

# Fiabilidad intra-examinador y criterio de validez de una aplicación de Smartphone para medir el test de flexión-rotación en la columna cervical en sujetos asintomáticos

## *Intra-examiner reliability and validity criteria of a Smartphone application to measure the test flexion-rotation in cervical spine in asymptomatic subjects*

Junquera-Tortosa M<sup>a</sup>, Sancho-García MM<sup>a</sup>, Malo-Urriés M<sup>b</sup>, Rodríguez-Sanz J<sup>b</sup>, Cabanillas-Barea S<sup>b</sup>, Hidalgo-García C<sup>b</sup>.

<sup>a</sup> Ejercicio libre de la Fisioterapia. Cádiz. España

<sup>b</sup> Unidad de Investigación en Fisioterapia. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España

### Correspondencia:

Marta Junquera-Tortosa  
marta.junqueratortosa@gmail.com

Recibido: 1 octubre 2018

Aceptado: 29 octubre 2018

### RESUMEN

*Introducción:* actualmente los Smartphones contienen aplicaciones que pueden realizar la función de diversos instrumentos de medición. El objetivo fue estudiar la validez y fiabilidad intraexaminador de la aplicación Compass, en la medición del test de flexión-rotación en la columna cervical en sujetos asintomáticos. *Material y método:* la muestra estuvo formada por 42 sujetos asintomáticos. Se valoró el rango de movimiento del test de flexión-rotación cervical en dos ocasiones mediante la aplicación Compass y con el instrumento *Cervical Range of Motion*. Se calculó el coeficiente de correlación intraclase para obtener la fiabilidad y validez. *Resultados:* se observó una fiabilidad intra-examinador excelente en la medición del test de flexión-rotación mediante la aplicación Compass con un valor del coeficiente de correlación intraclase de 0,94. El valor para la validez de la aplicación Compass, en la medición del test de flexión-rotación en personas asintomáticas fue de 0,87 con un índice de kappa de 0,533. *Discusión:* además de la validez y fiabilidad demostrada, se trata de una herramienta muy económica y accesible para la valoración de la movilidad en el test de flexión-rotación. No obstante, para usar Compass como instrumento de medición en la práctica clínica, se debería realizar el estudio sobre pacientes con problemas en la columna cervical. *Conclusiones:* se encontró una fiabilidad intra-examinador excelente para la aplicación Compass en la medición del test de flexión-rotación en pacientes asintomáticos. Cuando se comparó con el *Cervical Range Of Motion*, esta aplicación mostró buena validez.

**Palabras clave:** rango de movimiento, fiabilidad, validez, columna cervical, test flexión-rotación.

### ABSTRACT

*Introduction:* Nowadays we have Smartphones, applications that can carry out the functions of other measuring instruments. The purpose of this study was to analyze the intra-rater reliability as well as the criterion validity

*of the Compass app in measuring cervical flexion-rotation test in cervical spine in asymptomatic subjects. Material and method: The sample was 42 asymptomatic subjects. One examiner measured the range of motion in the cervical flexion-rotation test of each patient twice using Compass app and afterwards twice using the Cervical Range of Motion device. In order to calculate the intra-rater reliability and the criterion validity we used the intraclass correlation coefficient. Results: Excellent intra-rater reliability was observed for the cervical flexion-rotation test using Compass app and the value of intraclass correlation coefficient was 0.94. For the criterion validity of Compass app, the value of the intraclass correlation coefficient was 0.87 and the value of the kappa index was 0.533. Discussion: Apart from the shown reliability and validity, Compass is an economical and available tool to measure the range of movement of the flexion rotation test. However, for using Compass as a measurement instrument in the clinic, we should carry out the study in patients who have cervical dysfunctions. Conclusions: We found excellent intra-rater reliability for Compass to measure the flexion rotation test in healthy patients. When we compared Compass to Cervical Range of Motion, this app showed good validity.*

