

DISMINUCIÓN DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA BASAL Y DE ESFUERZO TRAS EXÉRESIS PULMONAR POR CARCINOMA BRONCOGÉNICO

F. Márquez Varela*, M. Congregado Loscertales**, V. Martínez Puente*, R. Vahí-Maqueda*, R. Jiménez Merchán** y J. Loscertales Abril.

Servicios de Neumología* y Cirugía de Tórax**. H.U. Virgen Macarena. Sevilla.

RESUMEN

OBJETIVO: Valoración de la repercusión de la exéresis pulmonar (lobectomía y neumonectomía) por carcinoma broncogénico en la función pulmonar (basal y de esfuerzo) y la recuperación a lo largo del tiempo.

MÉTODO: A cincuenta y ocho pacientes divididos en dos grupos: neumonectomía (grupo N) 19 pacientes de 60 ± 9 años de media (rango entre 43 y 71) y lobectomía (grupo L) 39 pacientes de 57 ± 9 años de media (rango entre 35 y 73), se les realizó pruebas funcionales respiratorias y test de esfuerzo en el preoperatorio, a los cuatro y doce meses respectivamente.

RESULTADOS: En el grupo N la capacidad vital (FVC), el FEV₁, los volúmenes pulmonares (CRF y TLC), la difusión pulmonar (D_{Lco}), el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) y la potencia máxima, descienden significativamente en la revisión 1ª después de la intervención (4º mes), sin apreciar recuperación alguna a lo largo del tiempo. En el grupo L se aprecia igualmente una disminución de los parámetros funcionales basales (FVC-FEV1-CRF y TLC), sin objetivarse disminución significativa en la D_{Lco} ni en el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}).

En comparación con el preoperatorio la disminución en los parámetros funcionales a los doce meses fue para el grupo N: FVC (-31%), FEV1 (-28%), CRF (-25%), TLC (-27%), D_{Lco} (-31%), VO_{2max} (-20%), W (-27%). Para el grupo L: FVC

DECREASE OF BASAL AND EXERCISE RESPIRATORY FUNCTION AFTER PULMONARY EXERESIS CAUSED BY BRONCHEGENIC CARCINOMA

SUMMARY

OBJECTIVE: To evaluate the effect of pulmonary exeresis (lobectomy and pneumonectomy) caused by bronchogenic carcinoma on pulmonary function and its recuperation over time.

METHODOLOGY: A series of 58 patients were divided into 2 groups: pneumonectomy (group N) with 19 patients whose average age was 60 ± 9 years (range between 43 and 71 years) and lobectomy (group L) with 39 patients whose average age was 57 ± 9 years (range between 35 and 73 years). Pulmonary function testing and exercise testing were performed at pre-op. and at 4 and 12 months respectively.

RESULTS: In group N, vital capacity (FVC) FEV₁, pulmonary volumes (CRF and TLC), pulmonary diffusion (DLco) and maximum oxygen consumption VO_{2max} decreased significantly in the first check-up after surgery (4th month) without noticing recuperation at all over time. In group L, a reduction in basal functional parameters (FVC, FEV, CRF and TLC) and pulmonary diffusion (DLco) was equally noticeable but not in the maximum consumption of oxygen (VO_{2max}).

In comparison with the pre-op., the reduction in the functional parameters at 12 months was for

NEUMOSUR 2001; 13, 2: 127-137

Correspondencia:
Dr. F. Márquez Varela.
Virgen de la Cinta 7-9, 2º C.
(41011 Sevilla).

(-11%), FEV₁ (-16%), CRF (-19%), TLC (-15%) y DLco (-8%). No hubo cambios en el VO_{2max} en este grupo.

La ventilación máxima (VE) disminuyó significativamente en el grupo N (-27%) y también aunque de forma poco significativa en el grupo L (-14%), siempre adoptando el mismo patrón ventilatorio (disminución del VT, manteniendo la relación VT/FVC)

En el grupo N, la reserva cardíaca aumentó de forma significativa manteniéndose sin cambios el pulso de oxígeno (O₂P); en el grupo L, la frecuencia cardíaca máxima (FrCM) aumentó de forma no significativa, al igual que el O₂P.

La reserva respiratoria (RR) estaba considerablemente disminuida en el grupo N ya en el preoperatorio sin observarse cambios a lo largo del seguimiento.

CONCLUSIONES: Los resultados sugieren que hay diferencias en la recuperación de la función respiratoria según el tipo de exéresis realizado (lobectomía o neumonectomía), infraestimándose ésta si únicamente se tiene en consideración los parámetros funcionales convencionales y no los de esfuerzo.

Palabras claves:

- Carcinoma broncogénico.
- Resección pulmonar.

group N was: FVC (-31%), FEV₁ (-28%), CRF (-25%), TLC (-27%), DLco (-31%) and VO_{2max} (-20%). For group L, it was: FVC (-11%), FEV₁ (-16%), CRF (-19%), TLC (-15%) and DLco (-8%). There were no changes in VO_{2max} in this group.

