

## ORIGINAL BREVE

## Análisis de las variaciones en la función respiratoria tras la utilización de dos sistemas de extricación

Marta Rasal Carnicer<sup>1</sup>, Laura Juguera Rodríguez<sup>2</sup>, Nuria Vela de Oro<sup>2</sup>, Ana Belén García Pérez<sup>1</sup>, Nuria Pérez Alonso<sup>2</sup>, Manuel Pardo Ríos<sup>3</sup>

**Objetivo.** El objetivo principal del estudio fue comparar el efecto en la función pulmonar de dos chalecos espinales (Kendrick Extrication Device® –KED– y Ferno-XT® –KED-XT–) entre sujetos voluntarios sanos.

**Material.** Ensayo clínico aleatorizado de un solo brazo cruzado que se llevó a cabo en 50 sujetos adultos voluntarios sanos. Se aplicó cada uno de los dispositivos, KED y KED-XT, durante 5 minutos con un periodo de descanso entre ellos de 10 minutos. Se realizó una espirometría basal y otra después de la aplicación de cada uno de los dispositivos en sedestación. Las variables de resultado principales fueron la diferencia absoluta de medias de la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) y el coeficiente FEV<sub>1</sub>/FVC entre el momento basal y tras la aplicación de los dispositivos KED y KED-XT.

**Resultados.** La aplicación de los dispositivos hizo disminuir de forma estadísticamente significativa respecto a la situación basal la FVC (diferencia de medias de FVC KED-XT = –0,48 l [IC95% –0,16 a –0,81 l]; p = 0,016 y diferencia de medias de FVC KED = –0,79 l [IC95% –0,44 a –1,13 l]; p < 0,001) y la FEV<sub>1</sub> (diferencia de medias de FEV<sub>1</sub> KED-XT = –0,35 l/s [IC95% –0,14 a –0,56 l/s]; p = 0,002 y diferencia de medias de FVC KED = –0,52 l/s [IC95% –0,31 a –0,72 l/s]; p < 0,001). El KED produjo una mayor disminución de la FVC que el KED-XT (diferencia de medias de FVC KED vs KED-XT = –0,30 l [IC95% –0,08 a –0,69 l]; p < 0,016).

**Conclusiones.** Los chalecos espinales producen una disminución de los parámetros de la función pulmonar. El dispositivo KED produjo una mayor disminución de la FVC, en comparación con el nuevo dispositivo KED-XT, posiblemente por el diseño de fijaciones oblicuas que no comprimen tanto el abdomen.

**Palabras clave:** Dispositivo de extricación de Kendrick. Ventilación pulmonar. Inmovilización espinal.

### Differences in lung function after the use of 2 extrication systems: a randomized crossover trial

**Objectives.** The main purpose of this study in healthy volunteers was to compare the lung function effects of 2 extrication devices that use spinal vests: the Kendrick Extrication Device (KED) and the Ferno KED-XT board.

**Material and methods.** Randomized crossover trial in 50 healthy adult volunteers. The subjects were placed in the KED and KED-XT devices for 5 minutes each and rested for 10 minutes between devices. Assignment to the first device was randomized. Each subject underwent spirometry at baseline and after placement of each device. The subjects were seated for all tests. The main outcome measures were the mean absolute differences between baseline and other measurements of forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 second (FEV<sub>1</sub>), and the FVC/FEV<sub>1</sub> ratio.

**Results.** Use of the devices led to statistically significant mean decreases from baseline FVC (KED-XT, –0.48 L; 95% CI, –0.16 to –0.81 L [P=.016] and KED, –0.79 L; 95% CI, –0.44 to –1.13 L [P<.001]) and from baseline FEV<sub>1</sub> (KED-XT, –0.35 L/s; 95% CI, –0.14 to –0.56 L/s [P=.002] and KED, –0.52 L/s; 95% CI, –0.31 to –0.72 L/s [P<.001]). The decrease in FVC was greater after use of the KED device (mean difference, KED vs KED-XT, –0.30 L; 95% CI, –0.08 to –0.69 L [P<.016]).

