieve

Conclusioni / Diagnosi:

Data prova PRE 18/10/2010 9.49.05

Parametri	BTPS	Teor.	PRE	%Teor.	POST	%Teor.	%Chg	PRE#1	PRE#2	PRE#3
Capacità Vitale Forzata										
Valori migliori da tutte le prove										
FVC	L	3,54	2,63	74				2,63	2,60	2,58
FEV1	L	2,04	2,08	73				2,08	2,03	2,01
FEV1/FVC	%	70,6	79,1	102						
PEF	L/s	7,06	7,55	99				7,35	7,43	7,55
Valori da prova migliore										
FEF275	L/s	3,37	1,92	57				1,92	1,74	1,69
FEF25	L/s	6,75	5,13	76				5,13	6,00	4,60
FEF50	L/s	4,03	2,05	51				2,95	1,97	1,96
FEF75	L/s	1,41	0,79	56				0,79	0,70	0,73
FVC	L	3,54								
FV1	L	2,84								
FV1/FVC	%	79,8	0,0	0				0,0	0,0	0,0
ELA	Anni	58	84					84	86	87
Capacità Vitale lenta e profilo ventilatorio										
VC	L									
IVC	L									
FEV1/VC	%									
ERV	L									
IC	L									
Massima Ventilazione Volontaria										
MVV	L/min									

Firma: _____

Stampato il 18/10/2010 09:52:50
 Medapi S/N 05120 1/1

ALLEGATO d

COPIA

Si può fare...

FVC 2,63 2,60 2,58

FEV1 2,08 2,03 2,01

Un esempio di totale inutilità delle spirometrie effettuate su un gruppo di lavoratori a causa della miscela (altamente tossica) di prove tutte clamorosamente inaccettabili (PLATINO F = punti 0) e di malfunzionamento del software di gestione dello spirometro (di cui nessuno si è accorto...) è documentato nelle pagine 150 (fig. 2), 151 e 152.

Lo stesso M.C. ottiene risultati ottimi (PLATINO A = punti 5) dopo il controllo sulla qualità degli esami (pag. 153, fig. 2)

Sintesi: aspetti generali

- a) Frequente e rilevante scostamento dalle LG**
- b) Elevata percentuale di prove non accettabili**
- c) Significative differenze nei volumi misurati**
- d) Perdita dei soggetti ostruiti**
- e) Spirometrie inutili per il singolo e per la popolazione**

Sintesi: aspetti di dettaglio

a) Tempo di espirazione forzata (FET) troppo breve:

- Sottostima di FVC
- Sovrastima rapporto FEV1/FVC

b) Ripetibilità non documentata

c) Assenza di registrazione organizzata dei dati

d) Assenza di confronto longitudinale dei dati

Comportamenti "ai limiti della norma" (1)

Spirometria ai limiti della norma

Nome di non generale: Pao Kq ... 128 Altez. cm. 192 Pa. 130, 90

1 e 2a-3a: non reperi patologici

pp. cardiovascolari: non reperi patologici

sp. digerenti: non reperi patologici

Vpp. urinarie: non reperi patologici

Vpp. osteoporosiche: non reperi patologici

Sistema nervoso: non reperi patologici

Rumori e stridori: non reperi patologici

Prova isole - naso: negativo positivo

Esame posturale: negativo positivo

Scala Test dell'arco dolente: negativo positivo

Comato Test epicondiliti: negativo positivo

Mano Test & Test: negativo positivo

Test di Phalen: negativo positivo

Accertamenti integrativi specialistici e/o di laboratorio: si è effettuato non è stato effettuato

Altri esami ematologici e/o di laboratorio: si è effettuato non è stato effettuato

Spirometria: ai limiti della norma

Esame rivaer: ai limiti della norma

RX Torace: ai limiti della norma

Emocromo, glicemia, creatinemia, AST, ALT, GOT, ai limiti della norma

RBAAG: neg. pos. RBAAb: neg. pos. HBsAb: neg. pos. HCV Ab: neg. pos.

Altri esami ematologici e/o tossicologici:

Valutazione complessiva (dei dati clinici anamnestici e dei risultati degli accertamenti integrativi, in relazione ai rischi occupazionali): buone condizioni cliniche altro

Giudizio di idoneità:

idoneo non idoneo (C permanentemente - C temporaneamente fino a ...)

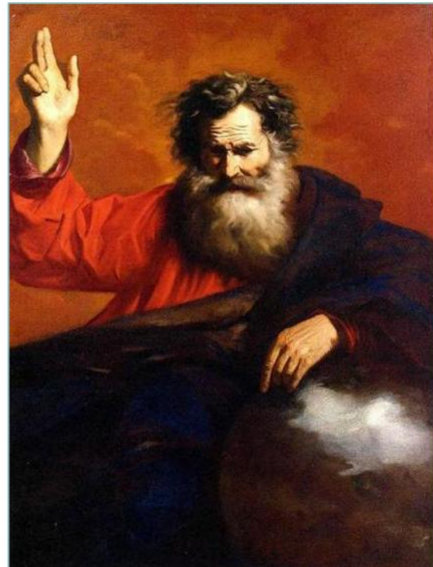
idoneo con le seguenti condizioni (C precauzioni - C limitazioni)

Data: 20-06-10

Il lavoratore dichiara di essere stato informato nei rischi lavorativi, nel significato e nelle conseguenze degli accertamenti sanitari e così è stato sottoposto all'art. 23 comma 1 lettera g ed h del D. Lgs. 30/09/08, in attesa di giudizio di idoneità e entro il termine di 30 giorni.

Il lavoratore per prima visione

A. P. A. P. P.



Pier Francesco Mola detto Il Ticinese
Dio Padre Onnipotente - olio su tela

Esempi di malpratica (...o di malafede):

Il M.C. che afferma con sicumera di comportarsi come Dio onnipotente e di buttare via le prove "normali" (noi sospettiamo mai effettuate...)(pag. 155, fig. 2);

La stessa prova utilizzata per due diversi lavoratori (pag. 156, fig. 1);

Le visite effettuate via fax (pag. 156, fig. 2)

Forse è utile fermarci a riflettere ...

Considerazioni su sorveglianza sanitaria e idoneità lavorativa

All'inizio degli anni '90 del secolo scorso, alcuni tra i più autorevoli studiosi in medicina del lavoro hanno definito la sorveglianza sanitaria come la sistematica raccolta e valutazione dei dati riguardanti la salute dei lavoratori, al fine di identificare specifiche malattie e l'andamento dello stato di salute dei lavoratori, associata ad azioni atte a ridurre i rischi (Rempel 1990). Con lungimiranza, i legislatori comunitari all'art. 14 c. 3 della Direttiva 391/89 avevano infatti scritto: "Il controllo sanitario può far parte di un sistema sanitario nazionale". Ma la storia ci dice che in Italia è andata in altro modo, anche se l'art. 10 del D.Lgs 81/08 apre uno spiraglio in tal senso.

Tuttavia, nella pratica del medico competente, ma anche in autorevoli testi dedicati all'argomento, l'obiettivo finale della sorveglianza sanitaria viene comunemente sintetizzato nella "formulazione del giudizio di idoneità alla mansione specifica".

Si tratta, a nostro parere, di un grosso fraintendimento, un equivoco tra il fine e i mezzi della sorveglianza sanitaria. Il giudizio di idoneità è certamente un adempimento obbligatorio per legge, ma non è l'obiettivo della sorveglianza sanitaria. Il giudizio è uno degli atti medici attraverso i quali si concretizza la sorveglianza sanitaria, al pari di altri atti tecnico-professionali come, ad esempio, la compilazione della cartella sanitaria e di rischio. Ma nessuno si sognerebbe di affermare che la compilazione della cartella è l'obiettivo della sorveglianza sanitaria!

Lo scopo della sorveglianza sanitaria, al contrario, è ben delineato nelle definizioni presenti nell'articolo 2, comma 1, lettera m, del D.Lgs. 81/2008: «insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all'ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa». Una definizione, dunque, molto vicina a quella di Rempel sopra citata, che enfatizza l'importanza dell'osservazione longitudinale nel singolo lavoratore e nel gruppo omogeneo, rispetto a un "lasciapassare" trasversale che tutela più il datore di lavoro che il lavoratore.

Se nel concetto di sorveglianza sanitaria è sempre stato insito il problema della idoneità, solo con il D.Lgs. 277/91 è stato introdotto un vero e proprio giudizio di idoneità che, tuttavia, ha finito per assumere troppo spesso un significato e una gestione di tipo fiscale. Questo ha creato numerosi problemi non facilmente risolvibili neppure con l'introduzione di specifici meccanismi di ricorso.

Andando ancora più a fondo, nel concetto di “giudizio di idoneità alla mansione specifica” è insito il ricorso a criteri di selezione dei lavoratori, ma tali criteri sono da considerare necessari solo in casi eccezionali. Poiché l’essere umano non è fatto per lavorare sott’acqua o in assenza di gravità, risulta ovvio che non tutti gli individui sono in grado di fare il palombaro (o comunque effettuare immersioni subacquee) o l’astronauta (o comunque pilotare un aereo). È quindi necessario che siano messi a punto dei sistemi e dei criteri che permettano da una parte di scegliere i pochi soggetti idonei a svolgere tale attività senza danni a sé e agli altri e dall’altra di escludere da tali lavori la maggioranza degli altri soggetti. Molto più opinabile è l’applicazione di un tale criterio di selezione dei lavoratori quando si tratta di effettuare la sorveglianza sanitaria nelle comuni attività produttive (Calistri 2000).

L’eccessiva importanza attribuita al giudizio di idoneità porta spesso il medico competente (ma anche gli organismi pubblici che effettuano la vigilanza) a privilegiare gli aspetti puramente formali, riducendo le visite mediche e gli accertamenti sanitari all’assolvimento routinario di un obbligo di legge, svuotandoli del contenuto tecnico e privandoli di significato. Si genera così un grave errore concettuale, che consiste nello scambiare la frequente non idoneità del posto di lavoro (spesso accettata dal medico competente come realtà immutabile) con la rara non idoneità del lavoratore. Ovvero, la negazione dei principi storicamente alla base della medicina del lavoro.

D’altra parte, il ruolo del medico competente non è certo favorito dalla (in)cultura presente in molte delle nostre aziende: dalle intercettazioni sull’intervento della Protezione Civile all’Aquila (pubblicate sul quotidiano La Repubblica del 4 marzo 2010) si comprende bene quale sia «l’interpretazione autentica» del significato della sorveglianza sanitaria secondo alcuni datori di lavoro:

«Noi teniamo il dottore di Illuminato - dice De Rosa - il quale fa ste' visite, le fa via fax» Piscicelli avalla subito questa soluzione «... ah! che meraviglia... e mo' me lo fate uscire» risponde Piscicelli ridendo. Piscicelli (...) che ha già dato prova del suo scarso interesse per la sicurezza nel cantiere, ritiene (...) che sia conveniente avvalersi dei rapidi servizi di questo medico anche per tutti gli altri operai «.. ma facciamolo pure per gli altri!!. sì.. se fa i fax questo è fantastico. È una meraviglia. (ride)... risolviamo così.. fate tutti gli incarichi che volete.. basta risolviamo. Ottimo. Ottimo». De Rosa recepisce subito l' input del suo principale e dice «... allora lo

nominiamo nostro medico... allora lo facciamo definitivo.. li guarda via fax gli operai»

Il solito “foglio di carta”! L’importante, per essere a posto con la legge, è che ci siano le idoneità, il resto non conta.

All’opposto della mera formalità, anche la ridondanza e l’inappropriatezza, in alcuni casi, degli accertamenti sanitari ha il fine ultimo di confezionare “fogli di carta” da esibire nel corso di ispezioni o richieste degli organi di vigilanza.

Per tornare alla spirometria, la sua valutazione si basa tradizionalmente sul confronto con i valori di riferimento, misurati in soggetti sani. Spesso l’interpretazione si limita a questa analisi trasversale: ogni anno viene precisato soltanto se i risultati sono all’interno della normale variabilità. Ma le spirometrie ripetute periodicamente, come comunemente accade nella pratica della sorveglianza sanitaria, permettono anche (e soprattutto) una valutazione longitudinale, misurando le modificazioni della funzione ventilatoria nel tempo.

Il caso del lavoratore T.S., riportato nel riquadro, è un esempio emblematico di osservanza formale degli obblighi e al tempo stesso di fallimento della sorveglianza sanitaria, sia rispetto alla definizione di Rempel sia rispetto alla definizione contenuta nella norma. Documenta in modo esemplare la necessità di reimpostare la spirometria, nell’ambito della sorveglianza sanitaria, in senso epidemiologico (valutazione degli effetti noti, identificazione di nuovi effetti) superando il ritualismo della visita medica.

Bibliografia

Rempel D 1990. Medical surveillance in the workplace: overview. *Occup Med* 5 (3): 435-8.

Calistri S, Innocenti A 2000. La sorveglianza sanitaria dei lavoratori: evoluzione della normativa, apertura di nuovi orizzonti e spunti di riflessione. In: Riccucci S *et al.* (a cura di). *Il medico aziendale. Competenze autonomia, vincoli, prospettive.* Regione Toscana, Firenze: 58-65

Caso del lavoratore T.S.

Nel novembre 2007, nel corso di un'attività di controllo sulla qualità della sorveglianza sanitaria nel territorio dell'ASL di Viterbo, è stata ripetuta tra le altre la spirometria del lavoratore T.S., addetto al collaudo in un'azienda di produzione di sanitari in ceramica. La spirometria del medico competente era stata giudicata non conforme ai criteri di accettabilità (pag. 164, figura 2).

La nuova spirometria, eseguita nel rispetto dei criteri ATS/ERS, mostra un valore del rapporto FEV1/FVC pari al 65,7%, con FEV1 al limite inferiore del valore di riferimento e FVC nel range di normalità (pag. 165, figura 1 e 2). Il confronto delle due prove spirometriche evidenzia in quella del medico competente:

A) riguardo ai dati personali:

- un errore di 10 anni nella registrazione della data di nascita (1960 anziché 1970), per cui i teorici corrispondono a un'età di 46 anni anziché di 36;
- una differenza di 6 cm nella misura dell'altezza (cm 184 anziché 178, con conseguente errore nel calcolo dei teorici);
- la classificazione come non fumatore di un soggetto in realtà fumatore di 30 sigarette al giorno;

B) riguardo all'esecuzione della prova:

- la presenza di una sola espirazione forzata, non accettabile a causa della breve durata e dell'assenza di *plateau* finale (PLATINO F = punti 0);
- una notevole differenza nei valori di FVC, dovuta alla inaccettabile brevità della prova;
- un valore falsamente elevato di FEV1/FVC, a causa della sottostima di FVC;
- un errore nel calcolo del rapporto FEV1/FVC (che in base ai valori osservati dovrebbe essere 84% anziché 71,3%), dovuto a un difetto del programma di calcolo;

C) nell'interpretazione dei risultati:

- la scelta di teorici di riferimento non appropriati (ERS '93);
- una differenza di interpretazione ("spirometria normale") causata da tutti i fattori di errore dei punti precedenti.

Esaminando la cartella sanitaria e di rischio redatta dal medico competente in occasione della sorveglianza sanitaria, si trovano cinque spirometrie eseguite dal 2004 al 2009.

Nessuna di queste risponde ai criteri di accettabilità: tutte presentano una sola prova non accettabile per brevità dell'espiazione forzata e assenza di plateau, ma sono sempre refertate come "normali" (pag. 166, fig. 1).

Ovviamente in queste spirometrie i valori di FVC e del rapporto FEV1/FVC sono inutilizzabili; tuttavia, con criterio conservativo, potrebbe essere accettato il FEV1, considerando che la parte iniziale delle prove sembra ben eseguita (tranne la prima del 2004). La registrazione sistematica raccolta e la valutazione dei valori di FEV1 avrebbe consentito al medico competente di rilevarne il decremento negli anni (pag. 166, fig. 2).

Il lavoratore T.S., inoltre, aveva eseguito presso l'ambulatorio dell'ASL di Viterbo una precedente spirometria nel 1997 (pag. 167, fig. 1); il confronto con quella del 2007 mette in luce una sensibile diminuzione del FEV1 (-1250 ml in dieci anni), nettamente al di sopra del decremento fisiologico. Il valore del rapporto FEV1/FVC passa da 79,5% a 65,7%. Il confronto tra le due prove disponibili (oltre alla morfologia dell'ultima) permette di escludere che ci si trovi di fronte a una variante fisiologica normale (FEV1 e FVC nei limiti di normalità con basso valore del loro rapporto).

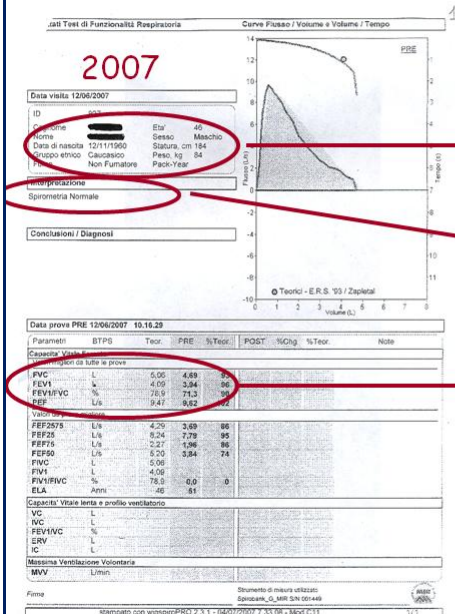
Si documenta, invece, l'evoluzione del quadro funzionale verso l'ostruzione in un lavoratore ancora giovane (37 anni), che partiva da valori di FEV1 e FVC ben superiori ai teorici di riferimento (entrambi 107% del teorico nel 1997).

Il caso del lavoratore T.S.

ovvero

a cosa serve la sorveglianza sanitaria ?

Caso T.S. : spirometria del M.C.



d.n. 12/11/1960

Età 46

Statura cm 184

Spirometria normale

FVC 4.69

FEV1 3,94

FEV1/FVC% 71,3 (?)

$3,94/4,69 = (84)$

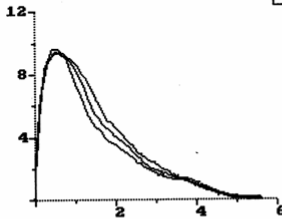
Caso T.S.: ripetizione della spirometria

29nov2007 12:11 22°C 759mmHg

CAPACITA' VITALE FORZATA

n. 3478 ~~XXXXXXXXXXXX~~ M 37anni 178cm 89Kg

Criterio applicato: ATS94
 Test secondo i criteri ATS94
 prove accettabili 3/3
 riprod FVC 20 ml (0.4%)
 riprod FEV1 160 ml (4.3%)



N.	FVC	ml	FEV1	ml	PEF	DtPEF	Uext	FET	Plat	C
1	5.54	70	3.38	310	9.36	62	1.8%	16.7	1.4	B
2	5.61	0	3.53	160	9.42	70	1.9%	16.3	1.1	B
3	5.59	20	3.69	0	9.60	66	1.8%	15.0	1.1	B

Caso T.S. - 2007

AZIENDA UNITA' SANITARIA LOCALE VITERBO

SERVIZIO P.I.S.L.L.

VIA NEPESINA, SNC - CIVITA CASTELLANA - TEL. 0761/5185222

paz.: ~~XXXXXXXXXX~~ Sesso: M d.n.: 12/11/1970
 c.f.: TNNSFN70S12 g.e.: ~~XXXXXXXXXX~~ Età: 37
 cod.: ~~XXXXXXXXXX~~ peso: 89.0 Kg
 ind.: via garibaldi 10 ~~XXXXXXXXXX~~

data: 29/11/2007 cartella n: 3478

d.n. 12/11/1970

età 37

Altezza 178

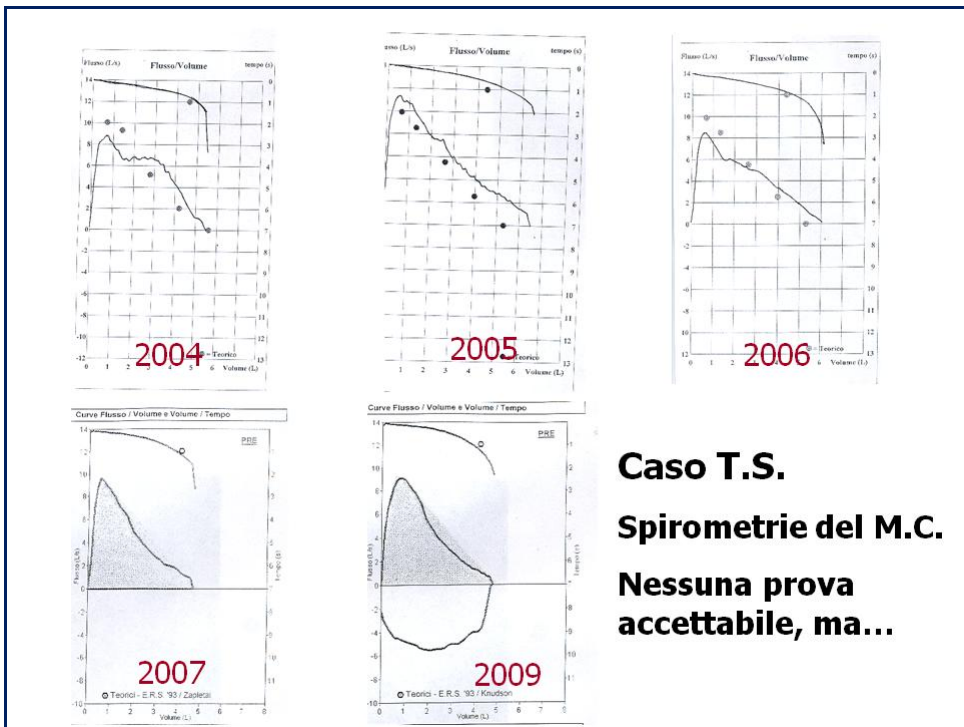
	oss.	teorici	%	lim.
VC	1	5.61	5.71	98
FVC	1	5.61		83%
FEV1	1	3.69	4.40	84
FEV1/VC	%	65.73	77.16	85
FEF25-75	l/s	2.21	4.45	50
PEF25-75/VC	l/s	0.39		55%
PEF	l/s	9.60		
MEF75	l/s	7.46	8.75	85
MEF50	l/s	2.49	6.33	39
MEF25	l/s	0.82	3.24	25
FIVC	l	5.60		54%
MIF50	l/s	6.61		

FVC 5.61

FEV1 3.69

FEV1/FVC **65.7**

Teorici di riferimento: CBGA71-Knudson (eta'>=18), Cotes-Zapletal (eta'<18)



Caso T.S.
Spirometrie del M.C.
Nessuna prova accettabile, ma...

