

Capacidad vital lenta: diferencias entre la capacidad vital espiratoria y la capacidad vital inspiratoria

Autores: Raquel Barros^{1,2}, Liliana Raposo^{1,2}, Nuno Moreira¹, Margarida Rocha¹, Paula Calaça¹, Inês Spencer¹, Diogo Caldeira³, Ana Sofia Oliveira¹, Cristina Bárbara^{1,4}

¹Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte - Hospital Pulido Valente. Departamento de Neumología. Lisboa. Portugal

²Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa. Lisboa. Portugal

³ACes Lisboa Norte - Unidade de Saúde Familiar D. Amélia de Portugal

⁴Profesora Asociada con Agregación da Faculdade de Medicina de Lisboa
cristina.barbara@chln.min-saude.pt

Resumen

Introducción: La capacidad vital (VC) se puede determinar mediante la capacidad vital espiratoria (EVC) o la capacidad vital inspiratoria (IVC). Obtener el mayor volumen de VC es fundamental para la correcta interpretación de las pruebas de función pulmonar.

Objetivos: Determinar las diferencias entre EVC e IVC (EVC-IVC) según el patrón ventilatorio; Caracterizar las relaciones FEV₁/EVC y FEV₁/IVC en la detección de obstrucción de las vías aéreas; Estudiar los efectos de realizar EVC o IVC en la detección de *air trapping* o de hiperinflación pulmonar.

Materiales y Métodos: Estudio transversal. La muestra incluyó 388 individuos que se dividieron en 3 grupos: sanos, obstrucción de las vías aéreas y restricción pulmonar. Para detectar la obstrucción de las vías aéreas, se estudiaron las relaciones FEV₁/EVC y FEV₁/IVC. La presencia de *air trapping* o hiperinflación pulmonar se determinó mediante análisis del volumen pulmonar. As diferencias entre EVC e IVC (EVC-IVC) de acuerdo con el patrón ventilatorio fueron agrupados por clases.

Resultados: En el grupo normal, 34.8% tuvo una diferencia EVC-IVC ≥ 200 ml, en el grupo de obstrucción de las vías respiratorias 28.4% y en la restricción pulmonar 22.4%, respectivamente. La relación FEV₁/EVC detectó obstrucción de las vías aéreas en el 44.8% de los individuos y la relación FEV₁/IVC en el 39.4%. En sujetos con obstrucción de las vías respiratorias, la maniobra de EVC determinó el *air trapping* en el 21.6% de los sujetos y la hiperinflación pulmonar en el 9.5%. En la maniobra de IVC, los porcentajes fueron 18.2% y 10.8%, respectivamente.

Conclusiones: El EVC y el IVC no deben considerarse maniobras intercambiables, debido a las diferencias de volumen obtenidas por cada uno de ellos. Los resultados que provienen de su uso influyeron en la interpretación de la función pulmonar.

Palabras clave: Pruebas de función respiratoria; Mediciones del volumen pulmonar; Capacidad vital; Obstrucción de las vías aéreas; Capacidad pulmonar

Introducción

La capacidad vital (VC) se puede medir de forma forzada (capacidad vital forzada - FVC) o lenta (capacidad vital lenta - SVC), siendo la segunda determinada a través de la capacidad vital espiratoria (EVC) o de la capacidad vital inspiratoria (IVC)¹. La VC es influenciada por el calibre de las vías aéreas y por los factores determinantes de la capacidad pulmonar total (TLC) y del volumen residual (RV)².

Recibido: 20/04/2020 - Aceptado: 28/09/2020

Correspondencia: Raquel Barros rbarros@esscvp.eu

A pesar de que Hutchinson³ definió VC como el volumen máximo de gas espirado después de una inspiración máximo (EVC), y ser el método más comúnmente utilizado, la maniobra es frecuentemente realizada de forma inversa (IVC). Sería expectable que la VC obtenida a través de la maniobra inspiratoria y espiratoria fueran semejantes, sin embargo se observaron diferencias en algunos individuos con enfisema pulmonar⁴.

El análisis de la VC es fundamental para la interpretación del resultado de las pruebas de función pulmonar. La correcta determinación de la VC, es fundamental para la determinación de la TLC, a su vez que su movilización incompleta condiciona el valor del RV y consecuentemente de la TLC, repercutiendo en la no detección de *air trapping*, hiperinflación pulmonar y restricción pulmonar⁵⁻⁷.

La VC también es importante para la determinación de la presencia de obstrucción de las vías aéreas, pues según la American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS)⁸, la presencia de este tipo de alteración ventilatoria se define por la disminución de la relación entre volumen espiratorio máximo en el primer segundo y la mayor capacidad vital (FEV_1/VC). El denominador de esta relación puede incluir la capacidad vital forzada (FVC) o la capacidad vital lenta (SVC) (EVC o IVC), dependiendo a la que corresponda un mayor volumen⁹.

Una vez que la SVC se puede determinar por la EVC o la IVC, se considera de gran importancia comprender cuál de estas metodologías permite una mayor obtención de volumen, pues habitualmente la VC se obtiene a través de una de ellas y no de la dos. Así, se puede usar la relación FEV_1/EVC o la FEV_1/IVC , siendo la más sensible en la detección de obstrucción de las vías aéreas, la que incluya mayor denominador.

Los objetivos del presente estudio fueron 1) determinar las diferencias entre la EVC y la IVC (EVC-IVC) de acuerdo con el patrón ventilatorio; 2) caracterizar las relaciones FEV_1/EVC y FEV_1/IVC y su capacidad de detección de obstrucción de las vías aéreas 3) estudiar las consecuencias de realizar la EVC o la IVC en la detección de *air trapping* o hiperinflación pulmonar; 4) comprender el impacto de la realización de la EVC o la IVC en el grado de gravedad de la restricción pulmonar; 5) verificar la existencia de una asociación entre el parámetro EVC-IVC y las variables FEV_1 , TLC, RV y FRC (capacidad residual funcional).