**Conclusions.** The use of spinal vests leads to decreases in lung function variables. The KED vest causes a greater decrease in FVC than the new KED-XT board, possibly because the crossed straps on the board compress the abdomen less.

**Keywords:** Kendrick extrication device. Pulmonary ventilation. Immobilization, spine.

### Introducción

La inmovilización de la columna vertebral ha sido cuestionada en el manejo del paciente politraumatizado, especialmente en aquellos con una baja sospecha lesión de medular<sup>1</sup>. La ausencia de consenso entre los protocolos (como Canadian C-Spine Rule<sup>2</sup> y The Natio-

nal Emergency X-Radiography Utilization Study –NE-XUS–)<sup>3</sup> para la toma de decisiones en la inmovilización de columna conlleva una gran variabilidad en el uso de los dispositivos de inmovilización<sup>4</sup> a pesar de las repercusiones legales que este hecho podría acarrear<sup>5</sup>. Uno de los dispositivos más utilizados en la extricación de los pacientes de vehículos es el chaleco espinal o dispo-

#### Filiación de los autores:

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud. Universidad Católica de Murcia (UCAM), Murcia, España.

<sup>2</sup>Facultad de Enfermería de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), Murcia, España.

<sup>3</sup>Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia. Universidad Católica de Murcia (UCAM). Murcia, España.

#### Contribución de los autores:

Todos los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

#### Autor para correspondencia:

Manuel Pardo Ríos  
Facultad de Ciencias de la Salud,  
Universidad Católica de Murcia.  
Campus de los Jerónimos, nº 135  
Guadalupe 30107, Murcia,  
España.

#### Correo electrónico:

mpardo@ucam.edu

#### Información del artículo:

Recibido: 18-5-2017

Aceptado: 2-1-2018

Online: 7-2-2018

#### Editor responsable:

Francisco Javier Martín-Sánchez,  
MD, PhD.

sitivo de extricación de Kendrick (Kendrick Extrication Device® –KED–). El KED es un dispositivo incómodo que limita la expansión torácica y provoca problemas de restricción respiratoria<sup>5,6</sup>. Existe un nuevo dispositivo KED, diseñado por Ferno®, denominado XT® (KED-XT). Este presenta cambios importantes en su diseño. A diferencia del antiguo KED, los anclajes de sujeción son en forma de “X” sin realizar presión en la zona abdominal.

La espirometría es la prueba funcional estandarizada para medir la función pulmonar. Esta permite conocer parámetros como la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) y el coeficiente FEV<sub>1</sub>/FVC<sup>7</sup>. Por otro lado, existen factores, como el aumento del índice de masa corporal (IMC), que tienen una influencia negativa en la distensibilidad pulmonar<sup>8,9</sup>. Por todo ello, el objetivo principal del estudio fue comparar el efecto en la función pulmonar de dos chalecos espinales (KED y KED-XT) entre sujetos voluntarios sanos. El objetivo secundario fue estudiar si el IMC era un factor de interacción en la restricción respiratoria provocada por ambos dispositivos.

## Método

El presente trabajo es un ensayo clínico aleatorizado de un solo brazo cruzado, desarrollado en la Universidad Católica de Murcia (UCAM) desde diciembre de 2015 a marzo de 2017. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la UCAM y se llevó a cabo respetando las normas de la Declaración de Helsinki. La muestra se obtuvo mediante convocatoria abierta y voluntaria entre los alumnos y trabajadores de la universidad. Se estableció como criterio de inclusión ser un adulto sano. Los criterios de exclusión fueron el antecedente de enfermedad pulmonar, la presencia de patrones ventilatorios espirométricos anormales en la espirometría basal<sup>7</sup> y el no consentir por escrito a la participación en el estudio.

