

# Validazione degli algoritmi dell'American Thoracic Society e di altri algoritmi spirometrici basati sulla FVC e sul volume espiratorio forzato a 6 s nel predire una ridotta capacità polmonare totale\*

Maureen P. Swanney, MSc; Lutz E. Beckert, MD, FCCP;  
Chris M. Frampton, PhD; Lauren A. Wallace, BSc; Robert L. Jensen, PhD;  
Robert O. Crapo, MD, FCCP

**Obiettivi:** (1) Confrontare le prestazioni di tre algoritmi spirometrici sviluppati per predire se la capacità polmonare totale (TLC) è ridotta, normale o aumentata, (2) determinare se il volume espiratorio forzato a 6 secondi (FEV<sub>6</sub>) può sostituirsi alla FVC in questi algoritmi e (3) determinare se una differenza di valutazione fosse presente in pazienti sottoposti a misura della spirometria e della TLC paragonati a pazienti sottoposti alla sola spirometria.

**Metodi:** Abbiamo analizzato i risultati di 219 pazienti successivi, consenzienti, inviati a un laboratorio di indagini funzionali di un ospedale della nuova Zelanda per effettuare la spirometria e la TLC. I risultati della spirometria di 370 pazienti inviati per la spirometria ma non per i volumi polmonari sono stati usati per esaminare potenziali errori di valutazione. I risultati delle spirometrie sono stati analizzati usando il limite più basso dei valori normali (LLN) di riferimento del terzo National Health and Nutrition Examination Study. Le equazioni di Goldman e di Becklake e Crapo e coll. sono state usate per classificare la TLC come normale o anormale. Curve ROC (Receiver Operator Characteristic) sono state usate per produrre un algoritmo usando il LLN per FVC e FEV<sub>6</sub>. I dati degli algoritmi precedenti e dei nostri algoritmi sono stati analizzati per la predizione di un volume polmonare ridotto in riferimento a un "gold standard", la TLC pletismografica.

**Risultati:** Tutti e tre gli algoritmi hanno predetto una TLC ridotta con una precisione di circa il 50%. Al contrario, tutti gli algoritmi hanno predetto che la TLC era normale o aumentata con una precisione del 99% indipendentemente dall'insieme di riferimento usato. Gli algoritmi basati su FEV<sub>6</sub> hanno dato risultati simili agli algoritmi basati sulla FVC. Nessuna differenza di valutazione è stata trovata.

**Conclusioni:** Questo studio fornisce la prova che gli algoritmi basati sulla spirometria possono predire esattamente quando la TLC è normale o aumentata e possono anche aumentare la probabilità a priori che la TLC sia ridotta a circa il 50%. FEV<sub>6</sub> è equivalente a FVC in queste previsioni.

(CHEST Edizione Italiana 2005; 1:18-23)

**Parole chiave:** algoritmo; errore di valutazione; volume espiratorio forzato a 6 secondi; FVC; volume polmonare; restrizione; spirometria; capacità polmonare totale

**Abbreviazioni:** ATS = American Thoracic Society; FEV<sub>6</sub> = volume espiratorio forzato a 6 s; LLN = limite inferiore di normalità; NPV = valore predittivo negativo; PPV = valore predittivo positivo; ROC = receiver operator characteristic; TLC = capacità polmonare totale; VA = volume alveolare; VC = capacità vitale

La capacità polmonare totale (TLC) è un elemento importante nel valutare la funzione polmonare.

\*Dal Respiratory Physiology Laboratory (Sig.ra. Swanney, Dott. Beckert e Sig.ra. Wallace), Christchurch Hospital, Christchurch, Nuova Zelanda; Department of Medicine (Dott. Frampton), Christchurch School of Medicine, University of Otago, Christchurch, New Zealand; Pulmonary Division (Dott. Jensen e Crapo), LDS Hospital and University of Utah School of Medicine, Salt Lake City, UT, USA.

Questo lavoro è stato effettuato presso il Laboratorio di Fisiologia Respiratoria, Ospedale di Christchurch, Christchurch, Nuova Zelanda.