Materiales y Métodos

El estudio realizado es del tipo prospectivo, cuantitativo y transversal. La muestra está compuesta por individuos que realizaron pruebas de función pulmonar entre enero y junio de 2017 en la Unidad de Fisiopatología Respiratoria del Hospital Pulido Valente - Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte - Portugal. La investigación fue aprobada por la Comisión de Ética del Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte y del Centro Académico de Medicina de Lisboa.

Se establecieron como criterios de inclusión la edad superior a dieciocho años y la prescripción interna de pruebas funcionales respiratorias que incluyeron espirometría y pletismografía corporal total. Los criterios de exclusión fueron la ausencia de cumplimiento de los criterios de calidad establecidos por las normas de la ATS/ERS^{1, 10}, la realización de terapéutica inhaladora previa a las pruebas, la presencia de alteración ventilatoria mixta y de criterios de *air trapping* o hiperinflación pulmonar en ausencia de obstrucción de las vías aéreas.

Los individuos se han dirigido a la Unidad para realizar las pruebas de función pulmonar donde se les ha explicado el objetivo de la investigación. En los individuos que aceptaron participar fueron verificados los criterios de inclusión y exclusión, siendo que en los elegibles se les entregó un documento informativo. Después de leerlo, los que concordaron firmaron un consentimiento informado. La muestra fue compuesta de 388 individuos.

El equipo utilizado en este estudio ha sido un pletismógrafo *Vmax Series Autobox 6200* de *Sensor-medics*[®] (Yorbalinda, California, EUA, 1998) calibrado a diario conforme las normas del fabricante. Las ecuaciones de referencia consideradas para las pruebas han sido las propuestas por la *European Community for Coal and Steel*¹¹. Las pruebas de función respiratoria obedecieron a las directrices propuestas por la ATS/ERS - *Standardisation of Spirometry*¹ y *Standardisation of Measurement of Lung Volumes*¹⁰.

La primera técnica realizada fue la pletismografía corporal total para la obtención de SVC a través de EVC y IVC. Para cada una de ellas se ejecutaron tres intentos reproducibles con un intervalo mínimo de tres minutos entre cada uno. En mitad de la muestra, primero se determinó la EVC (tres maniobras de EVC) y en seguida la IVC (tres maniobras de IVC). En la otra mitad el procedimiento fue el contrario. El valor final de las variables ha sido el promedio de los tres intentos reproducibles. La espirometría se realizó después de la pletismografía evitando la potencial fatiga muscular y los efectos históricos del volumen¹. Se estableció un intervalo de tres minutos entre técnicas.

Los parámetros adquiridos por pletismografía corporal total fueron presentados teniendo en cuenta el tipo de maniobra de SVC ejecutada, esto es, haciendo el promedio de cada grupo de tres maniobras de EVC y IVC realizadas, permitiendo la obtención del despliegue de cada una de las variables.

La obstrucción de las vías aéreas se ha definido por FEV_1/FVC , FEV_1/EVC y $FEV_1/IVC < 0,70$ y se han considerado cinco grados de gravedad de acuerdo con ATS/ERS⁸. La restricción pulmonar se determinó por la existencia de una $TLC < 80\%$ y se clasificó, según Mottram⁷, en tres grados de gravedad. La TLC, considerada para la definición del patrón ventilatorio y grado de gravedad de la restricción pulmonar de base, ha sido obtenida considerando el valor medio de las maniobras de EVC y IVC. Posteriormente, se realizó un subanálisis relativo al grado de gravedad de la restricción pulmonar de acuerdo con el tipo de maniobra espiratoria realizada (EVC o IVC), según la TLC_{EVC} y TLC_{IVC} .

Fue considerado *air trapping* cuando RV_{EVC} o $RV_{IVC} > 140\%$, FRC_{EVC} o $FRC_{IVC} > 120\%$ y TLC_{EVC} o $TLC_{IVC} < 120\%$ e hiperinflación pulmonar si RV_{EVC} o $RV_{IVC} > 140\%$, FRC_{EVC} o $FRC_{IVC} > 120\%$ y TLC_{EVC} o $TLC_{IVC} \geq 120\%$.

Para complementar la caracterización de las diferencias entre EVC y IVC según el patrón ventilatorio se realizó un subanálisis que clasificó esas diferencias en tres clases: 1) EVC-IVC (L-litros) ≤ 100 (ml-mililitros), 2) $100 \text{ ml} < \text{EVC-IVC (L)} \leq 200 \text{ ml}$ y 3) $\text{EVC-IVC (L)} > 200 \text{ ml}$. Se establecieron los 100 ml, propuestos por Mottram⁷, para el límite mínimo de diferencias.

Para la caracterización de la muestra, se utilizaron metodologías estadísticas descriptivas. En el caso de variables cuantitativas se utilizaron medidas de tendencia central (media muestral) y medidas de dispersión (desviación-padrón). En cuanto a las variables cualitativas, se utilizó la distribución de frecuencias. Para testar si la distribución de variables seguía una distribución normal, se empleó el Test de Kolmogorov-Smirnov y una vez que las variables consideradas seguían este tipo de distribución, se aplicaron métodos estadísticos paramétricos. Con el objetivo de comprender si las variables funcionales pulmonares se diferenciaban significativamente entre los tres grupos ventilatorios definidos se aplicó el Test One-Way Anova con Post Hoc Comparaciones Múltiples a través del Test de Tukey. En el grupo de la obstrucción de las vías aéreas y de la restricción se evaluaron posibles diferencias en las variables EVC (L y %), IVC (L y %) y EVC-IVC (L y %) entre los grados de gravedad de alteraciones ventilatorias, se empleó el One-Way Anova con Post Hoc Comparaciones Múltiples a través del Test de Hochberg's GT2. Para el estudio de las asociaciones entre el parámetro EVC-IVC (L y %) y las variables $FEV_1\%$, $TLC\%$, $FRC\%$ y $RV\%$ se realizó el Test de Correlación de Pearson. En todos los testes estadísticos se consideró un nivel de significancia de 0.05.