**Keywords:** range of motion, reliability, criterion validity, cervical spine, cervical flexion-rotation test.

## INTRODUCCIÓN

La zona cervical es la región más móvil de toda la columna y se ha observado que la columna cervical superior puede jugar un papel muy importante en diversas funciones de la vida diaria, como el equilibrio durante la bipedestación<sup>(1)</sup>. Dado que aproximadamente el 50 % del movimiento de rotación de toda la columna cervical se produce en la articulación C1-C2<sup>(2, 3)</sup>, la movilidad de dicho segmento es fundamental para el mantenimiento de un rango de movimiento completo de la columna cervical. Se ha observado que existe una relación entre la disfunción del segmento C1-C2 y pacientes con cefalea cervicogénica<sup>(4)</sup>, siendo esencial la medición del rango de movimiento cervical para evaluar la severidad de la disfunción en pacientes con alteraciones cervicales y lesiones por latigazo cervical<sup>(5)</sup>. Además, Wong y Nansel<sup>(6)</sup> demostraron que el 18,7 % de la población asintomática normal posee una asimetría rotatoria de 8° o más en el segmento C1-C2.

Para la valoración de la movilidad de los diferentes segmentos de la columna cervical, en la clínica, se utiliza el examen manual mediante la movilidad pasiva intervertebral cervical y presiones antero-posteriores. Estos métodos de valoración presentan el inconveniente de exigir una gran destreza y experiencia por parte del examinador. Sin embargo, el test de flexión-rotación (TFR), es una forma simplificada de examen manual que valora de forma específica la movilidad del segmento C1-C2<sup>(4)</sup>, dado que en dicho segmento se produce el 73,5 % de la

rotación total partiendo de una posición de flexión cervical<sup>(7)</sup>. El TFR se ha mostrado como una herramienta válida, con altos niveles de fiabilidad intra e interexaminador<sup>(7)</sup> y alta sensibilidad y especificidad<sup>(1)</sup> para valorar la movilidad del segmento C1-C2<sup>(2)</sup>. El TFR consiste en la preposición de la columna cervical en flexión máxima, seguida de una rotación pasiva de la cabeza, con el sujeto en decúbito supino. El test se considera positivo cuando se observa un rango de movimiento inferior a 33° a cada lado o una asimetría de 10°, realizando la medición con un instrumento *Cervical Range of Motion* (CROM)<sup>(2)</sup>. El CROM es un instrumento que se ha mostrado fiable y válido para la medición de la movilidad cervical<sup>(8-10)</sup>, siendo muy utilizado para diagnosticar trastornos músculo-esqueléticos, analizar la evolución de una enfermedad, valorar los efectos de diferentes tipos de tratamientos y cuantificar la evolución del paciente. No obstante, presenta la desventaja de tener un coste relativamente elevado y un uso restringido a la columna cervical.

Dada la gran evolución de las nuevas tecnologías, y la facilidad de acceso a Smartphones y aplicaciones móviles, se está extendiendo su uso como instrumentos de medición en el ámbito de la Fisioterapia. No obstante, son escasos los estudios que analizan su fiabilidad y validez<sup>(11)</sup>. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar la validez y fiabilidad intra-examinador de la aplicación para Smartphone Compass, en comparación con un instrumento validado (CROM) para la medición del test de flexión-rotación en población asintomática<sup>(11)</sup>.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Diseño del estudio

Se diseñó un estudio de fiabilidad y validez en población asintomática, siguiendo las directrices de la Declaración de Helsinki (1964) y sus posteriores actualizaciones.

### Participantes

El cálculo del tamaño muestral se basó en que la sensibilidad y la especificidad esperada para el test fue de 0,9, en una población donde el índice de confianza escogido es del 95 %, obteniendo un tamaño muestral mínimo de 41 personas para la realización del estudio<sup>(12)</sup>.