Maximum ventilation (VE) decreased significantly in group N (-27%) as was the case with group L (-14%), although not significantly, but always adopting the same ventilation pattern (decrease of VT, maintaining the VT/FVC relationship).

In group N, cardiac reserve increase significantly, maintaining the oxygen (O₂P) pulse with no changes. The maximum cardiac frequency (FrCM) increased insignificantly in group L, and the same was true for O₂P. Respiratory reserve (RR) was already considerably diminished in group N in the pre-op while no changes were observed throughout the follow-up.

CONCLUSIONS: The results suggest that there are differences in the recuperation of pulmonary function according to the type of exeresis performed (lobectomy or pneumonectomy). This aspect is under-evaluating if only conventional functional parameters are taken into account rather than exercise testing

Key words:

- Broncogenic carcinoma.
- Pulmonary resection.

INTRODUCCIÓN

Desde finales de la década pasada, el carcinoma broncogénico (CB) es el tumor que se diagnostica con mayor frecuencia en el mundo, estimándose que para el año 2000 habrá 2.000.000 de casos anuales. Aunque en los últimos años se ha observado una disminución en la tasa de mortalidad por CB en varones de menos de 55 años, la mortalidad en mujeres y varones de más de 70 años ha aumentado casi cuatro veces desde 1970, reflejando el aumento progresivo en el consumo de tabaco en el sexo femenino¹.

Su pronóstico es malo, con una supervivencia global a los cinco años inferior al 13%, aun cuando esta varía en función del estadio evolutivo, de tal manera que cuando la enfermedad es diagnosticada en estadio I o II y se realiza exéresis quirúrgica se consiguen supervivencias a los cinco años cercanas al 70% y 50% respectivamente.

Los pacientes con CB a los que se les realiza exéresis quirúrgica, son o han sido fumadores y a menudo

padecen concomitantemente enfermedades cardiorespiratorias que aumentan las potenciales complicaciones postoperatorias; es esencial por tanto una valoración funcional de su reserva cardiopulmonar y a ser posible, una predicción de la misma a lo largo del tiempo.

La valoración funcional preoperatoria ha experimentado recientemente alguna variación, pues a la medición de los parámetros de las pruebas funcionales basales (FVC, FEV₁ y DLco) se ha añadido el test de esfuerzo con determinación de la captación máxima de oxígeno medido por el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) preoperatorio y predictivo mediante la gammagrafía pulmonar de perfusión.

Varios estudios han demostrado escasa repercusión en la función pulmonar cuando la exéresis es inferior a un lóbulo, pues aunque se observa una pérdida inmediata, hay una recuperación posterior. Las exéresis mayores (neumonectomías), sí causan considerable déficit funcional que se mantiene además permanentemente^{2,3}.

Los parámetros derivados del test de esfuerzo han sido analizados menos frecuentemente^{4,5} y en todos se

han encontrado una falta de correlación con las pruebas funcionales respiratorias de reposo

Nos proponemos con este estudio evaluar la repercusión de la exéresis pulmonar por CB sobre las pruebas funcionales respiratorias basales y de esfuerzo a corto y largo plazo en pacientes intervenidos por CB.

MATERIAL Y MÉTODO

Durante el período comprendido entre enero de 1996 y junio de 1998 se han explorado consecutivamente 146 pacientes tributarios de cirugía de exéresis por CB excluyéndose aquellos que por distintas causas no podían realizar una prueba de esfuerzo. No se incluyeron tampoco aquellos que no tenían una prueba documentada de tratarse de una lesión maligna. A los pacientes con $FEV_1 < 2.0L$ se les solicitó además una gammagrafía pulmonar de perfusión.

Método de estudio

Se ha seguido el mismo protocolo de estudio de Larsen et al⁶. A los pacientes se les hizo una curva de espiración forzada (FEV_1 , FVC y FEF_{25-75}) mediante neumotacógrafo Collins (GS/PLUS) Warren E. Collins Inc. 1990, cuantificación de volúmenes pulmonares estáticos mediante pletismografía (Collins/BP) y gases arteriales en reposo (CIBA-CORNING). Todos los parámetros eran expresados tanto en valores absolutos como en porcentaje de su valor de referencia. Se siguieron las recomendaciones de la SEPAR⁽⁷⁾ (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica) por parte de todo el personal técnico.