Se seleccionaron 50 adultos voluntarios sanos a los que se les aplicó, durante 5 minutos, cada uno de los dispositivos mencionados, con un periodo de descanso entre ellos de 10 minutos. La asignación inicial a uno u otro dispositivo se hizo de forma aleatorizada. Una vez colocado el voluntario en el lugar donde se realizó la simulación, se le aplicó el dispositivo y se procedió a determinar la tensión de los anclajes de sujeción por dos profesionales distintos valorando que era suficiente para traccionar del mismo sin que se deslizara. Tras dicha comprobación, se empezaron a contabilizar los 5 minutos de tiempo de aplicación. Se realizaron tres pruebas espirométricas forzadas en sedestación, basal y tras aplicar cada uno de los dispositivos. Los dispositivos fueron aplicados por personal de enfermería con formación reglada en soporte vital en trauma. Las espirometrías fueron realizadas por enfermería supervisada por personal experto en neumología.

Se registraron la edad, el sexo, la talla, el peso y el IMC. Las variables de resultado principales fueron la diferencia absoluta de las medias de la FVC, de la FEV<sub>1</sub>, y

del coeficiente FEV<sub>1</sub>/FVC entre el momento basal y tras la aplicación de los dispositivos KED y KED-XT.

Las variables descriptivas calculadas fueron la media y la desviación estándar. Se realizaron pruebas de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk. Se llevó a cabo un análisis mediante la aplicación del test de la t de Student para medias repetidas. Se realizó una ANOVA de un factor (IMC) para estudiar la FVC en relación a los distintos grados de IMC. Se aceptó que la diferencia entre los grupos era estadísticamente significativa si el valor de p era inferior a 0,05. El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico IBM SPSS version 21.0 (IBM Corp, Armonk, NY, EE.UU.).

## Resultados

Se incluyeron 50 voluntarios, con una edad de 28 (DE 6,7) años, 31 (62%) mujeres, con un peso de 72,8 (DE 15,4) kg, una talla de 1,71 (DE 10,1) metros y un IMC de 24,6 (DE 3,9) kg/m<sup>2</sup>. La Figura 1 muestra los resultados de los FVC, FEV<sub>1</sub> y el coeficiente FEV<sub>1</sub>/FVC en los diferentes momentos de evaluación.

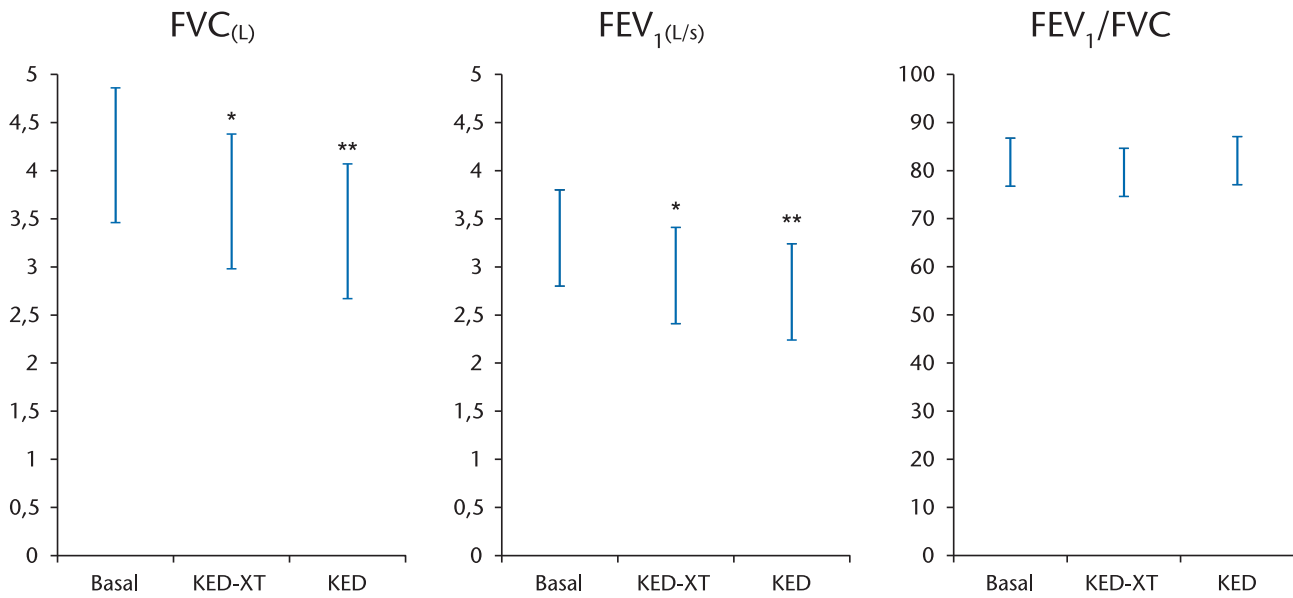
La media de FVC fue de 4,16 (DE 1,5) L en el momento basal, de 3,68 (DE 1,38) L tras el KED-XT (diferencia de medias de FVC KED-XT vs basal = -0,48 [IC95% -0,16 a -0,81]; p = 0,016), de 3,37 (DE 1,13) L tras el KED (diferencia de medias de FVC KED vs basal = -0,79 [IC95% -0,44 a -1,13]; p < 0,001).

