

SPIROMETRIA GLOBALE, INDAGINE PER LA VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ RESPIRATORIA.

Collana “tecniche”



WHAT'S NEW IN
MONTALEGRO
CULTURA DELLA SALUTE





Prof. CARLO MEREU

Nato a Roma il 1/10/1949.

Laurea in Medicina e Chirurgia nel 1976.

Abilitazione all'esercizio della professione Medico Chirurgo nel 1976.

Specializzazione Tisiologia e malattie dell'apparato respiratorio nel 1979.

Medico universitario/professore.

Carlo Mereu garantisce di essere l'autore e l'unico titolare di ogni e qualsiasi diritto esclusivo relativo all'opera oggetto della pubblicazione "Spirometria globale, indagine per la valutazione della funzionalità respiratoria".

Egli si impegna pertanto a garantire e manlevare l'Editore da eventuali pretese e/o azioni di terzi che rivendicassero diritti sull'opera oggetto della presente pubblicazione, impegnandosi a tenerlo indenne da ogni conseguenza pregiudizievole derivante dall'accertamento dell'altrui paternità dell'opera e/o di parti di essa.

PROVE DI FUNZIONALITÀ RESPIRATORIA

Secondo la definizione dell'American Thoracic Society e dell'European Respiratory Society, la spirometria è il fondamentale test di valutazione dello stato di salute respiratorio.

Le prove di funzionalità respiratoria raggruppano una vasta serie di possibili esami che, partendo dalla misurazione dei volumi (grafico sottostante) dei flussi respiratori e indagando le diverse "caratteristiche fisiche" dell'apparato respiratorio, permettono di comprendere e studiare in modo fine il sistema respiratorio.

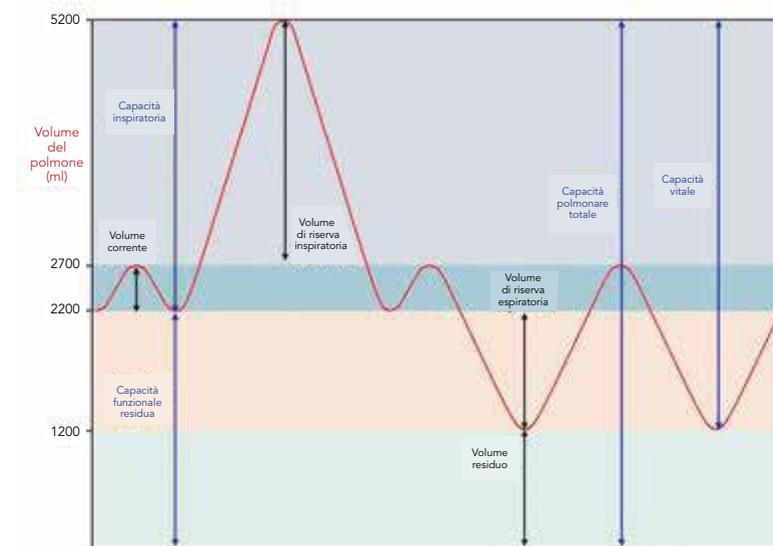


Grafico dei volumi respiratori.

Integrando i dati spirometrici con la storia clinica e radiologica del Paziente è possibile giungere a una corretta indicazione diagnostica, terapeutica e utile per la formazione della prognosi della malattia respiratoria nei suoi molteplici aspetti.

La spirometria è un esame di facile esecuzione, ripetibile, riproducibile, sicuro e non invasivo ma richiede da parte del

Paziente un'adeguata collaborazione e una buona coordinazione nell'effettuare correttamente le manovre respiratorie indicate dall'operatore.