Resultados

La muestra fue constituida por 388 individuos, 209 del sexo masculino (53.9%) y 179 del sexo femenino (46.1%). Se constató que 42.3% de los sujetos presentaron un patrón ventilatorio normal, 38.1% tenía obstrucción de las vías aéreas y 19.6% restricción pulmonar. Se observó que en los grupos de obstrucción de las vías aéreas y restricción pulmonar la mayoría de los individuos presentaba alteración ventilatoria de grado ligero (52.7% y 52.6%) (**Tabla 1**).

TABLA 1. Caracterización demográfica, antropométrica y del patrón ventilatorio de la totalidad de la muestra

Caracterización demográfica y antropométrica		Caracterización del patrón ventilatorio		
Sexo n (%)	M - 209 (53,9) F - 179 (46,1)	Normal n (%)	Obstrucción de las vías aéreas n (%)	Restricción pulmonar n (%)
Edad (años)	56,3 ± 14,1	164 (42,3)	148 (38,1)	76 (19,6)
Altura (m)	1,64 ± 0,09		Grado de gravedad n (%)	
Peso (Kg)	74,4 ± 16,2		Ligero - 78 (52,7)	Ligero - 40 (52,6)
IMC (Kg/m ²)	27,5 ± 5,34		Moderado - 30 (20,3)	Moderado - 25 (32,9)
			Moderadamente grave - 18 (12,2)	Moderadamente grave - 11 (14,5)
			Grave - 16 (10,8)	
			Muy grave - 6 (4,0)	

Datos presentados: media ± desviación-padrón; número de individuos (n) y porcentaje (%) - F - femenino; IMC - índice de masa corporal; M - masculino

A través del análisis de las variables funcionales pulmonares obtenidas en los tres grupos establecidos, se verificó la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las medias de los parámetros EVC-IVC (L y %) y FEV₁ (L) entre los grupos normal vs. obstrucción de las vías aéreas y normal vs. restricción pulmonar. Las medias de las relaciones FEV₁/FVC, FEV₁/EVC y FEV₁/IVC han sido estadísticamente distintas ($p < 0,05$) entre los tres grupos. La media de la EVC fue superior a la media de la IVC en todos los grupos funcionales pulmonares. Fue en el grupo con patrón ventilatorio normal que se constató la mayor media para EVC-IVC - 170 mL y 5% (**Tabla 2**).

En el grupo con patrón ventilatorio normal, la diferencia entre EVC y IVC (L) ha sido inferior a 100 ml en 32,3% de los individuos, entre 100 ml y 200 ml en 32,9% y superior a 200 ml en 34,8%. En el grupo con obstrucción de las vías aéreas, esas diferencias fueron de 37,2%, 34,4% y 28,4%. Mientras que en el grupo con restricción pulmonar han sido de 56,6%, 21,0% y 22,4% (**Tabla 3**).

En el grupo con obstrucción de las vías aéreas se constató que la media de los parámetros EVC (L), IVC (L) y EVC-IVC (%) se diferenciaban de forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los grupos ligero vs. grave y ligero vs. muy grave. La media del parámetro EVC-IVC (L) en el grupo con obstrucción ligera de las vías aéreas fue significativamente ($p < 0,05$) distinta de la verificada en el grupo con obstrucción muy grave. Las medias obtenidas para la EVC (%) fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) entre todos los grupos correspondientes a los grados de gravedad de la obstrucción de las vías aéreas. En el grupo con restricción pulmonar las medias de las variables EVC (%) y IVC (%) fueron significativamente distintas ($p < 0,05$) entre los tres grados de gravedad de la alteración ventilatoria. En los restantes parámetros, no se han constatado diferencias estadísticamente valorables ($p > 0,05$). En el grupo con obstrucción de las vías aéreas se verificó que la media de la EVC (L y %) fue superior a IVC (L y %) en los grados de gravedad ligero y moderado, sin embargo en los grados grave y muy grave, la media de la IVC (L y %) fue superior a la EVC (L y %) (**Tabla 4**).

La relación FEV₁/EVC < 0,70 identificó la presencia de obstrucción de las vías aéreas en 44,8% de la totalidad de la muestra y la relación FEV₁/IVC < 0,70 en 39,4% (**Figura 1A**). En el grupo de individuos con obstrucción de las vías aéreas, la pletismografía corporal total realizada con la maniobra EVC determinó la presencia de *air trapping* en 21,6% de los elementos y de hiperinflación pulmonar en 9,5%, mientras que con la maniobra de IVC se verificó la existencia de *air trapping* en 18,2% de los elementos y de hiperinflación pulmonar en 10,8% (figura 1B). En los individuos con restricción pulmonar, el análisis de la TLC_{EVC} clasificó la restricción pulmonar como ligera en 54,0% de los individuos, como moderada en 34,2% y como moderadamente grave en 11,8%. El análisis de la TLC_{IVC} clasificó con restricción pulmonar ligera a 47,4% de los sujetos, con moderada a 36,8% y con moderadamente grave a 15,8% (Figura 1C).