Per esempio, se sia il rapporto FEV<sub>1</sub>/FVC che la capacità vitale (VC) sono sotto il range previsto, le possibilità diagnostiche includono l'ostruzione delle vie respiratorie o una combinazione di difetto

Manoscritto ricevuto l'1 dicembre 2003; revisione accettata il 23 luglio 2004.

Corrispondenza: Maureen P. Swanney, MSc, Respiratory Physiology Laboratory, Fourth Floor, Riverside Building, Christchurch Hospital, Private Bag 4170, Christchurch, 8001, New Zealand; e-mail: Maureen.swanney@cdhb.govt.nz

(CHEST 2004; 126:1861-1866)

ostruttivo e restrittivo.<sup>1</sup> La TLC allora diventa importante per distinguere fra tali possibilità. Negli algoritmi interpretativi, le domande usuali circa la TLC sono se è inferiore di quanto previsto nei limiti della norma o superiore di quanto previsto. Il documento di strategia interpretativa pubblicato dalla Società Toracica Americana (ATS) permette di dedurre che la TLC sarà ridotta (per esempio, se è presente difetto restrittivo) quando il rapporto FEV<sub>1</sub>/FVC è normale e la VC è ridotta.<sup>2</sup> Tuttavia, Aaron e coll.<sup>3</sup> hanno dimostrato che questa conclusione è sbagliata in circa la metà delle volte, ma che un FVC normale insieme con un normale FEV<sub>1</sub>/FVC sicuramente predicono una TLC normale o sopra il normale.

Glady e coll.<sup>4</sup> hanno confermato i risultati di Aaron e coll.,<sup>3</sup> e hanno sviluppato un nuovo algoritmo basato sulla spirometria e sulle misure di TLC per predire la TLC basata sulla spirometria. Questo algoritmo ha predetto esattamente una TLC normale o alta il 98% delle volte, ma non ha potuto predire una TLC bassa. L'algoritmo ottimizzato ha richiesto una misurazione di TLC (per confermare o escludere la riduzione) solo in pazienti con FVC < 85% del previsto e FEV<sub>1</sub>/FVC ≥ 55%. Gli studi<sup>3,4</sup> hanno analizzato i dati dei pazienti inviati al laboratorio sia per la spirometria che per la TLC. Le possibilità di un errore di valutazione, aumentate perché i pazienti non hanno eseguito sempre entrambe le prove, non sono state analizzate in entrambe le valutazioni ma potrebbero notevolmente interessare la sensibilità e la specificità se i pazienti inviati per la TLC hanno una prevalenza differente di restrizione rispetto ai pazienti inviati solo per la spirometria.<sup>5</sup>

Abbiamo precedentemente dimostrato<sup>6</sup> che il volume espiratorio forzato a 6 secondi (FEV<sub>6</sub>) è equivalente a FVC nell'identificare i pattern ostruttivi e restrittivi usando l'algoritmo dell'ATS e che il FEV<sub>6</sub> è più riproducibile e meno stressante fisicamente rispetto alla FVC. Tuttavia, può essere accettato come sostituto di FVC soltanto se conduce agli stessi risultati interpretativi. Il nostro studio ha avuto tre obiettivi: determinare gli algoritmi spirometrici dell'ATS,<sup>2</sup> di Glady<sup>4</sup> e nostri nel predire la riduzione di TLC in una nuova popolazione dei pazienti; confrontare i risultati di FEV<sub>6</sub> rispetto a quelli di FVC in questi algoritmi; e determinare se l'errore di valutazione influenza i risultati.

