



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Inspección visual online de la columna cervical frente al dispositivo CROM en estudiantes de fisioterapia: estudio de validez y fiabilidad interexaminador

Online visual inspection of the cervical spine against the CROM device in physiotherapy students: validity and interexaminer reliability study

Autor

**Leire Leonet Tijero**

Director

**César Hidalgo García**

Facultad de Ciencias de la Salud

2020

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
- Objetivo principal .....	11
- Objetivos secundarios .....	11
<b>MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
- Tipo de estudio y muestra .....	12
- Procedimiento.....	12
- Variables del estudio.....	14
- Análisis estadístico .....	15
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
<b>Variables sociodemográficas .....</b>	<b>16</b>
<b>Variables cuantitativas y cualitativas .....</b>	<b>16</b>
- Cuestionario flexo-extensión .....	16
- Cuestionario inclinaciones laterales .....	19
- Cuestionario rotaciones .....	22
- Preguntas subjetivas.....	25
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>47</b>
- <b>ANEXO 1 .....</b>	<b>47</b>
- <b>ANEXO 2 .....</b>	<b>48</b>
- <b>ANEXO 3. ....</b>	<b>49</b>

## RESUMEN

**Introducción:** La determinación del rango de movimiento (RDM) se realiza de forma rutinaria en la evaluación fisioterápica de la columna cervical y actualmente no hay ninguna herramienta de medición que se considere como *gold standard*. La fiabilidad del dispositivo CROM se ha demostrado en varios estudios. En cambio, la evidencia actual sobre la validez y fiabilidad de la inspección visual es contradictoria. La estimación visual del movimiento cervical activo puede realizarse de manera online, siendo una herramienta útil para los fisioterapeutas dentro del ámbito de la telemedicina.

**Objetivos:** Los objetivos del presente estudio fueron valorar la validez y fiabilidad interexaminador de la inspección visual online de la cantidad y calidad del movimiento cervical activo en estudiantes de fisioterapia.

**Metodología:** Los movimientos activos de flexo-extensión, inclinaciones laterales y rotaciones cervicales de 1 sujeto se midieron a través del dispositivo CROM en el plano sagital, frontal y transversal. Se analizó la fiabilidad interexaminador y validez respecto al CROM de la inspección visual online en 18 estudiantes de fisioterapia mediante la plataforma *Formularios de Google*.

**Resultados:** La fiabilidad interexaminador de la inspección visual online de la cantidad de movimiento cervical activo y la validez respecto al CROM fue de buena a excelente. La fiabilidad interexaminador de la calidad de movimiento cervical activo fue moderada.

**Conclusiones:** La fiabilidad interexaminador y validez de la inspección visual online tuvo resultados favorables en todos los movimientos cervicales y en los 3 cursos de fisioterapia, siendo la inspección visual de las rotaciones la más válida y fiable. La estimación visual de la cantidad de movimiento cervical tuvo valores menos fiables.

**Palabras clave:** Fiabilidad, Validez, Inspección visual, Columna cervical

## **INTRODUCCIÓN**

Las patologías de la columna cervical, ya sean traumáticas o no, son una proporción importante de las disfunciones temporales o permanentes de esta región.<sup>(1)</sup>

La prevalencia del dolor cervical se encuentra entre 0.4 y 41.5% y la prevalencia de por vida varía de 14.2 y 71%.<sup>(2)</sup> En lo referente a la incidencia, esta es de 2.3 por 100 personas/años y en la mayoría de los casos las molestias se clasifican como "inespecíficas", ya que inicialmente no presentan una causa específica de dolor cervical que pueda identificarse de forma médica. Entre el 15-43% de los pacientes con dolor cervical no específico consultan a su médico de cabecera y el 61% de estos son referidos a fisioterapia.<sup>(3)</sup>

Durante el examen físico, los fisioterapeutas evalúan el rango de movimiento (RDM) de manera rutinaria;<sup>(3,4)</sup> la observación del rango de movimiento cervical es un componente básico de la exploración física en pacientes con dolor cervical<sup>(5,6)</sup> y se ha requerido una necesidad de cuantificar la pérdida funcional.<sup>(1)</sup> El RDM cervical es particularmente complejo de evaluar de forma correcta por ser una estructura anatómica complicada y con movimientos acoplados.<sup>(7)</sup>

Un examen clínico básico de la columna cervical está compuesto de las siguientes fases: historia clínica, inspección, examen neurológico y test adicionales como pueden ser análisis de sangre, electrodiagnóstico, test funcionales, test de provocación, inyecciones anestésicas diagnósticas, discografía y estudios de imagen.<sup>(4)</sup>

El examen físico, en concreto, comienza con una evaluación general de la movilidad del raquis cervical.<sup>(8)</sup> Normalmente consta en realizar los movimientos cinesiológicos básicos, incluyendo el rango de movimiento activo en la flexión, extensión, inclinaciones laterales y las rotaciones cervicales.<sup>(4,8)</sup> Con el paciente en sedestación, se le mide que realice activamente los seis movimientos fisiológicos descritos anteriormente.<sup>(8)</sup>

La finalidad de la exploración de la movilidad activa es analizar el patrón, la calidad y la amplitud del movimiento, reproducir los síntomas del paciente,

identificar los factores que han predisuesto o han aparecido como consecuencia de la disfunción y obtener signos físicos objetivos que permitan evaluar la efectividad del tratamiento.<sup>(8)</sup> Según Magee,<sup>(9)</sup> los test del rango de movimiento activo (RDMA) se utilizan para identificar o determinar la limitación del movimiento, las dificultades del paciente al movimiento y para identificar el rango de movimiento en el que el paciente presenta síntomas.

