

## ORIGINAL BREVE

## Análisis biomecánico del movimiento cervical en la extracción del casco en motoristas

Raquel Gordillo Martín<sup>1</sup>, María Isabel Hontoria Hernández<sup>1</sup>, Laura Juguera Rodríguez<sup>2</sup>, Juan Antonio Díaz Hernández<sup>3</sup>, Francisco Javier Serrano Martínez<sup>3,4</sup>, Lourdes Alonso Ibáñez<sup>4</sup>, Manuel Pardo Ríos<sup>2,3</sup>

**Objetivo.** Determinar el movimiento cervical durante la extracción de un casco realizada por profesionales sanitarios.

**Métodos.** Estudio observacional mediante análisis biomecánico con sensores inerciales de los movimientos producidos en la columna durante la extracción de un casco.

**Resultados.** La muestra final la componen 34 profesionales de servicios de urgencias y emergencias. La rotación fue de 1,14 (DE 0,82)° hacia el lado izquierdo y de 3,30 (1,69)° hacia el lado derecho ( $p < 0,001$ ). La flexoextensión fue de 9,82 (7,46)° para la flexión y de 6,23 (6,86)° para la extensión ( $p < 0,001$ ). La lateralización fue de 5,73 (2,97)° para el lado izquierdo y de 5,62 (8,22)° para el lado derecho ( $p = 0,678$ ). El tiempo medio de realización de la extracción fue 70 (4) seg.

**Conclusión.** La extracción del casco se realizó en 70 segundos con flexión y rotación hacia el lado donde se encuentra colocado el profesional que sujeta la cabeza.

**Palabras clave:** Servicios médicos de urgencia. Accidentes de motocicleta. Casco. Lesión médula espinal.

### Biomechanical analysis of cervical spine movement on removal of motorcycle helmets

**Objective.** To measure cervical spine movement during removal of a motorcycle helmet by health care professionals.

**Methods.** Observational study using biomechanical inertial sensors to detect movement in the spinal column during removal of helmets.

**Results.** Thirty-four emergency medicine specialists and nurses participated. The mean (SD) rotation was 1.14° (0.82°) to the left and 3.30° (1.69°) to the right ( $P < .001$ ). Mean flexion was 9.82° (7.46°) and mean extension was 6.23° (6.86°) ( $P < .001$ ). Mean lateral displacement was 5.73° (2.97°) to the left and 5.62° (8.22°) to the right ( $P = .678$ ). The removal maneuvers took a mean of 70 seconds (4 seconds).

**Conclusion.** Helmet removal was completed in an average of 70 seconds with flexion and rotation mainly toward the side where the professional supporting the head was positioned.

**Keywords:** Emergency health services. Accidents: motorcycle. Head protective devices: helmets. Injuries: spinal cord.

## Introducción

La Organización Mundial de la Salud señala que los accidentes de tráfico causan un alto índice de fallecimientos en los motoristas<sup>1</sup>. En una revisión Cochrane<sup>2</sup>, concluyeron que el casco reducía el riesgo de muerte y daños craneoencefálicos. Existen múltiples factores que hacen necesaria la extracción del casco<sup>3,4</sup>: no permite realizar una correcta evaluación de la vía aérea ni de las posibles lesiones en la cabeza, dificulta la restricción del movimiento en la víctima durante el transporte y no suele permitir la colocación adecuada de un collarín cervical. La maniobra de extracción del casco, según describe el Pre-hospital Trauma Life Support (PHTLS)<sup>5</sup>, se realiza entre dos profesionales. Un profesional se coloca a la cabeza del paciente estabilizando el casco con las palmas de las manos, el otro se coloca al lado del paciente y realiza la estabilización manual sujetando la mandíbula y la zona occipital del cráneo. La persona

que está a la cabeza extrae el casco con movimientos hacia arriba y abajo cuidando la liberación de la nariz.