Considerando la totalidad de la muestra, se ha verificado la existencia de una correlación positiva flaca ($r=0,355$; $p=0,000$) entre los parámetros FEV1 (%) y EVC-IVC (L) y positiva moderada ($r=0,402$; $p=0,000$) entre el FEV1 (%) y EVC-IVC (%). Se han obtenido correlaciones negativas flacas entre el parámetro FRC (%) y EVC-IVC (L) y EVC-IVC (%) ($r=0,117$; $p=0,021$ y $r=0,152$; $p=0,003$, respecti-

TABLA 2. Caracterización funcional pulmonar de acuerdo con el patrón ventilatorio

	Normal (n = 164)	Obstrucción de las vías aéreas (n = 148)	Restricción pulmonar (n = 76)
FEV ₁ (L)	2.76 ± 0.74*#	1.90 ± 0.76*	2.03 ± 0.55#
FEV ₁ (%)	101.1 ± 13.7 [§]	69.7 ± 19.1 [§]	75.4 ± 13.0 [§]
FVC (L)	3.53 ± 0.89 [§]	3.24 ± 1.05 [§]	2.51 ± 0.67 [§]
FVC (%)	107.6 ± 14.6 [§]	96.0 ± 17.1 [§]	76.7 ± 11.8 [§]
EVC (L)	3.61 ± 0.94 [§]	3.33 ± 1.08 [§]	2.63 ± 0.71 [§]
EVC (%)	106.5 ± 14.7 [§]	95.4 ± 17.4 [§]	76.5 ± 11.4 [§]
IVC (L)	3.47 ± 0.88#	3.28 ± 0.95#	2.55 ± 0.66#
IVC (%)	102.4 ± 13.4 [§]	94.4 ± 15.4 [§]	74.4 ± 10.8 [§]
EVC-IVC (L)	0.17 ± 0.12*	0.05 ± 0.24 *	0.08 ± 0.14#
EVC-IVC (%)	5.09 ± 4.69*#	0.99 ± 6.16*#	2.13 ± 3.94#
FEV ₁ /FVC	0.78 ± 0.05*	0.57 ± 0.10*#	0.80 ± 0.05#
FEV ₁ /EVC	0.76 ± 0.06*	0.56 ± 0.10*#	0.77 ± 0.07#
FEV ₁ /IVC	0.79 ± 0.07*	0.57 ± 0.11*#	0.79 ± 0.08#
TLC _{EVC} (L)	5.24 ± 1.02 [§]	5.94 ± 1.20 [§]	3.88 ± 0.78 [§]
TLC _{EVC} (%)	96.9 ± 9.89 [§]	102.9 ± 13.3 [§]	69.3 ± 8.22 [§]
TLC _{IVC} (L)	5.18 ± 1.02 [§]	5.87 ± 1.15 [§]	3.82 ± 0.76 [§]
TLC _{IVC} (%)	95.8 ± 9.88 [§]	101.9 ± 13.7 [§]	68.1 ± 8.53 [§]
FRC _{EVC} (L)	2.63 ± 0.64 [§]	3.50 ± 0.92 [§]	1.97 ± 0.53 [§]
FRC _{EVC} (%)	89.6 ± 16.8 [§]	111.8 ± 25.3 [§]	64.4 ± 13.5 [§]
FRC _{IVC} (L)	2.66 ± 0.64 [§]	3.49 ± 0.88 [§]	1.95 ± 0.52 [§]
FRC _{IVC} (%)	90.8 ± 17.3 [§]	111.3 ± 25.3 [§]	63.8 ± 13.6 [§]
RV _{EVC} (L)	1.64 ± 0.48 [§]	2.61 ± 0.79 [§]	1.26 ± 0.44 [§]
RV _{EVC} (%)	86.2 ± 19.6 [§]	123.0 ± 38.5 [§]	62.3 ± 16.8 [§]
RV _{IVC} (L)	1.72 ± 0.45 [§]	2.59 ± 0.73 [§]	1.28 ± 0.42 [§]
RV _{IVC} (%)	90.7 ± 18.1 [§]	122.7 ± 35.2 [§]	63.7 ± 16.6 [§]

Datos presentados: media + desviación-padrón

Comparación de las medias entre los tres grupos: One-way Anova + Post Hoc comparaciones múltiples (Test de Tukey)

[§] Diferencias estadísticamente significativas entre el grupo normal y el grupo con obstrucción de las vías aéreas

Diferencias estadísticamente significativas entre el grupo normal y el grupo con restricción pulmonar

* Diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con obstrucción de las vías aéreas y el grupo con restricción pulmonar

• Diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos

Resultados con nivel de significancia de 0,05

EVC - Capacidad vital espiratoria; FEV₁ - Volumen espiratorio máximo en el primer segundo de la espiración forzada; FRC - Capacidad residual funcional; FVC - Capacidad vital forzada; IVC - Capacidad vital inspiratoria; TLC - Capacidad pulmonar total; RV - Volumen residual.

vamente) y entre el parámetro RV (%) y EVC-IVC (L) y EVC-IVC (%) (r=-0,311 ; p=0,000 y r=0,334 ; p=0,000 respectivamente) (Figura 2).

Discusión

La determinación de VC, por sus características inherentes, puede contribuir para desigualdades en los volúmenes que se obtienen. La presente investigación constató que la utilización de la EVC o IVC

TABLA 3. Caracterización de las diferencias de volumen entre EVC y IVC de acuerdo con el patrón ventilatorio

EVC-IVC (L) ≤ 100 ml n (%)	53 (32,3)	55 (37,2)	43 (56,6)
100 ml < EVC-IVC (L) ≤ 200 ml n (%)	54 (32,9)	51 (34,4)	16 (21,0)
EVC-IVC (L) > 200 ml n (%)	57 (34,8)	42 (28,4)	17 (22,4)

Datos presentados: número de individuos (n) y porcentaje (%)
 EVC - Capacidad vital espiratoria; IVC - Capacidad vital inspiratoria

TABLA 4. Caracterización funcional pulmonar de acuerdo con el grado de gravedad de la obstrucción de las vías aéreas y de la restricción pulmonar