**Caso T.S. – Variazioni del FEV1
 (nessuna prova accettabile)**

	FEV1	var. l
2004	5,05	---
2005	5,46	0,4
2006	4,84	-0,6
2007	3,94	-0,9
2009	3,92	-0,02

Caso T.S. - 1997

AZIENDA UNITA' SANITARIA LOCALE VITERBO
SERVIZIO P.I.S.L.L.
VIA NEPESINA, SNC - CIVITA CASTELLANA - TEL. 0761/5185222

2007 FEV1 3,69-
1997 FEV1 4,94=
- 1,25

PAZ.: ██████████ sesso: M d.n.: 12/11/1970
c.f.: TNNSPN70S12 g.e.: alt.: 178 eta': 26
cod.: ██████████ peso: 64.0 c.r.:
ind.: via garibaldi 10 ██████████

data: 11/04/1997 cartella n: 454

	OSSE	teorici	%	lim.	
VC	l	6.22	5.79	107	83%
FVC	l	6.22			
FEV1	l	4.94			
FEV1/VC	%	79.52	79.72	100	87%
PEF25-75	l/s	4.19	4.84	87	55%
PEF25-75/VC	l/s'	6.67			
PEF	l/s	11.07			
MPEF5	l/s	8.64	9.14	95	61%
MPEF50	l/s	4.65	6.49	72	66%
MPEF25	l/s	2.43	3.38	72	59%
FIVC	l	5.85			
MIF50	l/s	6.14			

FVC 6.22
FEV1 4.94
FEV1/FVC 79.5

Teorici di riferimento: CECA71-Knudson (eta'>=18), Cotes-Zapletal (eta'<18)
██

Sorveglianza sanitaria (health surveillance)

- "Valutazione dello stato di salute allo scopo di identificare gli individui con segni precoci di effetti sfavorevoli per la salute (adverse health effects)
(R.R. Lauweris e P. Hoet)
- "Valutazione dello stato di salute dei lavoratori" *per* "la rilevazione, quanto più possibile precoce, di qualunque effetto specifico sfavorevole per la salute (any specific adverse health effects)"
(W.F. Tordoir e M. Maroni)

PARTE SECONDA

Esercizi

Esercizi di interpretazione della spirometria

Nella parte che segue è riportata una serie di esami spirometrici provenienti dalla reale pratica di una struttura pubblica qualificata, il Servizio Prevenzione Igiene e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro dell'Azienda Sanitaria Locale di Viterbo.

Si tratta di esercizi che hanno la finalità di facilitare l'individuazione degli errori più frequenti nell'esecuzione e nell'interpretazione dei dati della spirometria, che possono renderla del tutto inutile per la valutazione della reale funzionalità respiratoria del lavoratore.

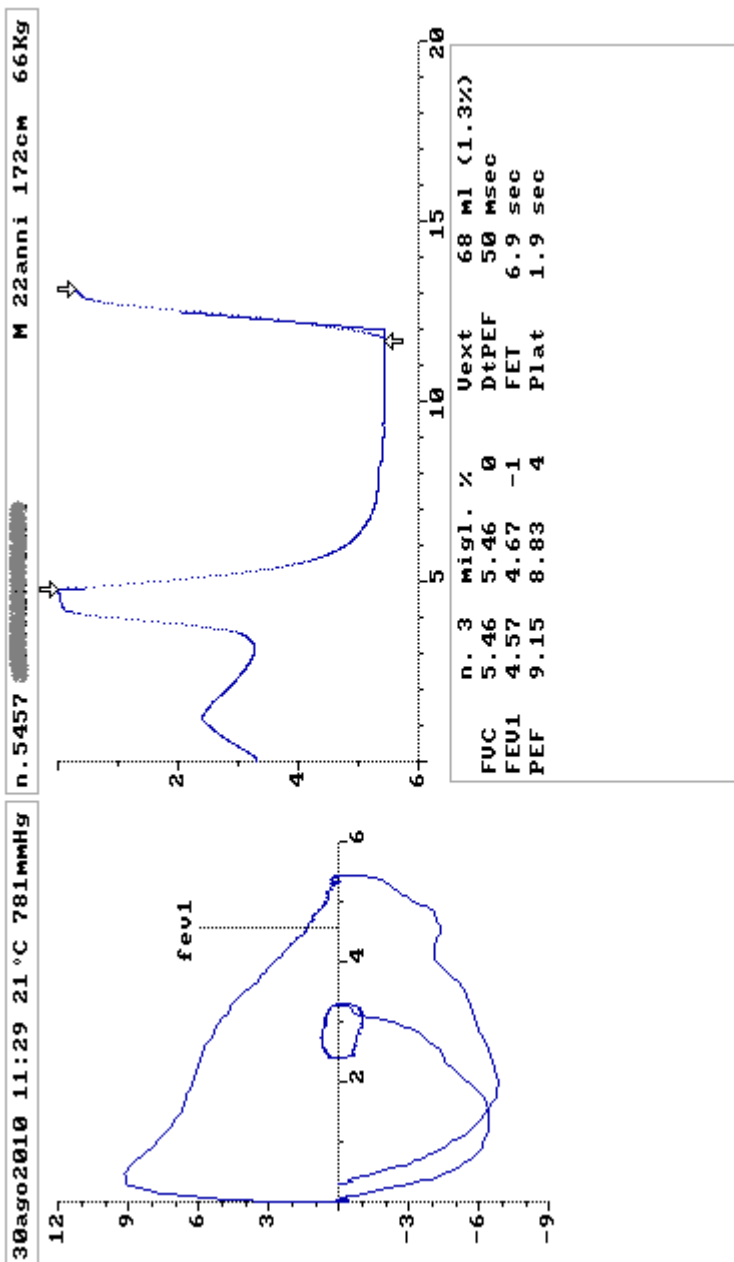
I valori teorici di riferimento sono i CECA 71 per i soggetti in età lavorativa e i CECA 83 per i soggetti di oltre 65 anni di età.

Nelle tabelle dei parametri, con Limite si intende il limite inferiore di normalità, espresso in percentuale del teorico.

Nei casi in cui compaiono più spirometrie contrassegnate dallo stesso numero e da lettere diverse (3A, 3B etc.), le prove si riferiscono al medesimo soggetto.

Un breve commento di ogni spirometria è presente al termine di questa parte del volume.

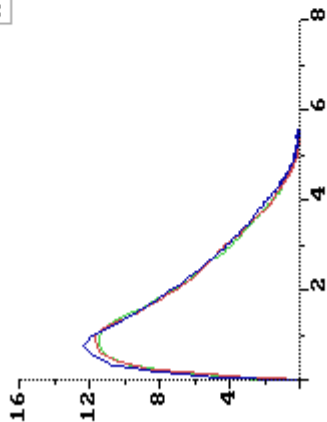
Un particolare ringraziamento a Clotilde Capitta, Cecilia Notarangelo e Ilaria Scrocchia per la collaborazione nella selezione delle prove



26nov2009 09:32 20 °C 769mmHg

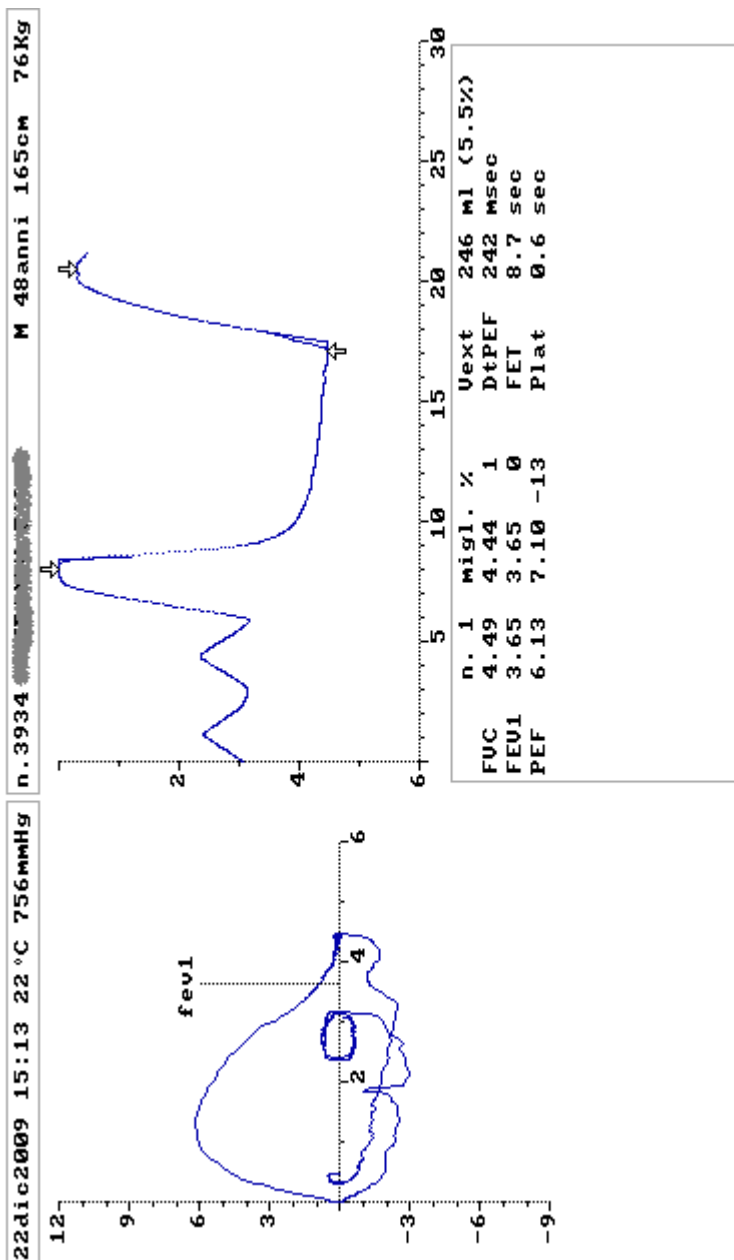
CAPACITA' VITALE FORZATA

n. 1674 M 37anni 172cm 76Kg

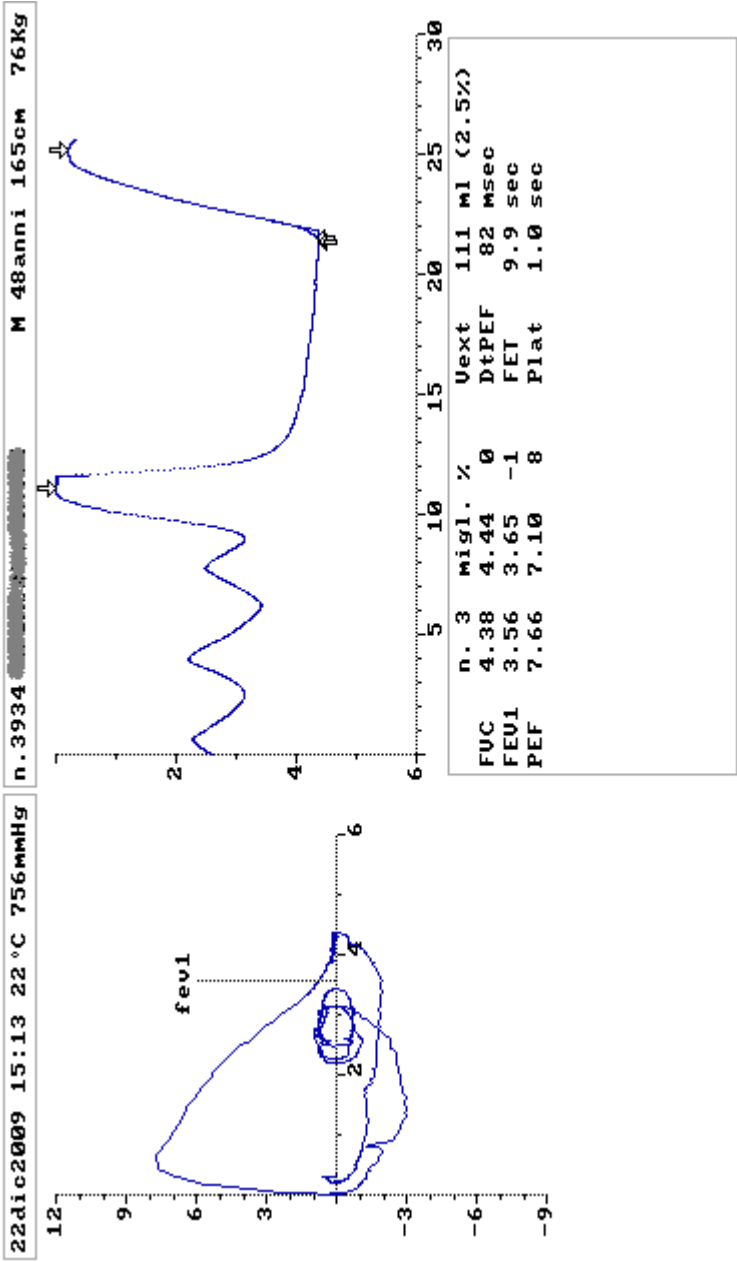


N.	FVC	ml	FEV1	ml	PEF	DtPEF	Uext	FET	Plat	C
1	5.57	0	4.37	0	12.30	68	2.4%	10.5	1.1	B
2	5.50	70	4.29	80	11.58	75	2.8%	14.8	1.8	B
3	5.55	20	4.26	110	11.41	82	2.7%	14.5	1.5	B

Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite
VC	5.64	5.15	109 %	83 %
FVC	5.57	--	--	--
FEV1	4.37	3.97	110 %	81 %
FEV1/VC	77.61	77.16	101 %	87 %



3A

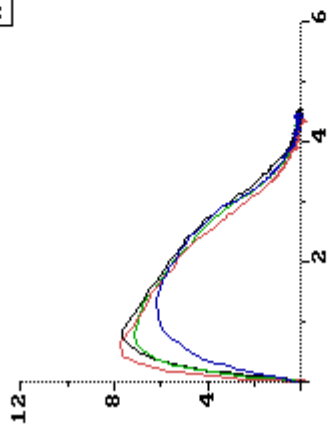


22dic2009 15:13 22 °C 756mmHg

CAPACITA' VITALE FORZATA

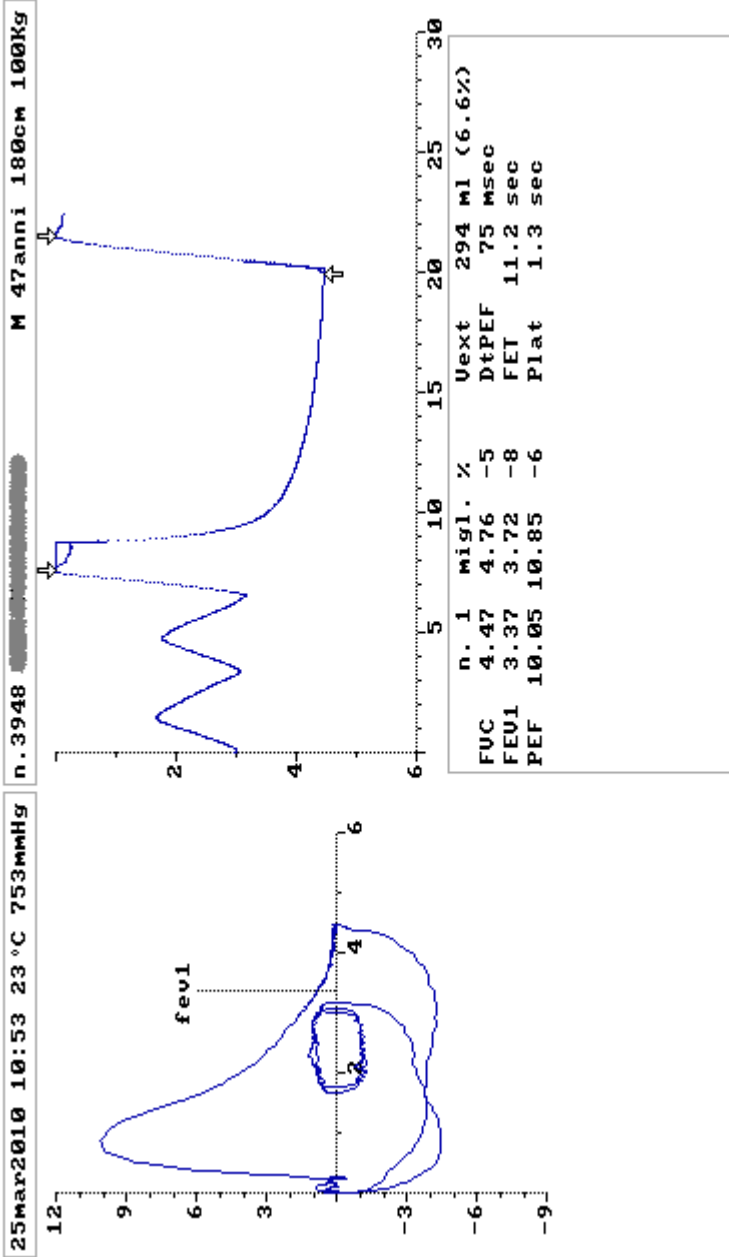
M 48anni 165cm 76Kg

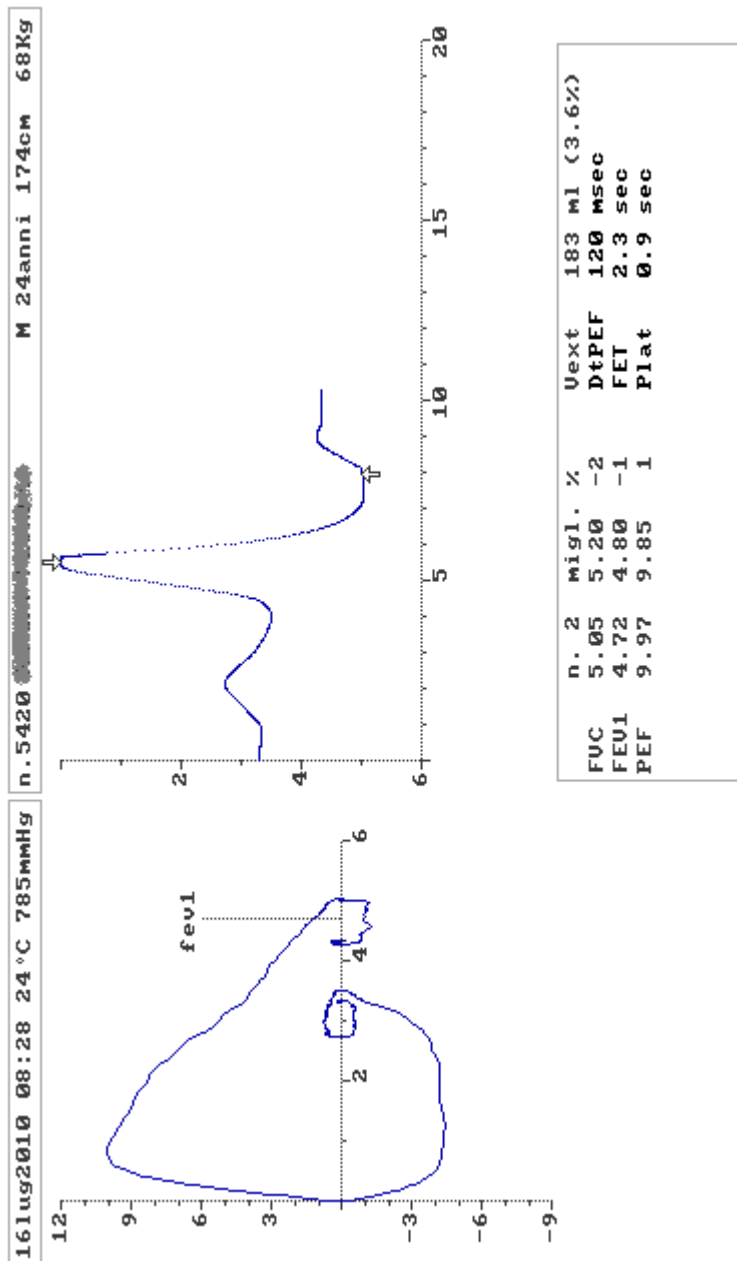
n. 3934

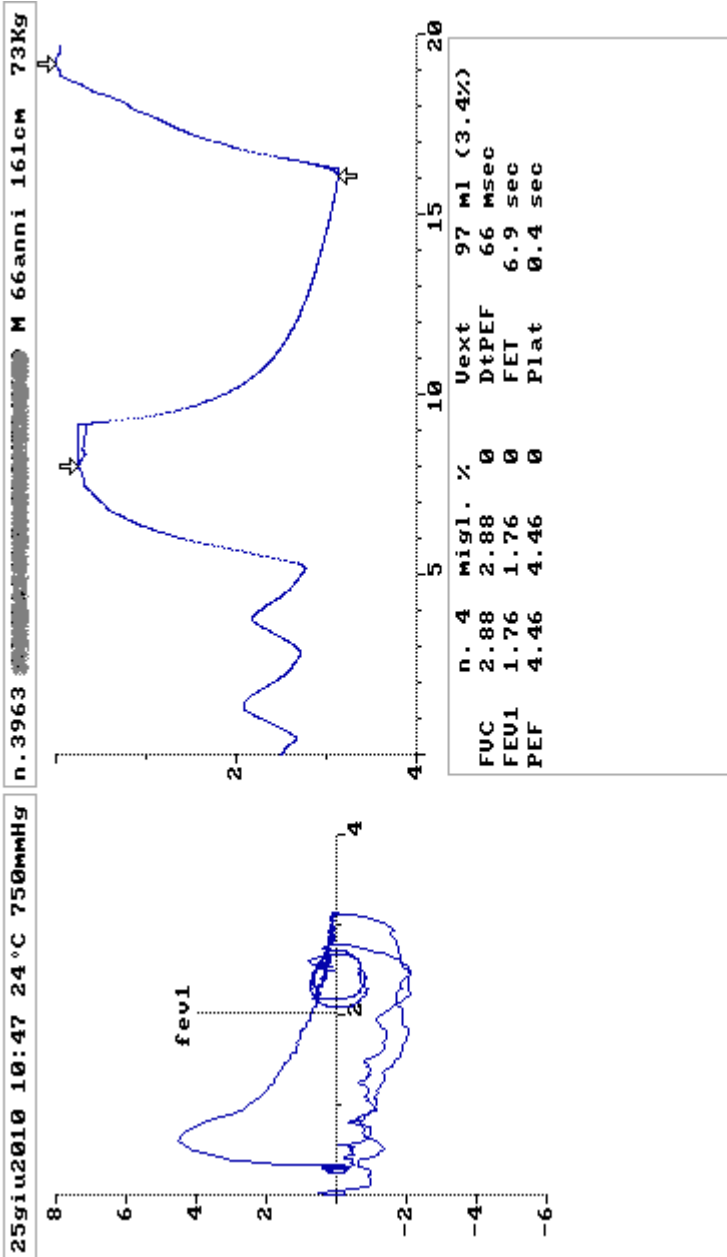


N.	FUC	ml	FEV1	ml	PEF	DtPEF	Uext	FET	Plat	C
1	4.49	50	3.65	110	6.13	242	5.5%	8.7	0.6	N
2	4.41	130	3.69	70	6.22	200	5.0%	5.6	0.8	N
3	4.38	160	3.56	200	7.66	82	2.5%	9.9	1.0	B
4	4.44	100	3.65	110	7.10	119	3.4%	9.0	1.2	B
5	4.54	0	3.76	0	7.57	117	3.7%	9.2	1.0	B

Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite
VC	litri	4.43	105 %	83 %
FVC	litri	--	--	--
FEV1	litri	3.30	114 %	81 %
FEV1/VC	%	74.34	111 %	87 %



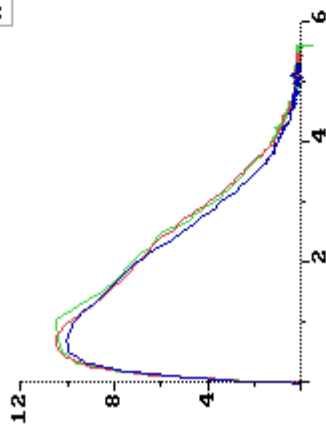




21giu2010 13:41 23 °C 742mmHg

CAPACITA' VITALE FORZATA

n. 3962 M 56anni 180cm 90Kg



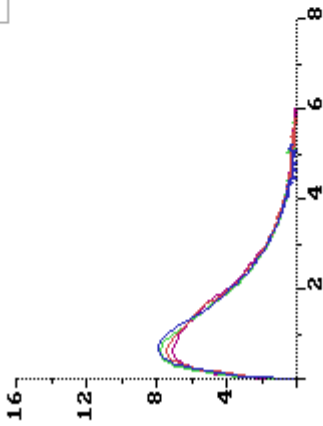
N.	FVC	MI	FEV1	MI	PEF	DtPEF	Uext	FET	Plat	C
1	5.32	300	3.99	160	9.97	69	1.9%	9.6	1.0	B
2	5.48	140	4.15	0	10.45	69	2.0%	10.4	1.4	B
3	5.62	0	4.15	0	10.42	65	1.8%	14.0	1.0	B

Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite
VC	litri	5.59	101 %	83 %
FVC	litri	--	--	--
FEV1	litri	4.04	103 %	81 %
FEV1/VC	%	72.21	102 %	87 %

131us2010 08:41 24 °C 785mmHg

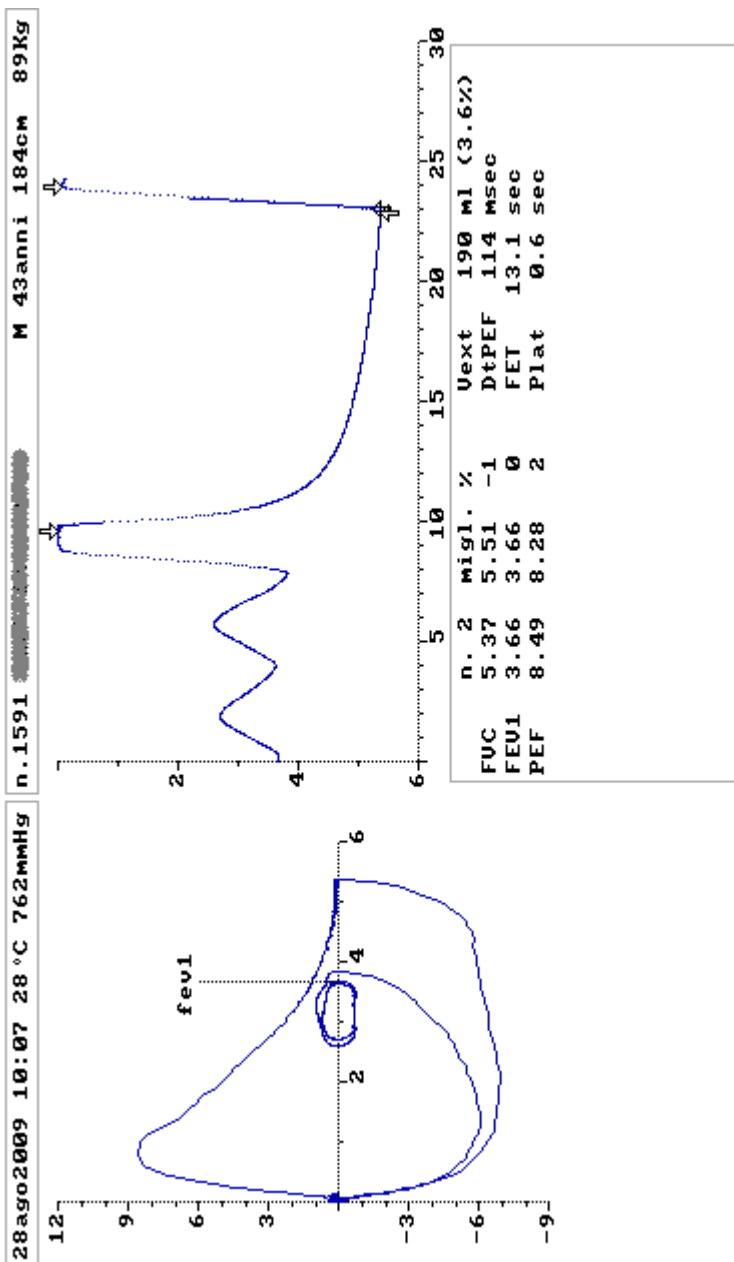
CAPACITA' VITALE FORZATA

n. 5417 M 51anni 186cm 90Kg



N.	FUC	Ml	FEV1	Ml	PEF	DtPEF	Uext	FET	Plat	C
1	5.22	810	3.37	30	7.88	106	2.6%	11.8	0.1	B
2	5.82	210	3.39	10	7.31	118	2.1%	13.8	1.3	B
3	5.81	220	3.34	60	7.72	92	1.9%	14.8	2.1	B
4	6.03	0	3.40	0	7.02	95	1.7%	16.0	1.4	B

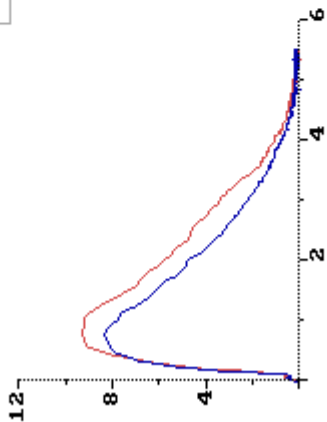
Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite
VC	6.03	6.29	96 %	83 %
FVC	6.03	--	--	--
FEV1	3.40	4.63	73 %	81 %
FEV1/VC	56.38	73.54	77 %	87 %



28 ago 2009 10:07 28 °C 762mmHg

MIGLIORE CURVA BASALE E POSTBRONCODILATATORE

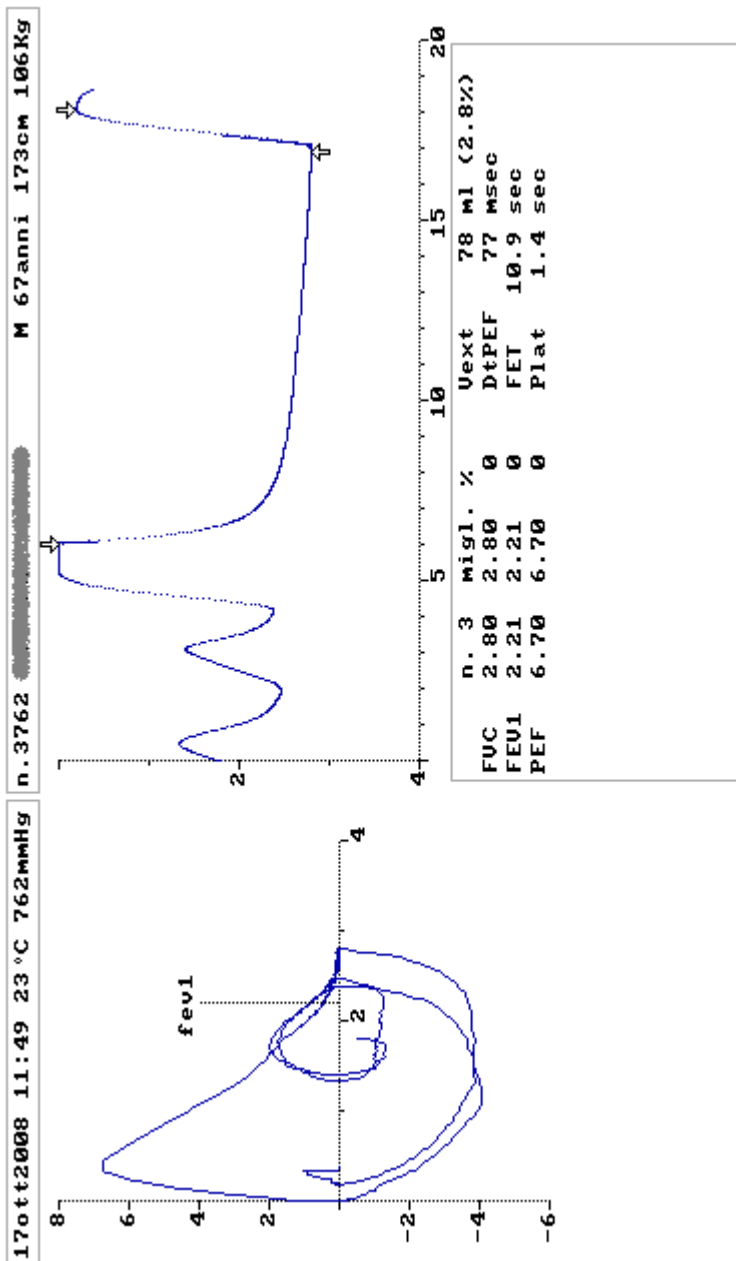
n. 1591 M 43anni 184cm 89Kg



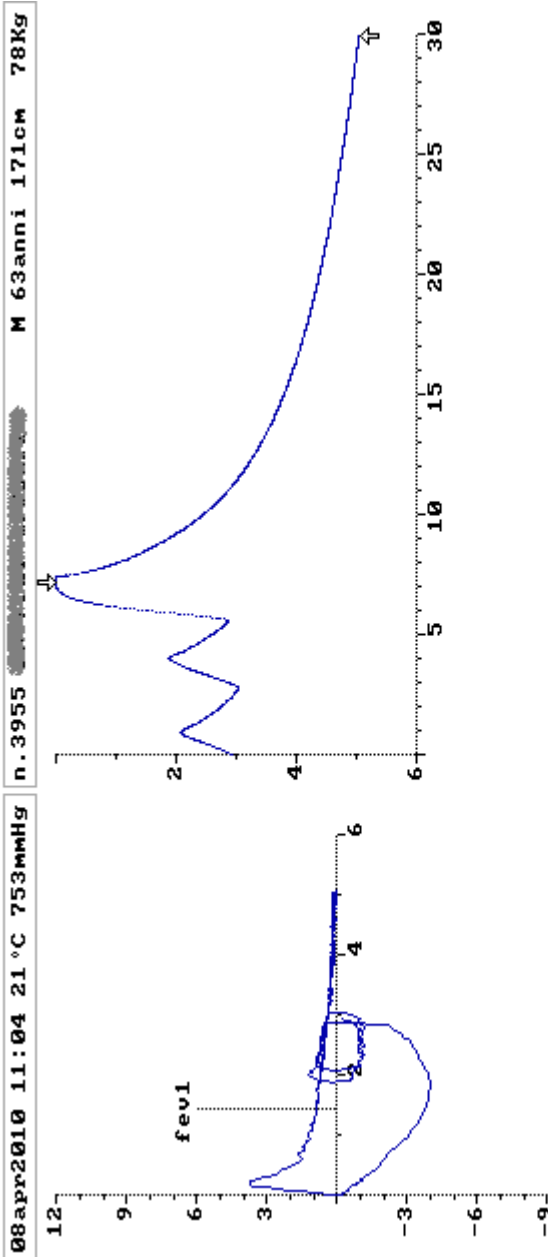
	FVC	FEV1	PEF	DtPEF	Uext	FET	Plat	C
bas	5.51	3.61	8.28	79	2.9%	16.3	0.3	B
pbr	5.49	3.97	9.19	87	3.4%	13.1	0.6	B

Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite	Post - br.	% Oss.
VC	litri	5.51	6.23	88 %	5.57	101
FVC	litri	5.51	--	--	5.57	101
FEV1	litri	3.66	4.71	78 %	3.97	109
FEV1/VC	%	66.44	75.64	88 %	71.32	107

9B

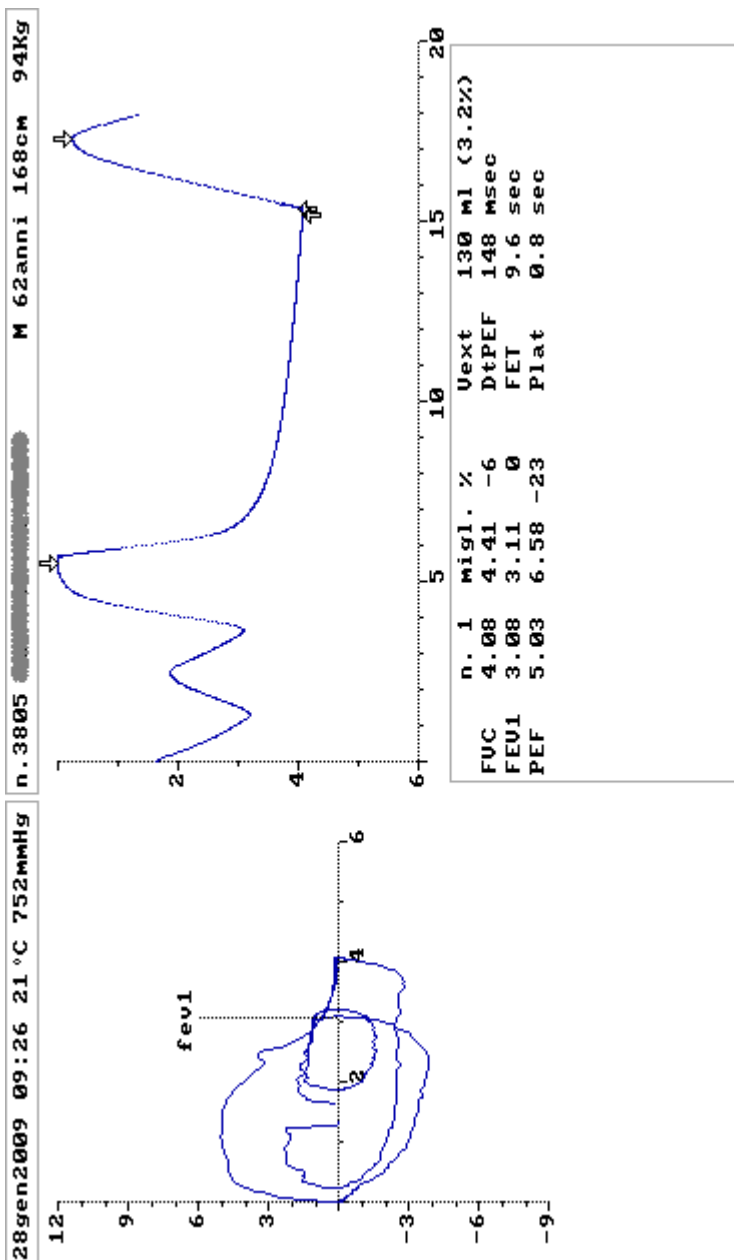


Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite
VC	litri	4.65	63 %	83 %
FVC	litri	--	--	--
FEV1	litri	3.23	68 %	81 %
FEV1/VC	%	69.41	108 %	87 %



n. 4	Migl. %	Uext	67 ml (1.3%)
FVC	5.07	DtPEF	104 msec
FEV1	1.45	FET	22.5 sec
PEF	3.62	Plat	0.4 sec

Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite
VC	litri	4.62	113 %	83 %
FVC	litri	--	--	--
FEV1	litri	3.25	44 %	81 %
FEV1/VC	%	70.38	39 %	87 %

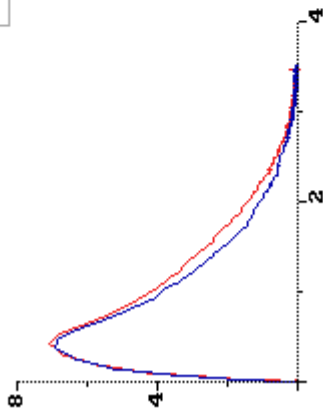


Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite
VC	4.48 litri	4.41	102 %	83 %
FVC	4.08 litri	--	--	--
FEV1	3.08 litri	3.11	99 %	81 %
FEV1/VC	68.75 %	70.64	97 %	87 %

23nov2009 08:19 20 °C 769mmHg

MIGLIORE CURVA BASALE E POSTBRONCODILATATORE

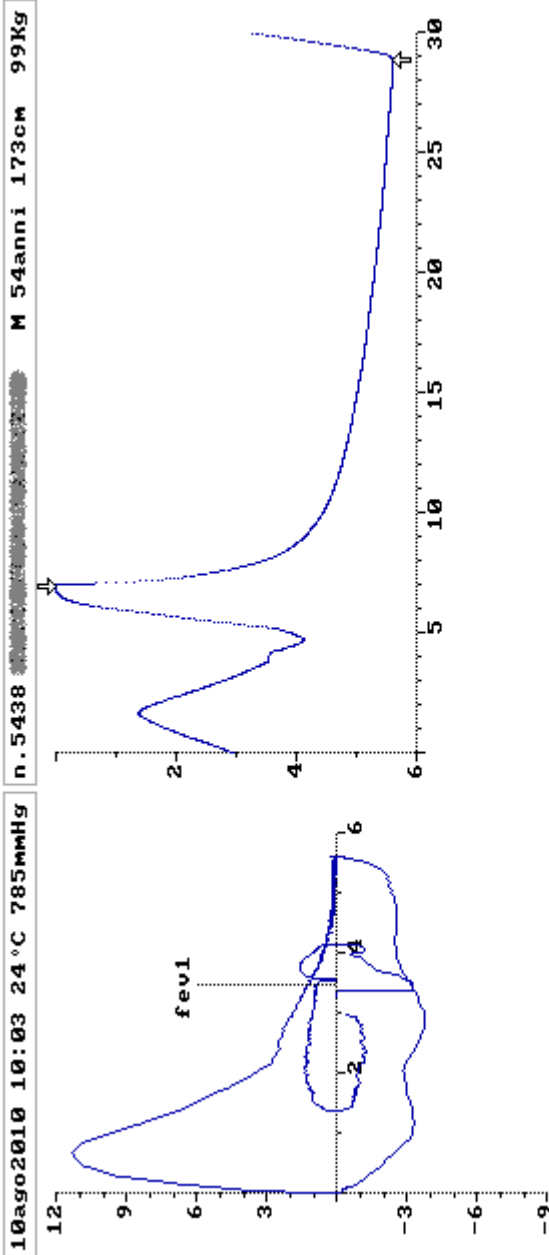
n.1665 F 49anni 163cm 59Kg



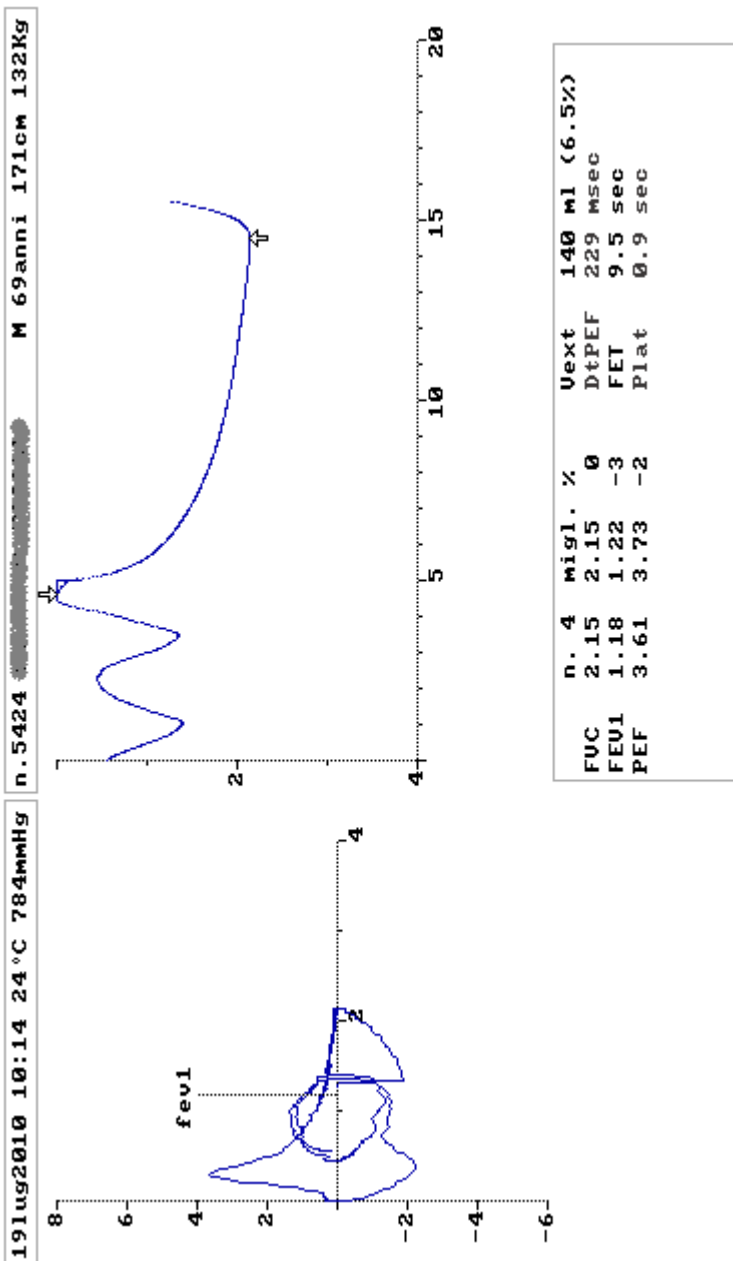
	FVC	FEV1	PEF	DtPEF	Uext	FET	Plat	C
bas	3.51	2.26	6.89	73	2.4%	15.7	2.2	B
pbr	3.50	2.42	7.08	73	2.6%	13.8	1.0	B

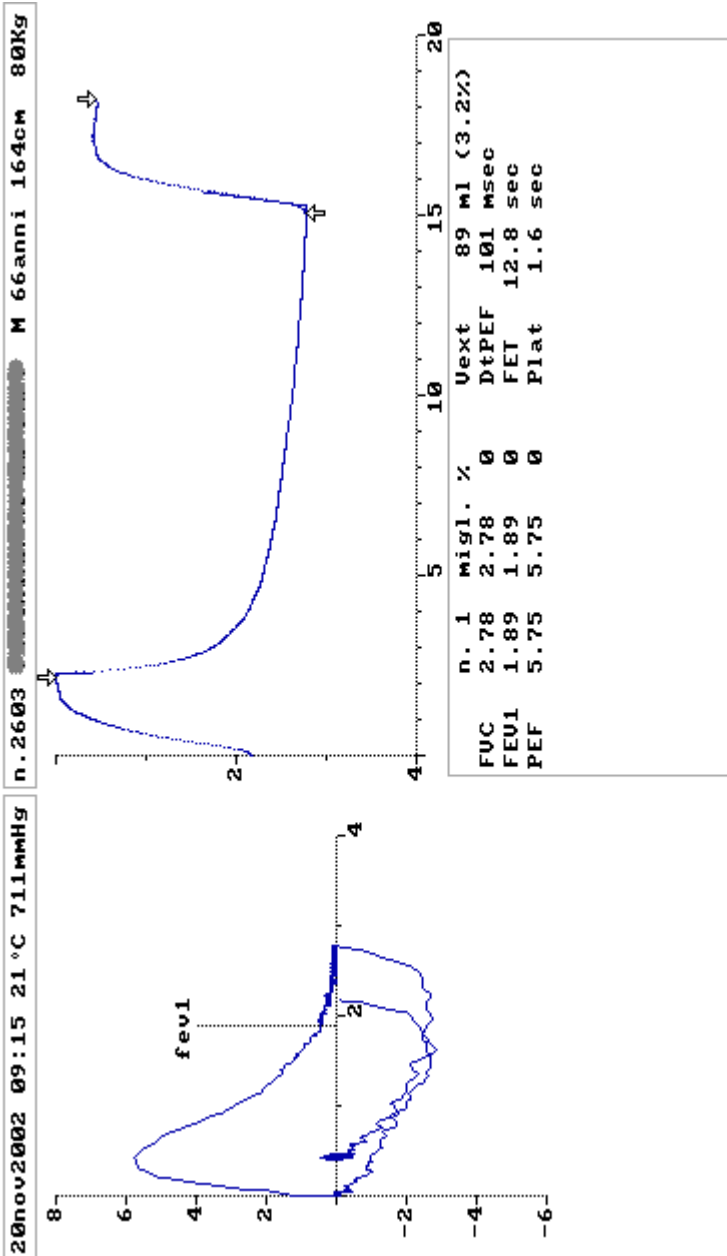
Parametro	Oss.	Teorico	Oss./Teor.	Limite	Post - br.	% Oss.
VC	litri	3.52	3.83	83 %	3.53	100
FVC	litri	3.51	--	--	3.53	100
FEV1	litri	2.26	2.84	80 %	2.42	107
FEV1/VC	%	64.20	74.07	87 %	68.62	106

13B



n. 2	Migl. %	Uext	123 ml (2.2%)
FUC	5.63	DtPEF	71 msec
FEV1	3.47	FET	21.8 sec
PEF	11.24	Plat	1.0 sec





Commento agli esercizi

Esempio 1

La manovra di espirazione forzata è stata eseguita con buona collaborazione da parte del lavoratore. La fase iniziale mostra una esplosività, visivamente accettabile e confermata dal DtPEF (50 msec). Volume di estrapolazione retrograda nei limiti (Vext 68 ml; 1,3% di FVC). Tempo di espirazione (6,9 sec) e plateau (1,9 sec) di durata sufficiente. La manovra soddisfa tutti i criteri di accettabilità. La morfologia delle curve e il confronto con i teorici CECA 1971 sono indicativi di normale funzionalità ventilatoria.