Le controindicazioni all'esecuzione delle prove di funzionalità respiratoria riguardano principalmente le sollecitazioni a cui viene sottoposto il soggetto esaminato durante le manovre respiratorie forzate; sebbene queste sollecitazioni siano del tutto "fisiologiche", sono sconsigliate in numerose situazioni in cui possono rappresentare una possibile fonte di rischio (vedasi tabella 1).

angina instabile e infarto miocardico recente
severa ipotensione, ipertensione arteriosa non controllata e crisi ipertensiva in corso
grave aneurisma noto dell'aorta toracica
recenti interventi di chirurgia toracica, addominale, sul sistema nervoso centrale e sull'occhio
embolia polmonare e pneumotorace recente o in atto
condizioni di scompenso cardiocircolatorio, aritmie maggiori in atto
gravidanza a rischio di aborto o di parto prematuro

tabella 1 - Condizioni in cui le prove di funzionalità respiratorie possono essere controindicate.

Una corretta valutazione della funzionalità respiratoria è ovviamente indicata quando vi sia il sospetto di una malattia respiratoria. Inoltre lo studio della funzionalità respiratoria ha un ruolo di primo piano nel follow-up di Pazienti con malattie respiratorie note per valutarne l'andamento nel tempo e la risposta alla terapia.

Le prove di funzionalità respiratoria sono un indispensabile

strumento sia per una corretta valutazione utile per la formazione della prognosi in numerose patologie respiratorie sia per un'adeguata stima del rischio operatorio in interventi chirurgici toracici ed extratoracici.

La valutazione funzionale respiratoria è infine indicata come esame di screening per la popolazione generale e per tutte le persone a rischio di malattie polmonari come i fumatori o chi è soggetto all'esposizione professionale a sostanze potenzialmente dannose per l'apparato respiratorio.

ESISTONO DUE TIPI PRINCIPALI DI SPIROMETRIE: LA SPIROMETRIA SEMPLICE E LA SPIROMETRIA GLOBALE O COMPLETA

La spirometria semplice consente di studiare principalmente i deficit ostruttivi del sistema respiratorio come l'asma e la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) dove vi è principalmente una limitazione della capacità espiratoria; mentre la spirometria globale consente di identificare i deficit di tipo restrittivo dove vi è l'incapacità di tutto il sistema toraco-polmonare di mobilitare adeguatamente i volumi d'aria. Lo studio della capacità di diffusione per il monossido di carbonio (DLCO) aggiunge preziose informazioni per una più completa e corretta valutazione funzionale respiratoria.

LA SPIROMETRIA SEMPLICE

La spirometria è un esame di facile esecuzione, riproducibile e non invasivo. La spirometria semplice può essere utilizzata sia come test di diagnosi e screening di malattie respiratorie, sia come procedura di follow-up (cioè basata su controlli periodici) per valutare l'andamento nel tempo di patologie respiratorie note e la loro risposta alla terapia.

La spirometria semplice consente di misurare i volumi polmonari dinamici che il Paziente mobilita durante gli atti respiratori o particolari manovre respiratorie, rimanendo collegato allo strumento misuratore attraverso un apposito boccaglio.

Prima di procedere all'esecuzione della spirometria, è necessario spiegare accuratamente al Paziente le manovre respiratorie che dovrà effettuare; si inizia rilevando tutti i dati antropometrici (sesso, età, altezza, peso, etnia) poiché i valori ottenuti durante l'esecuzione della spirometria verranno confrontati con i valori teorici di riferimento. Generalmente, durante l'esame, il Paziente dovrà mantenere la posizione eretta o seduta con busto eretto e solo in determinati casi sarà giustificato effettuare l'esame da sdraiati.

Viene generalmente consigliato di utilizzare abiti comodi, evitando o, se possibile, rimuovendo indumenti troppo stretti o presidi che possono ridurre le escursioni respiratorie (busti, fasce addominali, cinture). Si chiede di evitare di fumare nelle ore prima dell'esame soprattutto nel caso sia necessario effettuare anche la misurazione della DLCO, cioè il test di diffusione del monossido di carbonio.

Il Paziente dovrà respirare e "soffiare" attraverso un boccaglio collegato a sensori che effettueranno le misurazioni. Il boccaglio dovrà essere serrato tra le labbra in modo che tutta l'aria respirata passi attraverso lo strumento e non vi siano perdite aeree; sarà infine necessario tappare il naso con uno stringinaso per evitare fuoriuscite di aria per via nasale. Il volume di aria mobilitato attraverso il boccaglio in ogni atto respiratorio normale e tranquillo prende il nome di **volume corrente**.