## MATERIALI E METODI

Il comitato etico di Canterbury, Nuova Zelanda, ha approvato lo studio. Sono stati inseriti nello studio i pazienti inviati per le prove di funzionalità respiratoria nel laboratorio di fisiologia dell'ospedale di Christchurch fra dicembre del 2000 e dicembre 2001. I pazienti inviati per la sola spirometria o per la spirome-

**Tabella 1—Algoritmi per predire una restrizione spirometrica\***

Variabili	ATS <sup>2</sup> †	Glady e coll. <sup>4</sup>	Nostri
FEV <sub>1</sub> /VC%	≥ LLN	≥ 55	≥ 63
FVC	< LLN	< 85% del predetto	< 102% di LLN
FEV <sub>1</sub> /FEV <sub>6</sub> %	≥ LLN	≥ 55	≥ 68
FEV <sub>6</sub>	< LLN	< 85% del predetto	< 106% di LLN

\*FEV<sub>1</sub>/VC% = FEV<sub>1</sub>/VC x 100; FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub>% = FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> x 100.

†LLN del range di riferimento basato su soggetti sani.

tria ed i volumi polmonari sono stati contattati, gli è stato spiegato lo studio e gli è stato chiesto il consenso informato. 219 pazienti inviati per la spirometria e le misure di volume polmonare hanno firmato i moduli di consenso e sono stati inseriti nello studio (popolazione del volume polmonare). I risultati delle spirometrie dei primi 370 pazienti consenzienti esaminati soltanto per la spirometria sono stati usati per esaminare la possibilità di un errore di valutazione (popolazione di sola spirometria).

Ricercatori dell'Australian and New Zealand Society of Respiratory Science hanno effettuato i test funzionali polmonari secondo gli standard ATS.<sup>7</sup> Ogni strumento è stato calibrato quotidianamente ed il nostro programma di garanzia della qualità per il controllo e la manutenzione delle apparecchiature è stato seguito rigorosamente. La TLC è stata misurata mediante pletismografia corporea (Autobox; SensorMedics; Yorba Linda, CA); la spirometria è stata effettuata con il pletismografo corporeo o con uno spirometro a secco (modello 2130; SensorMedics). Gli obiettivi erano tre prove tecnicamente soddisfacenti per la spirometria e la TLC. I test di verifica di riproducibilità erano ± 200 ml per FVC e FEV<sub>1</sub> e ± 5% per TLC. Se alcuni di questi non erano soddisfatti tutti i dati del soggetto erano esclusi dall'analisi. I valori spirometrici sono stati considerati come normali o anormali usando le equazioni di riferimento del terzo National Health And Nutrition Examination Study<sup>8</sup> per i pazienti bianchi. Le misure di TLC sono state considerate come normale o basse usando il limite inferiore dei valori normali (LLN) dalle equazioni di riferimento di Goldman e di Becklake,<sup>9</sup> e di Crapo e coll.<sup>10</sup>

## Metodi statistici

**Errore di valutazione:** L'errore di valutazione nella popolazione di pazienti sottoposti a determinazione dei volumi polmonari è stato valutato confrontando la frequenza del pattern restrittivo<sup>2</sup> spirometrico secondo l'ATS fra il gruppo sottoposto a determinazione dei volumi polmonari e quello sottoposto soltanto alla spirometria mediante il test del  $\chi^2$ .

**Algoritmi per la predizione di una TLC ridotta o normale:** Gli algoritmi di previsione sono sintetizzati nella Tabella 1. L'algo-

**Tabella 2—Pazienti reclutati\***

Variabili	Solo spirometria	Spirometria e TLC
Eleggibili	706	442
Contattati	505	308
Consenzienti e testati	386	226
Test accettabili	370	219
Finale: maschi	173	121
Finale: femmine	197	98

\*I dati sono presentati come N. di pazienti.