La prueba de esfuerzo integrada cardiorespiratoria consistió en una prueba de esfuerzo máximo en rampa ($10-20 W \cdot \text{min}^{-1}$) mediante cicloergómetro Collins (CPX-PLUS) Warren E Collins Inc. 1990 con cuantificación de los siguientes parámetros: potencia alcanzada (W), consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{max}}$) en $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$ en condiciones STPD, producción de carbónico (VCO_2) en $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$ en condiciones STPD, ventilación máxima alcanzada (VE) en L en condiciones BTPS, frecuencia cardíaca (FrC) $\text{latidos} \cdot \text{min}^{-1}$, frecuencia respiratoria (FrR) $\text{respiraciones} \cdot \text{min}^{-1}$ y saturación transcutánea mediante pulsioxímetro Criticare Systems Inc. 504/US. Todos los pacientes eran monitorizados con tres derivaciones, obteniéndose copia en papel en el esfuerzo máximo o si se producían eventos durante la prueba. El umbral de anaerobiosis era determinado mediante el método "V- slope". Todos los datos eran automáticamente analizados respiración a respiración, promediando cada ocho respiraciones. Tanto el neumotacógrafo como los analizadores eran calibrados antes

de cada prueba mediante jeringa de 3.0L (Collins Mod. No. 021156) y mezcla de gases a dos puntos: cero (20,95% de O_2 y 0% de CO_2) y punto alto (5% CO_2 y 15% de O_2)

A los pacientes se les indicaba realizasen su máximo esfuerzo hasta su agotamiento sin antes no se interrumpía la exploración por el técnico, siguiendo una serie de criterios previamente establecidos: dolor torácico, cifras tensionales elevadas, alteraciones electrocardiográficas importantes o disminución de la $SpO_2 < 80\%$; igualmente señalaban en una escala de Borg el grado de disnea y molestias en las piernas.

Tras su alta hospitalaria, en un periodo comprendido entre tres y cinco meses por primera vez y posterior a seis meses por segunda vez, les fue repetida la exploración de idéntica forma.

No pudieron ser reevaluados 88 pacientes por los motivos siguientes: 9 fallecieron antes de la primera o segunda exploración, el resto no pudieron completar la prueba por exacerbación de su enfermedad o porque les fue imposible acudir a nuestro centro hospitalario ya que muchos proceden de provincias distintas. Tampoco se les repitió la exploración a los que se trataron con radioterapia postexéresis ya que pensamos es causa per se de disminución de la función pulmonar.

Análisis estadístico

Las comparaciones de todas las variables entre los grupos N y L se realizaron con el test de la t de Student. Para cada grupo los cambios de cada variable a lo largo del tiempo (preoperatorio, revisión 1ª y revisión 2ª) se analizaron por análisis de la varianza (ANOVA) para valorar el efecto tiempo, y para la comparación entre dos puntos: (preoperatorio-revisión 1ª, revisión 1ª-revisión 2ª y preoperatorio-revisión 2ª) un test de comparación múltiple (HDS Tukey). El nivel de significación fue de $p < 0,05$.

Se utilizó un paquete comercial para la realización de los test estadísticos (SPSS versión 9,0 - español - junio 1998).

RESULTADOS

La serie final del estudio se limita a 58 pacientes a los que se les pudo repetir las pruebas funcionales basales y de esfuerzo a lo largo del tiempo indicado. No encontramos diferencias en el estudio funcional basal con el grupo excluido del estudio; no se pudieron comparar las pruebas de esfuerzo por carecer de las mismas muchos pacientes no seguidos.

Los 58 pacientes se dividieron en dos grupos: grupo N 19 pacientes, de 60 ± 9 años de edad media (rango

entre 43 y 71 años) con FEV₁ 1,97 ± 0,84 L. Grupo L 39 pacientes, de 57±9 años de edad media (rango entre 35 y 73 años) con FEV₁ 2,17±0,66 L. El promedio era comparable en ambos grupos.

En la tabla 1 se muestran comparativamente el promedio de edad, distribución de sexo y valores de la exploración funcional basal.

Se realizaron 12 neumonectomías izquierdas y 7 derechas. En el grupo L el número medio de segmentos resecaos fue de 3,41±1,39, incluyendo 13 lobectomías superiores derechas, 13 superiores izquierdas, 8 lobectomías medias, 3 inferiores izquierdas y 2 bilobectomías.

La revisión primera (1ªR) se realizó a los 4,41±0,68 meses y la revisión segunda (2ªR) a los 12,31±3,62 meses.

TABLA 1

DATOS PREOPERATORIOS DE LOS PACIENTES			
	Neumonectomías (N = 19)	Lobectomías (N = 39)	Valor p
Edad (años)	60±8,96	57±9,58	NS
FVC L	2,8±1,04	2,9±0,67	NS
%	8	89	NS
FEV ₁ L	1,97±0,84	2,17±0,66	NS
%	70	79	NS
FEV/FVC	70	71	NS
Sexo (M/F)	17/2	34/5	NS

Repercusión de la exeresis pulmonar en las pruebas funcionales basales

Los valores espirométricos pre y postoperatorios (FVC y FEV₁), volúmenes pulmonares (CRF y TLC) y difusión (Dco) se muestran en la tabla 2 y figura 1.