	Obstrucción de las vías aéreas (n = 148)					Restricción pulmonar (n = 76)		
	Ligera (n = 78)	Moderada (n = 30)	Moderadamente grave (n = 18)	Grave (n = 16)	Muy grave (n = 6)	Ligera (n = 40)	Moderada (n = 25)	Moderadamente grave (n = 11)
EVC (L)	3,72 ± 1,16 ^{a*}	3,13 ± 0,79	2,99 ± 0,72	2,52 ± 0,72 [*]	2,21 ± 0,38 ^b	2,77 ± 0,77	2,46 ± 0,51	2,49 ± 0,83
EVC (%)	105,0 ± 13,4 [*]	94,3 ± 11,3 [*]	81,5 ± 8,95 [*]	76,2 ± 14,5 [*]	60,3 ± 5,99 [*]	81,6 ± 9,65 [•]	74,4 ± 8,24 [*]	62,5 ± 11,1 [*]
IVC (L)	3,62 ± 1,02 ^{a*}	3,08 ± 0,71	2,99 ± 0,66	2,65 ± 0,65 [*]	2,39 ± 0,39 ^b	2,70 ± 0,70	2,35 ± 0,48	2,46 ± 0,80
IVC (%)	102,7 ± 11,5 [*]	93,4 ± 11,2 [*]	82,2 ± 8,92 [*]	77,6 ± 14,6 [*]	63,2 ± 4,96 [*]	79,8 ± 8,69 [•]	71,2 ± 8,34 [*]	61,6 ± 9,73 [*]
EVC-IVC (L)	0,10 ± 0,23 [*]	0,04 ± 0,15	-0,01 ± 0,29	-0,04 ± 0,28	-0,32 ± 0,07 ^b	0,07 ± 0,15	0,11 ± 0,12	0,032 ± 0,11
EVC-IVC (%)	2,32 ± 5,88 ^{a*}	0,97 ± 4,64	-0,67 ± 7,10	-1,38 ± 7,89 [*]	-2,83 ± 1,94 ^b	1,80 ± 4,16	3,20 ± 3,93	0,91 ± 2,66

Datos presentados: media ± desviación-padrón

Comparación de las medias entre los tres grupos: One-way Anova + Post Hoc comparaciones múltiples (Test de Hochberg's GT2)

^aDiferencias estadísticamente significativas entre el grupo con obstrucción ligera de las vías aéreas y el grupo con obstrucción grave de las vías aéreas

^bDiferencias estadísticamente significativas entre el grupo con obstrucción ligera de las vías aéreas y el grupo con obstrucción muy grave de las vías aéreas

[•]Diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos

Resultados con nivel de significancia de 0,05

EVC - Capacidad vital espiratoria; IVC - Capacidad vital inspiratoria

origina volúmenes distintos de VC y consecuentemente diferencias en los volúmenes pulmonares. Se observó que la utilización de la EVC, IVC o de parámetros que carecen de la VC para su cuantificación, clasifican de forma diferente los individuos a nivel funcional pulmonar. Por ese motivo los autores señalan que la EVC y la IVC no deben de ser consideradas maniobras intercambiables.

Son pocos los estudios que abordaron este tema y ya tienen varias décadas. Bencowitz¹³ analizó las diferencias de volumen entre la EVC y la IVC en sesenta individuos (obstrucción y sin obstrucción estudiados conjuntamente) y determinó una diferencia media de 79 ml. El autor caracterizó esta diferencia como *minor*, sugiriendo que la VC es similar usando la maniobra espiratoria o inspiratoria. Hutchinson³ en una muestra de seis individuos sanos y seis con enfisema pulmonar obtuvo diferencias entre EVC y IVC similares entre los grupos (sanos - 20 ml y enfisema - 60 ml). En ambas las investigaciones, el análisis de las medias no reveló la existencia de diferencias valorables entre EVC y IVC. Al contrario, este estudio verificó que las diferencias entre EVC y IVC son más evidentes sobretodo en el grupo con patrón ventilatorio normal (170 ml). En los grupos con obstrucción de las vías aéreas y con restricción pulmonar esas diferencias fueron de 50 ml y 80 ml respectivamente, siendo la EVC superior a la IVC. Según Lutfi¹⁴, las variaciones de volumen entre los tipos de maniobras de VC son apenas ligeras en individuos con patrón ventilatorio normal, sin embargo eso no se verificó en esta investigación, pues ha sido en ese grupo donde se observaron las mayores diferencias de volumen entre EVC y IVC.

Las diferencias entre los resultados presentes en la literatura y los obtenidos en este estudio pueden estar relacionados con las características metodológicas, porque los estudios reportados analizaron un número reducido de individuos y además no agruparon los individuos según el padrón ventilatorio. Considerando los resultados de la presente investigación, las diferencias en el grupo con obstrucción