La spirometria semplice prevede generalmente l'esecuzione di una manovra lenta e di una manovra forzata.

Durante la manovra lenta al Paziente viene inizialmente chiesto di fare un'inspirazione profonda massimale: in questo modo

viene misurato il **volume di riserva inspiratoria (VRI)**, la quantità massima di aria che può essere inspirata al termine di una normale espirazione a volume corrente.

Al Paziente viene quindi chiesto di espirare lentamente e completamente: il volume di aria espirato dal termine di un'espirazione normale fino al massimo di svuotamento polmonare prende il nome di **volume di riserva espiratoria (VRE)**.

La somma del volume di riserva inspiratoria e del volume di riserva espiratoria prende il nome di **capacità vitale** e rappresenta il volume massimo di aria che può essere mobilitato da un soggetto, partendo da un'inspirazione massimale fino a un'espirazione massimale nel corso di una manovra lenta.

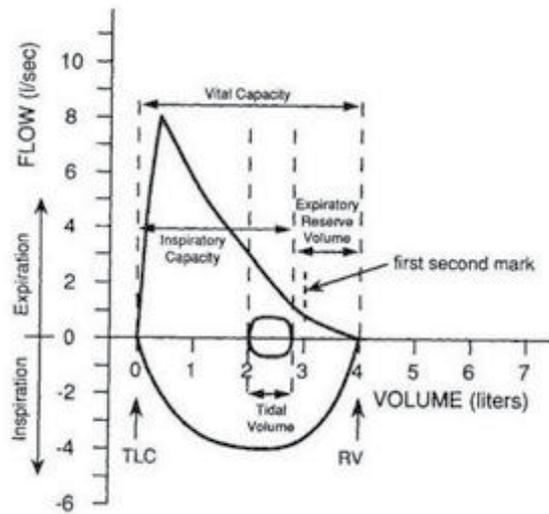
Durante la manovra forzata, il Paziente viene invitato a compiere un atto inspiratorio massimale seguito da un'espirazione massimale e forzata; la partenza rapida e forzata della parte espiratoria è l'elemento fondamentale dell'esame spirometrico forzato.

Dopo una partenza espiratoria rapida e forzata il Paziente deve continuare a espirare in maniera forzata per almeno 6 secondi in modo da raggiungere il massimo svuotamento espiratorio dei polmoni.

Con questa manovra forzata si ricava la **curva flusso-volume** (figura pagina seguente) e si misurano la **capacità vitale forzata (FCV)**, il **volume di aria espirato nel primo secondo (VEMS o FEV1)** e il **rapporto FEV1/VC (indice di Tiffenau)**.

Questi rappresentano i principali parametri respiratori e permettono una prima e fondamentale valutazione sulla funzionalità polmonare e le sue possibili alterazioni.

È importante registrare correttamente e completamente anche la curva inspiratoria che segue le manovre respiratorie: essa può fornire preziose informazioni sulla possibile coesistenza di ostruzioni extratoraciche fisse o variabili delle vie aeree (stenosi tracheali, disfunzione delle corde vocali).



La **capacità vitale forzata (FVC)** è il volume massimo di aria che può essere mobilizzato da un soggetto durante una manovra forzata, partendo da un'inspirazione massimale fino a un'espirazione massimale. Nel soggetto normale la capacità vitale forzata sarà simile alla capacità vitale lenta, mentre nel Paziente con patologia ostruttiva questi valori possono essere differenti e la capacità vitale forzata potrà risultare ridotta rispetto alla capacità vitale "lenta" per una precoce chiusura delle vie aeree distali (cioè quelle più periferiche).

Il **volume di aria espirato nel primo secondo (VEMS o FEV1)** equivale, proprio come dice il termine, al volume d'aria "espulso" nel primo secondo espiratorio. A differenza del soggetto normale che riesce a espirare nel primo secondo più del 70-80% del volume totale di aria espirata, nel Paziente con malattia respiratoria ostruttiva il FEV1 appare ridotto e l'entità della riduzione del FEV1 descrive la gravità dell'ostruzione.