Se reclutó una muestra de 48 voluntarios en la clínica Ramón Galiano en San Fernando. Todos los participantes accedieron a participar de forma voluntaria, mediante la firma de un consentimiento informado. Se consideraron criterios de exclusión: la presencia de sintomatología cervical durante el año previo, antecedentes quirúrgicos en la región cervical, problemas psiquiátricos y/o trastornos neurológicos. De los 48 voluntarios que aceptaron participar, 6 fueron excluidos por no cumplir los criterios de selección del estudio. Así pues, la muestra final quedó formada por 42 sujetos asintomáticos (25 hombres y 17 mujeres), con una media de edad de  $35,8 \pm 8,5$  años.

### Procedimiento

Cada participante fue valorado por un mismo investigador en dos días consecutivos. El primer día, se les realizaron dos mediciones del rango de movimiento en el test de flexión-rotación, utilizando la aplicación Compass (versión 1.068) a través de la fijación de un Smartphone en un casco (figura 1)<sup>(11)</sup>. El segundo día, se les realizaron otras dos mediciones del test de flexión-rotación, utilizando el CROM: un instrumento que se ha mostrado fiable y válido para la medición de la movilidad cervical<sup>(8-10)</sup>. Las mediciones con cada uno de los dispositivos se realizaron en diferentes días, pero a la misma hora, en la misma sala y en las mismas condi-

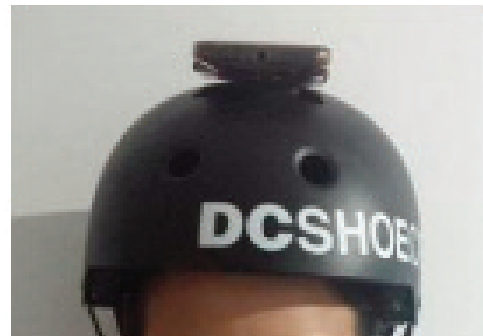


FIGURA 1. Fijación de un Smartphone en un casco.

ciones, para evitar sesgos por el efecto tixotrópico en los tejidos. Las mediciones eran registradas por un segundo investigador, lo que permitía que el investigador que realizaba el test estuviera cegado a los valores obtenidos en cada medición.

Para llevar a cabo el test de flexión-rotación, el sujeto se colocaba en decúbito supino con la cabeza en la parte más alta de la camilla. El investigador, colocado craneal al paciente, le flexionaba pasivamente la zona cervical. Una vez que la columna cervical inferior estaba en flexión máxima, de forma pasiva se realizaba el movimiento de rotación a la derecha e izquierda de forma lenta<sup>(7)</sup>. En cada sesión, previamente al comienzo del test, el paciente realizaba un calentamiento consistente en cinco repeticiones lentas de cada uno de los movimientos cervicales y siempre en el mismo orden (flexión, extensión, inclinaciones izquierda y derecha y rotaciones izquierda y derecha), con el fin de optimizar la movilidad fisiológica.

### Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS 20.0 para Windows. La fiabilidad intra-examinador se calculó mediante el coeficiente de correlación intraclass (ICC), indicativo de la proporción de variabilidad total debida a la variabilidad de los pacientes. Se ha considerado que valores de ICC menores a 0,4 suponen una fiabilidad baja, valores entre 0,4 y 0,75 suponen una fiabilidad moderada y los valores por encima de 0,75 representan una fiabilidad excelente<sup>(13)</sup>. Para estimar el criterio de validez, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, así como el ICC. La interpretación del ICC para la validez

del estudio se basó en que un valor del ICC por debajo de 0,5 indica una validez pobre, un valor del ICC entre 0,5 y 0,65 indica validez moderada y un valor por encima de 0,65 muestra una buena validez<sup>(11)</sup>. Para estudiar la validez diagnóstica, al utilizar el TFR como test diagnóstico, se utilizó el índice de Kappa. También se valoró la sensibilidad, la especificidad, la razón de verosimilitud positiva o cociente de probabilidades positivo, la razón de verosimilitud negativa o cociente de probabilidades negativo y la *odd ratio* diagnóstica a la hora de analizar los resultados de la medición.