**Tabella 3—Caratteristiche demografiche dei partecipanti**

Test	Età, anni		Altezza, cm		Indice di massa corporea	
	Media (DS)	Range	Media (DS)	Range	Media (DS)	Range
Spirometria e TLC						
Sesso maschile (n = 121)	54 (16,8)	22–82	174 (7,9)	156–197	27,5 (4,7)	19–44
Sesso femminile (n = 98)	51 (14,3)	25–84	162 (7,1)	143–177	27,8 (6,6)	18–56
Solo spirometria						
Sesso maschile (n = 172)	62 (14,6)	19–86	171 (6,7)	149–188	27,5 (5,3)	16,7–48
Sesso femminile (n = 197)	62 (16,8)	23–93	160 (6,9)	143–181	27,9 (8,0)	16–61,7

ritmo dell'ATS richiede un FEV<sub>1</sub>/VC normale e una VC ridotta. Gli algoritmi di Glady e coll.<sup>4</sup> richiedono un rapporto FEV<sub>1</sub>/VC ≥ 55% e una FVC < 85% del predetto. Il nostro algoritmo usa un metodo simile a quello di Glady e coll.<sup>4</sup> anche se abbiamo usato una percentuale del limite inferiore del range di riferimento piuttosto che una percentuale del predetto. Inoltre, abbiamo generato un algoritmo separato usando FEV<sub>6</sub> e FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub>.

Curve ROC (Receiver Operator Characteristic) sono state generate per determinare i cut point (i punti di separazione) ottimali per valori di sensibilità vicino al 100% conservando la più alta specificità per le equazioni di riferimento di Goldman e Becklake<sup>9</sup> e Crapo e coll.<sup>10</sup> Abbiamo poi analizzato le prestazioni degli algoritmi dell'ATS<sup>2</sup> e di Glady e coll.<sup>4</sup> usando FVC e FEV<sub>1</sub>/FVC e FEV<sub>6</sub> e FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> come serie di variabili separate. Inoltre, FEV<sub>6</sub> e FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> sono stati usati in entrambi gli algoritmi mediante sostituzione di FVC con i valori di FEV<sub>6</sub> ed usando come valori di riferimento di FEV<sub>6</sub> quelli di Hankinson e coll.<sup>8</sup> Sono state create tavole due a due e sono state calcolate e comparate la sensibilità, la specificità, il valore predittivo positivo (PPV) e il valore predittivo negativo (NPV).

### RISULTATI

Le caratteristiche dei soggetti reclutati sono sintetizzate nella Tabella 2. I pazienti idonei allo studio venivano contattati se il carico di lavoro del laboratorio era sufficiente per trovare il tempo necessario ad ottenere il consenso informato. Lo studio ha

determinato un carico di lavoro del 27% per i pazienti sottoposti alla sola spirometria e del 30% in quelli sottoposti a spirometria e determinazione dei volumi polmonari. Di quelli contattati, hanno acconsentito a sottoporsi allo studio il 67% dei pazienti sottoposti alla sola spirometria e il 61% di quelli sottoposti a spirometria e determinazione dei volumi polmonari. Gli effetti del carico di lavoro e della mancanza di consenso sono state le cause della bassa percentuale del reclutamento, ma erano probabilmente casuali e non dovrebbero inficiare i risultati dello studio. Le esclusioni a causa di una qualità inaccettabile della prova erano poche (4,1% e 3,1% per i due gruppi, rispettivamente). Quattordici soggetti non hanno espirato per 6 secondi ma mostravano dei plateau accettabili sulle tracce volume-tempo. I dati demografici per i soggetti dello studio sono presentati nella Tabella 3.

### Errore di valutazione

Un pattern restrittivo della spirometria basato sull'algoritmo ATS<sup>2</sup> era presente in 60 soggetti (27%) studiati sia con la spirometria che con le misure di TLC e in 79 dei 370 pazienti esaminati soltanto con

**Tabella 4—Algoritmo dell'ATS nel predire una ridotta TLC\***

Pattern spirometrico restrittivo	Valori di riferimento per la TLC			
	Goldman e Becklake <sup>9</sup>		Crapo e coll. <sup>10</sup>	
	Normale	Ridotto	Normale	Ridotto
FVC (n = 219)				
Presente (n = 60)	27	33	35	25
Assente (n = 159)	158	1	158	1
FEV <sub>6</sub> (n = 205)				
Presente (n = 51)	22	29	30	21
Assente (n = 154)	152	2	152	2

\*I dati sono presentati come N. di pazienti.