Esempio 2

Tre prove accettabili (partenza esplosiva e durata ottimale con svuotamento completo). Le curve flusso-volume sono sovrapponibili e prive di artefatti di esecuzione. La differenza tra le due migliori FVC è minima (20 ml), come pure quella tra i due FEV1 (80 ml): sono soddisfatti i criteri di ripetibilità. Spirometria normale.

Esempio 3

A prima vista, osservando l'andamento della curva 3A, si può avere l'impressione di un deficit ventilatorio, non confermato però dai volumi misurati, che rientrano nella norma. In realtà si tratta di una ridotta collaborazione da parte del soggetto o di una insufficiente spiegazione da parte dell'esaminatore. In particolare sia la morfologia della curva F/V che gli elevati valori di Vext e DtPEF indicano una esitazione nella partenza associata a uno sforzo espiratorio submassimale.

L'esame è stato quindi ripetuto (3B) ottenendo una buona collaborazione del lavoratore: esplosività iniziale, sforzo massimale, morfologia normale della curva F/V.

L'esempio 3C riporta i valori delle 5 manovre espiratorie eseguite, delle quali solo le n. 3, 4 e 5 sono accettabili. Criterio di ripetibilità rispettato tra le due migliori prove accettabili n. 4 e 5, con differenza di 100 ml per FVC e 110 ml per FEV1.

Si noti che il valore di FEV1 risulta più alto nella prova n. 1 (non accettabile) rispetto alle n. 3 e 4; la sovrastima è dovuta alla mancata esplosività della manovra.

Esempio 4

L'esame delle curve F/V e V/t mostra un artefatto nella prima parte dell'espirazione, confermato da un elevato Vext (294 ml; 6,6% di FVC). Si

tratta di una esitazione nella partenza, che rende non valida (e quindi inutilizzabile) la manovra.

Esempio 5

La partenza è buona (Vext superiore a 150 ml ma inferiore al 5% di FVC, quindi accettabile) ma l'espiazione è terminata prematuramente (durata 2,3 secondi), cosa che è apprezzabile anche osservando la forma delle curve, che mostrano una brusca interruzione. Quindi FVC non è valutabile; in assenza di altre manovre accettabili, può essere utilizzato il valore di FEV1, non influenzato dall'interruzione precoce.

Esempio 6

Artefatto iniziale difficilmente interpretabile (esitazione nella partenza ma Vext e DtPEF nei limiti). La durata è superiore ai 6 secondi, ma manca il plateau finale. Esaminando la F/V si nota come la capacità inspiratoria sia superiore alla FVC, facendo sospettare un incompleto riempimento prima della espiazione forzata (e quindi una probabile sottostima di FVC e, di conseguenza, una sovrastima del rapporto FEV1/FVC). I valori e la morfologia delle curve F/V e V/t sembrano evidenziare una ostruzione bronchiale lieve, ma vanno verificati con altre prove.

Esempio 7

Tre manovre espiratorie accettabili; ripetibilità entro i 150 ml per FVC, valori identici di FEV1. Spirometria normale, classificabile come grado A secondo il punteggio dello studio PLATINO.

Esempio 8

Quattro manovre espiratorie accettabili. Il criterio della ripetibilità non è rispettato per FVC (differenza 210 ml) ma soltanto per FEV1 (differenza 10 ml). La spirometria è classificabile come grado C secondo PLATINO (3 manovre accettabili con ripetibilità entro 200-250 ml). La capacità vitale è normale mentre risultano ridotti FEV1 e FEV1/VC, suggerendo un forma ostruttiva, che potrebbe rendere ragione della insufficiente ripetibilità.

Esempio 9

Manovra accettabile. Nell'esempio 9A VC nei limiti, riduzione del FEV1, indice di Tiffeneau pari al 66,4%, ai limiti inferiori della normalità. Tali parametri, associati a una lunga durata dell'espiazione (13,1 sec), fanno pensare a una iniziale ostruzione bronchiale. che merita un approfondimento diagnostico. Nell'attesa è opportuna una refertazione descrittiva tipo "lieve riduzione del FEV1.

Per verificare la reversibilità dell'ostruzione bronchiale, è stata ripetuta la prova dopo somministrazione di broncodilatatore (9B), con un aumento del FEV1 di 310 ml (8,4% del valore basale). Il test non mostra una reversibilità certa, ma permette di evidenziare un FEV1 nella normale variabilità ed un miglioramento dell'indice di Tiffeneau. La spirometria dopo broncodilatatore è normale. Il soggetto è da seguire con controlli più ravvicinati rispetto ai colleghi di lavoro.

Esempio 10

Manovra espiratoria accettabile. Si osserva una riduzione sia della capacità vitale che del FEV1, ma l'indice di Tiffeneau rientra nella norma. Possibile restrizione polmonare, da confermare mediante spirometria completa con volume residuo.

Esempio 11

Manovra accettabile di lunga durata (22,5 sec) che non arriva a completo svuotamento. Morfologia delle curve e volumi misurati indicativi di una patologia ostruttiva di grave entità.

Esempio 12

La curva F/V non mostra un picco di flusso ben riconoscibile, l'aspetto non è appuntito, bensì arrotondato, il DtPEF è superiore a 120 msec. La prova non è accettabile per mancanza di esplosività e per sforzo submassimale. I valori sono apparentemente normali ma non utilizzabili; la prova deve essere ripetuta, istruendo adeguatamente il soggetto.

Esempio 13

Spirometria accettabile e ripetibile (13A) con lieve riduzione di FEV1 e del rapporto FEV1/FVC. Il test di broncodilatazione (13B) non mostra una reversibilità certa, con aumento del FEV1 pari a 160 ml (7,1% del valore basale). Come nell'esempio 9, dopo broncodilatazione abbiamo una normalizzazione del FEV1 e la spirometria può essere letta come normale. Anche questo soggetto è da seguire con controlli più ravvicinati rispetto ai colleghi di lavoro

Esempio 14

Manovra espiratoria accettabile, di lunga durata (21,8 sec) fino a completo svuotamento (plateau 1,0 sec). La capacità vitale è ben superiore al valore teorico, mentre il FEV1 è di poco inferiore al teorico, ma nei limiti della norma. Questo rende ragione della riduzione dell'indice di Tiffeneau

(61,7%) che, insieme alla morfologia della curva F/V e alla lunga durata indicano una ostruzione borderline.

Esempio 15

Manovra non accettabile per esitazione nella partenza, visibile sia nella curva F/V che nella V/t. Il volume estrapolato è poco al di sotto di 150 ml, ma è pari al 6,5% della capacità vitale. La prova deve essere quindi ripetuta. I risultati ottenuti non sono utilizzabili al fine di valutare la funzionalità respiratoria.

Esempio 16

Manovra accettabile, con inizio soddisfacente, lunga durata (12,8 sec) e svuotamento completo. In questo caso, dato il sovrappeso che riduce la VC, non può essere valutato primariamente l'indice di Tiffeneau, ma ci si deve basare solo sulla riduzione del FEV1. Si tratta di una insufficienza ventilatoria di tipo ostruttivo di grado moderato, in soggetto con eccesso ponderale.

APPENDICI

Gli accertamenti integrativi

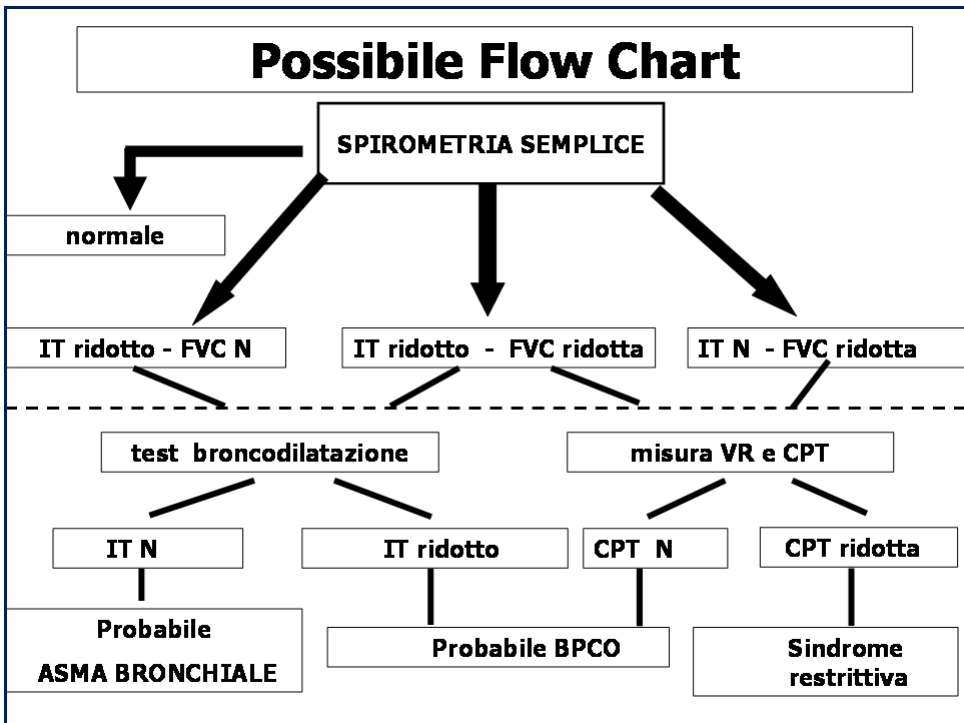
ovvero
suggerimenti per chi è in trincea davanti al
pezzo
(in laboratorio davanti allo spirometro)

Praticità e buon senso

Di fronte ad una spirometria alterata gli accertamenti integrativi devono essere guidati dalla spirometria effettuata e non dalla malattia presunta, cioè prima cerchiamo di capire come funziona il polmone, poi ci porremo il problema del perché.

I 2 problemi fondamentali

- Riduzione del FEV₁
- Riduzione della FVC



Riduzione del FEV1

Misura del VR

Ci fornisce informazioni sulla quantità di aria intrappolata nei polmoni

Test di broncodilatazione

Ci dice se l'ostruzione è stabile, ma non discrimina bene fra asma e broncopatia ostruttiva:

- asma grave in fase di quiescenza - *test negativo*
- broncopneumopatia lieve riacutizzata - *test positivo*

La differenziazione fra le due malattie è più sicura con il test di broncocostrizione (metacolina)

Riduzione della FVC

Misura del VR

Ci fa conoscere la TLC e possiamo forse parlare di sindrome restrittiva

Misura del DLCO

Ci da informazione sulla capacità di scambio dei gas del polmone

2 parole sul Volume Residuo

Permette di valutare la Capacità Polmonare Totale (è su questo indice che si fa la diagnosi di *sindrome restrittiva*).

Aiuta anche nella diagnosi di *enfisema*.

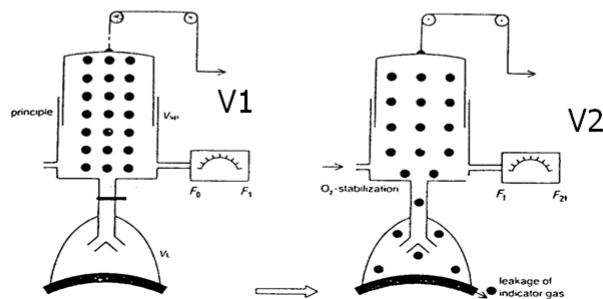
E' molto meno riproducibile della spirometria semplice, perché richiede maggiore collaborazione del paziente, è più lungo nel tempo ed ha molte più variabili strumentali.

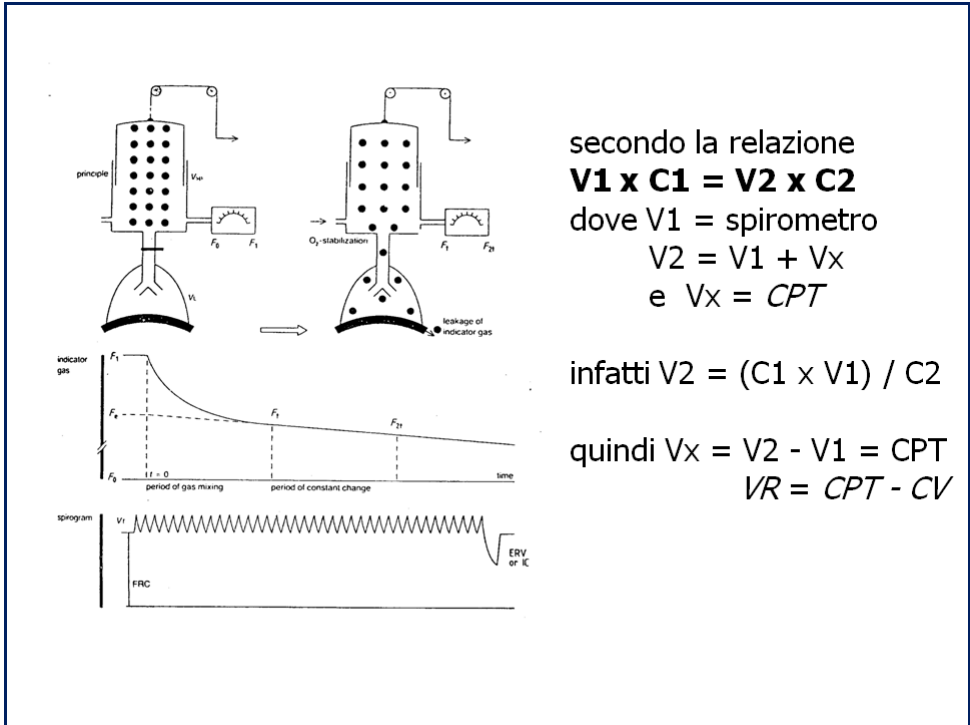
Esistono 2 metodi principali di misura.

A) Metodo della Diluizione dell'He

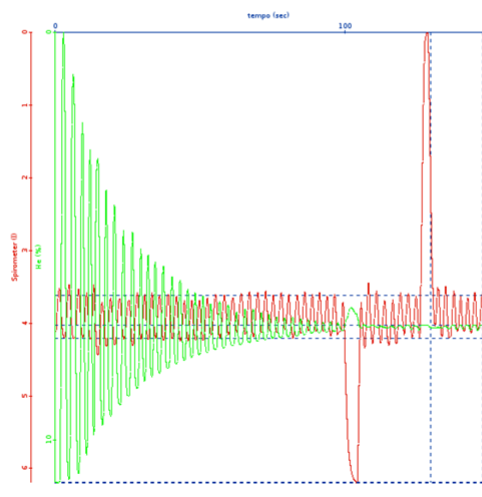
He: gas nobile che non diffonde nel sangue.

Dato un volume noto (V) a concentrazione di He nota (C_1), aggiungendo un volume ignoto (V_x) conoscendo la nuova concentrazione del gas (C_2) si può calcolare V_x .

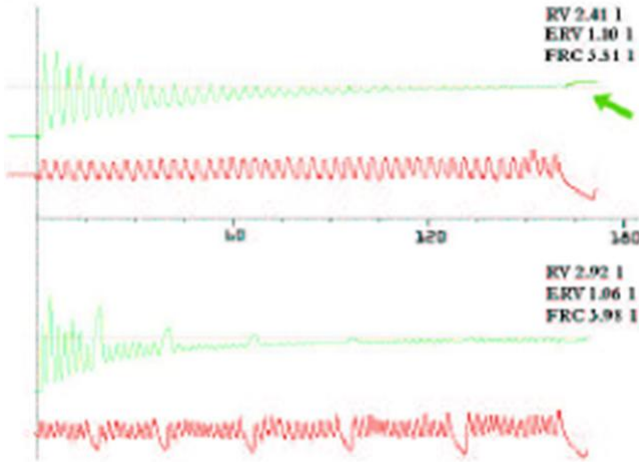




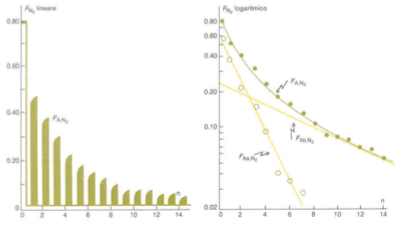
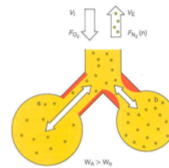
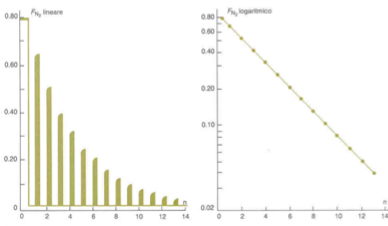
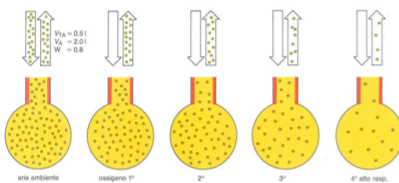
**Classico esempio di tracciato durante test del VR
 Rosso: respirazione - Verde: concentrazione He**



Importante effettuare più svuotamenti durante il test per evitare che compartimenti polmonari scarsamente ventilati si svuotino solo alla fine



B) Metodo del *wash-out* dell' N_2

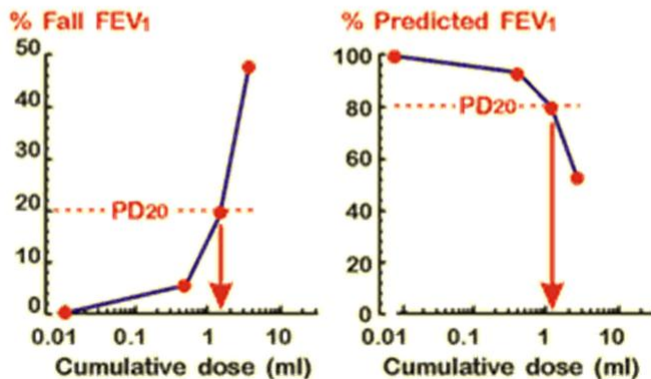


2 parole sul test alla metacolina

E' un metodo di studio della iperreattività bronchiale: favorisce la diagnosi di asma, ma non è un test diagnostico di per sé.

Presenta controindicazioni assolute (es. severa ostruzione, ipertensione non controllata, aneurisma aortico etc) e relative (es. ostruzione moderata, gravidanza, inabilità ad effettuare una spirometria di qualità accettabile)

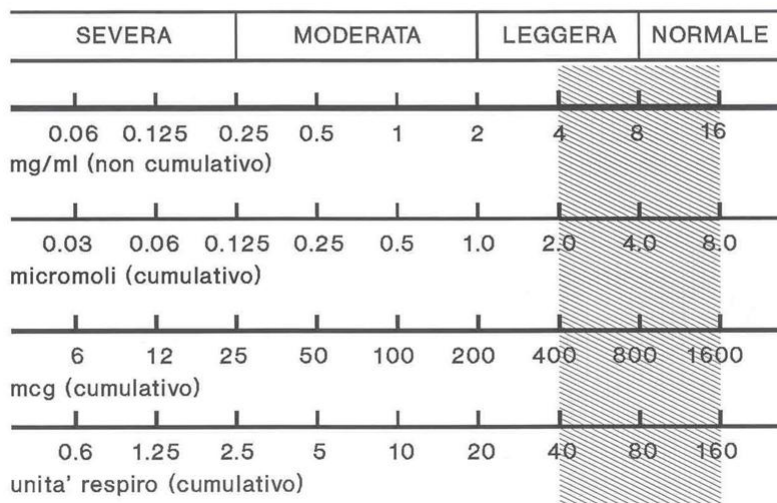
Invertendo l'ordinata
l'osservazione non cambia

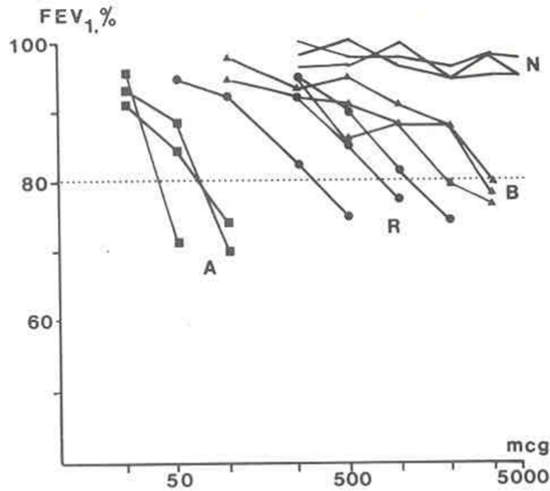


Fattori che influenzano la reattività bronchiale

	aumento	decremento
- recente test di provocazione	frequente	
- rosolia naturale		frequente
- vaccinazione antirosolia	occasionale	
- inf. virale acuta respiratoria	frequente	
- vaccinazione antinfluenzale	frequente	
- esposizione a NO_x , O_3 , SO_2	frequente	
- farmaci : broncodilatatori		frequente
antistaminici		frequente
disodiocromoglicato		frequente
steroidi		occasionale
atropina		occasionale
chetotifene		frequente

Differenti modi di espressione dell'iperreattività bronchiale (Mch)





A: asmatici, B: bronchitici, R: rinitici, N: normali

N.B: questo grafico è utile per la esemplificazione, ma la realtà è un po' più complessa

Classe	Livello di ostruzione (FEV1%) [*]	Livello iperreattività (PD20 mcg Mch)	Farmaci [†]	Invalidità (%)
1	>85	>3200	nessuno	0
2A	>85	200-3200	nessuno	5
2B	>85	200-3200	al bisogno (B)	8
2C	>85	200-3200	regolarmente (R)	10
2D	>85	25-200	nessuno	10
2E	>85	25-200	B o R	13
2F	>85	<25	B o R	15
3A	71-85	200-3200	B o R	18
3B	71-85	25-200	B o R	20
3C	71-85	<25	B o R	25
4A	56-70	>25	B o R	28
4B	56-70	<25	B o R	33
5A	40-55	>25	B o R	50
5B	40-55	<25	B o R	60
6	<40	-	B o R	100
Se necessari steroidi per via inalatoria aggiungere				3
Se necessari steroidi per via orale aggiungere				10

^{*} FEV1 determinato almeno 8 ore dopo l'inalazione di agenti beta-stimolanti;

[†] agenti beta-adrenergici

2 parole sul test del CO

Utile per valutare "complessivamente" lo scambio gassoso alveolo-capillare anche se in realtà sarebbe utile conoscere la componente di membrana, il volume di sangue polmonare, il flusso sanguigno dei capillari alveolari, etc.

Si utilizza il CO perché la tensione media del CO nei capillari polmonari si può considerare trascurabile ed inoltre perché l'affinità per l'emoglobina è circa 230 volte maggiore di quella dell'O₂.

Questo test è influenzato da numerose condizioni:

- riduzione

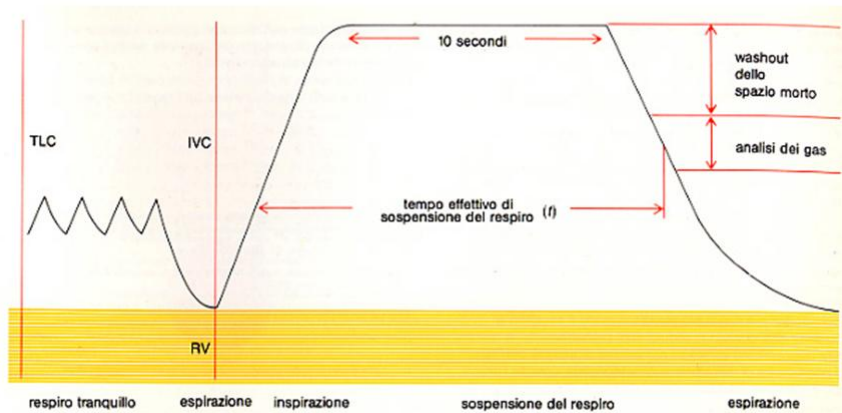
- aumento spessore della membrana (fibrosi, edema polmonare)
- riduzione del flusso polmonare (enfisema, stenosi mitralica)

- aumento

- aumento del flusso polmonare (attività fisica, tetralogia di Fallot)
- aumento della emoglobina (policitemia)

Può apparire non compromesso se vi sono alterazioni circoscritte.