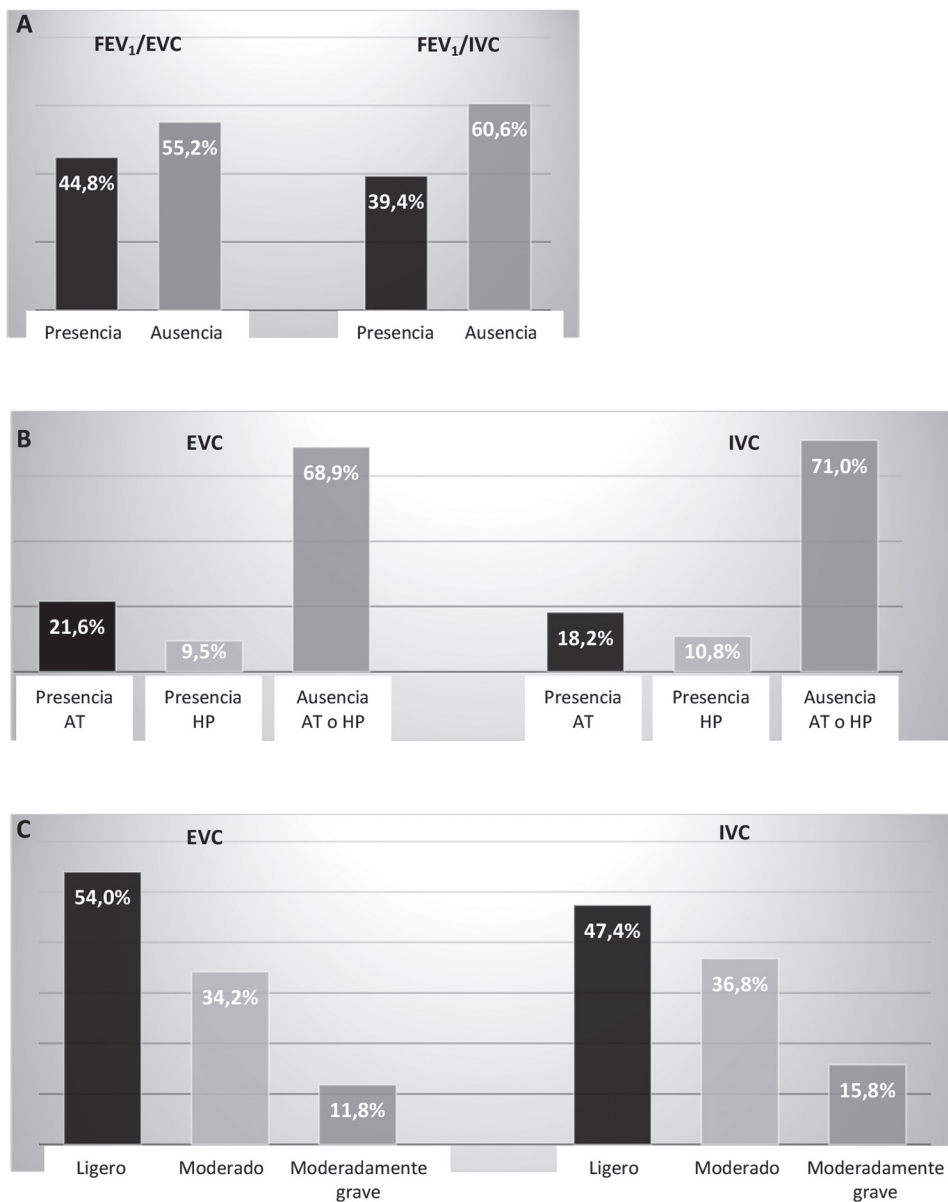


Figura 1. Caracterización de la muestra según la presencia de obstrucción de la vía aérea (FEV₁/EVC y FEV₁/IVC) - A; *air trapping* (AT) y hiperinflación pulmonar (HP) - B; gravedad de restricción pulmonar - C; (EVC y IVC maniobras)

de vías aéreas son inferiores a las apuradas en individuos normales, lo que hace con que al analizar la media conjunta se obtengan valores de EVC-IVC inferiores.

A través del análisis de los individuos con obstrucción de las vías aéreas se constató una media de EVC superior a la de la IVC (3,33 L vs. 3,28 L ; $p > 0,05$). Los resultados obtenidos por el subanálisis de la EVC y IVC de acuerdo con los grados de gravedad de la obstrucción revelaron que en los grupos con obstrucción ligera y moderada de las vías aéreas, la media de la EVC fue superior a la de la IVC. Sin embargo, en los grupos con obstrucción grave y muy grave hubo una inversión de los resultados y la media de la IVC fue superior a la de la EVC (las diferencias entre las dos maniobras de la VC aumentan con la progresión de la gravedad de la alteración ventilatoria). Esta particularidad puede ser la responsable por la existencia de medias tan próximas de EVC y IVC cuando se hizo el análisis del grupo obstructivo como un todo. Brusasco et al.⁴ logró en su investigación resultados semejantes a los del presente estudio, una vez que en una muestra de veinticinco individuos con obstrucción ha obtenido