**Tabella 5—Algoritmo di Glady nel predire una ridotta TLC\***

Pattern spirometrico restrittivo	Valori di riferimento per la TLC			
	Goldman e Becklake <sup>9</sup>		Crapo e coll. <sup>10</sup>	
	Normale	Ridotto	Normale	Ridotto
FVC (n = 219)				
Presente (n = 92)	58	34	66	26
Assente (n = 127)	127	0	127	0
FEV <sub>6</sub> (n = 205)				
Presente (n = 95)	64	31	72	23
Assente (n = 110)	110	0	110	0

\*I dati sono presentati come N. di pazienti.

**Tabella 6—Nostro algoritmo nel predire una ridotta TLC\***

Pattern spirometrico restrittivo	Valori di riferimento per la TLC			
	Goldman e Becklake <sup>9</sup>		Crapo e coll. <sup>10</sup>	
	Normale	Ridotto	Normale	Ridotto
FVC (n = 219)				
Presente (n = 68)	35	33	43	25
Assente (n = 151)	150	1	150	1
FEV <sub>6</sub> (n = 205)				
Presente (n = 71)	41	30	49	22
Assente (n = 134)	133	1	133	1

\*I dati sono presentati come N. di pazienti.

la spirometria (21%). Le due frequenze non erano statisticamente differenti (test del  $\chi^2$ : p = 0,10). Ciò suggerisce che non vi era un significativo errore di valutazione nella selezione dei pazienti per le misure del volume polmonare.

### Il nostro algoritmo

Nel nostro algoritmo, i cut-point ottimali di sensibilità e specificità erano una FVC < 102% del LLN e un rapporto FEV<sub>1</sub>/FVC  $\geq$  63%. Per il FEV<sub>6</sub>, i cut-point erano un FEV<sub>6</sub> < 106% del LLN e un rapporto FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub>  $\geq$  68%.

### Le prestazioni degli algoritmi di previsione

Le Tabelle 4, 5 e 6 contengono, due a due, le tabelle di ogni algoritmo usando i due insiemi di equazioni di previsione di normalità per la TLC. I numeri per FEV<sub>6</sub> sono più piccoli perché alcuni pazienti non hanno espirato per 6 secondi. I pazienti che sono stati classificati con un pattern restrittivo

spirometrico usando FVC o FEV<sub>6</sub> e quelli classificati come ristretti basandosi solo su TLC sono ricapitolati nella Tabella 7.

La sensibilità, la specificità, il valore predittivo positivo (PPV) e il valore predittivo negativo (NPV) per i due insiemi di riferimento di TLC usando FVC o FEV<sub>6</sub> per predire una TLC bassa dalla spirometria sono indicati nella Tabella 8. Tutti e tre gli algoritmi avevano NPV (TLC previsto come normale o alto) del 99% o 100% sia per la FVC che per il FEV<sub>6</sub> indipendentemente dai valori di riferimento usati. Il PPV era molto più basso e variava con l'insieme di riferimento; l'algoritmo di Glady e coll.<sup>4</sup> aveva costantemente un valore di PPV più basso. Il potere predittivo positivo variava in base all'uso di FVC o di FEV<sub>6</sub>, anche se la variazione era piccola e non ha avuto un modello costante. Questi risultati confermano che FEV<sub>6</sub> può essere usata come sostituto di FVC in questi algoritmi. I nostri algoritmi per FVC e FEV<sub>6</sub> non hanno migliorato il potere predittivo positivo o negativo. Questi dati confermano il lavoro di Aaron e coll.<sup>3</sup> e di Glady e coll.<sup>4</sup> che indicano che i modelli spirometrici possono essere usati per escludere la presenza di una TLC ridotta ma non possono essere utilizzati per predire positivamente una TLC ridotta.