Per identificare un'anomalia spirometrica ostruttiva si utilizza l'**indice di Tiffenau**, mentre per valutare la gravità dell'ostruzione viene utilizzata la riduzione dei valori di FEV1 in percentuale rispetto al predetto indice (vedasi tabella 2).

grado di gravità	FEV1 % pred
lieve	<100 e ≥70
moderata	<70 e ≥ 60
moderatamente grave	<60 e ≥50
grave	<50 e ≥34
molto grave	<34

tabella 2 - Gravità delle anomalie spirometriche ostruttive basata sul FEV1.

Il test di reversibilità bronchiale

Nel caso in cui venga riconosciuta la presenza di una patologia ostruttiva, è generalmente indicato valutare se questa risulti reversibile dopo un'adeguata terapia broncodilatatrice.

Questa caratteristica viene valutata con il test di reversibilità che, in presenza di specifici dati clinici, anamnestici e sintomatologici di supporto, fornisce un elemento diagnostico differenziale fondamentale per discriminare le due patologie respiratorie ostruttive più frequenti: l'asma e la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO).

L'ostruzione bronchiale presente nell'asma è per definizione responsiva o addirittura reversibile completamente dopo l'utilizzo di farmaci broncodilatatori mentre la responsività al broncodilatatore nei Pazienti affetti da BPCO è generalmente meno pronunciata e non associata a reversibilità completa.

Il test di reversibilità bronchiale si basa sull'impiego di farmaci broncodilatatori a rapida e breve durata d'azione (fra cui il salbutamolo) assunti per via inalatoria (con un dispositivo pressurizzato e l'utilizzo di un apposito distanziatore) dal Paziente.

Circa 15-20 minuti dopo la somministrazione del farmaco, si ripete la spirometria semplice e si confrontano i dati ottenuti con la spirometria basale, effettuata in precedenza. Un aumento del FEV1 e/o della CVF, dopo broncodilatazione, superiore al 12% rispetto al valore di base e di almeno 200 ml in valore assoluto rispetto al basale, identifica una significativa risposta al broncodilatatore. Una reversibilità significativa può inoltre essere parziale - se permane comunque una quota di ostruzione - o completa, qualora l'ostruzione bronchiale si risolva completamente dopo l'inalazione del farmaco.

Talvolta il Paziente registra un miglioramento clinico alla terapia estemporanea con broncodilatatore, pur in assenza di un significativo incremento del FEV1 e/o della CVF.

Ciò non deve stupire e si spiega con un miglioramento della quota di iperinsufflazione polmonare (= aumento dei volumi polmonari) e intrappolamento aereo (= l'ostruzione parziale dei piccoli bronchi consente all'aria inspirata di entrare abbastanza facilmente negli alveoli polmonari ma fatica a uscirne), parametri funzionali non valutabili con la sola spirometria semplice, ma attraverso l'esecuzione di una spirometria completa.

Standardizzazione della metodica

Bisogna infine considerare che un test spirometrico per essere attendibile deve rispettare diversi parametri di accettabilità e riproducibilità.

Per essere accettabile deve essere eseguito secondo criteri standardizzati internazionali che ne garantiscano la corretta esecuzione (vedasi tabella 3); per essere riproducibile è necessario che i parametri misurati (CV e VEMS) in tre o più manovre consecutive risultino sovrapponibili (massimo 150 ml di differenza nella misurazione dei volumi). Solo quando tutti i criteri di accettabilità e di riproducibilità sono rispettati, può essere validata l'interpretazione dell'esame spirometrico.

adeguato inizio della manovra espiratoria forzata (es. senza esitazioni) con un adeguato picco di flusso espiratorio (PEF)

adeguato termine della manovra espiratoria forzata con un plateau del volume nel tempo e durata pari ad almeno 6 secondi nei soggetti ≥ 10 anni d'età (o pari ad almeno 3 secondi se di età inferiore)

assenza di colpi di tosse nel primo secondo della espirazione forzata e assenza di manovre che causino una brusca interruzione del flusso (es. chiusura della glottide)

assenza di perdite aeree dal boccaglio (es. per apertura della bocca)

assenza di ulteriori inalazioni durante la fase espiratoria

se le prove rispettano solo i primi due criteri non sono accettabili, ma comunque utilizzabili; ciò sarà segnalato nel referto dove verrà sottolineato che il Paziente non offre una collaborazione ottimale

tabella 3 - Criteri di accettabilità per la spirometria.