En el grupo N, la FVC y FEV₁ descienden significativamente en la (1ªR) recuperando sólo la FVC en la (2ªR), aunque de forma no significativa. La disminución total fue del 31,05±16,87% para la FVC y 28,05±21,90% para el FEV₁

TABLA 2

DATOS DE LA PFR PREOPERATORIAS, 1ªR, 2ªR Y PORCENTAJE DE LA DISMINUCIÓN (Ñ%)					
	Grupo	Preop	1ªR	2ªR	V%
Edad	N	60±8,96			
	L	57±9,58			
FVC L	N	2,8±1,04	1,8±0,45*	1,9±0,53	-31,05±16,87
	L	2,9±0,67	2,5±0,56*	2,5±0,63	-11,39±13,39
%	N	81%	54%	54%	
	L	89%	78%	79%-	
FEV ₁ L	N	1,97±0,84	1,32±0,28*	1,34±0,43	-28,05±21,90
	L	2,17±0,66	1,80±0,58*	1,77±0,58	-16,64±13,41
%	N	70%	48%	49%	
	L	79%	66%	66%	
CRF L	N	3,48±1,06	2,44±0,64*	2,40±0,82	-25,79±24,13
	L	3,86±1,17	3,16±0,97*	3,06±0,95	-19,01±15,91
%	N	110%	82,5%	80%	
	L	131%	109%	105%	
TLC L%	N	5,75±1,41	4,09±0,83*	4,10±0,92	-27,62±13,47
	L	6,28±1,43	5,24±1,01*	5,22±1,12	-15,35±13,63
%	N	103%	74%	74%	
	L	118%	100%	99%	
Dlco ml·min ⁻¹ ·mmHg ⁻¹	N	23,47±8,27	15,86±5,84*	15,33±5,93	-31,48±17,93
	L	24,37±5,73	21,44±5,63	22,04±5,76	-8,15±20,36
%	N	90%	61%	59%	
	L	103%	91%	93%	

Valores expresados como medias±SD y % de su valor referencia. N: neumonectomía; L: lobectomía; FVC: capacidad vital forzada; FEV₁: volumen máximo en 1º segundo; CRF: capacidad residual funcional; TLC: capacidad pulmonar total; Dco: capacidad de difusión al CO.

* p<0,05 comparado con el grupo previo.