Le prestazioni del nostro algoritmo usando le curve ROC sono indicate nelle figure 1 e 2. La Figura 1 mostra la prestazione di FVC e di FEV<sub>6</sub> nel predire la restrizione usando il LLN di Goldman e di Becklake;<sup>9</sup> l'area sotto la curva di ROC era 0,872 per FVC e 0,841 per FEV<sub>6</sub>. La Figura 2 mostra la prestazione di FVC e FEV<sub>6</sub> verso l'equazione di riferimento di Crapo e coll.;<sup>10</sup> l'area sotto la curva di ROC era pari a 0,88 per FVC e 0,843 per FEV<sub>6</sub>. Non vi era differenza statistica fra le curve per FVC e FEV<sub>6</sub>. Infine, l'insieme di riferimento non ha avuto effetto sull'NPV.

**Tabella 7—Comparazione delle predizioni spirometriche vs pletismografiche di restrizione\***

	Pattern spirometrico restrittivo	TLC ridotta (Goldman e Becklake <sup>9</sup> )	Pattern spirometrico restrittivo e bassa TLC (Goldman e Becklake <sup>9</sup> )	TLC ridotta (Crapo e coll. <sup>10</sup> )	Pattern spirometrico restrittivo e bassa TLC (Crapo e coll. <sup>10</sup> )
ATS <sup>2</sup>					
FVC	27	16	55	12	42
FEV <sub>6</sub>	25	15	57	11	41
Glady e coll. <sup>4</sup>					
FVC	42	16	37	12	28
FEV <sub>6</sub>	46	15	33	11	24
Nostri					
FVC	31	16	49	12	37
FEV <sub>6</sub>	35	15	42	11	31

\*I dati sono presentati come %.

**Tabella 8—Prestazione dei tre algoritmi nel predire una ridotta TLC**

	TLC di Goldman e Becklake <sup>9</sup>				TLC di Crapo e coll. <sup>10</sup>			
	Sensibilità	Specificità	PPV	NPV	Sensibilità	Specificità	PPV	NPV
Algoritmo ATS <sup>2</sup>								
FVC	97	85	55	99	96	82	42	99
FEV <sub>6</sub>	94	87	57	99	91	84	41	99
Algoritmo di Glady e coll. <sup>4</sup>								
FVC	100	69	37	100	100	66	28	100
FEV <sub>6</sub>	100	63	32	100	100	60	24	100
Nostro Algoritmo								
FVC	97	81	49	99	96	78	37	99
FEV <sub>6</sub>	97	76	42	99	96	73	31	99

**DISCUSSIONE**

Questo studio conferma i risultati di Aaron e coll.<sup>3</sup> e Glady e coll.,<sup>4</sup> che hanno trovato che i pattern spirometrici non possono predire attendibilmente una TLC ridotta ma possono predire attendibilmente una TLC normale o sopra il livello normale (NPV = dal 99 al 100%). L'NPV di questi pattern non è stato influenzato dall'insieme di riferimento usato e sostituire FEV<sub>6</sub> con FVC ha condotto a risultati equivalenti. Questi risultati sono simili a un report precedente<sup>6</sup> di una buona capacità di FEV<sub>6</sub> come sostituto di FVC nell'evidenziazione di pattern ostruttivi e restrittivi.

Il numero di pazienti predetto nell'avere una TLC ridotta dalla spirometria variava con l'insieme di ri-

ferimento usato; un maggior numero di pazienti aveva una ridotta TLC usando l'equazione di Goldman e Becklake<sup>9</sup> rispetto all'equazione di Crapo e coll.<sup>10</sup> Questo può riflettere il fatto che la determinazione con la tecnica della diluizione dell'elio, usata nell'equazione di Crapo e coll.,<sup>10</sup> notoriamente sottostima sistematicamente la TLC pletoigrafica di circa 400 ml nei soggetti sani.<sup>11,12</sup> La sottostima aumenta quando vi è ostruzione delle vie aeree e peggiora con essa.<sup>11,12</sup>

39 pazienti sono stati identificati avere una ridotta VC ma una normale TLC usando gli algoritmi ATS<sup>2</sup> o entrambe le equazioni di Goldman e Becklake<sup>9</sup> o di Crapo e coll.<sup>10</sup> casi identificati dall'equazione di Goldman e Becklake<sup>9</sup> non lo furono dall'equazione