La extracción del casco puede ocasionar una lesión secundaria<sup>6</sup>, por lo que debe llevarse a cabo por profesionales expertos. Hasta el momento no existen estudios que determinen el grado de movilidad de la columna cervical durante la maniobra ni la efectividad de la misma, por lo que se realiza en base a criterios subjetivos. El objetivo de este trabajo fue determinar el movimiento cervical durante la extracción del casco a un motorista realizado por profesionales sanitarios expertos en emergencias.

## Método

Estudio observacional en el que se realizó un análisis biomecánico de los movimientos producidos en la columna cervical mientras se extraía el casco a una

### 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 UCAM, Murcia, España.

<sup>3</sup>Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia, Murcia, España.

<sup>4</sup>Análisis Tridimensional de Reconocimiento Corporal.

### 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, 135  
30107 Guadalupe, Murcia,  
España.

### Correo electrónico:

mpardo@ucam.edu

### Información del artículo:

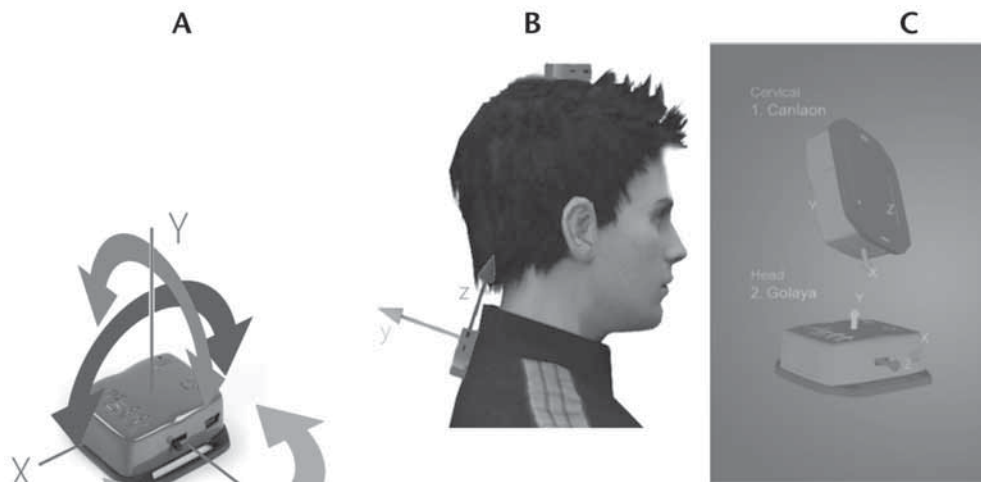
Recibido: 6-4-2017

Aceptado: 4-5-2017

Online: 28-6-2017

### Editor responsable:

Agustín Julián-Jiménez, MD, PhD.



**Figura 1.** Imágenes de los ejes de coordenadas del sistema inercial (A), ubicación de los sensores (B) y enlace de los sensores (C).

víctima simulada a la que se le colocaron previamente unos sensores inerciales (SI) (Figura 1A). Se realizó en la Universidad Católica de Murcia (UCAM), con la colaboración de la Gerencia de Emergencias 061 de la Región de Murcia, entre los meses de abril a junio de 2016. Fue aprobado por el Comité de Ética de la UCAM (código 6118) y todos los participantes firmaron su consentimiento de participación.

El procedimiento consistió en la realización de una simulación en la que dos profesionales debían retirar el casco a un actor con el rol de motorista accidentado, en decúbito supino, inconsciente. Cada uno de los voluntarios hizo una vez de líder (situado a la cabeza) y se le asignó un ayudante de manera aleatoria (situado a la derecha de la víctima). Mediante una convocatoria abierta se obtuvo una muestra de 40 profesionales, que inicialmente la componían profesionales de la Gerencia de Emergencias 061 de la Región de Murcia ( $n = 24$ ) y de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES) ( $n = 16$ ). Hubo 6 participantes que no se presentaron a la prueba, por lo que la muestra final la componen 34 profesionales.