Il metodo più comune è quello del *respiro singolo*



Da questo test si possono derivare vari indici:

VI = volume inspirato (= Capacità Vitale)

VA = volume alveolare (= Capacità Polmonare Totale - spazio morto respiratorio (150 ml))

TLco = fattore di trasferimento per il CO

Kco = $TLco/VA$ = fattore di trasferimento per litro

Il K_{CO} appare più sensibile del TL_{CO}

Una curiosità: l'utilità del TLco nella diagnosi di asma bronchiale

In 106 asmatici non esiste correlazione fra FEV₁/VC% e Kco % del teorico ($r= 0.044$, $p<0.326$)

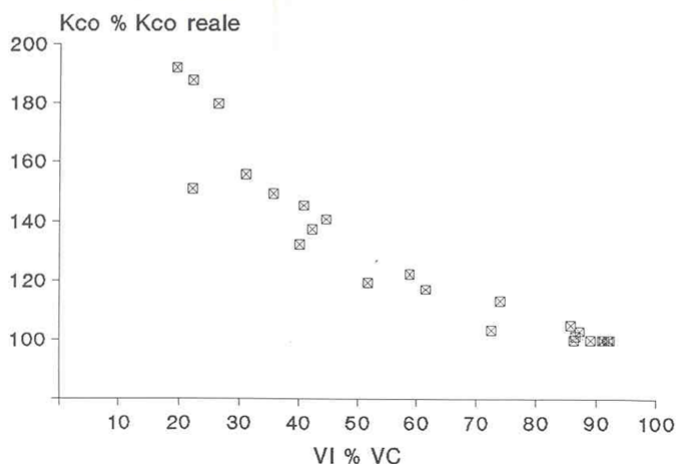
In 601 bronchitici-enfisematosi esiste correlazione diretta fra FEV₁/VC% e Kco % del teorico ($r= 0.213$, $p<0.001$)

In broncopneumopatici si può ragionevolmente escludere l'asma bronchiale in presenza di un **Kco <80%** del teorico ed analogamente si può escludere una patologia diversa dall'asma in presenza di un valore di **Kco >120%** del teorico

Mariano A. e Coll. **Med Toracica 12: 71-75** 1990

Una possibile spiegazione (la più semplice)

Kco come % del Kco al massimo riempimento (TLC) in 4 soggetti normali in relazione al volume inspirato (% della VC)



I questionari

Nel corso della sorveglianza sanitaria relativa a rischi respiratori è opportuno utilizzare dei questionari per seguire l'evoluzione dello stato di salute del singolo lavoratore nel tempo. Almeno alla prima visita ciò è pressoché obbligatorio, mentre successivamente può essere sufficiente registrare le eventuali modificazioni.

Esistono due grandi famiglie di questionari : quelli SOMMINISTRATI da personale addestrato (es. CECA, ATS, CNR etc.) in cui si ottiene una risposta “controllata” durante l'intervista e quelli AUTOSOMMINISTRATI, cioè riempiti dal soggetto (es. SIDRIA, etc.) in cui vi è la mancanza di qualsiasi controllo. Ambedue le categorie di questionari hanno vantaggi e svantaggi che possono essere confrontati.

Questionario somministrato da intervistatore

Vantaggi

- somministrazione strutturata
- affidabilità
- adattabile a gruppi di lingua diversi o analfabeti

Svantaggi

- tempi e costi di training degli intervistatori
- possibili bias degli osservatori
- inconvenienti (presuppone appuntamenti, etc)

Questionario autosomministrato

Vantaggi

- minimo costo e necessità di personale
- convenienza (può essere spedito)
- poco stressante per il lavoratore (può essere riempito in qualsiasi momento e senza pressioni esterne)

Svantaggi

- possibile difetto di non risposta
- può essere riempito da una persona differente dall'intervistato
- deve essere più semplice del questionario da intervista
- necessita di un rispondente istruito
- sono necessarie multiple versioni per gruppi multietnici

Ovviamente è conosciuta l'importanza e la precisione del questionario CECA, ma la complessità della somministrazione dello stesso (come specificato nei vari promemoria, “I soggetti devono essere interrogati utilizzando le domande nell'ordine in cui si presentano. Il rispetto dell'ordine delle domande è molto importante specie per quanto concerne

il fumo e l'attività professionale. Pare in effetti che la conoscenza di questi dati possa influenzare in maniera preconcepita l'esaminatore di fronte alla presenza o all'assenza di sintomi riferiti dal soggetto nel corso dell'interrogatorio") come anche la meticolosità delle istruzioni da studiare ne rendono alquanto farraginoso l'uso.

DOMANDE:

- Espettora abituamente quando si alza nella cattiva stagione?

.....

- Espettora in tal modo quasi tutti i giorni per 3 mesi all'anno?

ISTRUZIONI:

- la parola "abituamente" sottintende "almeno 5 giorni alla settimana".....

- per l'espressione "cattiva stagione" si deve intendere il periodo in cui si sa per esperienza che abitualmente si osserva una recrudescenza delle turbe a carico dell'apparato respiratorio.....

- per l'espressione "quasi tutti i giorni" deve essere inteso ... "sintomo presente più spesso di quanto non sia assente". In pratica ... lo stesso valore di "abituamente"

Una utile alternativa può essere il questionario breve, riportato di seguito (assieme al questionario MRC di valutazione della dispnea), che può anche essere autosomministrato.

Pare opportuno segnalare alcuni problemi di terminologia per l'espressione delle relazioni annuali e per l'interpretazione della letteratura scientifica:

- per quanto riguarda le sigle relative alla broncopneumopatia cronica:
 - BC o CB: la bronchite cronica secondo definizione CECA indipendentemente dalla ostruzione bronchiale
 - COPD (chronic obstructive pulmonary disease) o BPCO: ostruzione bronchiale legata a BC o enfisema (anche in assenza di sintomi), ma non asma
- per quanto riguarda i problemi di definizione dell'asma bronchiale:
 - già nel 1779 un medico di Edimburgo, W. Cullen, nel suo "First Lines of the Practice of Physic" richiamava l'attenzione sull'uso improprio del termine: *"Il termine asma è stato comunemente applicato dal linguaggio volgare, anche da molti autori di medicina, ad ogni caso di difficoltà di respiro, come ad ogni caso di*

dispnea; ma non distinguendo con sufficiente accuratezza dalle altre cause di dispnea questi (Autori) hanno introdotto molta confusione nei loro trattati su questo argomento”

- La confusione è, tuttavia persistita nel tempo ed ancora nell’editoriale del febbraio 1980 dell’*American Review of Respiratory Disease* intitolato “*What is this thing called love - or, defining asthma*” l’autore NJ Gross affermava che l’asma per il fisiologo è “iperreattività delle vie aeree, per l’anatomopatologo è “edema della mucosa e ipertrofia della muscolatura liscia, per il clinico è “dispnea sibilante” e così via, con la conseguente difficoltà di arrivare ad una definizione univoca della malattia che permetta anche di paragonare fra loro i vari studi.

Il problema persiste anche ai giorni nostri e questi sono alcuni punti critici presenti in molte definizioni di pubblicazioni scientifiche quando si esaminano il problema di come sia stata effettuata la diagnosi di asma bronchiale:

- asma negli ultimi 12 mesi (*current asthma*) oppure asma in qualsiasi periodo della vita (*past asthma*)
- quale sintomatologia : *Il respiro fischiante e affanno? Il respiro fischiante o affanno?*
- presenza di diagnosi del medico e/o uso abituale di farmaci antiasmatici
- conferma della presenza di iperreattività bronchiale

Questionari

Questionario Medical Research Council modificato per la valutazione di gravità della dispnea

GRADO 0: Presenta dispnea solo per sforzo submassimale

GRADO 1: Presenta dispnea solo quando cammina in fretta in pianura o su una piccola salita

GRADO 2: Cammina più lentamente rispetto agli altri coetanei, su tragitti in piano, a causa della dispnea oppure si deve fermare a prender fiato quando cammina normalmente in piano

GRADO 3: Si ferma perché fa fatica a respirare dopo 100 m o dopo pochi minuti di cammino normale in piano

GRADO 4: Non esce di casa per mancanza di respiro o presenta dispnea quando si veste o si spoglia

Questionario breve per la diagnosi di Bronchite Cronica (Estratto dal Questionario CECA 1987)

Tosse

- Tossisce abitualmente quando si alza? **Si** **No**
 Tossisce abitualmente di giorno o di notte? **Si** **No**
 Tossisce in tal modo quasi tutti i giorni/notte per 3 mesi all'anno? **Si** **No**
 A che età ha cominciato a tossire _____ (anni)

Espettorazione

- Espettora abitualmente quando si alza? **Si** **No**
 Espettora abitualmente di giorno o di notte? **Si** **No**
 Espettora in tal modo quasi tutti i giorni/notte per 3 mesi all'anno? **Si** **No**
 A che età ha incominciato ad espettorare _____ (anni)
 Negli ultimi 3 anni, ha dovuto interrompere le sue normali attività per almeno 3 settimane a causa di un eccesso di tosse o di espettorazione? **Si** **No**

Dispnea

- Ha problemi a camminare per un'altra causa che non sia un'affezione cardiaca o polmonare? **Si** **No**
 Ha difficoltà di respirazione quando sale una rampa di scale al suo passo normale? **Si** **No**
 Ha difficoltà di respiro quando cammina con altre persone della sua età ad un passo normale in pianura? **Si** **No**
 Deve fermarsi per riprendere fiato quando cammina in pianura al suo passo normale? **Si** **No**
 Ha difficoltà di respirazione quando si veste o si sveste? **Si** **No**
 A che età ha osservato che il suo respiro non era più normale _____ (anni)

Sibili respiratori ed oppressione toracica

- Ha mai avuto sibili respiratori? **Si** **No**
 Si è mai svegliato al mattino con una sensazione di oppressione toracica? **Si** **No**

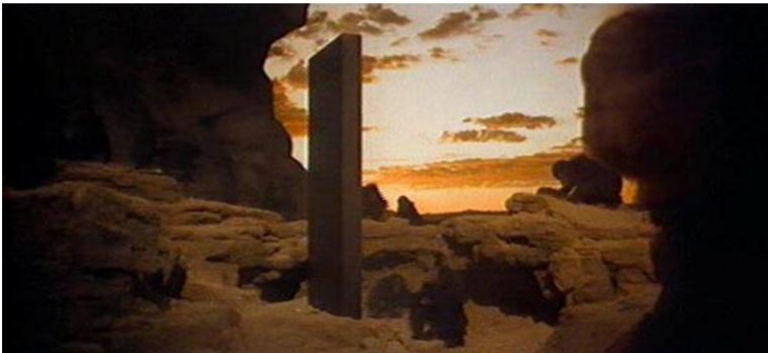
Crisi d'asma

- Ha mai avuto mancanza di respiro durante il giorno mentre a riposo? **Si** **No**
 Ha mai avuto mancanza di respiro dopo uno sforzo fisico? **Si** **No**
 È stato mai svegliato da una crisi di mancanza di respiro? **Si** **No**
 Un medico le ha mai detto che soffre d'asma? **Si** **No**
 A che età ha presentato la prima crisi? (in anni) _____
 A che età ha presentato l'ultima crisi? (in anni) _____
 Che lei sappia ha qualche parente che soffre d'asma? **Si** **No**

Breve storia illustrata della spirometria

ovvero
bisogna conoscere il passato
per capire il presente e
pensare al futuro

Il passato La preistoria



Omaggio a Stanley Kubrick – 2001 odissea nello spazio

La più vecchia misura di volumi polmonari è attribuita al fisico, fisiologo, matematico e astronomo italiano **Giovanni Alfonso BORELLI** (Napoli 1608 – Roma 1679).



Egli stimò, dai movimenti di un menisco di un liquido risucchiato in un tubo cilindrico di vetro, il volume corrente in 246 ml ed il volume di riserva espiratoria in 328 ml.

Contemporaneamente, utilizzando il microscopio di Galileo sul polmone di rana, vi fu la prima segnalazione della barriera alveolo-capillare nel 1661 da parte di Marcello Malpighi che scrisse al suo amico Borelli "... con accurate osservazioni ho scoperto che l'intera massa del polmone è un aggregato di una membrana molto fine e molto tenue (*levissimis et tenuissimis membranis*).

Malpighi M. *Duae epistolae de pulmonibus.*
Florence, 1661.



Marcello Malpighi

Crevalcore (BO) 1628
– Roma 1694

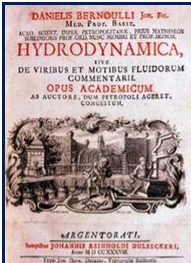
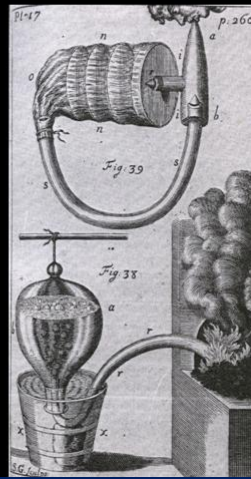
John B. West

Thoughts on the pulmonary blood-gas barrier

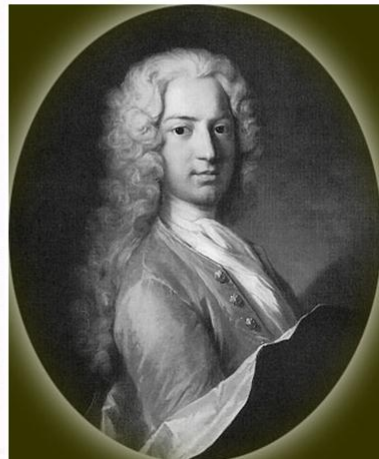
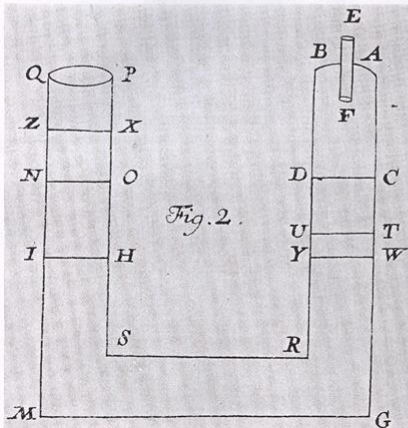
Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol 285: L501–L513, 2003;

[ma quella dell'anatomia è un'altra storia !]

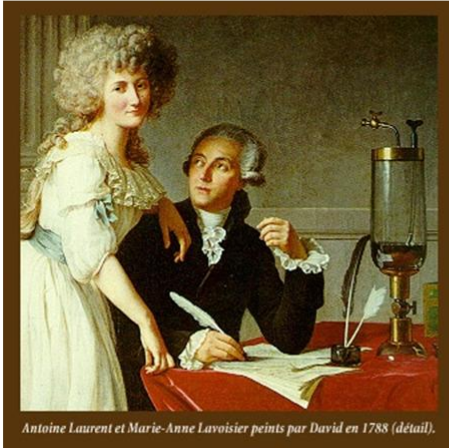
Il reverendo **Stephen Hales** (Bekesbourne GB 1677 -Teddington GB 1761), botanico, chimico, anatomico e teologo, facendo respirare dentro una vescica e calcolandone il volume immergendola in un liquido (principio di Archimede) stimò la capacità vitale in circa 3,6 l.



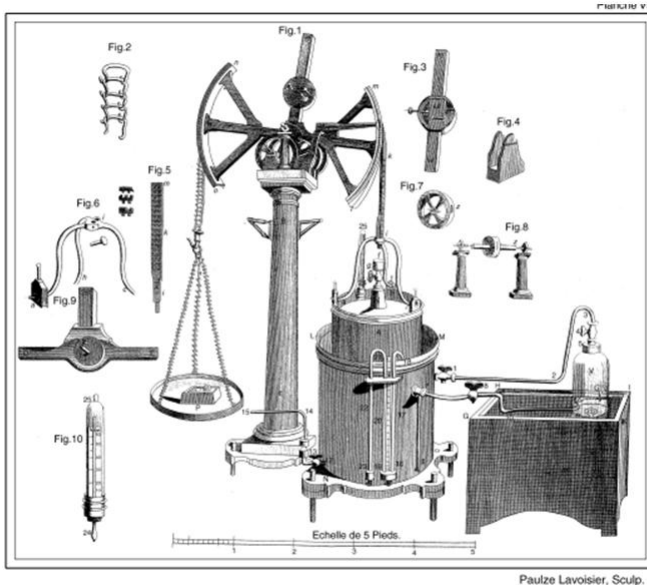
Daniel Bernoulli (Groningen D 1700 – Basilea CH 1782) nel 1749 ideò un razionale metodo per misurare l'aria espirata (basato sulla dinamica dei fluidi), ma sfortunatamente non esisteva possibilità di registrare i dati.



Il termine SPIROMETRIA (misura della respirazione) è attribuito a **Antoine Laurent Lavoisier** (Parigi 1743 – 1794)



“Premier mémoire sur la respiration des animaux”
Mém. Acad. Sci.
1789; 185 feuilles



Gazometro di Lavoisier disegnato da sua moglie

Il chimico Sir **Humphrey Davy** (Penzance GB 1778 - Ginevra CH 1876), utilizzando lo spirometro messo a punto da William Clayfield (Shortwood GB 1827 -



1876) stimò la capacità vitale in 3,5 l ed il volume residuo in 670 ml (utilizzando miscele di idrogeno mercuriale o protossido di azoto).

MERCURIAL AIR-HOLDER AND BREATHING MACHINE

Planche I

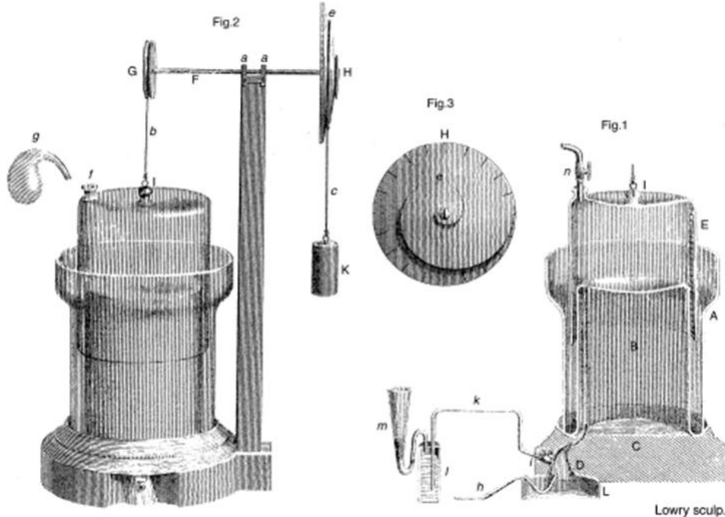
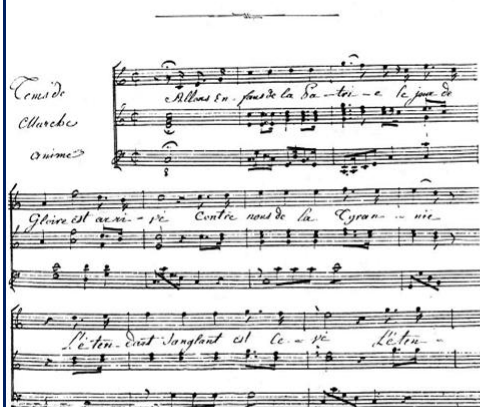


Figure 4 Clayfield's Mercurial Gasometer, the frontispiece of Davy's book. Reproduced with permission of the Wellcome Library London.

Il passato

La storia

LA MARSEILLAISE



Nel 1844 **John Hutchinson** (Newcastle upon Tyne GB 1811 – Isole Fiji 1860) calcolò i primi valori teorici di capacità vitale di 1200 uomini e dimostrò che una riduzione della capacità vitale poteva indicare una malattia polmonare prima che ci fossero segni udibili con lo stetoscopio



Hutchinson J
Lecture on vital statistics, embracing
an account of a new instrument for
Detecting the presence of disease in
the system
Lancet 1844; 1: 390-1,567-70, 594-7

GROUPS OF MEN AND GIRLS* IN WHOM HUTCHINSON MEASURED VITAL CAPACITY

	No.
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 [84, 83, 42, 36" tall]	4
Pressmen 30	73
Compositors 43 } Printers	
Draymen	20
Girls*	26
Gentlemen	97
Diseased cases	60
Total number	2130

* Hutchinson stated, "We do not know the vital capacity of women, nor is it easy to determine it, because of their tight dress."

L'osservazione fu di tipo epidemiologico e teneva conto del lavoro svolto.

Le tableau suivant, emprunté à Hutchinson, indique la capacité vitale physiologique de l'homme, dans la période moyenne de la vie en rapport avec la taille. Nous avons conservé les mesures anglaises, parce qu'elles font mieux ressortir la relation :

TAILLE en pieds et pouces.	CAPACITÉ VITALE en pouces cubes.
5,0 à 5,1	174
5,1 à 5,2	182
5,2 à 5,3	190
5,3 à 5,4	198
5,4 à 5,5	206
5,5 à 5,6	214
5,6 à 5,7	222
5,7 à 5,8	230
5,8 à 5,9	238
5,9 à 5,10	246
5,10 à 5,11	254
5,11 à 6,0	262

Questi sono i primi valori di riferimento

.....
ricavati da 3 espirazioni forzate !

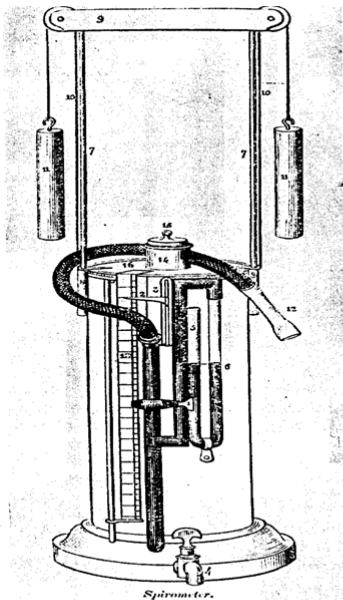


Fig. 11. Hutchinson's spirometer (1852)

Lo spirometro di Hutchinson assomiglia molto ai moderni spirometri

..... ma molta strada è ancora da fare.

... ..
CAPACITY OF THE LUNGS,
AND ON THE
RESPIRATORY FUNCTIONS,
WITH A VIEW OF ESTABLISHING A PRECISE AND EASY METHOD
OF DETECTING DISEASE BY THE SPIROMETER.

By JOHN HUTCHINSON, SURGEON.

COMMUNICATED BY GEORGE CURSHAM, M.D.,
ONE OF THE SECRETARIES OF THE SOCIETY.

Received January 22nd—Read April 28th, 1846.