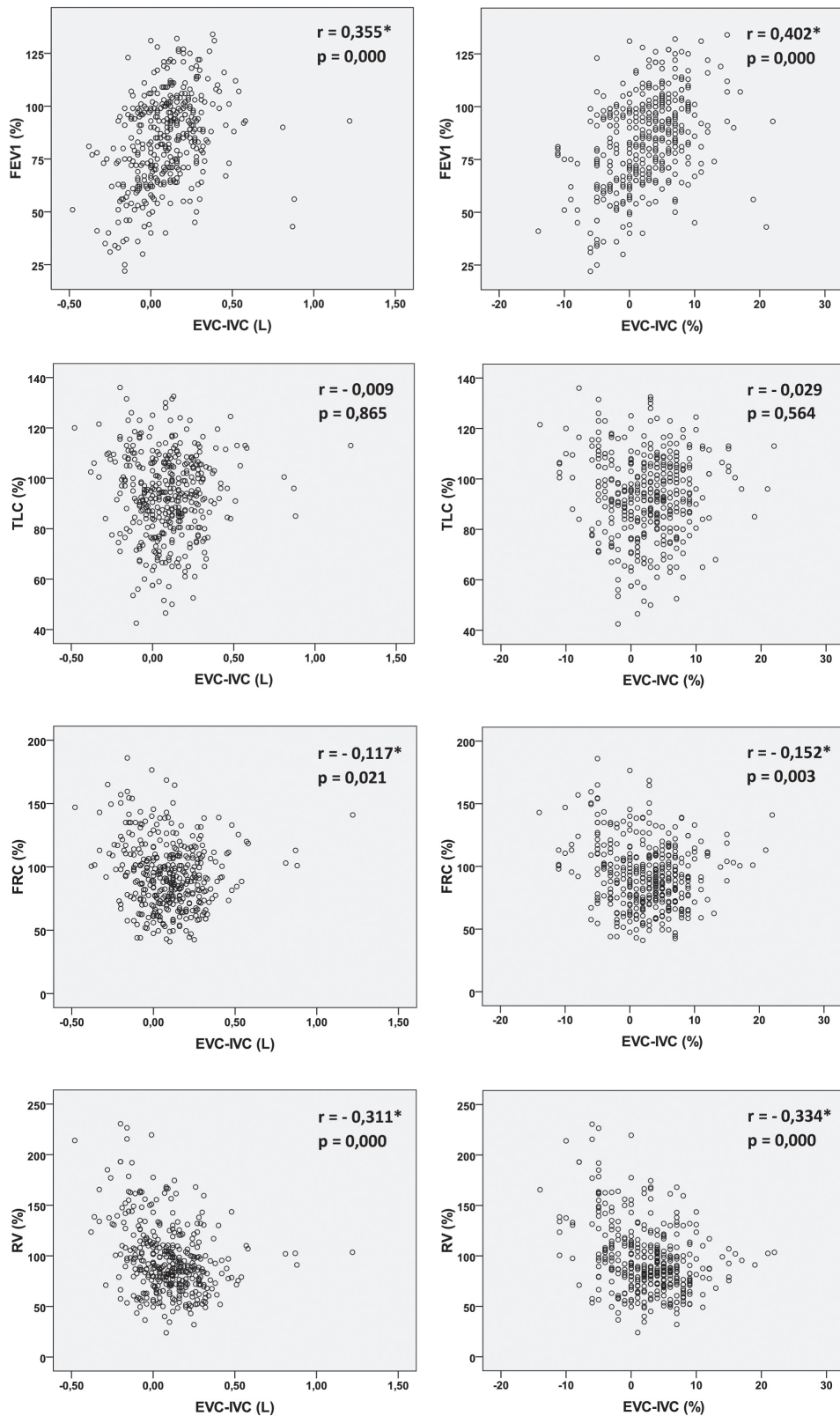


Figura 2. Coeficientes de correlación de Pearson entre los parámetros FEV₁%, TLC%, FRC%, RV% y EVC-IVC L y %

una media EVC-IVC de 110 ml, siendo la IVC superior a la EVC (el autor no dividió la muestra según la gravedad de obstrucción).

Los resultados conseguidos en el grupo con obstrucción de las vías aéreas están de acuerdo con lo que esta descrito en la literatura, Sicar⁵ y Barreto⁶ reportan que en individuos con obstrucción de las vías aéreas, la IVC es superior a la EVC. La resistencia de las vías aéreas es mayor durante la espiración comparativamente a la inspiración, porque cuando se espira progresivamente, el pulmón se relaja menos y la retracción elástica disminuye. La tracción radial ejercida en las vías aéreas lleva a una disminución del calibre de las mismas, además de la presión intrapleurales que es mayor durante la espiración, lo que reduce el calibre de las vías aéreas.¹⁴ Esta particularidad justifica el porqué de en los individuos con patrón ventilatorio normal y en estados ligero y moderado de obstrucción, la EVC sea superior a la IVC y en los casos más graves de obstrucción, cuando se espera un aumento significativo en la resistencia de las vías aéreas, la IVC se vuelve superior a la EVC.

Según los criterios de aceptabilidad propuestos por Mottram⁷, las maniobras de VC no deben diferir más de 100 mL. Los resultados mostraron que a excepción del grupo con restricción pulmonar en que 56,6% de la muestra demostró una EVC-IVC inferior a 100 ml, en los restantes grupos la mayoría de los individuos presentó una EVC-IVC superior a 100 ml. Bencowitz¹³ a pesar de no haber conseguido una media valorable de las diferencias cuando analizó individualmente las diferencias entre EVC y IVC, verificó que en el 63,3% de los individuos de la muestra esa diferencia fue positiva y por encima de los 100mL. Este porcentaje fue semejante al observado en el grupo con patrón ventilatorio normal y obstrucción de las vías aéreas (67,7% y 62,8%, respectivamente). Estos resultados alertan para la existencia de diferencias de volumen superiores al que es considerado el límite para la reproductibilidad entre maniobras de VC - los 100 ml - lo que significa que la EVC e la IVC no son maniobras equivalentes.

Porque la VC condiciona el cálculo del RV y de la TLC se analizó en los individuos del grupo con obstrucción de las vías aéreas, la presencia de *air trapping* o hiperinflación pulmonar, admitiéndose por base las variables RV_{EVC} y RV_{IVC} , FRC_{EVC} y FRC_{IVC} y TLC_{EVC} y TLC_{IVC} . Se constató que con la maniobra EVC se detectaron un mayor número de sujetos con *air trapping* que con la maniobra IVC (21,6% y 18,2%, respectivamente). La distribución de los elementos por las categorías, ausencia de *air trapping* o hiperinflación pulmonar y presencia de hiperinflación pulmonar no fue semejante, lo que significa que el tipo de maniobra influye la caracterización de los volúmenes pulmonares

El mismo tipo de análisis se aplicó al grupo con restricción pulmonar, donde se consideraron los parámetros TLC_{EVC} y TLC_{IVC} . Se constató la misma tendencia de resultados porque la distribución de los individuos por los grados de gravedad de restricción pulmonar ha sido distinta, en función del tipo de maniobra de VC realizada. Una de las posibles explicaciones para la clasificación de más individuos con restricción ligera por TLCEVC en comparación con TLCIVC puede ser una mayor facilidad para movilizar un VRE mayor que VRI, por parte de los individuos.