La media de FEV<sub>1</sub> fue de 3,3 (DE 0,9) L/s en el momento basal, de 2,91 (DE 1,06) L/s tras el KED-XT (diferencia de medias de FVC KED-XT vs basal = -0,35 [IC95% -0,14 a -0,56]; p = 0,002), de 2,74 (DE 0,86) L/s tras el KED (diferencia de medias de FVC KED vs basal = -0,52 [IC95% -0,31 a -0,72]; p < 0,001).

La media de FEV<sub>1</sub>/FVC fue de 81,75 (DE 9,23) L/s en el momento basal, de 79,63 (DE 9,58) L/s tras el KED-XT (diferencia de medias de FVC KED-XT vs basal = -2,12 [IC95% -2,71 a -3,24]; p = 0,233), de 82,07 (DE 9,15) L/s tras el KED (diferencia de medias de FVC KED vs basal = -0,32 [IC95% -0,14 a -0,56]; p = 0,858).

En lo que respecta a la comparación entre ambos dispositivos, el KED produjo una mayor disminución de la FVC (diferencia de medias de FVC KED vs KED-XT = -0,30 [IC95% -0,08 a -0,69]; p < 0,016). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a la FEV<sub>1</sub> (diferencia de medias de FEV<sub>1</sub> KED vs KED-XT = -0,16 [IC95% -0,08 a -0,41]; p = 0,552) ni FEV<sub>1</sub>/FVC (diferencia de medias de FEV<sub>1</sub>/FVC KED vs KED-XT = -2,44 [IC95% -0,73 a -5,51]; p = 0,113).

En la Tabla 1 se exponen los resultados de la FVC en relación a distintos tipos de rangos de IMC. Se pudo observar como hay diferencias estadísticamente significativas cuando se compara la FVC basal con respecto a la FVC con el KED, para los rangos de IMC normal (p = 0,002), sobrepeso (p = 0,002) y obesidad (p = 0,028). Con respecto al KED-XT, solamente se observó una diferencia estadísticamente significativa con



**Figura 1.** Resultados de las espirometrías basales y con el KED y el KED-XT. \*p < 0,05 entre basal vs KED-XT; \*\*p < 0,001 entre basal vs KED; FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: Volumen máximo de aire espirado en el primer segundo; FEV<sub>1</sub>/FVC: cociente entre las variables anteriores. KED: Kendrick Extrinsication Device®; KED-XT: nuevo dispositivo KED, diseñado por Ferno®.

respeto a la FVC basal, para el rango de IMC de sobrepeso (p = 0,001) y no se encontraron diferencias para los rangos de IMC normal (p = 0,056) ni para el rango de obesidad (p = 0,059).