## RESULTADOS

### Fiabilidad intra-examinador

El valor promedio del ICC, para la medición mediante la aplicación Compass, fue de 0,92 (0,73-0,96; 95 % Intervalo de confianza (*Confidence Interval* (CI)) y 0,97 (0,89-0,98; 95 % CI) para el TFR a la izquierda y derecha respectivamente (tabla 1).

### Criterio de validez

Al comparar la medición mediante la aplicación Com-

pass con la medición mediante CROM, se observó una buena validez tanto para la rotación izquierda del TFR (ICC = 0,81 y  $r = 0,68$ ), como para la rotación derecha (ICC = 0,93 y  $r = 0,88$ ). La validez diagnóstica mediante el índice de Kappa mostró un valor de 0,533 (tabla 2).

### Validez entre Compass y CROM al considerar un TFR positivo

Mediante el análisis del resultado del TFR utilizando la aplicación Compass se obtuvo: una sensibilidad de 0,5000 (CI = 0,15-0,85), una especificidad de 0,9737 (CI = 0,86-0,99), una razón de verosimilitud positiva o cociente de probabilidades positivo de 19,000 (CI = 2,17-166,09), una razón de verosimilitud negativa o cociente de probabilidades negativo de 0,514 (CI: 0,19-1,37) y una *odds ratio* diagnóstica de 37,000 (CI: 2,27-602,68).

## DISCUSIÓN

Este estudio ha analizado la fiabilidad intra-examinador, la validez y el valor predictivo de la aplicación Compass de Smartphone para medir el rango de movimiento durante el TFR, en comparación con los valores de un equipo de medición validado (CROM).

TABLA 1. Fiabilidad intraexaminador para la medición del TFR mediante Compass.

	Media 1ª medición	Media 2ª medición	ICC	95 % CI
TFR hacia la izquierda	40,31 ± 4,6	41,31 ± 3,9	0,92	0,73-0,96
TFR hacia la derecha	39,41 ± 5,4	40,33 ± 5,1	0,97	0,89-0,98

Media ± Desviación Típica.

TABLA 2. Validez de Compass comparado con el CROM.

	Compass	CROM	ICC ± (95 % CI)	Índice de Correlación de Pearson
TFR hacia la izquierda	40,81 ± 4,1	41,12 ± 3,9	0,81(0,47-0,90)	0,68
TFR hacia la derecha	39,89 ± 5,2	40,07 ± 5,1	0,93(0,78-0,96)	0,88

Media ± Desviación Típica.

Los valores del TFR de nuestra muestra coinciden con los valores detectados en la bibliografía para los sujetos asintomáticos sin patología cervical, 40-44° a cada lado<sup>(14,15)</sup> y se alejan de los valores de corte para identificar sujetos con disfunción cervical superior (32-33°)<sup>(16, 17)</sup>.

### Fiabilidad intra-examinador

Los hallazgos de este estudio muestran que cuando el rango de movimiento del test de flexión-rotación se mide con el Smartphone mediante la aplicación Compass, se pueden obtener resultados similares a los obtenidos con CROM..

Nuestro estudio ha mostrado un grado de fiabilidad excelente para la rotación izquierda (ICC = 0,92; 95 % CI = 0,73-0,96) y derecha (ICC = 0,97; 95 % CI = 0,88-0,98). Del mismo modo, la fiabilidad del equipo CROM observó un grado de fiabilidad excelente, similar a los valores ICC obtenidos en el estudio de Hall y cols. en 2008 en evaluadores expertos. La aplicación Compass obtuvo una fiabilidad superior a la descrita por Hall y cols. para sujetos inexpertos<sup>(6)</sup>.

Si comparamos estos resultados con los que hemos obtenido en este estudio, podemos ver que el ICC para ambos instrumentos de medición es similar, y por tanto se podría considerar que ambos tienen un grado de fiabilidad intraexaminador similar.