Esta investigación evidenció la existencia de asociaciones estadísticamente significativas entre el $FEV_1\%$, $FRC\%$ y $RV\%$ con las diferencias entre EVC y IVC (EVC-IVC). Analizando la dirección de estas asociaciones se ha verificado que las diferencias entre los dos tipos de maniobras son superiores en individuos con $FEV_1\%$ superiores y en individuos con $FRC\%$ y $RV\%$ inferiores. A pesar que los valores de los coeficientes de correlación fueran de intensidad flaca o moderada, el hecho de existir significado estadístico en tres de las cuatro relaciones analizadas hace que estas asociaciones sean valorables por los autores. Bencowitz¹³ también estudió las relaciones entre el FEV_1 y la RV/TLC y las diferencias entre la EVC y la IVC, a pesar de que los coeficientes de correlación obtenidos no adquirieran importancia estadística.

El estudio de Chhabra¹⁵ que incluyó sesenta individuos asmáticos y veinte individuos sin patología respiratoria, verificó en ambos grupos, una relación FEV_1/IVC inferior a la relación FEV_1/EVC . El autor clasificó como no valorables las diferencias entre EVC y IVC, dejando por analizar la repercusión de la utilización de cada una de las relaciones en la clasificación de los individuos como obstructivos y no obstructivos.

En la presente investigación la relación FEV_1/EVC determinó la presencia de obstrucción de las vías aéreas en 44,8% de los individuos y la relación FEV_1/IVC en 39,4%, lo que significa que la EVC fue un

denominador superior a la IVC, permitiendo una mayor capacidad de detección de esta alteración ventilatoria. Considerando lo anteriormente mencionado con relación a la movilización de mayor volumen a través de la IVC en sujetos con obstrucción, sería expectable que la relación que presentase una mayor capacidad de detección de obstrucción fuera la FEV_1/IVC . Los autores justifican este resultado por el hecho de que la EVC es superior a la IVC en la obstrucción ligera y moderada de las vías aéreas, lo que origina una relación FEV_1/EVC inferior a la FEV_1/IVC . Cuanto a los grupos con obstrucción grave y muy grave, como se obtiene un FEV_1 bajo, las relaciones disminuyen al reducirse el numerador. Como tal, ambas relaciones detectaron la presencia de obstrucción de las vías aéreas en estos grados de gravedad.

Conclusiones

Los resultados conseguidos por la presente investigación alertan que la EVC y la IVC no deben asumirse como maniobras superponibles debido a las diferencias de volumen obtenidas en cada una de ellas, o que condiciona la interpretación de las pruebas funcionales respiratorias. El uso de EVC o IVC promueve resultados distintos relativamente a la caracterización de los volúmenes pulmonares (*air trapping* e hiperinsuflación pulmonar) y también promueve variaciones en la clasificación del grado de severidad de la restricción pulmonar.

A la vista de los resultados obtenidos, se sugiere realizar el EVC en individuos con restricción pulmonar, porque la TLC_{EVC} permite una clasificación más segura del grado de severidad del cambio ventilatorio.

Los autores sugieren utilizar la EVC en individuos con patrón ventilatorio normal, obstrucción de las vías aéreas ligera y moderada. La maniobra espiratoria reveló una mayor capacidad de movilizar el aire promoviendo así una mayor detección de la presencia de obstrucción de las vías aéreas. Debido a las particularidades del comportamiento del sistema respiratorio en la presencia de obstrucción de las vías aéreas de mayor gravedad, la IVC tiene una mayor capacidad de movilización de aire en estas circunstancias por lo cual, en estos sujetos, se sugiere que la determinación de la VC sea realizada recurriendo a esta maniobra.

**No hubo apoyo financiero para el desarrollo de esta investigación.
Ninguno de los autores tiene conflictos de intereses para declarar.**

Referencias

1. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26: 319-38.
2. Barros R, Pires M, Raposo N. Importância da capacidade vital lenta na detecção de obstrução das vias aéreas. *J Bras Pneumol*. 2013; 39(30): 317-22.
3. Hutchison D, Barter C, Martelli N. Errors in the measurement of vital capacity - A comparison of three methods in normal subjects and in patients with pulmonary emphysema. *Thorax*. 1973; 28: 584-87.
4. Brusasco V, Pellegrino R, Rodarte JR. Vital capacities in acute and chronic airway obstruction: dependence on flow and volume histories. *Eur Respir J*. 1997; 10: 1316-20.
5. Sircar S. Principles of Medical Physiology, 2nd edition. Georg Thieme Verlag; 2008.
6. Barreto S. Volumes pulmonares. *J Pneumol*. 2002; 28(Suppl): 3.
7. Mottram C. Ruppel's Manual of Pulmonary Function Testing, 11th Edition. Elsevier; 2018.
8. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005; 26: 948-68.
9. Allen SC, Charlton C, Backen W, Warwick-Sanders M, Yeung P. Performing SVC in older people with and without cognitive impairment. *Age and Ageing*. 2010; 39: 588-91.
10. Wanger J, Clausen JL, Coates A et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005; 26: 511-22.
11. Quanjer H, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Preslin R, Yernault J-C. Lung volumes and forced ventilatory flows: Report working Party - Standardization of lung function tests - European Community for Steel and Coal - Official Statement of the European Society. *Eur Respir J*. 1993; 6: 5-40.
12. Pakhale S, Bshouty Z, Marras T. Comparison of per cent predicted and percentile values for pulmonary function test interpretation. *Can Respir J*. 2009; 16(6): 189-93.
13. Bencowitz H. Inspiratory and expiratory vital capacity. *Chest*. 1984; 85: 834-5.
14. Lutfi M. Vital capacity derived spirometric measurements. *Sudan Med J*. 2012; 48(2): 86-100.
15. Chhabra S. Forced vital capacity, slow vital capacity, or inspiratory vital capacity: which is the best measure of vital capacity? *J Asthma*. 1998; 35(4): 361-5.