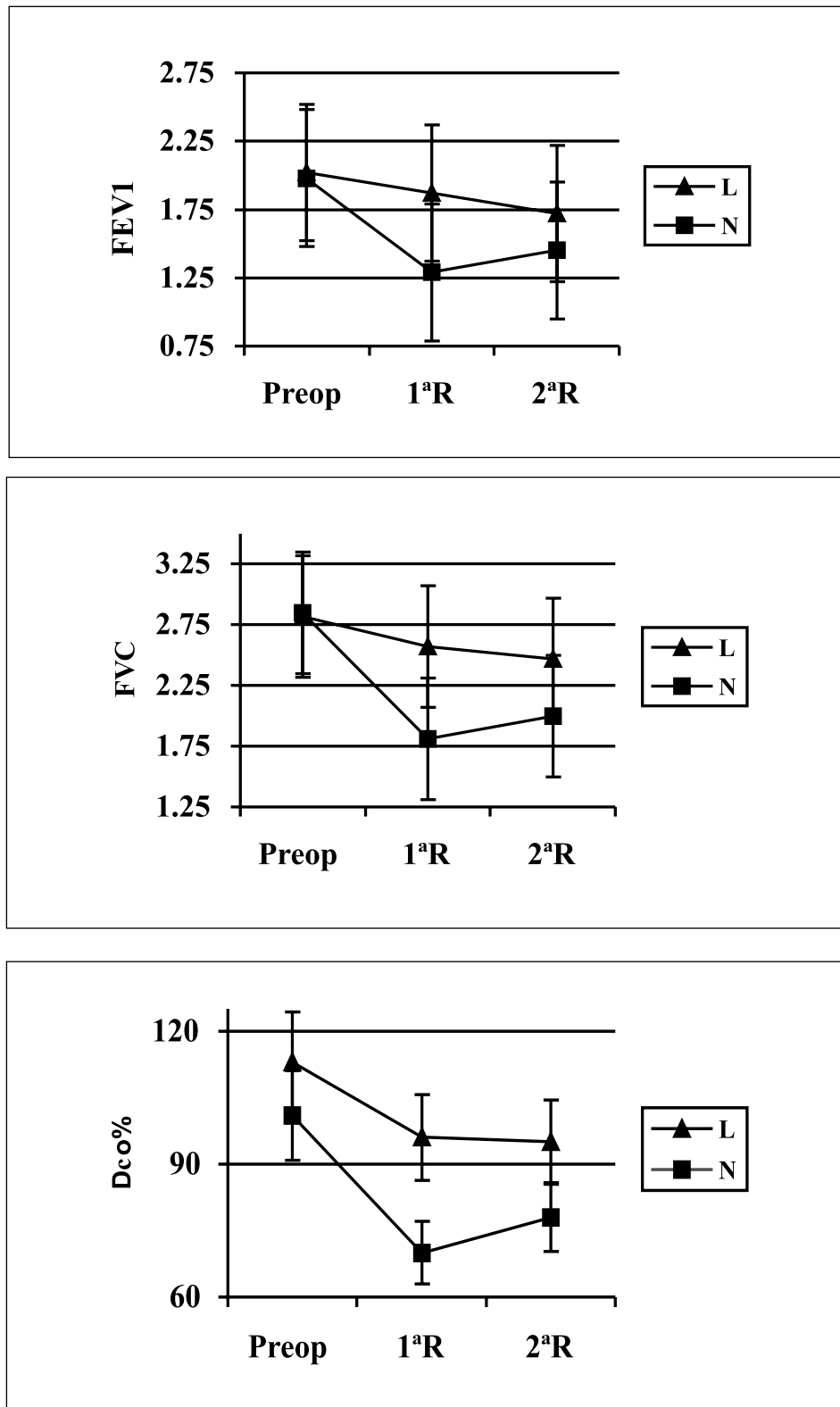


Fig.1. Volúmenes y D_{LCO} , previa, 1ªR y 2ªR tras exéresis.
FVC: capacidad vital forzada; FEV₁: volumen espirado 1er segundo; D_{LCO} : difusión pulmonar al CO.

En el grupo L, la FVC y el FEV₁ descienden significativamente en la 1ªR, permaneciendo el descenso en la 2ªR. La disminución total fue de 11,39±13% para la FVC y 16,64±13% para el FEV₁ (significativamente inferior al grupo N)

Los volúmenes pulmonares descienden también de manera significativa, así en el grupo N, la disminución de la CRF y TLC fueron 25 y 27%, sin observar recuperación en la 2ªR. En el grupo L, la disminución fue igualmente significativa entre la determinación preoperatoria y la 1ªR (CRF -9%) y (TLC -15%) sin tampoco observar cambios entre la 1ªR y 2ªR.

La D_{Lco} disminuyó de forma significativa en el grupo N (D_{Lco} -31%) manteniendo sin recuperar, no siendo significativa la disminución en el grupo L (D_{Lco} -8%).

Repercusión de la exéresis pulmonar en la respuesta al esfuerzo

Los valores pre y postoperatorios de la prueba de esfuerzo se muestran en la tabla 3 y figura 2.

En el grupo N, el consumo de oxígeno (VO_{2max}) y la potencia máxima (W) disminuyen significativamente a los cuatro meses (VO_{2max} -20,7±9%) (W -27,14±18%) manteniéndose sin cambios a los 12 meses. No se observó diferencias en el comportamiento al esfuerzo cuando

se compararon los pacientes con menor grado de obstrucción (FEV₁ ≥ 2L) con los de menor grado de obstrucción (FEV₁ ≤ 2L).

En el grupo L sin embargo, no hubo disminución del VO_{2max} en el postoperatorio ni a los 4 ni 12 meses (en este aún era algo superior al basal, aunque de forma no significativa).

En el resto de las variables de la prueba, la ventilación máxima alcanzada (VE) disminuyó considerablemente en el grupo N (VE -27%), y también aunque de forma poco significativa en el grupo L (-14%), siempre adoptando el mismo patrón ventilatorio que fue disminuir el volumen tidal (VT), manteniendo la relación VT/FVC.

En el grupo N, la reserva cardíaca aumentó de forma significativa (p 0,016), manteniéndose sin cambios el pulso de oxígeno (O₂P).

En el grupo L la FrCM aumentó de forma no significativa, aumentado ligeramente el O₂P.

Todos los pacientes realizan un esfuerzo máximo según se deduce tanto de la ventilación máxima alcanzada y la frecuencia cardíaca máxima, como de la valoración subjetiva de la intensidad del esfuerzo, no mostrándose variabilidad significativa intraindividual a lo largo del tiempo (todos los valores en la escala de Borg fueron similares).

TABLA 3

DATOS DE LAS PRUEBAS DE ESFUERZO PREOPERATORIAS, 1ªR Y 2ªR Y PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN (Ñ%)					
	Grupo	Preop	1ªR	2ªR	Ñ%
VO ₂	N	1,35±0,50	1,05±0,31	1,07±0,30	-20,70±9,96
L.min ⁻¹	L	1,34±0,38	*1,28±0,33	1,35±0,35	+1,5±13
%	N	67%	54%	55%	
	L	71%	66%	71%	
VO ₂ /kg	N	19,29±5,11	14,96±2,82*	15,76±4,10	-20,69±9,86
ml/kg	L	19,32±5,65	18,09±4,33	19,86±4,89	+0,5±11
W	N	122,2±32,65	84±16,78*	87,08±33,78	-27,14±18,85
Wattios	L	117,9±35,61	103±35,43	105,86±37,98	-11,17±22,11
%	N	82%	56%	57%	
	L	85%	75%	77%	
RR	N	16,94±13,19	14,68±13,09	14,79±13	-9,34±9
L.min ⁻¹	L	25,22±17,28	24,25±19,15	23,38±19,89	-7,6±7
VE	N	57,04±20,82	38,88±7,83*	39,67±10,42	-27,23±15,60
L.min ⁻¹	L	54,37±14,46	46,10±13,16	43,21±11,96	-14,29±15,91
%	N	83%	84%	84%	
	L	75%	75%	76%	
FrCM	N	143±13,85	130±17,66*	132±17,44	-7,30±11,98
Spm	L	145±19,72	135±23,02*	137±18,48	-6,26±12,98
%	N	90%	81%	83%	
	L	89%	83%	85%	