### Validez

Los valores obtenidos mediante el uso de Compass en la medición del rango de movimiento en el test de flexión-rotación, fueron comparables con los obtenidos cuando se hizo uso del CROM. Basándonos en estos datos, podemos considerar que la aplicación Compass para Smartphone es válida para medir el rango de movimiento durante el test de flexión-rotación por un mismo examinador. Previamente, en el artículo de Tousignant-Laflamme y cols.<sup>(11)</sup> se observó que la aplicación era válida para valorar los movimientos cervicales, excepto para las rotaciones; lo cual se justificó por la sensibilidad a los campos magnéticos de la aplicación y por el movimiento y/o el posicionamiento del Smartphone durante

las mediciones cervicales. Pensamos que nuestra metodología aumentó la validez de la aplicación Compass para la medición del movimiento en el plano transversal, debido a la posición de flexión de la cabeza, el uso de un casco dónde el dispositivo móvil se apoyaba de forma estable durante el procedimiento y la forma de movilización del evaluador, que mantenía la posición horizontal del dispositivo durante y al final del procedimiento.

Aunque el equipo CROM es el equipo de referencia para la medición en la práctica clínica del rango de movimiento cervical, la aplicación Compass de un dispositivo móvil es una herramienta muy accesible, gratuita desde un Smartphone y cuyo espectro de aplicación no se circunscribe a la columna cervical, sino que puede extenderse a otras funciones y otras regiones corporales.

Por otro lado, la integración de un casco al Smartphone podría implicar que no se ajuste a la morfología de la cabeza del sujeto. Es también esencial, que el casco permita la posición horizontal del Smartphone, por lo que no se puede generalizar el uso de cualquier tipo de casco para la medición.

El valor bajo del índice de Kappa para el estudio de la validez diagnóstica, podría estar justificado por haber realizado el estudio sobre una población sana.

### Validez para predecir un TFR positivo entre Smartphone y CROM

Aunque los sujetos que conformaron nuestra muestra eran asintomáticos, los valores de especificidad, el valor del cociente de probabilidad positivo y de la *odds ratio*, nos permiten hipotetizar que la aplicación Compass podría detectar a los pacientes con un test de flexión rotación pasivo. Sin embargo, para poder confirmarlo, se debería hacer un estudio en el que la muestra esté compuesta por sujetos con disfunción de la columna cervical superior a la rotación.

### Limitaciones

La limitación principal fue, que la gran mayoría de los sujetos que participaron en el estudio no presen-

taba restricción del movimiento cervical y esto puede limitar la generalización de los resultados y especialmente no ser extrapolable a una población con disfunción cervical. Otra limitación inherente a la mayor parte de los estudios que valoran la movilidad mediante pruebas manuales es la imposibilidad de cegar totalmente al evaluador.

## CONCLUSIONES

La aplicación Compass presenta una fiabilidad intra-examinador excelente y una validez buena en la medición del rango de movimiento del test de flexión-rotación de la columna cervical en sujetos asintomáticos. Se deben realizar estudios en población con sintomatología cervical para poder generalizar los resultados.

## RESPONSABILIDADES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los procedimientos que se han seguido en este estudio se ajustan a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, en su actualización de 2013.

**Confidencialidad y consentimiento informado.** Todos los pacientes incluidos en este estudio, fueron informados recibiendo un consentimiento informado por escrito para participar en el mismo, el cual firmaron y entregaron a los responsables del estudio.