Nella più generale disputa anglo-francese, c'è anche il problema di chi inventò la spirometria moderna:

in un recentissimo articolo due pneumologi francesi affermano che la prima misura dei volumi polmonari deve essere attribuita al Dott. **Bourger**, come risulta dal verbale della seduta del 23 gennaio 1843 della Académie Royale des Sciences (Archives Générales de Médecine, 1843, 4e série, tome 1, 375-7) di cui riportano il verbale stesso



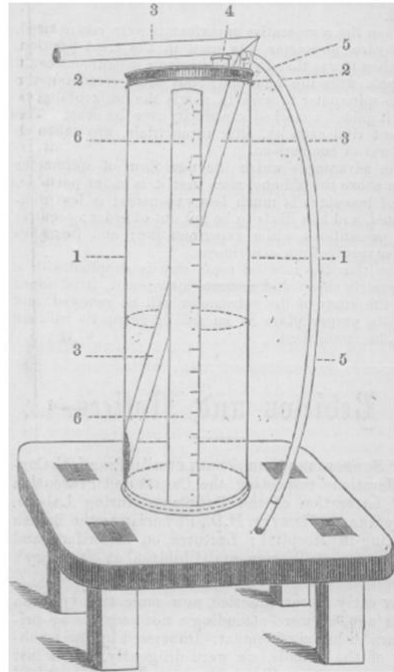
J-P. Derenne e M. Zelter
A qui revient la primeur de la description de la spirométrie "clinique"?
Rev Mal Respir 2002; 19: 385-386

Jean-Baptiste Bourger (Orléans 1797 - ? 1849)

Nel 1861 nasce il primo spirometro portatile, poi abbandonato per una modesta sovrastima dei valori.

Addresses and Papers
READ AT
**THE TWENTY-NINTH ANNUAL MEETING
 OF THE BRITISH MEDICAL
 ASSOCIATION.**
[Held in CANTERBURY, JULY 23rd, 24th, and 25th, 1861.]

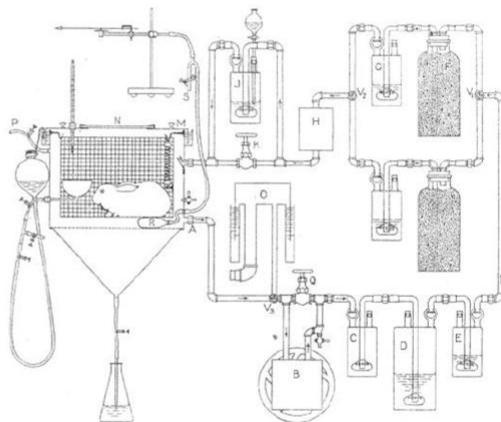
THE HYDRO-SPIROMETER.
 By T. LEWIS, M.D.Lond., M.R.C.P., Physician to the
 Carmarthenshire Infirmary.



Intanto nel 1868, per gli animali, era stata inventata la pletismografia perfezionata nel 1915



Paul Bert
 (Auxerre 1833 – Hanoi 1886)



A RESPIRATION APPARATUS FOR SMALL ANIMALS.

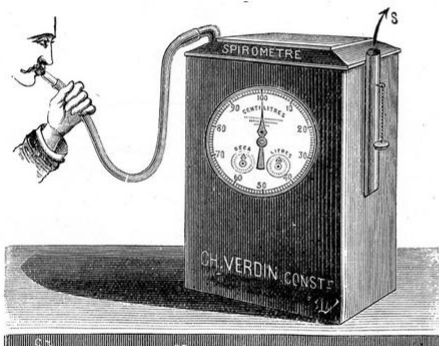
By FRANCIS G. BENEDICT.

J Biol Chem 1915; 20: 301-313

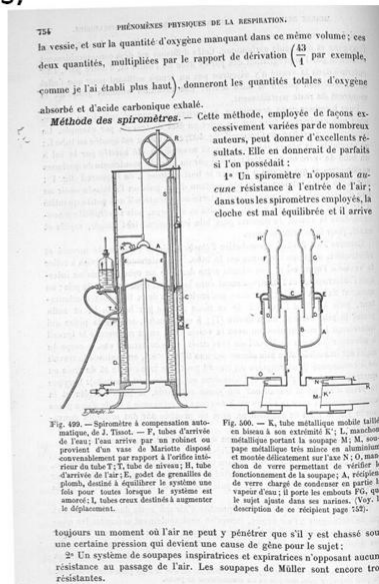
La fine di un secolo e l'inizio di un altro

- 1866 – Salter aggiunge allo spirometro un kimografo per registrare anche il tempo
- 1904 – Tissot introduce lo spirometro a circuito chiuso
- 1915 – Marie Krogh pubblica il resoconto dei suoi studi sulla capacità di diffusione del monossido di carbonio in respiro singolo
- 1920 – Knipping e Brauer introducono l'ergo-spirometria
- 1925 - Fleisch mette a punto il pneumotacografo per misurare i flussi istantanei

Il primo spirometro di Tissot (del 1904), a circuito aperto, era un banale contatore del gas.



..... poi fu perfezionato (a circuito chiuso).



“Se la capacità vitale è così importante per la medicina clinica, perché non tutti i medici avevano uno spirometro nei loro studi, come invece avevano una radiografia del torace (introdotta in medicina nel 1895), lo sfigmo-manometro (inventato nel 1896) o un elettro-cardiografo (inventato nel 1903) ?”

T.L. Petty
John Hutchinson's mysterious
machine revisited.
Chest 2002; 121: 219s-223s

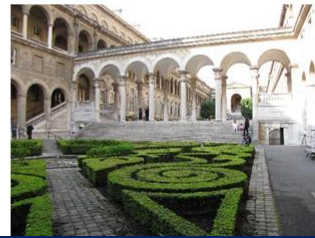
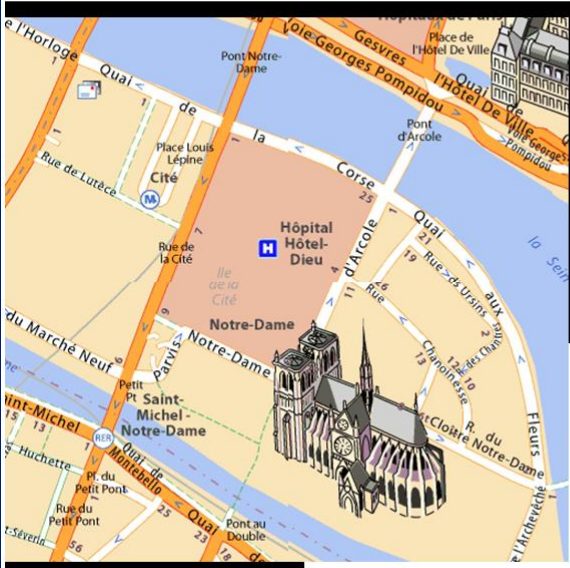
.....*Ci voleva il lampo di genio !*



Spirometro
di Tissot

In effetti un test che misurasse l'efficienza della respirazione esisteva già: era la Massima Ventilazione Volontaria, ideata da Hermannsen (1933), che indica il massimo volume di aria che un soggetto può ventilare in un determinato periodo di tempo (normalmente 12 sec.), ma era poco usato perché richiedeva apparecchi alquanto ingombranti, era ben tollerato solo da giovani ed era poco standardizzato

Nell'antica Lutetia in un ospedale fondato nel 651



Robert Tiffeneau (1910 – 1961)

Tiffeneau R., Pinelli A.
Air circulant et air captif dans l'exploration de la fonction ventilatrice pulmonaire
Paris Méd. 1947; 37:
624-628

Hôpital Hôtel-Dieu



27/12/1947 (1)

Tiffeneau e Pinelli avevano notato che, durante l'esercizio, sia l'aria respirata (volume corrente -VT) che la frequenza respiratoria (f_R) tendevano ad aumentare, e la seconda si posizionava intorno a 30 respiri/minuto. Essi quindi intuirono l'importanza della misura del massimo volume che poteva essere espirato nello spazio di tempo corrispondente alla durata usuale (1 secondo) di una fase espiratoria durante l'esercizio fisico.

Da questo ragionamento il nome dell'indice:

Capacité Pulmonaire Utilisable à l'Effort (CPUE)

Essi osservarono anche che la gravità dei disturbi ventilatori potevano essere classificati in relazione ai livelli di CPUE ed ai livelli del rapporto CPUE/CV%.

DESCRIZIONE DELLA CPUE DI TIFFENEAU

"sous le nom de capacité pulmonair utilisable à l'effort, nous désignons le plus grand volume qui peut être expiré en une seconde "...

" Ce temps arbitrairement choisi correspond à peu près à la durée d'une phase expiratoire lorsque la fréquence respiratoire atteint 30 mouvements respiratoires par minute, ce qui représente approximativement la moyenne habituelle de la fréquence respiratoire lors d'un effort d'une certaine importance ".

1947

Appunti originali di Robert Tiffeneau

Capacità pulmonaire utilisable à l'effort

Plus importante encore que l'étude de la réserve respiratoire, est le mesure de l'usage pulmonaire maximum qui peut être utilisé pendant un temps long de travail intense, correspondant à la durée d'une phase respiratoire ou respiratoire accidentelle. L'expérience prouve que, lors de l'effort, la fréquence respiratoire n'est que le signe normal qui chez le sujet pathologiquement toujours aux limites de ses mouvements respiratoires des moments.

Plus désigné sous le nom de "capacité pulmonaire utilisable à l'effort", la plus grande réserve qui peut être utilisée en une seconde, se peut correspondre à la durée d'une phase respiratoire de la norme normale. Le volume qui s'écoule à travers un tube respiratoire se trouve à l'intérieur de la cavité des moments de la phase de travail.

27/12/1947 (2)

Tiffeneau e Pinelli proposero anche di ripetere la misurazione della CPUE dopo somministrazione per aerosol di un broncodilatatore (0,5-1% di aleudrina) o di un broncostrittore (1% di acetilcolina).

A quel tempo i test di broncoreattività erano già comunemente usati, ma era misurata solo la CV, per cui spesso si osservavano modificazioni della respirazione (miglioramenti o peggioramenti), ma senza modifiche dell'indice polmonare.

1949

le point crucial
 époque: l'indice de Tiffeneau
 1949/50 (1949/1950)
 l'indice de Tiffeneau
 1949/50

ÉTUDE PHYSIOCLINIQUE
DE
L'ACTION DES EAUX DE LA BOURBOULE
PAR LA
MÉTHODE D'EXPLORATION
DE LA
VENTILATION PULMONAIRE

PARIS
 Imprimerie CENTRE DE LA BIÈTRE BREHÉ
 11, Rue Joubert
 1949

Nasce l'INDICE
DI TIFFENEAU

VI

ÉTUDE DU RAPPORT
CAPACITÉ VITALE SUR CAPACITÉ PULMONAIRE
UTILISABLE A L'EFFORT

I. — Signification du rapport capacité vitale sur capacité pulmonaire utilisable à l'effort.

Nous avons été amenés, avec le Professeur H.-R. Olivier, en reprenant le principe du « coefficient d'utilisation des possibilités anatomiques » de Goiffon, à rapporter la valeur de la capacité pulmonaire utilisable à l'effort à la capacité vitale, étant donné que la première est une fraction plus ou moins importante de la seconde. La capacité vitale est un volume maximum statique en puissance, la capacité pulmonaire utilisable à l'effort, selon Tiffeneau, un volume maximum pratiquement disponible. Le rapport C.V./C.P.U.E. exprime donc le coefficient d'utilisation maxima de la ventilation. Il permet d'éliminer, en grande partie, les facteurs personnels. Effectivement, comme nous le verrons plus loin, il se montre relativement peu variable chez les individus sains, de constitution générale différente. Toutefois, dans cet esprit, il est plus logique d'étudier le rapport $\frac{C.P.U.E.}{C.V.}$ et de calculer le pourcentage d'utilisation de la capacité vitale. C'est d'ailleurs ce que propose Tiffeneau.

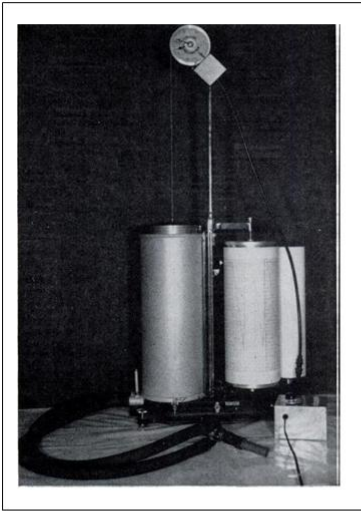
Nonostante le brillanti osservazioni appena descritte il contributo degli studiosi francesi rimase ignorato per molto tempo negli USA.

Durante il meeting dei fisiologi nord-americani ad Atlanta (19/4/1950) per la standardizzazione delle definizioni e dei simboli usati in fisiologia respiratoria non ci fu menzione delle manovre di espirazione forzata.

Negli USA fu merito di **Gaensler** l'identificazione della espirazione forzata cui dette il nome di **timed VC**.

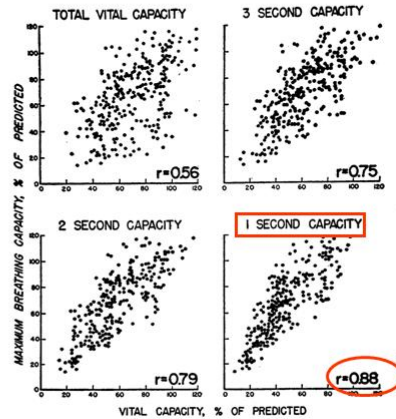
Gaensler EA: *Analysis of the ventilatory defect by timed capacity measurement*. Am Rev Tuberc 1951; 64:256-278

Gaensler EA: *An instrument for dynamic vital capacity measurements*. Science 1951; 114:114



Spirometro Collins con solenoide del 1952

Il valore aggiunto di Gaensler : osservò che dei vari FEV_n , per differenti valori di n , era il FEV_1 che correlava meglio con il miglior test di Massima Ventilazione Volontaria.



Il 13 febbraio **1954** un gruppo di fisiopatologi francesi si incontrò a Parigi presso l'Hôpital Saint-Antoine per stabilire una nomenclatura comune e, dopo molti dubbi, un nuovo termine vide la nascita: la CPUE fu rimpiazzata dal **VEMS = volume expiratoire maximum (ou maximal) seconde.**

Il 15 settembre **1955** in Lussemburgo il Gruppo di Lavoro "Normalizzazione dei tests di funzionalità polmonare"[Brille (F), Cara (F), Sadoul (F), Bolt (D), Mey (NL), Pasargiklian (I), Lavenne (B), Claass (ECCS)] accettò queste raccomandazioni ed il termine VEMS fu progressivamente accettato.

Prosegue la disputa linguistica

Gli anglosassoni al VEMS opposero un altro nome "1 s VC" (Comroe 1955) e anche "timed VC", poi finalmente nel dicembre **1956** la British Thoracic Society conìò il termine **FEV₁ = forced expiratory volume 1 second**.

Tanto per distinguersi dai francesi, tuttavia, il rapporto percentuale con l'altro indice polmonare poteva essere calcolato sia rispetto alla capacità vitale lenta che rispetto alla capacità vitale forzata.

Thorax (1957), 12, 290.

TERMINOLOGY FOR MEASUREMENTS OF VENTILATORY CAPACITY

A REPORT TO THE THORACIC SOCIETY

PREPARED BY

B. GANDEVIA* AND P. HUGH-JONES

" Il faut considérer les mots avec prudence : ils apportent un peu des théories originelles qui les ont fait naitre . . . la précision du langage n'est pas qu'un exercice désuet de puriste, elle est un nécessité scientifique " (Cara, 1955).

LE ULTIME ACQUISIZIONI SCIENTIFICHE

1955 – DuBois e Comroe introducono anche per l'uomo la pletismografia corporea

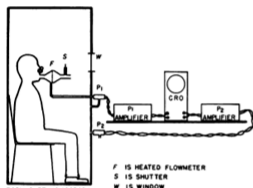


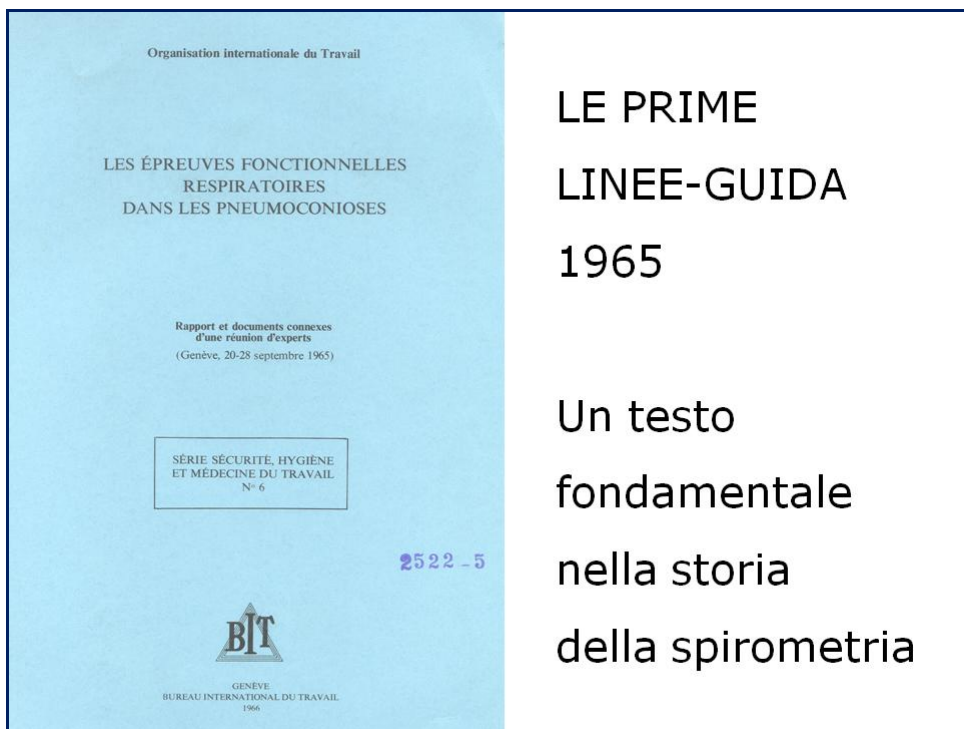
FIG. 1. APPARATUS FOR MEASUREMENT OF AIRWAY RESISTANCE

A NEW METHOD FOR MEASURING AIRWAY RESISTANCE IN MAN USING A BODY PLETHYSMOGRAPH: VALUES IN NORMAL SUBJECTS AND IN PATIENTS WITH RESPIRATORY DISEASE¹

By ARTHUR B. DuBOIS, STELLA Y. BOTELHO, AND JULIUS H. COMROE, JR.

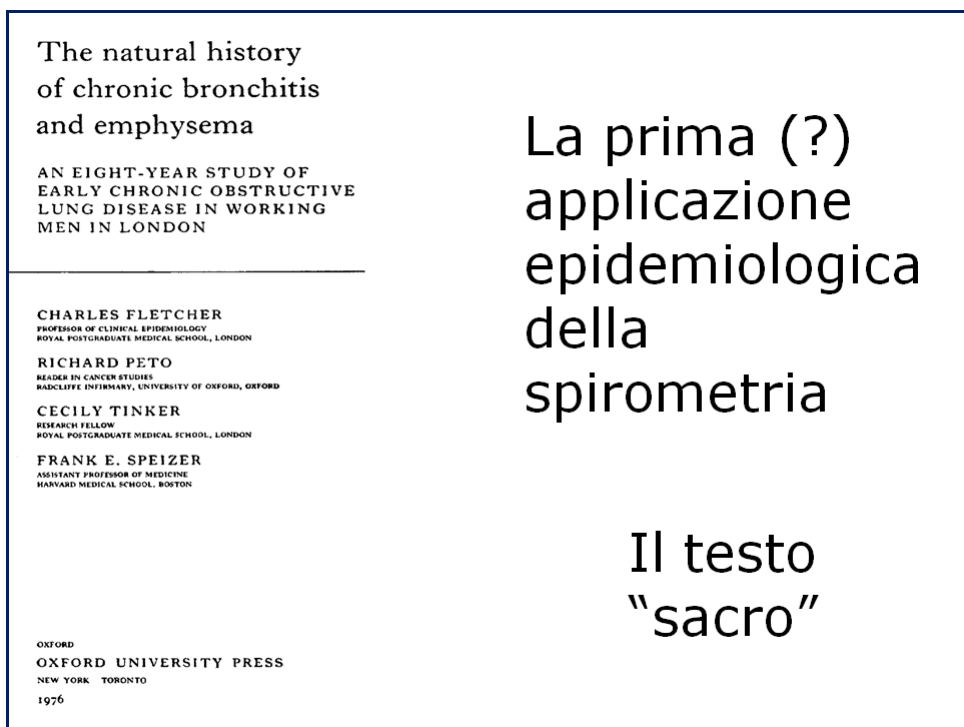
1958 – Hyatt e Fry propongono la rappresentazione delle curve flusso/volume della espirazione forzata.

1959 – Wright e McKerrow introducono il peak-flow meter.



LE PRIME LINEE-GUIDA 1965

Un testo
fondamentale
nella storia
della spirometria



La prima (?)
applicazione
epidemiologica
della
spirometria

Il testo
"sacro"

Il presente

(lo stiamo vivendo!)

- Spirometri portatili
- Miglioramento della qualità
- Diffusione nei differenti luoghi di lavoro
- Standard di riferimento
- Etc.

L'ultima novità è la telespirometria



Una data da ricordare: 1-7-2005

Eur Respir J 2005; 26: 1-2

DOI: 10.1183/09031936.05.00034205

Copyright©ERS Journals Ltd 2005

Eur Respir J 2005; 26: 1-2
DOI: 10.1183/09031936.05.00034205
Copyright©ERS Journals Ltd 2005

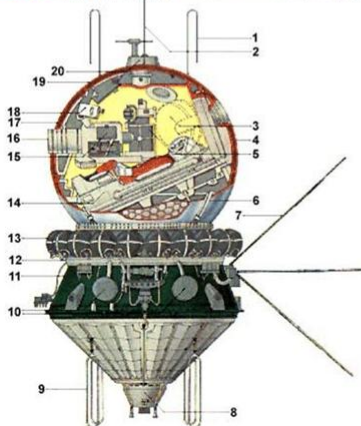


EDITORIAL

Coming together: the ATS/ERS consensus on clinical pulmonary function testing

V. Brusasco*, R. Crapo# and G. Viegi*

Dopo anni ("new millennium project" del 2001) la Task Force dell'American Thoracic Society e dell'European Respiratory Society ha finalmente concluso il suo lavoro con articoli (che appariranno sull'European Respiratory Journal) per LINEE GUIDA congiunte.



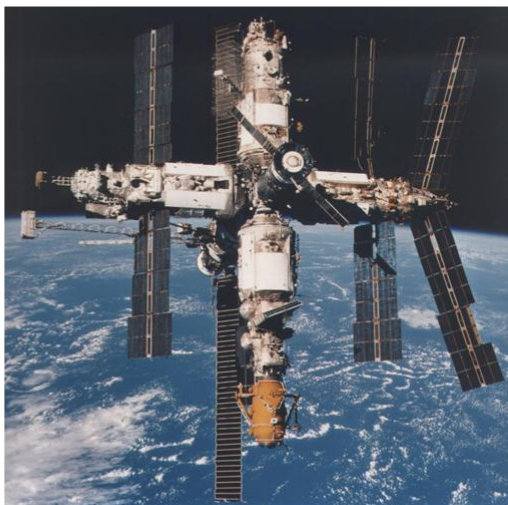
Il futuro



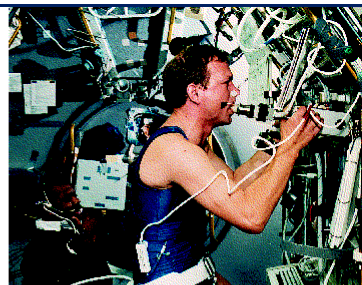
John B. West (Adelaide 1928)



... e la spirometria in assenza di gravità?



Il futuro è già cominciato !



- 1978 - apparecchio di simulazione di assenza di gravità
centro di ricerca NASA
studio rapporto ventilazione/perfusione 4 M
- Giugno 1991- volo dello Spacelabs Life Sciences-1 (9 giorni)
spirometria (pneumotacografo) 4 M e 3 F
- Aprile 1993 - volo dello Spacelab-D2 (10 giorni)
tests di rebreathing 4 M
- Ottobre 1993 - volo dello Spacelabs Life Sciences-2 (14 giorni)
scambi gassosi respiratori 3 M e 1 F
- etc. etc.