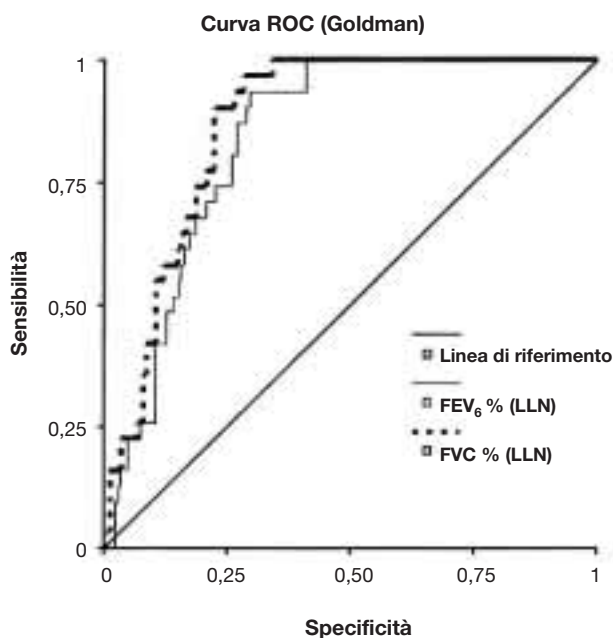


FIGURA 1. Prestazione di FVC e FEV<sub>6</sub> nel predire la restrizione in base a quanto indicato da Goldman e Becklake.<sup>9</sup>

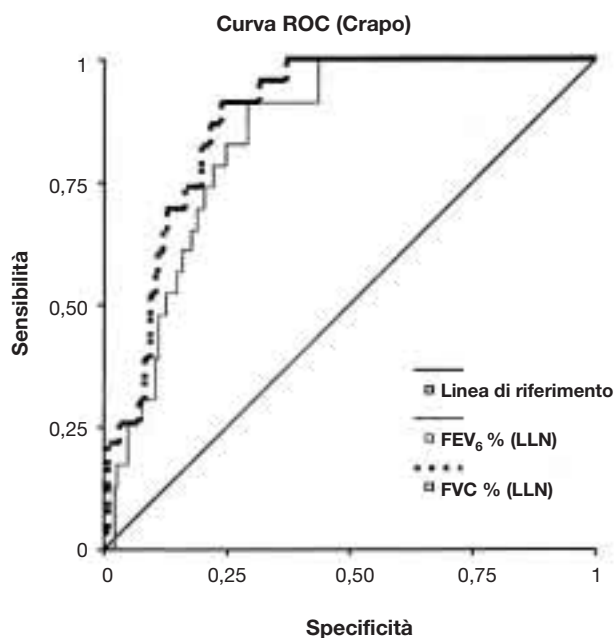


FIGURA 2. Prestazione di FVC e FEV<sub>6</sub> nel predire la restrizione in base a quanto indicato da Goldman e Becklake.<sup>10</sup>

di Crapo e coll.<sup>10</sup> Ulteriori indagini hanno evidenziato che i valori misurati erano vicini all'LLN in 30 di questi pazienti. Tre pazienti avevano un volume residuo significativamente aumentato ed i sei pazienti restanti avevano altre evidenze dalle loro storie cliniche che suggerivano un problema ostruttivo. Questi risultati sostengono la raccomandazione dell'ATS di prestare attenzione quando si interpretano risultati vicino alla soglia.<sup>2</sup>

Le popolazioni dei pazienti inviati sia per la spirometria che per i volumi polmonari e quelli inviati soltanto per la spirometria nel nostro laboratorio avevano lo stesso rapporto di soggetti ristretti e non. Ciò conferma l'appropriatezza delle valutazioni di sensibilità e specificità e suggerisce che non vi era un significativo errore di valutazione. Mentre la spirometria non predice attendibilmente una TLC ridotta, può aumentare la probabilità a priori di una TLC ridotta a circa il 50% e l'aggiunta delle informazioni cliniche, che fanno incrementare significativamente le probabilità pretest, può aumentare le prestazioni degli algoritmi.