SPIROMETRIA GLOBALE O COMPLETA

La spirometria globale permette di valutare i volumi polmonari statici e assieme alla spirometria semplice permette di effettuare una più accurata valutazione delle anomalie respiratorie.

I fondamentali parametri respiratori che vengono misurati durante la spirometria globale sono il volume residuo (RV) e la capacità polmonare totale (TLC).

Il volume residuo rappresenta il volume di aria che rimane all'interno dei polmoni al termine di una espirazione massimale, mentre la capacità polmonare totale rappresenta il volume di aria "totale" che può essere contenuto all'interno dei polmoni al termine di un'inspirazione massimale.

La spirometria globale è fondamentale nello studio delle patologie restrittive dove tipicamente si può evidenziare una riduzione armonica di tutti i volumi polmonari sia statici (TLC, RV) sia dinamici (FVC, FEV1).

Lo studio dei volumi polmonari statici è importante anche per una migliore caratterizzazione e fenotipizzazione (il termine indica la registrazione dei caratteri fisici di un individuo, determinati

dal patrimonio genetico e dall'azione ambientale) nelle patologie ostruttive dove spesso si può evidenziare un intrappolamento aereo con aumento del volume residuo RV e un'iperinsufflazione polmonare con aumento della capacità polmonare totale TLC. Una ripetizione della prova dopo l'assunzione di broncodilatatori può permettere di evidenziare una desufflazione polmonare con riduzione sia di RV sia di TLC.

Esistono diverse metodiche per l'esecuzione della spirometria globale: le metodiche di diluizione dei gas e le metodiche pletismografiche. Le metodiche di diluizione dei gas possono basarsi sulla diluizione dell'elio oppure sul *wash out* dell'azoto.

La prima metodica prevede schematicamente che il Paziente "respiri" attraverso lo strumento una miscela di aria contenente una quantità nota di un gas inerte come l'elio, che è in grado di distribuirsi all'interno delle vie aeree senza diffondere attraverso la barriera alveolo-capillare. Conoscendo la concentrazione iniziale e quella finale dell'elio all'interno dello strumento si riesce a misurare quanto elio "ha respirato" il Paziente e quindi a calcolare il volume residuo e la capacità polmonare totale.

La metodica del *wash out* dell'azoto invece prevede la misura dell'azoto disciolto fisiologicamente nell'aria presente all'interno dei polmoni. L'azoto è un gas inerte che respiriamo normalmente e costituisce circa l'80% del volume di aria atmosferica. Una volta misurata la quantità complessiva di azoto espirato è possibile calcolare sia il volume residuo sia la capacità polmonare totale.

Il metodo pletismografico si basa sulla legge dei gas di Boyle che descrive le relazioni di pressione, volume e temperatura dei gas.

Il Paziente viene posizionato seduto in un'apposita cabina pletismografica (figura pagina seguente) a chiusura ermetica e con pareti di materiale trasparente. Viene invitato a respirare attraverso un bocchaglio connesso allo strumento che percepisce le variazioni di volume

e pressione all'interno della cabina risultanti dai movimenti del torace del Paziente e da questo calcola i principali volumi respiratori.

STUDIO DELLA DIFFUSIONE DEL MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)



Cabina pletismografica.

L'esame di funzionalità respiratoria può essere correttamente completato con lo studio della diffusione del monossido di carbonio o CO (DLCO).

Lo studio della DLCO permette di formulare valutazioni diagnostiche e prognostiche implementando l'accuratezza diagnostica della spirometria in numerose situazioni cliniche e "funzionali", ovvero di valutare l'andamento nel tempo di patologie respiratorie note e la loro risposta alla terapia.