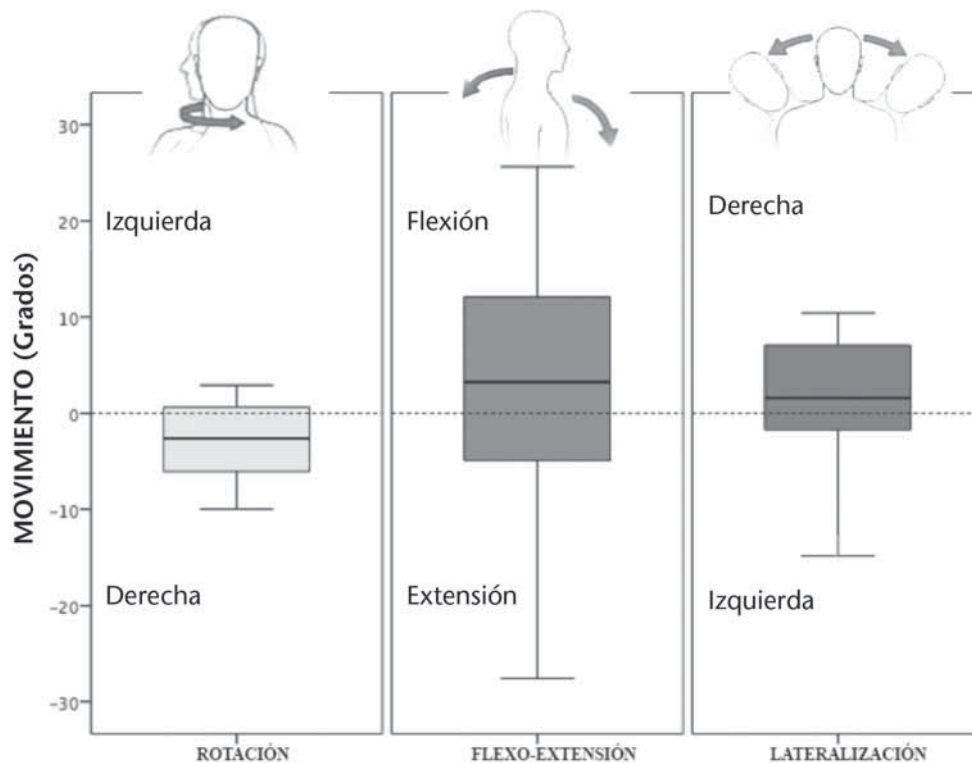
El análisis del movimiento se determinó mediante el sistema de SI STT-IBS iSen 3D Motion Analyser® (STT Systems). Estos SI están compuestos por un acelerómetro, un giroscopio y un magnetómetro, envueltos por una carcasa rígida (36 mm x 15 mm x 46,5 mm), con un peso total de 29 g, con una frecuencia de envío de 250 Hz, precisión estática (*roll*, *pitch*, *yaw*)  $< 0,5^\circ$ , precisión dinámica (*roll*, *pitch*, *yaw*)  $< 1,5^\circ$  y latencia inferior a 0,004 seg. El SI determina la orientación angular obteniéndose los valores en los 3 ejes de coordenadas del espacio (X, Y y Z). La conexión se hizo mediante un sistema Bluetooth 2.0® a un ordenador al que se le colocó un adaptador de recepción de la señal iSen-Hub. Se seleccionó el modelo biomecánico de análisis de movimiento cervical. A la víctima simulada se le colocaron dos SI (Figura 1B y 1C): uno en la cabeza (zona superior) y otro en la espalda (entre C6 y C7).

Para el análisis estadístico los datos fueron exportados al programa Microsoft Excel® y analizados mediante el programa SPSS® Versión 21. Las variables analizadas fueron: edad, sexo, años de experiencia profesional, años de experiencia profesional en emergencias, titulación y tiempo de realización de la maniobra. Todos los datos de los movimientos de los SI se generaron durante la adquisición de los movimientos de manera automática y en tiempo real. Los datos se exponen mediante la frecuencia, porcentaje, media, desviación estándar (DE) y rango. Se analizaron los movimientos de rotación, flexo-extensión y lateralización, utilizando la prueba t de Student para la comparación entre unos y otros movimientos. También se realizó el estudio de ANOVA de un factor para analizar diferencias entre grupos. Para evaluar la influencia de las distintas variables sobre los resultados obtenidos se llevó a cabo un análisis de covarianza. Se asumió que las diferencias eran estadísticamente significativas si  $p < 0,05$ .