Valores expresados como medias±SD y % de su valor referencia. N: neumonectomía; L: lobectomía; VO₂: consumo máximo de oxígeno; VO₂/kg: consumo máximo de oxígeno/kilogramos de peso; W: potencia máxima alcanzada en wattios; RR: reserva respiratoria; VE: ventilación máxima alcanzada; FrCM frecuencia cardíaca máxima.

* p<0,05 comparado con el grupo previo.

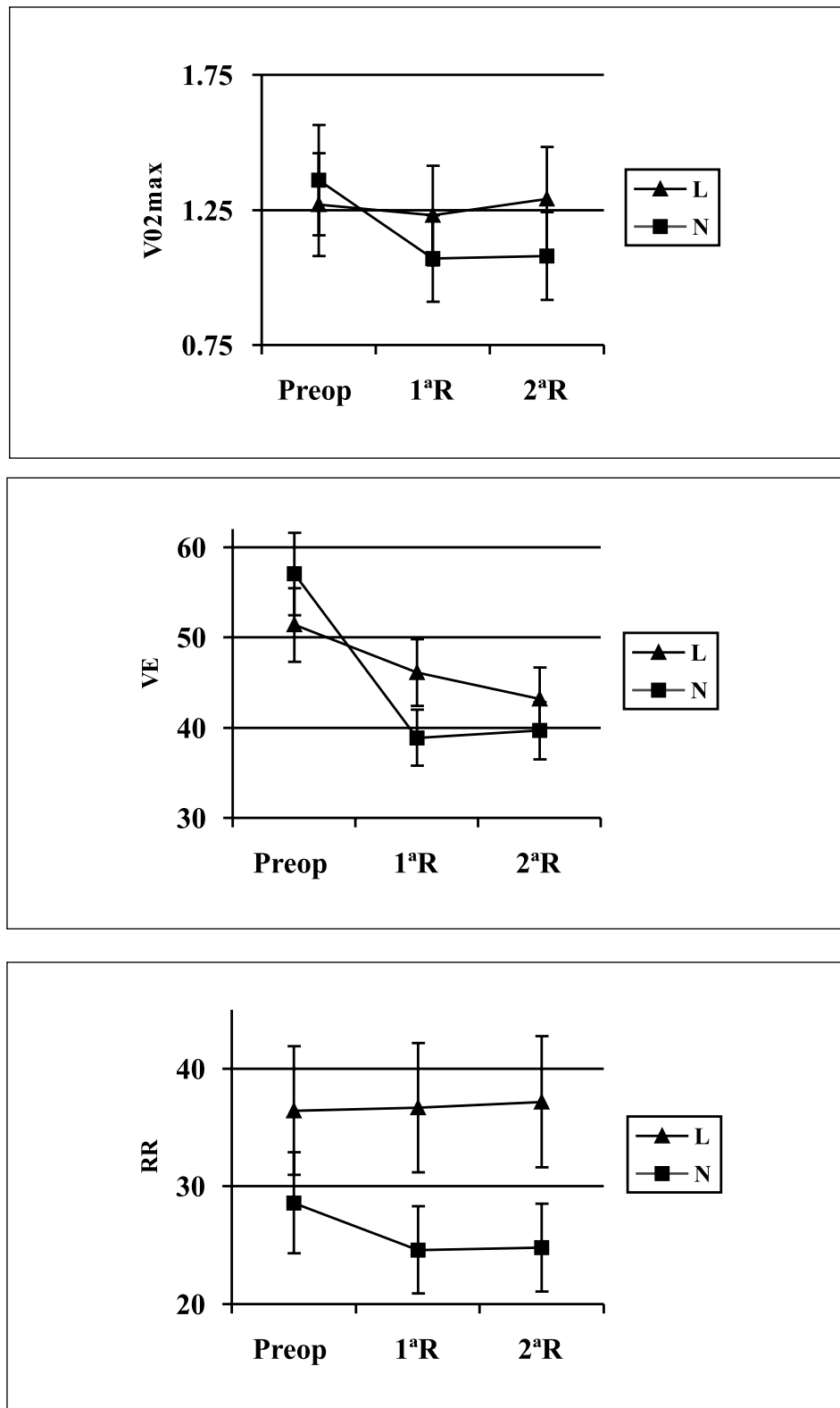


Fig. 2. Parámetros de la prueba de esfuerzo previa, 1ªR y 2ªR tras exéresis.
VO_{2max}: consumo máximo de oxígeno. VE: ventilación máxima en esfuerzo. RR: reserva respiratoria.