Il test viene eseguito in maniera piuttosto semplice, facendo compiere al Paziente un'espirazione completa seguita da una rapida inspirazione massimale di una miscela di CO e di elio (o altro gas inerte). Il Paziente trattiene quindi il respiro per 10 secondi, espirando infine lentamente fino a svuotare completamente i polmoni. Un campione di gas alveolare viene raccolto dal macchinario durante l'espirazione e analizzato per determinare le concentrazioni di CO ed elio; i cambiamenti di concentrazione dei gas rispetto alla miscela inspirata consentono di misurare il volume alveolare (V_a) e la capacità di captazione del CO (K_{CO}) e quindi la DLCO.

Lo studio della diffusione del CO può rappresentare un valido aiuto nella diagnosi differenziale tra asma e BPCO (broncopneumopatia cronica ostruttiva), dato che la DLCO risulta tipicamente ridotta nella BPCO, soprattutto nei Pazienti con prevalente enfisema e risulta generalmente normale nei soggetti asmatici.

La DLCO è tipicamente ridotta anche nelle interstiziopatie polmonari (il tessuto di rivestimento degli alveoli polmonari risulta alterato da un'inflammatione polmonare diffusa), dove rappresenta un importante parametro diagnostico, prognostico e di risposta alle terapie.

Nelle tabelle seguenti (vedasi tabelle 4 e 5) sono sintetizzate le diverse condizioni in grado di alterare la capacità di diffusione per il CO e la graduazione di gravità di riduzione della DLCO.

riduzione extrapolmonare dell'inflazione polmonare (riduzione di Va):

- deformità toracica che impedisce la completa inflazione polmonare
- debolezza muscolare che impedisce la completa inflazione polmonare

malattie che riducono θVc :

- anemia
- embolia polmonare

malattie che riducono Dm e θVc :

- enfisema
- malattie interstiziali
- edema polmonare
- vasculite polmonare
- ipertensione polmonare
- resezione polmonare

Va=volume alveolare - Dm=diffusione di membrana - θVc =volume dell'emoglobina (Hb) nel letto capillare • capacità di legame Hb-CO.

tabella 4 - Condizioni patologiche che alterano la capacità di diffusione del monossido di carbonio (DLco).

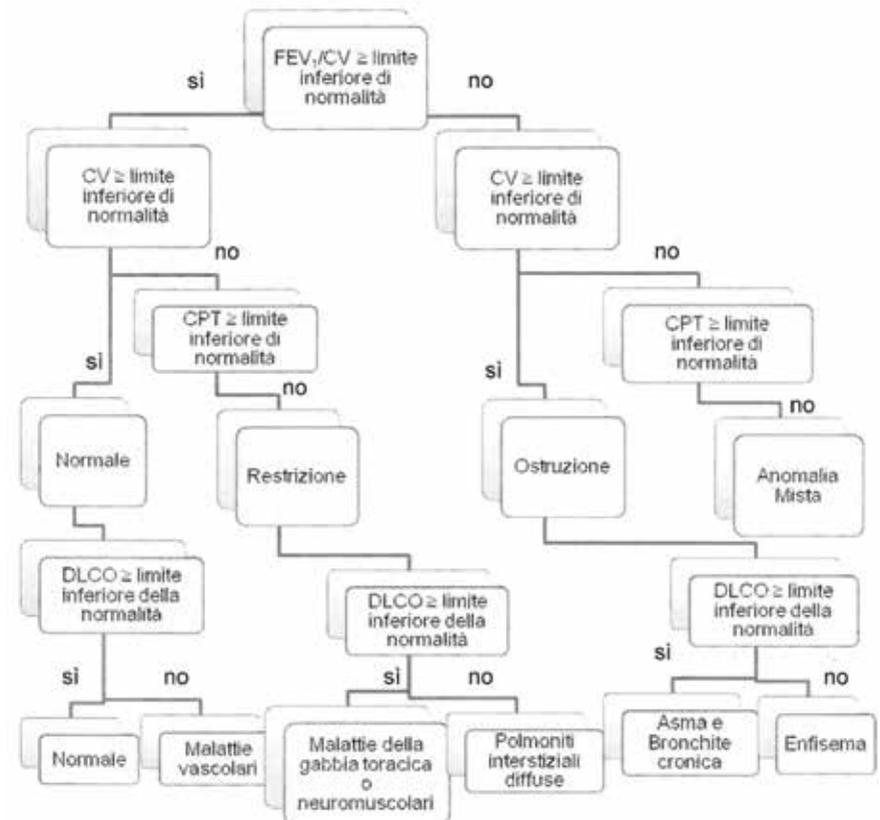
grado di gravità	DLco, % pred
lieve	< LIN e 60%
moderata	
grave	< 40%