**Privacidad.** En este manuscrito no aparecen datos personales de ningún sujeto participante en el estudio.

**Financiación.** Este estudio no obtuvo ningún tipo de financiación de organismos públicos ni privados.

**Conflicto de interés.** No existe ningún conflicto de intereses.

**Contribuciones de la autoría.** Los autores declaran cumplir los requisitos de autoría y haber leído y aprobado la versión final del manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quek JM, Pua YH, Bryant AL, Clark RA. The influence of cervical spine flexion-rotation range-of-motion asymmetry on postural stability in older adults. *Spine*. 2013 Sep 1; 38(19): 1648–55.
2. Hall TM, Briffa K, Hopper D, Robinson K. Comparative analysis and diagnostic accuracy of the cervical flexion-rotation test. *J Headache Pain*. 2010; 11(5): 391–7.
3. Krauss J, Evjenth O, Creighton D. Manipulación vertebral transitoria para fisioterapeutas. España: Asociación Española de Terapia Manual/Manipulativa Ortopédica (OMT España); 2009.
4. Hall TM, Robinson KW, Fujinawa O, Akasaka K, Pyne EA. Intertester reliability and diagnostic validity of the cervical flexion-rotation test. *J Manipulative Physiol Ther*. 2008; 31(4): 293–300.
5. Nordin M, Carragee EJ, Hogg-Johnson S, Weiner SS, Hurwitz EL, Peloso PM et al. Assessment of neck pain and its associated disorders: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on neck pain and its associated disorders. *Spine* 2008; 33(4 Suppl): S101–22.
6. Wong A, Nansel DD. Comparisons between active vs. passive end-range assessments in subjects exhibiting cervical range of motion asymmetries. *J Manipulative Physiol Ther*. 1992; 15(3): 159–63.
7. Takasaki H, Hall T, Oshiro S, Kaneko S, Ikemoto Y, Jull, G. Normal kinematics of the upper cervical spine during the flexion-rotation test— In vivo measurements using magnetic resonance imaging. *Manual Therapy*. 2011; 16(2): 167–71.
8. De Koning CH, Van den Heuvel SP, Staal JB, Smits-Engelsman BC, Hendriks EJ. Clinimetric evaluation of active range of motion measures in patients with non-specific neck pain: a systematic review. *Eur Spine J*. 2008; 17(7): 905–21.
9. Williams MA, McCarthy CJ, Chorti A, Cooke MW, Gates S. A systematic review of reliability and validity studies of methods for measuring active and passive cervical range of motion. *J Manipulative Physiol Ther*. 2010; 33(2): 138–55.
10. Florencio LL, Pereira PA, Silva ER, Pegoretti KS, Gonçalves MC, Bevilaqua-Grossi D. Agreement and reliability of two non-invasive methods for assessing cervical range of motion among young adults. *Revista Brasileira de Fisiote-*

- rapia (Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil)). 2010; 14(2): 175–81.
11. Tousignant-Laflamme Y, Boutin N, Dion AM, Vallée CA. Reliability and criterion validity of two applications of the iPhone™ to measure cervical range of motion in healthy participants. *J Neuroeng Rehabil.* 2013 Jul 5; 10(1): 69.
  12. Flahault A, Cadilhac M, Thomas G. Sample size calculation should be performed for design accuracy in diagnostic test studies. *J Clin Epidemiol.* 2005; 58(8): 859–62.
  13. Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Medicina Clínica.* 1998; 110: 142–5.
  14. Amiri M, Jull G, Bullock-Saxton J. Measuring range of active cervical rotation in a position of full head flexion using the 3D Fastrak measurement system: an intra-tester reliability study. *Manual Therapy* 2003 Aug; 8(3): 176–9
  15. Hall T, Robinson K. The flexion-rotation test and active cervical mobility-a comparative measurement study in cervicogenic headache. *Manual Therapy.* 2004 Nov; 9(4): 197–202 .
  16. Ogince M, Hall T, Robinson K, Blackmore AM. The diagnostic validity of the cervical flexion-rotation test in C1/2-related cervicogenic headache. *Manual Therapy.* 2007 Aug; 12(3): 256–62.
  17. Hall TM, Robinson KW, Fujinawa O, Akasaka K, Pyne EA. Intertester reliability and diagnostic validity of the cervical flexion-rotation test. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008 May; 31(4): 293–300.