### Discusión

En los últimos años se ha puesto un foco de atención en los efectos indeseados de los dispositivos de inmovilización. Nuestros resultados muestran que la inmovilización mediante un chaleco espinal, durante solo 5 minutos, ya provoca cambios en los resultados de los parámetros espirométricos. Ay *et al.*, en 2011, analizaron la restricción respiratoria ocasionada por el KED y el tablero espinal a los 5 y a los 30 minutos<sup>6</sup>. En consonancia con nuestro estudio, mostraron que esta clase de inmovilización afecta negativamente a la función respiratoria. Ay *et al.* determinaron una disminución de la FVC de 0,34 L y de la FEV<sub>1</sub> de 0,28 L/seg tras 5 minutos de portar un KED<sup>6</sup>. En nuestro estudio, el descenso de la FVC fue 0,79 L y el de la FEV<sub>1</sub> de 0,52 L/s. Estas diferencias podrían ser explicada porque los primeros realizaron las espirometrías en decúbito supino, a

diferencia de nuestro estudio, que se hicieron en sedestación. En nuestro caso, se decidió optar únicamente por la determinación a los 5 minutos, ya que nos pareció excesivo el uso de este dispositivo durante 30 minutos. Una de las deficiencias que encontramos con el estudio de Ay *et al.* fue que en este último no se informó de la altura ni del peso de los participantes. Este hecho nos resulta importante, ya que estas variables están muy relacionadas con los resultados de la espirometría.

Existen diversos estudios que analizan los efectos que produce la inmovilización espinal en el individuo aunque, en su mayoría, dicha inmovilización se realizó con tablero espinal. Bauer *et al.*, en 1988, fueron los primeros en describir una reducción significativa de la FVC y la FEV<sub>1</sub> en sujetos sanos inmovilizados<sup>10</sup>. Posteriormente, Totten *et al.*, en 1999, demostraron que toda inmovilización corporal, ya sea con un tablero, chaleco espinal o un colchón de vacío, provoca una restricción en la ventilación<sup>5</sup>. Schafermeyer *et al.* además reforzaron estos datos ampliándolos, y demostraron este mismo hecho en niños<sup>11</sup>. Por otra parte, Bruijins *et al.*, en 2013, publicaron que la inmovilización raquídea no causa un cambio en los signos vitales (frecuencia cardiaca, presión arterial y frecuencia respiratoria) en sujetos lesionados, aunque

**Tabla 1.** Comparación de los resultados de la FVC basales y con KED y KED-XT

IMC	n	FVC					
		Basal		KED		KED-XT	
		Media	DE	Diferencia de Medias	p	Diferencia de Medias	p
Normal (18,5-24,99 kg/m <sup>2</sup> )	30	3,91	1,45	-0,85	0,002	-0,49	0,056
Sobrepeso (25,00-29,99 kg/m <sup>2</sup> )	13	4,95	1,83	-1,03	0,002	-0,83	0,001
Obesidad (30,00-39,99 kg/m <sup>2</sup> )	7	4,18	1,42	-0,73	0,028	-0,39	0,059
Total	50	4,16	1,52	-0,79	0,001	-0,48	0,016

IMC: índice de Masa Corporal; FVC: capacidad vital forzada; DE: desviación estándar; KED: Kendrick Extrinsication Device; KED-XT: Kendrick Extrinsication Device modelo Ferno XT.

en ese estudio no se midió datos de función pulmonar<sup>12</sup>. Por último, Akkus *S et al.*, en 2016, propusieron una inmovilización en iguales condiciones que la tradicional pero con un ángulo de 20° en la que mostraron reducir este efecto indeseado<sup>13</sup>.

El nuevo diseño del inmovilizador de columna KED-XT aporta cambios importantes con respecto a los dispositivos convencionales. Lo más interesante de nuestros resultados es la diferencia encontrada entre ambos dispositivos, lo cual indica que el KED-XT genera menos de restricción respiratoria que el KED convencional. Por ello, podemos afirmar que los KED convencionales provocan más variaciones en los resultados espirométricos que los nuevos KED-XT, posiblemente relacionado con el diseño de fijaciones oblicuas que no comprimen tanto el abdomen.