LIN, limite inferiore di normalità

tabella 5 - Gravità della riduzione della DLco.

IN CONCLUSIONE

Un corretto algoritmo nella scelta delle prove di funzionalità respiratoria da effettuare (figura sotto) e un'attenta valutazione dei risultati funzionali da esse forniti permette di ottenere preziosi e validati elementi diagnostici e prognostici di fondamentale importanza nella gestione clinica delle più comuni malattie respiratorie.



Algoritmo interpretativo-diagnostico dei principali esami di funzionalità respiratoria. ATS/ERS Task force: Standardization of Lung Function Testing. Interpretative Strategies for Lung function Tests. Modificato da Pellegrino R, Viegi G, Enright P, Brusasco V et al. Eur Respir J 2005; 26: 948-68.

PUBBLICAZIONE

What's new in

COLLANA

Tecniche

TITOLO

Spirometria globale, indagine per la valutazione della funzionalità respiratoria.

AUTORE

Prof. Carlo Mereu

EDIZIONE

Casa di Cura Villa Montallegro

DIRETTORE RESPONSABILE

Francesco Berti Riboli

HA COLLABORATO

Mario Bottaro

PROGETTO GRAFICO

Gommapane

Stampato nel mese di gennaio 2016



MONTALLEGRO



COLLANA "TECNICHE"

La parola tecnica deriva dal greco τέχνη (téchnē) che letteralmente significa "arte", intesa come capacità di "saper fare" o "saper operare". Tecnica rappresenta perciò l'insieme delle norme da seguire in un'attività, sia essa esclusivamente intellettuale o anche manuale.

Questa definizione si adatta perfettamente alle "tecniche" diagnostiche e terapeutiche che prevedono una pianificazione precisa degli obiettivi (l'inquadramento diagnostico e la successiva terapia del malato) e la scelta dei mezzi più opportuni (le procedure, le attrezzature e lo strumentario chirurgico) per raggiungerli. La collana ha lo scopo di divulgare i materiali e i metodi utilizzati oggi "nell'arte medica" per realizzare il fine ultimo di tutti i nostri sforzi: diagnosticare e curare.

Altre pubblicazioni della stessa collana:

Laparoscopia. Cosa è e quali sono le indicazioni.

Laparoscopia in ginecologia. Cosa è e quali sono le indicazioni.

Laparoscopia in urologia. Cosa è e quali sono le indicazioni.

Prevenzione e terapia della disfunzione erettile (DE) dell'"aging Male" con onde d'urto lineari a bassa intensità.

Colonscopia virtuale con TC, alternativa meno invasiva alla colonscopia.

TC a bassa dose: riduzione del rischio biologico a parità di accuratezza diagnostica.

La TC coronarica e il calcium scoring, indicazioni, vantaggi e limiti.

La TC a bassa dose nella diagnosi del tumore polmonare.

CASA DI CURA VILLA MONTALLEGRO

Via Monte Zovetto, 27 - 16145 Genova - Tel. +39 010 35311 - Fax +39 010 3531 397

Call center +39 010 3531.283 (lunedì - venerdì dalle ore 9 alle 13 e dalle ore 13.30 alle ore 18)

clienti@montallegro.it - info@montallegro.it - www.montallegro.it