L'effetto di questi risultati è che la spirometria da sola può predire attendibilmente una TLC normale o elevata ed escludere un difetto restrittivo in molti pazienti. Ciò ha potuto ridurre significativamente il numero di misure di TLC richieste per rilevare i valori bassi di TLC nei pazienti. Per approfittare di questo potenziale risparmio di costi, la decisione dovrebbe essere presa in laboratorio per evitare rientri solo per misurare la TLC. Gli algoritmi dovrebbero essere sviluppati per il medico e il tecnico respiratorio onde guidarne la decisione di misurare o meno la TLC. Tali algoritmi dovrebbero anche considerare il volume alveolare (VA) mediante singolo respiro se il test della capacità di diffusione è effettuato prima della misurazione di TLC. Poiché il volume alveolare (VA) mediante singolo respiro sottostima sistematicamente la TLC, un riscontro di VA normale indicherebbe che la TLC è normale o aumentata.

I primi due studi<sup>3,4</sup> e il nostro hanno tentato di chiarire e migliorare le capacità di FVC nella predizione di una TLC ridotta (pattern restrittivo). Le attuali linee guida interpretative<sup>1,2</sup> per la FVC nella diagnosi di restrizione sono basate soprattutto sul parere di esperti che la TLC è "il gold standard" per la definizione del pattern restrittivo. Uno studio clinico dettagliato che includa informazioni e risultati clinici dettagliati potrebbe convalidare questo presupposto.

## RIASSUNTO

I clinici possono confidare su algoritmi basati sulla spirometria per predire una TLC normale, ma la restrizione non può essere attendibilmente diagnosticata con la sola spirometria. FEV<sub>6</sub> è equivalente a FVC per escludere una TLC bassa. Non vi era evidenza di un errore di valutazione nella selezione di pazienti per ottenere le misure di TLC.

RINGRAZIAMENTI: Gli autori ringraziano Debbie Murray, Kelly Sallaway e Fiona McClymont per l'assistenza tecnica e Janet Embry per l'assistenza editoriale.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 As-Ashkar F, Mehra R, Mazzone PJ. Interpreting pulmonary function tests: recognize the pattern, and the diagnosis will follow. *Cleve Clin J Med* 2003; 70:866-881
- 2 Medical Section of the American Lung Association. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144:1202-1218
- 3 Aaron SD, Dales RE, Cardinal P. How accurate is spirometry at predicting restrictive pulmonary impairment? *Chest* 1999; 115:869-873
- 4 Glady CA, Aaron SD, Lunau ML, et al. A spirometry-based algorithm to direct lung function testing in the pulmonary function laboratory. *Chest* 2003; 123:1939-1946
- 5 Begg CB. Biases in the assessment of diagnostic tests. *Stat Med* 1987; 6:411-423
- 6 Swanney MP, Jensen RL, Crichton DA, et al. FEV<sub>6</sub> is an acceptable surrogate for FVC in the spirometric diagnosis of airway obstruction and restriction. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162:917-919
- 7 Medical Section of the American Lung Association. Standardization of spirometry: 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152:1107-1136
- 8 Hankinson JL, Odencrantz JR, Fedan KB. Spirometric reference values from a sample of the general US population. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:179-187
- 9 Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values at medium altitudes and the prediction of normal results. *Am Rev Respir Dis* 1969; 79:457-467
- 10 Crapo RO, Morris AH, Clayton PD, et al. Lung volumes in healthy nonsmoking adults. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1982; 18:419-425
- 11 Kilburn KH, Miller A, Warsaw RH. Measuring lung volumes in advanced asbestosis: comparability of plethysmographic and radiographic versus helium rebreathing and single breath methods. *Respir Med* 1993; 87:115-120
- 12 Punjabi NM, Shade D, Wise RA. Correction of single-breath helium lung volumes in patients with airflow obstruction. *Chest* 1998; 114:907-918