## Resultados

La edad media de los participantes fue de 37 (DE 9) años y 23 (68%) fueron mujeres. La distribución por profesión mostró que un 42% (14/34) eran enfermeros y un 58% (20/34) médicos. La experiencia profesional media fue de 11 (DE 6) años, y la experiencia profesional en emergencias fue de 4 (3) años. El tiempo medio de realización de la extracción fue de 70 (DE 4) seg. En la Figura 2 se muestran los resultados globales para los tres ejes de movimiento estudiados.

La rotación tuvo una posición media de  $-2,74$  ( $3,59^\circ$ ), con un rango de movimiento de  $13^\circ$ . El movimiento de rotación fue de  $1,14$  ( $0,82^\circ$ ) para el lado izquierdo y de  $3,30$  ( $1,69^\circ$ ) para el lado derecho (diferencia de medias  $2,16$  (IC95%:  $1,98^\circ$ - $2,34^\circ$ ;  $p < 0,001$ ); lo que indica que la cabeza ha sido ligeramente rotada hacia el lado que está situado el profesional que sujeta la cabeza por dentro del casco.



**Figura 2.** Resultados globales de los grados obtenidos en el análisis biomecánico para los tres movimientos estudiados.

La flexo-extensión tuvo una posición media de 1,62 (12,53)°, con un rango de movimiento de 64°. El movimiento de flexo-extensión fue de 9,82 (7,46)° para la flexión y de 6,23 (6,86)° para la extensión (diferencia de medias 3,59 (IC95%: 2,99°-4,18°;  $p < 0,001$ ); lo que indicaría que la cabeza ha tenido una mayor flexión que extensión.

La lateralización tuvo una posición media de 0,05 (9,02)°, con un rango de movimiento de 33°. El movimiento de lateralización fue de 5,73 (2,97)° para el lado izquierdo y de 5,62 (8,22)° para el lado derecho (diferencia de medias 0,11 (IC95%: 0,41°-0,63°;  $p = 0,678$ ); lo que indicaría que no hay diferencias entre ambos movimientos.

No se han determinado diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de movimiento y factores como sexo, edad, tiempo de realización de la maniobra o experiencia profesional, ya sea hospitalaria o específica en el área de emergencias prehospitalarias (Tabla 1).

## Discusión

Los resultados de esta investigación han determinado que la maniobra para la extracción del casco de un motorista tiene una duración de 70 segundos. Hasta nuestro conocimiento, no existen datos en la bibliografía científica con respecto al tiempo de realización de esta técnica, por lo que no podemos comparar nuestros

resultados con otros autores. Sería recomendable realizar estudios para la disminuir al máximo el tiempo hasta poder abrir la vía aérea una vez retirado el casco.

Otro resultado del estudio es que la flexoextensión es el movimiento con mayor rango, alcanzando los 64°, con una importante preponderancia de la flexión sobre la extensión. La rotación de la cabeza ha sido ligeramente mayor hacia el lado derecho, con un rango de movimiento de 13°. La lateralización de la cabeza no ha tenido un lado hacia el que destaque, pero no hay que obviar que se han llegado a determinar hasta 33° de rango de movimiento. Aunque no existen datos precisos sobre los grados de desalineación durante la extracción, nuestros resul-

**Tabla 1.** Comparación de resultados para cada uno de los dos grupos de profesionales

Variable/Profesionales	Media	Desviación estándar	Significación*
<b>Tiempo (seg.)</b>			0,261
Hospital	71"	4"	
UME	68"	3"	
<b>Rotación</b>			0,737
Hospital	2,88°	3,88°	
UME	2,6°	3,25°	
<b>Flexoextensión</b>			0,794
Hospital	2,44°	15,21°	
UME	0,73°	9,24°	
<b>Lateralización</b>			0,794
Hospital	0,05°	10,03°	
UME	-0,2°	8,66°	

\*Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney. UME: unidad Móvil de Emergencias.

tados avalan que el casco puede propiciar una dificultad en la alineación de la cabeza y favorecer la lesión secundaria de la médula espinal<sup>3</sup>. Las medias de movimiento obtenido en nuestro estudio se asemejan a lo determinado por Dixon *et al.*<sup>7</sup> en la extracción de pacientes de un vehículo o las de Gordillo *et al.*<sup>8</sup> en la colocación de dispositivos como el tablero espinal. Por tanto, no se debe subestimar el riesgo de lesión durante la extracción del casco en casos de sospecha de lesión cervical.