En cuanto al objetivo secundario, se esperaba que los resultados indicaran que a mayor IMC los resultados de las espirometrías serían peores, como se muestra en la literatura consultada<sup>8,9</sup>. Nuestros datos parecen indicar que el KED convencional ha afectado a los 3 rangos de IMC incluidos en el estudio, mientras que el KED-XT solamente obtuvo peores resultados en el rango de sobrepeso.

Las principales limitaciones de este estudio han sido que se ha llevado a cabo en una muestra pequeña de adultos voluntarios sanos, es decir, que no han sufrido ningún accidente de tráfico, y que la aplicación de los dispositivos fue durante 5 minutos. Por tanto, no es posible extrapolar los resultados a otros escenarios. Por último, debido al fácil reconocimiento de los dispositivos, no fue posible realizar ningún tipo de enmascaramiento a la hora de la medición de los resultados.

En conclusión, se puede señalar que los chalecos espinales producen una disminución de los parámetros de la función pulmonar y que el dispositivo KED produjo una mayor disminución de la FVC, en comparación con el nuevo dispositivo KED-XT, posiblemente relacionado con el diseño de fijaciones oblicuas que no comprimen tanto el abdomen. También parece que la función pulmonar podría verse menos afectada con el nuevo KED-XT en los paciente obesos. Aún así, consideramos que deberían de hacerse estudios más concretos en este sentido.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con el presente artículo.

## Financiación

Los autores declaran la no existencia de financiación en relación al presente artículo.

## Responsabilidades éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), por la dirección de cada uno de los centros donde se realizó y por los padres y/o tutores de los participantes.

Todos los participantes otorgaron su consentimiento para realizar el estudio.

Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

## Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares

## Bibliografía

- 1 Madieto CJ, Suárez GRT, Vargas JRN. Estado del arte: Utilidad de la inmovilización cervical en trauma. *Rev Col Anest.* 2004;32:43-53.
- 2 Saragiotto BT, Michaleff ZA. The Canadian C-Spine Rule. *J Physiother.* 2016;62:170.
- 3 Michaleff ZA, Maher CG, Verhagen AP, Rebeck T, Lin CW. Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injury in patients following blunt trauma: a systematic review. *Can Med Assoc J.* 2012;184:867-76.
- 4 Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull M-j, Rowe BH, et al. The Canadian C-Spine Rule versus the NEXUS Low-Risk Criteria in Patients with Trauma. *N Engl J Med.* 2003;349:2510-08.
- 5 Totten VY, Sugarman DB. Respiratory effects of spinal immobilization. *Prehospital Emerg Care Off J Natl Assoc EMS Physicians Natl Assoc State EMS Dir.* 1999;3:347-52.
- 6 Ay D, Aktas C, Yesilyurt S, Sarikaya S, Cetin A, Ozdogan ES. Effects of spinal immobilization devices on pulmonary function in healthy volunteer individuals. *Turk J Trauma Emerg Surg.* 2011;17:103-7.
- 7 García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, Del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. *Arch Bronconeumol.* 2013;49:388-401.
- 8 Salome C, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol.* 2010;108:206-11.
- 9 Jones RL, Nzekwu MM. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest J.* 2006;130:827-33.
- 10 Bauer D, Kowalski R. Effect of spinal immobilization devices on pulmonary function in the healthy, nonsmoking man. *Ann Emerg Med.* 1988;17:915-8.
- 11 Schafermeyer RW, Ribbeck BM, Gaskins J, Thomason S, Harlan M, Attkisson A. Respiratory effects of spinal immobilization in children. *Ann Emerg Med.* 1991;20:1017-9.
- 12 Bruijns SR, Guly HR, Wallis LA. Effect of spinal immobilization on heart rate, blood pressure and respiratory rate. *Prehospital Disaster Med.* 2013;28:210-4.
- 13 Akkuş Ş, Corbacioglu SK, Cevik Y, Akinci E, Uzunosmanoglu H. Effects of spinal immobilization at 20° on respiratory functions. *Am J Emerg Med.* 2016;34:1959-62.