Una curiosità storica

Una delle prime (?) applicazioni pratiche
della spirometria

ovvero

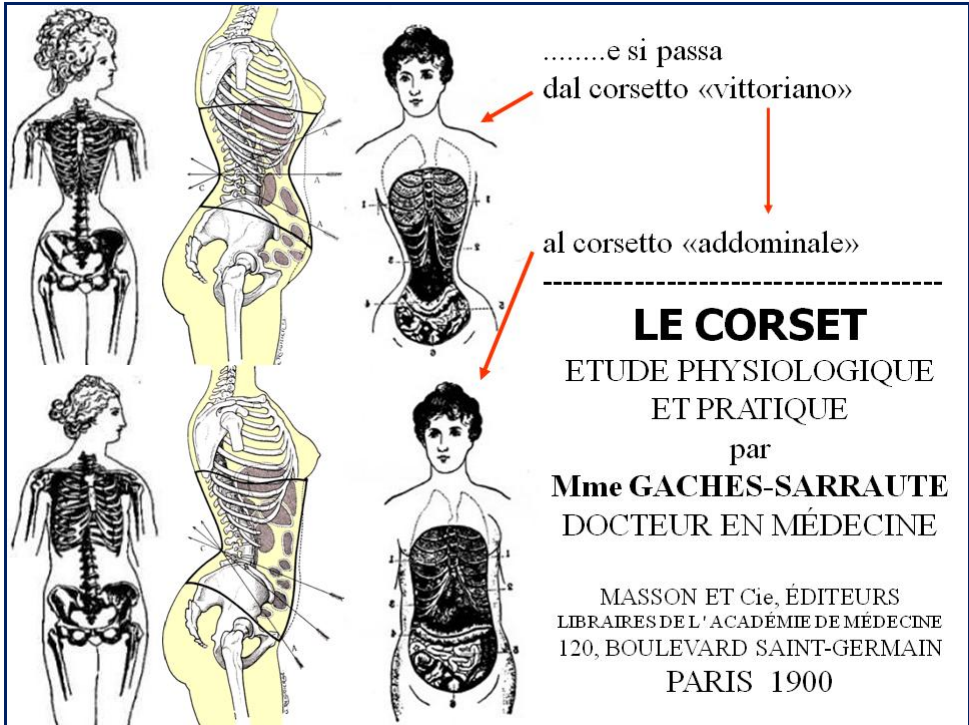
la scienza condiziona anche la moda

Hutchinson aveva studiato la VC delle ragazze (girls) ed aveva scritto "Non conosco la capacità vitale delle donne (women), e non è facile determinarla, a causa del loro stretto corsetto" ed ecco che dopo una ricerca, agli inizi del '900, la spirometria influenza anche la moda !

"Quand une femme porte son corset sa capacité vitale est diminuée d'un sixième"

Demonet E.

Recherches sur la capacité vitale absolue et relative suivant le sexe et suivant certaines dimensions du corps
Bulletin et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris 1905; 6: 5-100



Bibliografia

(oltre quella citata)

- Spriggs EA *The history of spirometry* Br J Dis Chest 1978; 72: 165-180
- Comroe JH *Flexible minds* Am Rev Respir Dis 1979; 120: 461-469
- Yernault J-C *The birth and development of the forced expiratory manoeuvre: a tribute to Robert Tiffeneau (1910-1961)* Eur Respir J 1997;10: 2704-2710
- Yernault J-C, Pride N, Laszlo G *How the measurement of residual volume developed after Davy (1800)* Eur Respir J 2000; 16: 561-564
- Sprigge JS *Sir Humphry Davy; his researches in respiratory physiology and his debt to Antoine Lavoisier* Anaesthesia 2002; 57: 357-364

Abitudine al fumo di tabacco nei luoghi di lavoro: ruolo del medico del lavoro competente

G Ital Med Lav Erg 2010; 32:2, 174-181 <http://gimle.fsm.it>

Marco dell'Omo, Tiziana Paola Baccolo¹, Daniela Marcolina², Franco Roscelli³, Giacomo Muzi, Nicola Murgia

Medicina del Lavoro, Malattie Respiratorie e Tossicologia Professionali ed Ambientali, Università degli Studi di Perugia

¹ Dipartimento di Medicina del lavoro - ISPEL, Roma

² Servizio Prevenzione Igiene e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro Dipartimento di Prevenzione ULSS n. 1 Belluno

³ Dipartimento di Sanità Pubblica, Azienda USL di Parma

Introduzione

Le patologie cronic-degenerative (ad esempio neoplasie, broncopneumopatia cronica ostruttiva, malattie cardiovascolari) sono la principale causa mondiale di mortalità ed invalidità (Beaglehole et al., 2007). La loro eziologia è tipicamente multifattoriale e tra i fattori di rischio sono spesso rilevanti le abitudini personali e gli stili di vita, le esposizioni ambientali e quelle occupazionali.

Poiché i diversi fattori di rischio interagiscono frequentemente tra loro, un'efficace tutela della salute dei lavoratori deve basarsi su interventi volti, da un lato, a prevenire l'esposizione a specifici rischi lavorativi e, dall'altro, a contrastare stili di vita non salutari, tra cui l'abitudine al fumo di tabacco. Il fumo attivo ed il fumo passivo (inalazione da parte di un non fumatore del fumo di tabacco presente nell'ambiente) possono, da soli o tramite l'interazione con alcuni fattori di rischio occupazionali, determinare l'insorgenza di malattie gravi, spesso invalidanti e talvolta mortali (Howard, 2004). Inoltre, l'esposizione a fumo di tabacco ambientale (environmental tobacco smoke, ETS) nel luogo di lavoro può costituire, di per sé, un rilevante rischio lavorativo.

In diversi Paesi industrializzati è stata riscontrata un'elevata prevalenza di fumatori tra i lavoratori che hanno un basso livello di istruzione, che svolgono mansioni di bassa specializzazione o scarsamente remunerate ("blue-collar workers" o "service workers") (Barbeau et al., 2004) e che sono comunemente esposti anche a rilevanti rischi lavorativi. Recenti ricerche hanno inoltre dimostrato un'allarmante diffusione del fumo tra giovani apprendisti, destinati ad attività manuali (Madeo et al., 2005).

I Medici del Lavoro Competenti dovrebbero collaborare attivamente alla lotta contro il fumo di tabacco nei luoghi di lavoro con interventi di

informazione e di counselling e favorendo l'attuazione di programmi di promozione della salute.

Effetti sulla salute del fumo attivo ed interazione con i fattori di rischio professionali

L'abitudine al fumo riduce considerevolmente l'aspettativa di vita e quella degli anni trascorsi in benessere (Brønnum-Hansen e Juel, 2001). Circa il 50% dei fumatori muore per una delle numerose cause specifiche di morte correlate al fumo, diverse delle quali di frequente riscontro nella popolazione generale (Doll et al., 2004). Tra le principali malattie correlate al fumo attivo figurano vari tipi di **neoplasia**. La International Agency for Research on Cancer (IARC) considera il fumo attivo un cancerogeno umano certo, in grado di indurre tumori polmonari, del cavo orale, del naso-, oro- ed ipofaringe, delle cavità nasali e dei seni paranasali, della laringe, dell'esofago, dello stomaco e del pancreas, del fegato, del rene, dell'uretere, della vescica, della cervice uterina e del midollo osseo (leucemia mieloide) (IARC, 2004). L'abitudine al fumo è anche associata a molteplici cause di morte per **patologie non neoplastiche**, tra cui la bronchite cronica ostruttiva e l'enfisema polmonare, la cardiopatia ischemica, le vasculopatie aterosclerotiche periferiche e l'ictus cerebri, nonché ad altre patologie non letali ma altamente invalidanti quale, ad esempio, la degenerazione maculare senile (Khan et al., 2006).

L'abitudine al fumo e l'esposizione a fattori di rischio lavorativi possono interagire, provocando effetti dannosi sulla salute in modo sia additivo che sinergico. Tra le più comuni malattie correlate con il lavoro che possono essere concausate e/o aggravate dall'abitudine al fumo figurano:

- **neoplasie**. L'abitudine al fumo di tabacco è un importante fattore di rischio per le **neoplasie del polmone**, delle cavità nasali, dei seni paranasali e della vescica (IARC, 2004). Il rischio di sviluppare queste neoplasie può essere ulteriormente accresciuto dall'esposizione ad alcuni agenti cancerogeni nei luoghi di lavoro. La maggior parte delle neoplasie polmonari indennizzate dall'INAIL è attualmente correlabile ad una pregressa esposizione ad asbesto. Diverse ricerche, per lo più relative ad elevate esposizioni lavorative occorse oltre 20-30 anni fa, hanno documentato un chiaro sinergismo tra i due fattori di rischio (IARC, 1987). Studi più recenti hanno fornito risultati in parte contrastanti ed attualmente non si ritiene possibile stimare

accuratamente l'entità dell'interazione sinergica (IARC, 2004). Altri inquinanti dei luoghi di lavoro ritenuti cancerogeni per il polmone sono: cromo esavalente, cadmio, nichel, arsenico, berillio, clorometil(metil)etere e bis(clorometil)etere, materiali organici contenenti idrocarburi policiclici aromatici (ad esempio, il catrame), radon, radiazioni ionizzanti e silice; a tal riguardo, il rischio di tumore del polmone appare più elevato tra i lavoratori già affetti da silicosi e con maggiore esposizione cumulativa (Cassidy et al., 2007). I lavoratori esposti a polveri di legno duro, a cromo esavalente, a nichel ed ai suoi composti o esposti a polveri di cuoio nell'industria pellettiera e calzaturiera presentano un maggior rischio di **neoplasie delle cavità nasali e dei seni paranasali**. Il rischio di tumori del **nasofaringe** è aumentato sia nei fumatori che negli esposti a formaldeide (IARC, 2006). Dopo l'abitudine al fumo, le esposizioni professionali sono il più importante fattore di rischio per le **neoplasie vescicali**. Studi svolti in Italia hanno rilevato che l'esposizione professionale a cancerogeni per la vescica comportava un rischio attribuibile nella popolazione (PAR) pari al 4-24% mentre studi svolti in Europa un PAR pari al 4-7% (Barone-Adesi et al., 2005). Il rischio di neoplasie vescicali è risultato più frequentemente elevato in lavoratori esposti ad amine aromatiche e ad idrocarburi policiclici aromatici (Jankovic e Radosavljevic, 2007). Anche la **leucemia mieloide** negli adulti è causalmente associata al fumo attivo, per la presenza nel fumo di tabacco di alcuni agenti noti leucemogeni, tra i quali il benzene; questo idrocarburo aromatico mononucleare è un noto cancerogeno professionale per il sistema emolinfopoietico, come pure lo sono l'ossido di etilene, il butadiene e le radiazioni ionizzanti.

- **broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO)**. Il fumo è il principale fattore di rischio per la BPCO nella popolazione generale e responsabile di oltre il 70% dei decessi per BPCO nei Paesi industrializzati (Mannino e Buist, 2007). Si stima inoltre che il 15-19% dei casi di BPCO nella popolazione generale siano attribuibili ad esposizioni lavorative a polveri, gas, vapori e fumi (ad esempio, polveri di silice, di carbone, di legno, fumi di saldatura, solventi) (Balmes et al., 2003; Hnizdo et al., 2002; Meldrum et al., 2005). Un elevato rischio di BPCO è stato recentemente riscontrato in fumatori professionalmente esposti a fumi di motori diesel, gas e vapori irritanti e polveri minerali (Weinmann et al., 2008). Studi epidemiologici ed istopatologici suggeriscono che l'esposizione professionale a silice può indurre la comparsa di alterazioni

ventilatorie ostruttive di tipo enfisematoso anche in assenza delle alterazioni radiografiche tipiche della silicosi e che l'abitudine al fumo ne potenzia l'effetto (Hnizdo e Vallyathan, 2003; Kreiss, 1989). Anche in lavoratori esposti a cadmio sono state riscontrati alterazioni indicative di enfisema polmonare (Davison et al., 1988; Kjuus et al., 1981). Il rischio di BPCO in fumatori con elevata esposizione lavorativa ad emissioni di cokeria era 58 volte superiore rispetto a quello di non fumatori non esposti (Hu et al., 2006). Uno studio svolto in Italia ha confermato che l'abitudine al fumo e l'esposizione professionale a polveri, fumi e vapori sono fattori di rischio indipendenti per la BPCO e che interagiscono in modo sinergico (Boggia et al., 2008). L'esposizione corrente o pregressa a solventi organici raddoppia il rischio di bronchite cronica associato al fumo di tabacco (Ebbehøj et al., 2008).

- **asma bronchiale.** Si stima che nei Paesi industrializzati i soggetti affetti da asma professionale siano il 5%-15% di tutti quelli affetti da asma bronchiale in età lavorativa (Bardana, 2008). Numerosi studi hanno indagato il rapporto tra abitudine al fumo ed asma professionale. Alcuni hanno dimostrato una maggiore prevalenza o incidenza di asma professionale tra i fumatori, mentre altri hanno fornito risultati opposti. Analogamente, diversi studi hanno dimostrato che l'abitudine al fumo aumenta il rischio di sensibilizzazione in lavoratori esposti ad allergeni ad alto e basso peso molecolare associati alla comparsa di asma professionale mentre altri hanno fornito risultati discordanti (Siracusa et al., 2006). L'abitudine al fumo può accelerare il declino della funzionalità ventilatoria degli asmatici, aumentare la severità della malattia ed il ricorso a farmaci bronco-dilatatori e rendere meno efficace la terapie con corticosteroidi (<http://www.ginasthma.com/download.asp?intId=217>).
- **cataratta.** Numerosi studi epidemiologici, trasversali e di coorte, hanno evidenziato una forte associazione tra fumo di tabacco e cataratta nucleare (Kelly et al., 2005). In ambito professionale, opacità del cristallino possono essere indotte dall'esposizione ad agenti fisici quali radiazioni ionizzanti, laser e infrarosse.
- **ipoacusia.** L'età e l'esposizione professionale prolungata a rumore sono i principali determinanti di ipoacusia neurosensoriale per le alte frequenze. Una recente meta-analisi ha rivelato un'associazione tra abitudine al fumo e riduzione della capacità uditiva (Nomura et al., 2005). Uno studio multicentrico svolto su 4083 cittadini Europei di età compresa tra 53 e 67 anni ed altri

recenti studi ha dimostrato che l'abitudine al fumo può incrementare i rischi di ipoacusia neurosensoriale per le alte frequenze dovuti all'esposizione professionale a rumore (Fransen et al., 2008). Un elevato rischio di ipoacusia neurosensoriale è stato riscontrato in operai metallurgici fumatori esposti a rumore; l'interazione tra i due fattori di rischio era di tipo sinergico nei lavoratori di età compresa tra 20 e 40 anni (Ferrite e Santana, 2005).

L'abitudine al fumo è stata inoltre correlata ad un maggior rischio di **infortuni sul lavoro**, di **incendi** ed **esplosioni**. Fumare e masticare tabacco sono risultati associati ad un elevato rischio di infortuni (OR 7,3, IC 3,9-9,3) in uno studio su 726 operai di un'industria chimica indiana (Saha et al., 2008). L'abitudine al fumo è risultata tra i determinanti di infortuni lavorativi in uno studio su 2174 lavoratori del Nord Italia nei soggetti che fumavano fino a 20 sigarette al giorno (OR=2,3) ed in quelli che fumavano più di 20 sigarette al giorno (OR=3,8) (Mastrangelo et al., 2008). In altri studi, l'incidenza di infortuni professionali è risultata all'incirca doppia nei fumatori rispetto ai non fumatori (Sacks e Nelson, 1994). L'abitudine al fumo può anche favorire il verificarsi di infortuni professionali di natura non traumatica, ad esempio di coronaropatie acute. In uno studio svolto negli Stati Uniti su un gruppo di vigili del fuoco, l'abitudine al fumo è risultata tra i fattori predittivi di una coronaropatia acuta fatale durante l'attività lavorativa (OR=3,68) (Geibe et al., 2008).

Effetti sulla salute del fumo passivo

Le conoscenze degli effetti sulla salute provocati dal fumo passivo derivano da numerosi studi svolti su non fumatori esposti ad ETS in ambito domestico, mentre sono meno numerosi quelli riguardanti l'esposizione durante il lavoro. Quest'ultima può peraltro risultare di durata ed entità pari o superiore rispetto a quella che si realizza in ambito domestico.

L'esposizione acuta e cronica a ETS sono causa di effetti nocivi sulla salute. Il più comune effetto dell'esposizione acuta è il fastidio, il disturbo ("annoyance") percepito dal non fumatore esposto a ETS, associato a sintomi irritativi a carico dell'occhio e delle prime vie aeree, tosse e raucedine. Soggetti affetti da BPCO o da rinite od asma bronchiale presentano in genere una sintomatologia più precoce e accentuata.

L'esposizione cronica di non fumatori a ETS è stata associata all'insorgenza di tumori polmonari, di cardiopatie ischemiche e di disturbi e patologie respiratorie non neoplastiche.

L'ETS è considerato un cancerogeno certo per l'uomo (IARC gruppo 1) (IARC, 2004). Il rischio di tumore del polmone in non fumatori esposti in ambito domestico è risultato aumentato di circa il 30% per i maschi e del 20% per le femmine; il rischio era correlato all'entità dell'esposizione a ETS. In modo analogo, il rischio è risultato aumentato del 16-19% per i non fumatori esposti a ETS sul luogo di lavoro (IARC, 2004).

Il rischio di malattie coronariche fatali e non fatali nei non fumatori esposti ad ETS aumenta di circa il 30% (Law e Wald, 1997). In un recente studio prospettico, il rischio di coronaropatie nei non fumatori era correlato alle concentrazioni della cotinina urinaria, indicative dell'esposizione a ETS; nei soggetti con livelli di cotinina più elevati l'eccesso di rischio era comparabile a quello di modici fumatori (Whincup et al., 2004). Studi sul rapporto tra esposizione a ETS nei luoghi di lavoro e rischio di malattia coronarica hanno indicato un aumento del rischio simile a quello riportato per le esposizioni in ambito domestico (Wells, 1998).

Uno studio prospettico non ha evidenziato un'associazione tra esposizione a ETS e rischio di ictus, diversamente da quanto suggerito da un precedente studio caso-controllo (Whincup et al., 2004).

L'esposizione a ETS sul luogo di lavoro è stata correlata all'insorgenza di irritazione delle prime vie aeree (tosse, espettorazione), di dispnea, respirazione sibilante e disturbi asmatici (Janson et al., 2001a e 2001b). Le terapie farmacologiche per l'asma bronchiale sono risultate meno efficaci negli esposti a ETS (Jindal, 1994) ed è stato recentemente descritto un caso di asma bronchiale acuta fatale insorta in una giovane cameriera esposta a ETS nel bar in cui lavorava (Stanbury et al., 2007). Gli studi sugli effetti a lungo termine dell'esposizione a ETS sulla funzionalità ventilatoria degli adulti hanno fornito risultati contrastanti.

L'esposizione a ETS nei luoghi di lavoro è risultata strettamente associata con l'aumento dei giorni di assenza dal lavoro, del numero di visite mediche e del consumo di farmaci (McGhee et al., 2000).

Il Medico del Lavoro Competente e gli interventi per contrastare il fumo di tabacco nei luoghi di lavoro

Considerando:

- le gravi malattie croniche correlate all'abitudine al fumo e le potenziali interazioni tra abitudine al fumo ed alcuni fattori di rischio professionali;
- i peggiori indici infortunistici riscontrati tra i dipendenti che fumano;
- le patologie causate o aggravate dall'esposizione lavorativa a ETS;

- i comportamenti dei lavoratori che fumano (acquisto di prodotti a base di tabacco e loro consumo durante il lavoro);
- le necessità organizzative imposte dal turnover dei lavoratori malati e dagli obblighi connessi al divieto di fumo nei luoghi di lavoro (vedi oltre), appare evidente l'utilità di prevenire e contrastare l'abitudine al fumo nei luoghi di lavoro e di promuovere la disassuefazione dei lavoratori che fumano. Tali attività potranno ripercuotersi positivamente, oltre che sulla salute ed il benessere dei lavoratori, anche sui bilanci aziendali.

Il Medico del Lavoro Competente può, ed in alcuni casi deve, svolgere un importante ruolo attivo in tale ambito. Le sue responsabilità derivano in parte da precisi obblighi di legge e, prevalentemente, da responsabilità etiche e professionali. A quest'ultimo riguardo, giova ricordare che l'articolo 39 del recente D. L.gs 81/2008, impone al Medico del Lavoro Competente di svolgere la sua attività "secondo i principi della medicina del lavoro e del codice etico della Commissione internazionale di salute occupazionale (ICOH)", il quale sancisce che obiettivo primario della Medicina del Lavoro è non solo la protezione, ma anche la promozione della salute dei lavoratori e della loro capacità lavorativa.

Il ruolo del Medico del Lavoro Competente nella lotta al fumo passivo

La lotta al fumo passivo nei luoghi di lavoro è agevolata da diverse disposizioni normative, tra cui l'art. 51 della Legge 3/2003, entrato definitivamente in vigore il 10 Gennaio 2005, che ha esteso il divieto di fumo nei locali pubblici e nei luoghi di lavoro. A questo proposito, la Circolare del Ministero della Salute del 17 dicembre 2004 ha precisato che il divieto di fumo è vigente in qualunque locale di lavoro chiuso, in cui siano presenti o possano accedere lavoratori: «Il divieto di fumare trova applicazione non solo nei luoghi di lavoro pubblici, ma anche in tutti quelli privati, che siano aperti al pubblico o ad utenti. Tale accezione comprende gli stessi lavoratori dipendenti in quanto "utenti" dei locali nell'ambito dei quali prestano la loro attività lavorativa. E' infatti interesse del datore di lavoro mettere in atto e far rispettare il divieto, anche per tutelarsi da eventuali rivalse da parte di tutti coloro che potrebbero instaurare azioni risarcitorie per danni alla salute causati dal fumo». E' inoltre importante ricordare che in aggiunta alla suddetta Legge sussistono altre norme che vietano il fumo nei luoghi di lavoro, il cui scopo principale è di tutelare la salute dei lavoratori nei riguardi dei rischi dovuti a specifiche esposizioni professionali:

1. rischio di esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni (artt. 237 e 238 del D.Lgs. 81/2008);
2. rischio di esposizione ad amianto (artt. 252 del D.Lgs. 81/2008);
3. rischio di esposizione ad agenti biologici (art. 273 del D.Lgs. 81/2008).

Tali divieti si applicano anche alle attività lavorative svolte all'aperto e non soltanto nei luoghi chiusi, come invece previsto dall'art. 51 della Legge 3/2003.

Le sopra citate disposizioni normative hanno sicuramente determinato una drastica riduzione dell'esposizione a ETS nei luoghi di lavoro (Gorini et al., 2008; Valente et al., 2007), a cui, plausibilmente, conseguiranno benefici sia a breve che a lungo termine per i non fumatori (Cesaroni et al., 2008; Eisner et al., 1998). La riduzione dell'esposizione riguarda non solo i lavoratori che prestano la loro attività nelle aree di ambienti chiusi in cui è vietato fumare, i quali non saranno più esposti a ETS (a meno di inadempienze o di malfunzionamento degli impianti di ventilazione meccanica dei locali per fumatori), ma anche gli addetti alle aree riservate ai fumatori. In queste aree, la portata d'aria assicurata da un impianto di ventilazione conforme alle caratteristiche tecniche previste dall'allegato I del DPCM 23/12/2003 ed in stato di efficienza è di entità tale da minimizzare l'inquinamento da ETS (Fallini et al., 2004). Peraltro la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers e l'OMS sostengono che gli impianti di ventilazione meccanica non sono in grado di assicurare la completa assenza di effetti sulla salute in chi occupa sale per fumatori (http://www.ashrae.org/docLib-/20058211239_347.pdf) (WHO, 2007).