No se analizaron las posibles influencias de los distintos tratamientos médicos, aunque a todos los pacientes se les sometió a un tratamiento de rehabilitación en el postoperatorio.

DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio, al igual que los que figuran en la literatura^{2,8,9,10} muestran que las secuelas funcionales de la exéresis pulmonar dependen de variables tales como la cantidad de parénquima reseca y el tiempo de evolución; encontramos sin embargo algunas diferencias. En comparación al trabajo de Bolliger et al¹¹, nuestros pacientes constituyen un grupo más homogéneo ya que sólo fueron intervenidos de CB, igual que sucede con el trabajo de Nezu et al¹². Como primera revisión se consideró entre el 3º y 4º mes, pues antes parece prematuro ya que las secuelas inmediatas al postoperatorio impedirían obtener resultados fiables (en esto existe coincidencia con todos los trabajos previos^{2,9,10,11,12}) sin embargo, intencionadamente retrasamos hasta los 12 meses la 2ªR, aun a riesgo de perder un gran número de pacientes (42% de los pacientes no pudieron ser reevaluados), ya que consideramos que hasta este tiempo no es seguro que no se vayan a producir cambios en la función respiratoria¹³ y en esto, nuestros resultados aportan datos no considerados en las revisiones realizadas.

La disminución de los parámetros de las pruebas funcionales convencionales (FVC y FEV₁) son muy similares a las de Ali et al^{2,10}, Bolliger¹¹ y Nezu¹² en el grupo de L no apreciando nosotros esa caída inicial con recuperación parcial posterior que atribuimos a la diferencia cronológica en los estudios.

En el grupo de N los resultados son muy similares.

Los parámetros de la prueba de esfuerzo han sido analizados menos frecuentemente; a pesar de ello, cuando se han establecido cálculos estimativos de complicaciones postoperatorias, no sólo de cardiorespiratorias sino generales, la única variable con valor predictivo ha sido el VO_{2max}^{14,15,16,17,18} no existiendo relación entre la disminución del VO_{2max} y el número de segmentos resecaos.

Nuestros resultados muestran una disminución del VO_{2max} en el grupo N de un 20.70%, mientras que en el grupo L prácticamente no se modificó. Estos resultados son claramente distintos del grupo de Pelletier et al⁽⁵⁾ aunque existe una sustancial diferencia en el tiempo de estudio (73 días y 62 en los grupos L y N respectivamente), muy similares a los de Bolliger et al¹¹ quienes también encuentran una disminución en el VO_{2max} de un 20% en el grupo N sin encontrar disminución en el grupo L, si bien, al igual que existe en las

pruebas funcionales, observan una caída inicial con recuperación posterior que nosotros no encontramos.

En comparación al trabajo de Nezu et al¹² su promedio de disminución del VO_{2max} en el grupo N del 28,1% es algo superior al de Bolliger et al¹¹ y a los nuestros, con una diferencia apreciable en el grupo L (disminución del 13% a los seis meses) siendo mayor la disminución en el grupo más obstruido.

Cuando analizamos las causas de la disminución del VO_{2max} hemos de considerar la incidencia de múltiples factores como son: disminución de la ventilación alveolar y de la superficie capilar, del gasto cardíaco, y de otros factores como la falta de entrenamiento, fatiga muscular, arteriopatía de las extremidades, etc.

Inciden igualmente la subjetividad del paciente en la sensación de disnea, disconfort o dolor en las extremidades^{19,20}.

En el grupo N, donde únicamente se objetivó una disminución significativa de la VO_{2max}, pensamos que la causa fundamental es la limitación respiratoria que conlleva la disminución de la ventilación máxima alcanzada (VE (27%) manteniendo al final del ejercicio una relación VT/FVC constante (p=0,84).

La mayoría de los pacientes a los que se les realizó neumectomía, 12 de 19 (63%) agotaban su reserva respiratoria al finalizar la prueba de esfuerzo preoperatoria, es decir, el factor limitante era claramente de origen respiratorio (LR); estos pacientes estaban ligeramente más obstruidos aunque el FEV₁ no alcanzaba significación.

Cinco pacientes cuyo factor limitante era de causa no respiratoria (LNR), tras la neumectomía pasaron al grupo LR, los dos restantes no reunían criterios de completar realmente la prueba de esfuerzo. Todos los pacientes del grupo LR referían disnea máxima en la escala de Borg al finalizar la prueba.

En este grupo se mantiene inalterado el pulso de oxígeno (O₂P) y, aunque la D_Lco disminuye, no lo hace la relación D/VA por lo que es poco probable que la disminución del lecho vascular predomine en la disminución del VO_{2max}.