La limitación principal de nuestro estudio es que las simulaciones se llevaron a cabo con un actor sano sin inestabilidad cervical. Existen estudios, como el realizado por Prasarn *et al.*<sup>9</sup>, con cadáveres a los que se les realizó una inestabilidad quirúrgica en C5 y C6. Sus resultados no pueden ser comparados con los nuestros, ya que ellos realizaron la movilización con el casco puesto; sin embargo, en algunas de las técnicas utilizadas, el rango de movimiento es mayor y avalaría aún más la necesidad de la retirada del casco antes de trasladar al paciente.

Los resultados de este estudio nos permiten concluir que durante la extracción del casco se produce una flexión de la cabeza a la vez que un cierto grado de rotación hacia el lado del profesional que sujeta la cabeza. Aunque no disponemos de datos clínicos, los amplios rangos de movimiento de flexo-extensión pueden resultar muy peligrosos para una paciente con una inestabilidad cervical.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses en relación al presente artículo.

## Financiación

Estudio financiado con una beca otorgada por el Ilustre Colegio Oficial de Enfermería de la Región de Murcia para promoción de proyectos de investigación en la convocatoria 2016.

## Responsabilidades éticas

Fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación Clínica de la Universidad Católica de Murcia (código 6118).

Todos los pacientes otorgaron su consentimiento previamente a la participación en el estudio.

Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los participantes 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 La EHDPA. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. (Consultado 29 Marzo 2016). Disponible en: [http://wwwlive.who.int/entity/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/report/web\\_version\\_es.pdf](http://wwwlive.who.int/entity/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/web_version_es.pdf)
- 2 Liu BC, Ivers R, Norton R, Boufous S, Blows S, Lo SK. Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2008. (Consultado 29 Marzo 2016). Disponible en: [http://info.onlinelibrary.wiley.com/userfiles/ccoch/file/Safety\\_on\\_the\\_road/CD004333.pdf](http://info.onlinelibrary.wiley.com/userfiles/ccoch/file/Safety_on_the_road/CD004333.pdf)
- 3 Hinds JD, Allen G, Morris CG. Trauma and motorcyclists: born to be wild, bound to be injured? *Injury*. 2007;38:1131-8.
- 4 Waninger KN. Management of the helmeted athlete with suspected cervical spine injury. *Am J Sports Med*. 2004;32:1331-50.
- 5 Swain NE, Salomone JP, Pons, Peter T. PHTLS Soporte vital básico y avanzado en el trauma prehospitalario. Barcelona: Edición Elsevier; 2012.
- 6 Conrad BP, Del Rossi G, Horodyski MB, Prasarn ML, Alemi Y, Rechline GR. Eliminating log-rolling as a spine trauma order. *Surg Neurol Int*. 2012;3(Supl 3):S188-97.
- 7 Dixon M, O'halloran J, Cummins NM. Biomechanical analysis of spinal immobilisation during prehospital extrication: a proof of concept study. *Emerg Med J*. 2014;31:745-9.
- 8 Gordillo R, Alcaraz PE, Manzano F, Freitas TT, Martín-Cascales E, Juguera L, et al. Análisis cinemático de la columna vertebral durante la colocación de dos dispositivos: tablero espinal frente a la camilla de cuchara. *Emergencias*. 2017;29:43-5.
- 9 Prasarn ML, Horodyski M, DiPaola MJ, DiPaola CP, Del Rossi G, Conrad BP, Rechline GR. Controlled laboratory comparison study of motion with football equipment in a destabilized cervical spine: three spine-board transfer techniques. *Orthop J Sports Med*. 2015;3:2325967115601853.