E' inoltre possibile un'esposizione lavorativa a ETS:

- in ambienti che, a termini di Legge, non sono considerati locali chiusi ed in cui è possibile fumare (ad esempio, gazebo posti al di fuori di esercizi di ristorazione);
- in luoghi di lavoro in cui non sempre il divieto di fumare è rispettato (ad esempio, discoteche, sale-bingo, case circondariali, servizi psichiatrici di ricovero e cura).
- E' quindi importante che il Medico del Lavoro Competente:
- informi il datore di lavoro, i dirigenti, i preposti ed i lavoratori sulle vigenti normative inerenti il divieto di fumo e sulle possibili conseguenze di eventuali inadempienze e li sensibilizzi affinché l'applicazione del divieto di fumo sia quanto più ampia e condivisa possibile;

- collabori alle attività di valutazione dell'eventuale esposizione e del rischio, che dovrà tener conto non solo delle caratteristiche dei locali e delle aree riservate ai fumatori ma anche dell'organizzazione e della tipologia delle attività effettivamente svolte in ogni luogo di lavoro.
- Il Medico del Lavoro Competente, al pari di qualsiasi altro medico, ha anche l'obbligo di:
- denunciare ai Servizi di Prevenzione e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle ASL, all'INAIL ed all'Ispettorato del Lavoro i casi di tumore del polmone che ritiene attribuibili all'esposizione lavorativa a ETS, ai sensi del DM 14 gennaio 2008 (elenco delle malattie per le quali è obbligatoria da parte del medico la denuncia di cui all'articolo 139 del DPR 30 giugno 1965, n. 1124). Le attività lavorative che comportano esposizione a ETS (fumo passivo) sono state inserite nel gruppo 6 della Lista I ("Malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità") per quanto riguarda il tumore del polmone (nel precedente DM 27 aprile 2004 i tumori polmonari da fumo passivo erano invece compresi nella Lista III "Malattie la cui origine lavorativa è possibile");
- compilare, per i suddetti casi, il primo certificato di malattia professionale. Nel 2004 l'INAIL ha riconosciuto come malattia professionale un caso di tumore del polmone da cui è stato affetto un barista che non aveva mai fumato, esposto ad ETS sul luogo di lavoro per circa 44 anni (http://www.inail.it/cms/Medicina_Riabilitazione/Riabilitazione_e_reinserimento/Atti_V_Convegno/fumo_passivo_Manca.doc).

Infine, il Medico Competente può contrastare il fumo passivo nei luoghi di lavoro anche impegnandosi a favorire la disassuefazione dei lavoratori che fumano.

Il ruolo del Medico del Lavoro Competente nella lotta al fumo attivo

Nell'ambito della sua pratica professionale, Il Medico del Lavoro Competente ha diverse opportunità e possibilità per incentivare la disassuefazione dal tabagismo; in particolare, dovrebbe:

- a. **informare** il datore di lavoro, i dirigenti, i preposti ed i lavoratori sui rischi derivanti dall'abitudine al fumo, sulle interazioni tra il fumo ed i fattori di rischio professionali, sui benefici (per i lavoratori e per le aziende) conseguenti alla cessazione dell'abitudine al fumo ed alla riduzione della prevalenza dei fumatori tra i dipendenti. L'attività di informazione e formazione dei lavoratori è, in casi specifici, un obbligo di legge, sancito da:

- art. 239 del D.Lgs. 81/2008: «1. Il datore di lavoro fornisce ai lavoratori, sulla base delle conoscenze disponibili, informazioni ed istruzioni, in particolare per quanto riguarda: a) gli agenti cancerogeni o mutageni presenti nei cicli lavorativi, la loro dislocazione, i rischi per la salute connessi al loro impiego, ivi compresi i rischi supplementari dovuti al fumare... 2. Il datore di lavoro assicura ai lavoratori una formazione adeguata in particolare in ordine a quanto indicato al comma 1.».
- art. 257 e 258 del D.Lgs. 81/2008: che stabiliscono l'obbligo per i datori di lavoro di informare i lavoratori esposti ad amianto sulle “specifiche norme igieniche da osservare, ivi compresa la necessità di non fumare” e di provvedere alla loro “formazione sufficiente ed adeguata, ad intervalli regolari” in merito alle “proprietà dell'amianto e i suoi effetti sulla salute, incluso l'effetto sinergico del tabagismo”.

b. **raccogliere informazioni sull'abitudine al fumo** dei lavoratori e fornire ai fumatori il cosiddetto **intervento clinico minimo** durante le visite di sorveglianza sanitaria. Questo intervento consiste in un breve “**counselling**” (3-5 minuti) il cui scopo è di motivare il fumatore a smettere di fumare e di fornirgli un adeguato supporto. Tali interventi sono efficaci sia se forniti nei luoghi di lavoro che altrove (Cahill et al., 2008). La loro efficacia è relativamente bassa, ma, se praticati nel corso di ciascuna visita preventiva e periodica in modo sistematico, standardizzato e ripetuto nel tempo, il numero dei lavoratori che smetteranno di fumare potrà essere rilevante. In aziende di piccole dimensioni, la cessazione dell'abitudine al fumo di un lavoratore è risultata associata alla riduzione della probabilità di fumare di suoi colleghi pari al 34% (Christakis e Fowler, 2008). Il counselling breve può risultare utile anche per i fumatori che non sono ancora pronti a smettere di fumare e non desiderano prendere parte a programmi di promozione della salute (vedi oltre).

Il counselling si articola classicamente in cinque fasi, definite dagli autori anglosassoni le “5A”. I Medici Competenti dovrebbero effettuare almeno le prime quattro.

1. “Ask”. Raccogliere informazioni sull'abitudine al fumo (fumatore, ex-fumatore, non fumatore) di ciascun lavoratore ad ogni visita medica, trascrivendo le informazioni ottenute nella cartella sanitaria e di rischio, al pari di altri parametri clinici (ad esempio, la pressione arteriosa, il peso).

2. “Advice”. Consigliare ad ogni fumatore, in modo chiaro, deciso e personalizzato, di smettere di fumare. Devono essere opportunamente valorizzate le informazioni sui benefici conseguenti alla cessazione del fumo e sui rischi per la salute derivanti anche dalle interazioni tra fumo di tabacco e fattori di rischio lavorativi.
 3. “Assess”. Valutare l’interesse a smettere di fumare con domande quali “Ha mai provato a smettere di fumare?” e, successivamente, “E’ interessato a tentare di smettere adesso?”.
 4. “Assist”. Fornire assistenza ai lavoratori che intendono smettere, consigliando loro di rivolgersi, a seconda dei casi, al Medico di Medicina Generale, a strutture specialistiche presenti nel territorio (“Centri anti-fumo”), ai servizi telefonici contro il fumo (ad esempio, il “Telefono verde contro il fumo” dell'Osservatorio Fumo, Alcol e Droga dell'Istituto Superiore di Sanità, un servizio nazionale anonimo e gratuito che svolge attività di consulenza sulle problematiche legate al tabagismo: 800 554088).
Il Medico del Lavoro Competente, nel caso in cui abbia ricevuto una adeguata formazione sui trattamenti per la disassuefazione dal tabagismo e presti la sua attività in realtà produttive dove è in grado di continuare a fornire assistenza al lavoratore nelle settimane successive alla cessazione dell’abitudine al fumo (vedi sotto), ha la possibilità di fornire indicazioni sulla strategia da seguire per smettere di fumare e di prescrivere un’idonea terapia farmacologica di supporto (in particolare, sostituti della nicotina).
Infine, è sempre opportuno cercare di motivare i soggetti che non intendono smettere di fumare a farlo in futuro.
 5. “Arrange”. Concordare i successivi incontri o, quantomeno, contatti telefonici nel corso delle seguenti settimane per essere informati sull’andamento del tentativo di disassuefazione, per esaminare eventuali problemi (ad esempio, effetti collaterali della terapia farmacologica, desiderio di fumare) e per incoraggiare ulteriormente il lavoratore alla cessazione definitiva dell’abitudine al fumo. Un primo incontro dovrebbe essere programmato a distanza di circa una settimana dalla data di cessazione del fumo.
- c. collaborare a **programmi di promozione della salute nei luoghi di lavoro** (worksites health promotion, WHP), il cui fine è di accrescere la capacità dei lavoratori di controllare e migliorare il proprio stato di salute. La realizzazione di un programma di WHP non costituisce un obbligo di Legge per i datori di lavoro; tuttavia, l’art. 25 del D.Lgs. 81/2008 ne riconosce la validità dei fini e pone tra gli obblighi del

Medico Competente quello di collaborare “alla attuazione e valorizzazione di programmi volontari di promozione della salute”.

I luoghi di lavoro sono un ambiente particolarmente favorevole per attuare tali programmi per vari motivi:

- la popolazione adulta impiega gran parte del proprio tempo al lavoro;
- il lavoro non costituisce soltanto un mezzo per procurarsi i beni necessari alla sussistenza, ma contribuisce in modo determinante a sviluppare l'identità delle persone;
- in molte aziende, le popolazioni lavorative sono relativamente stabili nel tempo e gli interventi per creare e sostenere l'interesse a smettere di fumare possono essere riproposti nel tempo;
- è possibile beneficiare del supporto e dell'esperienza offerta da colleghi di lavoro che non fumano o che hanno smesso di fumare;
- i programmi contro il fumo attivo possono utilmente integrarsi con gli interventi di tutela della salute nei confronti dei rischi lavorativi e con altri interventi di WHP (ad esempio, consumo di alcolici, sana alimentazione, attività fisica).

I programmi di WHP possono concorrere ad incentivare la disassuefazione dal tabagismo e a prevenire l'inizio dell'abitudine al fumo tra i giovani lavoratori. La loro attuazione può anche favorire una più ampia e condivisa adesione ai divieti di fumare.

Le modalità con cui attuare un programma di WHP volto a contrastare il fumo attivo sono state ampiamente descritte; si segnalano, a titolo di esempio, le indicazioni recentemente fornite dal WHO (2002), dall'U.S. Department of Health and Human Services – Centers for Disease Control and Prevention (http://www.cdc.gov/tobacco/research_data/environmental/etsguide.htm), dalla Regione Piemonte (<http://www.cpo.it/documenti/raccomandazioniliberidalfumo.pdf>) e dalla Regione del Veneto (<http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/C7CA645F-9EEB-45C6-B5FF-0C68A5259FBF/0/Fumolavoroultima.pdf>).

E' importante sottolineare che l'efficacia dei programmi di WHP è strettamente dipendente dalla loro integrazione con il complesso delle attività volte a proteggere la salute dei lavoratori dai rischi lavorativi (Sorensen e Barbeau, 2006). Trascurare tale necessità può determinare un insuccesso degli interventi. Ad esempio, un programma di lotta al fumo attuato in un luogo di lavoro in cui le misure di prevenzione dei rischi lavorativi siano carenti può generare scetticismo sulla sua efficacia e demotivare i lavoratori che potrebbero prendervi parte.

Il Medico del Lavoro Competente è in possesso delle competenze e delle conoscenze indispensabili per promuovere un approccio integrato alla protezione ed alla promozione della salute dei lavoratori. Ai sensi dall'art. 25 del D.Lgs 81/2008, dovrà pertanto impegnarsi nelle diverse attività previste dagli specifici programmi di WHP, collaborando con le Direzioni aziendali e le organizzazioni sindacali ed assumendo un ruolo centrale per alcune di esse. Ad esempio, egli dovrà:

- far parte del gruppo di lavoro aziendale che elabora contenuti e metodi del programma di WHP, che lo attua e che valuta la sua efficacia;
- collaborare alla valutazione dell'abitudine al fumo tra i lavoratori e nel luogo di lavoro;
- sensibilizzare i lavoratori sull'utilità di aderire al programma di WHP, informandoli sulle sue finalità e sugli interventi previsti;
- partecipare alla realizzazione di materiale informativo (cartaceo o informatico, cartellonistica) utilizzato nei programmi di WHP.

In conclusione, la Legge 3/2003 ed il D.Lgs. 81/2008 hanno definitivamente affermato, rispettivamente, l'obbligo di tutelare i non fumatori dai rischi del fumo passivo e di valorizzare gli interventi di promozione della salute nei luoghi di lavoro. Queste recenti disposizioni normative pongono le basi per realizzare nei luoghi di lavoro azioni di contrasto al fumo attivo ed a quello passivo, che sono in grado, da soli o tramite l'interazione con fattori di rischio professionali, di provocare gravi danni alla salute dei lavoratori e costi aggiuntivi per le Aziende. Il Medico del Lavoro Competente, principale e spesso unico consulente sanitario dei datori di lavoro, dovrebbe impegnarsi nelle diverse attività che possono contribuire ad evitare l'esposizione a ETS nei luoghi di lavoro, a prevenire l'inizio dell'abitudine al fumo tra i giovani lavoratori ed a favorire la disassuefazione dal tabagismo.

Bibliografia

- Balmes J, Becklake M, Blanc P, Henneberger P, Kreiss K, Mapp C, Milton D, Schwartz D, Toren K, Viegi G. American Thoracic Society Statement: Occupational contribution to the burden of airway disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 787-797.
- Barbeau EM, Leavy-Sperounis A, Balbach ED. Working class matters: socio-economic disadvantage, race-ethnicity, gender, and smoking in NHIS 2000. *Am J Public Health* 2004; 94: 269-278.
- Bardana EJ Jr. Occupational asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2008; 12: S408-411.
- Barone-Adesi F, Richiardi L, Merletti F. Population attributable risk for occupational cancer in Italy. *Int J Occup Environ Health* 2005; 11: 23-31.

- Beaglehole R, Ebrahim S, Reddy S, Voûte J, Leeder S. Prevention of chronic diseases: a call to action. *Lancet* 2007; 370: 2152-2157.
- Boggia B, Farinano E, Grieco L, Lucariello A, Carbone U. Burden of smoking and occupational exposure on etiology of chronic obstructive pulmonary disease in workers of Southern Italy. *J Occup Environ Med* 2008; 50:366-370.
- Brønnum-Hansen H, Juel K. Abstention from smoking extends life and compresses morbidity: a population based study of health expectancy among smokers and never smokers in Denmark. *Tob Control* 2001; 10: 273-278.
- Cahill K, Moher M, Lancaster T (2008) Workplace interventions for smoking cessation. *Cochrane Database Syst Rev*. CD003440.
- Cassidy A, 't Mannetje A, van Tongeren M, Field JK, Zaridze D, Szeszenia-Dabrowska N, Rudnai P, Lissowska J, Fabianova E, Mates D, Bencko V, Foretova L, Janout V, Fevotte J, Fletcher T, Brennan P, Boffetta P Occupational exposure to crystalline silica and risk of lung cancer: a multicenter case-control study in Europe. *Epidemiology* 2007; 18: 36-43.
- Cesaroni G, Forastiere F, Agabiti N, Valente P, Zuccaro P, Perucci CA. Effect of the Italian smoking ban on population rates of acute coronary events. *Circulation* 2008; 117:1183-1188.
- Christakis NA, Fowler JH. The collective dynamics of smoking in a large social network. *N Engl J Med* 2008; 358: 2249-2258.
- Davison AG, Fayers PM, Taylor AJ, Venables KM, Darbyshire J, Pickering CA, Chettle DR, Franklin D, Guthrie CJ, Scott MC, et al. Cadmium fume inhalation and emphysema. *Lancet* 1988; 1: 663-667.
- Doll R, Peto R, Boreham J, Sutherland I. Mortality in relation to smoking: 50 years' observations on male British doctors. *Br Med J* 2004; 328: 1519-1528.
- Ebbehøj NE, Hein HO, Suadicani P, Gyntelberg F. Occupational organic solvent exposure, smoking, and prevalence of chronic bronchitis - An epidemiological study of 3387 men. *J Occup Environ Med* 2008; 50: 730-735.
- Eisner MD, Smith AK, Blanc PD. Bartenders' respiratory health after establishment of smoke-free bars and taverns. *JAMA* 1998; 280: 1909-1914.
- Fallini F, Picelli R, Roscelli F, Tolomei S. Soluzioni tecniche e stima dei costi per l'adeguamento e la gestione dei locali riservati ai fumatori. In: Atti del Convegno "dBA incontri Microclima. Valutazione, prevenzione e protezione dai rischi e comfort nei luoghi di lavoro". Modena 14 ottobre 2004;181-192.
- Ferrite S, Santana V. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med (Lond)* 2005; 55: 48-53.
- Fransen E, Topsakal V, Hendrickx JJ et al. Occupational Noise, Smoking, and a High Body Mass Index are Risk Factors for Age-related Hearing Impairment and Moderate Alcohol Consumption is Protective: A European Population-based Multicenter Study. *J Assoc Res Otolaryngol* 2008; 9: 264-276.
- Geibe JR, Holder J, Peeples L, Kinney AM, Burrell JW, Kales SN. Predictors of on-duty coronary events in male firefighters in the United States. *Am J Cardiol* 2008; 101:585-589.
- Gorini G, Moshammer H, Sbrogiò L, Gasparrini A, Nebot M, Neuberger M, Tamang E, Lopez MJ, Galeone D, Serrahima E. Italy and Austria before and after study: second-hand smoke exposure in hospitality premises before and after 2 years from the introduction of the Italian smoking ban. *Indoor Air* 2008; 18: 328-334.
- Hnizdo E, Sullivan PA, Bang KM, Wagner G. Association between chronic obstructive pulmonary disease and employment by industry and occupation in the US

- population: a study of data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 738-746.
- Hnizdo E, Vallyathan V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Environ Med* 2003; 60: 237-243.
- Howard J. Smoking is an occupational hazard. *Am J Ind Med* 2004; 46:161-169.
- Hu Y, Chen B, Yin Z, Jia L, Zhou Y, Jin T. Increased risk of chronic obstructive pulmonary diseases in coke oven workers: interaction between occupational exposure and smoking. *Thorax* 2006; 61: 290-295.
- IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7. Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1 to 42. Lyon, IARCPress; 1987.
- IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 83. Tobacco Smoke and Involuntary Smoking. International Agency for research on Cancer. Lyon, IARCPress; 2004.
- IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Vol. 88. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. Lyon, IARCPress; 2006.
- Janković S, Radosavljević V. Risk factors for bladder cancer. *Tumori* 2007; 93: 4-12.
- Janson C, Chinn S, Jarvis D, Burney P. Determinants of cough in young adults participating in the European Community Respiratory Health Survey. *Eur Respir J* 2001(a) 18: 647-654.
- Janson C, Chinn S, Jarvis D, Zock JP, Toren K, Burney P. European Community Respiratory Health Survey. Effect of passive smoking on respiratory symptoms, bronchial responsiveness, lung function, and total serum IgE in the European Community Respiratory Health Survey: a cross-sectional study. *Lancet* 2001(b); 358 :2103-2109.
- Jindal SK, Gupta D, Singh A. Indices of morbidity in adult patients exposed to environmental tobacco smoke. *Chest* 1994; 106: 746-749.
- Kelly SP, Thornton J, Edwards R, Sahu A, Harrison R. Smoking and cataract: review of causal association. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31: 2395-2404.
- Khan JC, Thurlby DA, Shahid H, Clayton DG, Yates JR, Bradley M, Moore AT, Bird AC. Genetic Factors in AMD Study. Smoking and age related macular degeneration: the number of pack years of cigarette smoking is a major determinant of risk for both geographic atrophy and choroidal neovascularisation. *Br J Ophthalmol* 2006; 90: 75-80.
- Kjuus H, Istad H, Langård S Emphysema and occupational exposure to industrial pollutants. *Scand J Work Environ Health* 1981; 7: 290-297.
- Kogevinas M, 't Mannetje A, Cordier S, Ranft U, González CA, Vineis P, Chang-Claude J, Lynge E, Wahrendorf J, Tzonou A, Jöckel KH, Serra C, Porru S, Hours M, Greiser E, Boffetta P. Occupation and bladder cancer among men in Western Europe. *Cancer Causes Control* 2003;14: 907-914.
- Kreiss K, Greenberg LM, Kogut SJ, Lezotte DC, Irvin CG, Cherniack RM. Hard-rock mining exposures affect smokers and nonsmokers differently. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 1487-1493.
- Law MR, Wald NJ. Environmental tobacco smoke exposure and ischaemic heart disease: an evaluation of the evidence. *Br Med J* 1997; 315: 973-980.

- Madeo G, Murgia N, Quercia A, Muzi G, Tosoni G, Dominici F, Abbritti G, dell’Omo M. Abitudine al fumo in giovani apprendisti. In: Atti del 68° Congresso Nazionale SIMLII, Parma, 5-8 Ottobre 2005; MUP Editore; 2005: 480-482.
- Mannino DM, Buist AS. Global burden of COPD: risk factors, prevalence, and future trends. *Lancet* 2007; 370: 765-773.
- Mastrangelo G, Mattioli S, Baldasseroni A, Bontadi D, Capodicasa E, Marzia V, Mazzi M, Patané P, Torri P, Marangi G, Fadda E, Priolo G, Scozzato L, Maier E, Campo G, Marchiori L. Infortuni sul lavoro e assenze dal lavoro per malattia: associazioni con carico lavorativo, autonomia decisionale e stili di vita in 2174 lavoratori del Veneto. *Med Lav* 2008; 99 Suppl. 1: 31-41.
- McGhee SM, Adab P, Hedley AJ, Lam TH, Ho LM, Fielding R, Wong CM. Passive smoking at work: the short-term cost. *J Epidemiol Community Health* 2000; 54: 673-676.
- Meldrum M, Rawbone R, Curran AD, Fishwick D. The role of occupation in the development of chronic obstructive pulmonary disease. *Occup Environ Med* 2005; 62: 212-214.
- Nomura K, Nakao M, Morimoto T. Effect of smoking on hearing loss: quality assessment and meta-analysis. *Prev Med* 2005; 40:138-144.
- Sacks JJ, Nelson DE. Smoking and injuries: an overview. *Prev Med* 1994; 23: 515-520.
- Saha A, Kumar S, Vasudevan DM. Factors of occupational injury: a survey in a chemical company. *Ind Health* 2008; 46: 152-157.
- Siracusa A, Marabini A, Folletti I, Moscato G. Smoking and occupational asthma. *Clin Exp Allergy* 2006; 36: 577-584.
- Sorensen G, Barbeau EM. Integrating occupational health, safety and worksite health promotion: opportunities for research and practice. *Med Lav* 2006; 97: 240-257.
- Stanbury M, Chester D, Hanna EA, Rosenman KD. How many deaths will it take? A death from asthma associated with work-related environmental tobacco smoke. *Am J Ind Med* 2008; 51: 111-116.
- Valente P, Forastiere F, Bacosi A, Cattani G, Di Carlo S, Ferri M, Figà-Talamanca I, Marconi A, Paoletti L, Perucci C, Zuccaro P. Exposure to fine and ultrafine particles from secondhand smoke in public placet before and after the smoking ban, Italy 2005. *Tob Control* 2007; 16: 312-317.
- Weinmann S, Vollmer WM, Breen V, Heumann M, Hnizdo E, Villnave J, Doney B, Graziani M, McBurnie MA, Buist AS. COPD and occupational exposures: a case-control study. *J Occup Environ Med* 2008; 50: 561-569.
- Wells AJ. Heart disease from passive smoking in the workplaces. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1-9.
- Whincup PH, Gilg JA, Emberson JR, Jarvis MJ, Feyerabend C, Bryant A, Walker M, Cook DG. Passive smoking and risk of coronary heart disease and stroke: prospective study with cotinine measurement. *Br Med J* 2004; 329: 200-205.
- WHO. Protection from exposure to second-hand tobacco smoke. Policy recommendations. World Health Organization, Geneva; 2007.
- WHO. World Tobacco in the workplace: meeting the challenge. A handbook for employers. Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen; 2002.