En el grupo L se observa una disminución no significativa del VO_{2max} en la primera revisión con recuperación a los valores iniciales posteriormente; en este grupo también se objetivó una disminución de la VE pero eran pacientes con una reserva respiratoria claramente superior; la proporción de pacientes con LNR era del 65% y sólo dos pasaron al grupo LR después de la intervención. No hubo cambios en la D_Lco ni tampoco en el O₂P ni patrón ventilatorio.

En resumen, de los resultados obtenidos se deduce que la neumectomía conlleva una disminución considerable y mantenida de la función pulmonar pero con notables diferencias entre los parámetros funcionales basales y de esfuerzo, de tal forma que la disminución

superior a un 30% en la FVC y D_{LCO} no se corresponde con la disminución de solo un 20% en el VO_{2max} ; igual sucede con la lobectomía en que tras una ligera disminución no significativa del VO_{2max} se recupera a los valores iniciales.

El conocimiento de estos cambios funcionales son de una importancia considerable en la predicción y valoración de los pacientes sometidos a exéresis pulmonar, no debiendo hacerse únicamente con los parámetros de las pruebas basales ya que estos sobrestimarían el deterioro funcional.

BIBLIOGRAFÍA

- Bailar JC, Gornik HL. Cancer undefeated. *N Engl J Med* 1997; 336:1569-74.
- Ali MK, Mountain CF, Ewer MS, Johnstaon D, Haynie TP. Predicting loos of pulmonary function after pulmonary resection for bronchogenic carcinoma *Chest* 1980; 77: 337-342.
- Boynsen PG, Harris JO, Block AJ, Olsen GN. Prospective evaluation for pneumonectomy using perfusion scanning. *Chest* 1981; 80: 163-166.
- Van Mieghem W, Demetds M. Cardiopulmonary function after lobectomy or pneumonectomy for pulmonary neoplasm. *Respir Med* 1989; 83: 199-206.
- Pelletier C, Lapointe L, LeBlanc P. Effects of lung resection on pulmonary function and exercise capacity. *Thorax* 1990; 45: 497-502.
- Larsen KR, Svendsen UG, Milman N, Brenze J, Petersen BN. Exercise testing in the preoperative evaluation of patients with bronchogenic carcinoma. *Eur Respir J* 1997; 10: 1559-1565.
- Sanchís J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J. Recomendaciones SEPAR. En ediciones Doyma S.A. Madrid. SEPAR 1998.
- Boushy SF, Billig DM, North LB. Clinical course related to preoperative and postoperative pulmonary function in patients with bronchogenic carcinoma. *Chest* 1971; 59: 383-91.
- Berend N, Woolcock AJ, Marlin GE. Effects of lobectomy on lung function. *Thorax* 1980; 35: 145-50.
- Ali MK, Ewer MS, Atallah MR. Regional and overall pulmonary function changes in lung cancer *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86: 1-8.
- Bolliger CT, Jordan P, Soler M Stulz P, Tamm M, Wyser Ch, Gonon M, Perruchoud AP. Pulmonary function and exercise capacity after lung resection. *Eur Respir J* 1996; 9: 415-21.
- Nezu K, Kushibe K, Tojo T, Takahama M, Kitamura S. Recovery and limitation of exercise capacity after lung resection for lung cancer. *Chest* 1998; 113: 1511-16.
- Tamm M, Higgenbottam TW, Dennis CM, Sharples LD, Wallwork J. Donor and recipient predicted lung volume and lung size after heart-lung transplantation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 403-7.
- Nakagawa K, Nakahara K, Miyoshi S, Kawashima. Oxygen transport during incremental exercise load as a predictor of operative risk in lung cancer patients. *Chest* 1992; 101: 1369-1375.
- Colman NC, Schraufnagel DE, Rivington RN, Pardy RL. Exercise testing in evaluation of patients for lung resection. *Am Rev Respir Dis* 1982; 125: 604-606.
- Bolliger CT, Wyser C, Roser H, Soler M, Perruchoud AP. Lung scanning and exercise testing for the prediction of postoperative performance in lung-resection candidates at increased risk for complications. *Chest* 1995; 108: 341-348.
- Puente Maestu L, Rodriguez Hermosa JL, Ruiz de Oña JM, Santa-Cruz Seminiani A, Lucas Ramos P, García de Pedro J, Tatay Martí E. Valor de la estimación de la captación de oxígeno máxima postoperatoria en la predicción de insuficiencia cardiorespiratoria en el postoperatorio inmediato de cirugía de tórax. *Arch Bronconeumol* 1998; 34: 127-132.
- Bolliger CT, Perruchoud AP. Functional evaluation of the resection candidate. *Eur Respir J* 1998; 11: 198-212.
- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, Csaburi R. Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia Lea and Febiger 1994.
- Mieghem WV, Demetds M- Cardiopulmonary function after lobectomy or pneumonectomy for pulmonary neoplasm. *Respir Med* 1989; 83: 199-206.