Varios estudios relacionan un menor RDM en pacientes con dolor cervical.<sup>(5)(10-12)</sup> En cambio, muchos países europeos no se basan en datos funcionales cuantitativos para evaluar la pérdida de capacidad funcional de la columna<sup>(1)</sup> aunque se haya demostrado en otros estudios que hay diferencias significativas en cuanto al RDM en una columna cervical patológica.<sup>(13,14)</sup>

Sin embargo, la utilidad clínica de las mediciones del RDMA no está clara. Hay investigaciones que muestran diferencias en la medición del RDMA entre pacientes con dolor cervical y personas asintomáticas<sup>(15)</sup> y un mayor error de posicionamiento articular tanto en problemas de origen idiopático y traumático.<sup>(16)</sup>

En concreto, en revisiones como las de Stenneberg et al.<sup>(15)</sup> proporcionan evidencia de buena calidad que muestra que hay una reducción de RDMA significativa y clínicamente relevante en pacientes con dolor de cuello (traumático o no) en comparación con las personas sin dolor de cuello. La flexión, extensión y rotación completa muestran las mayores diferencias en el RDM entre estos dos grupos de pacientes.

Por ello, es necesaria una base empírica para la diferenciación entre el rango de movimiento normal y disfuncional y también se discute si la corrección del rango de movimiento disfuncional reduce el dolor y la limitación de la actividad.<sup>(5)</sup>

Como indican Lynch-Caris et al.,<sup>(17)</sup> investigadores han recolectado una considerable cantidad de datos para determinar el rango de movimiento normal para la columna cervical en sujetos adultos. Youdas et al.<sup>(18)</sup> realizaron un estudio en 1992 con el objetivo de determinar los rangos normales del RDM cervical utilizando el dispositivo CROM, teniendo en

cuenta la edad y sexo de los sujetos y La Asociación Médica Americana (AMA) también estableció en 1993 valores de referencia (Anexo 1.a) basándose en información de anteriores estudios teniendo en cuenta la edad de los sujetos.<sup>(19)</sup> Más adelante en 1999, Veronique et al.<sup>(1)</sup> investigaron los patrones y rangos de movimiento globales en movimientos primarios y acoplados de la columna cervical teniendo en cuenta un rango amplio de edad, en este caso, medido con un electrogoniómetro comercial (Anexo 1.b). El fin de este estudio fue crear una base de datos del movimiento normal en sujetos asintomáticos y poder utilizar estos datos después en la práctica clínica.

En un estudio más actual del 2014, investigado por Swinkels et al.,<sup>(3)</sup> trataron de determinar valores normales del RDM activo de la columna cervical en sujetos asintomáticos, comparando los valores obtenidos en otros estudios previos, determinando valores normales y confirmando la falta de evidencia que demuestra diferencias significativas del sexo en el RDM activo de la columna cervical (Anexo 1.c).

Si nos referimos a las herramientas existentes para la exploración física de la columna cervical, los rayos-x funcionales han sido hasta ahora el *gold standard* en la determinación de la limitación funcional, ya que exponen directamente las estructuras anatómicas y muestran resultados del RDM de manera objetiva y fiable, exceptuando el plano axial.<sup>(5,20)</sup> Sin embargo, se han desarrollado durante los últimos años muchos instrumentos no-radiológicos, incluyendo la goniometría, inclinometría,<sup>(17)</sup> electrogoniometría, sistemas electromagnéticos, ultrasónicos y sistemas optoelectrónicos. Hay una gran diferencia entre el RDM obtenido mediante instrumentos radiológicos y no radiológicos.<sup>(18)</sup>

El fisioterapeuta puede estimar el RDM a través de la inspección visual, con un instrumento como el goniómetro, con un inclinómetro o con el dispositivo de rango de movimiento cervical llamado "Cervical Range of Motion device" (CROM). Todos los aparatos siguen el principio de gravedad del goniómetro y además funcionan exclusivamente en el plano vertical, a excepción del dispositivo CROM y el goniómetro universal. Todas las mediciones se reproducen en un sistema informático para la comparación y el análisis de los mismos.<sup>(10)</sup>

En concreto, el CROM es un instrumento diseñado específicamente para la medición del RDM cervical. El dispositivo se fija en la cabeza del paciente y se alinea según los tres planos de movimiento. Cada plano de movimiento tiene un metro para poder medir su respectivo rango. Esto hace que el CROM sea único; se pueden medir todos los movimientos de la columna cervical sin necesidad de un ajuste de forma manual. Eliminando el contacto del evaluador durante la medición, se reduce la probabilidad de error por técnica manual defectuosa.<sup>(21)</sup> Además, tiene muchas ventajas para la práctica clínica ya que puede ser manejado por un solo evaluador<sup>(22)</sup>, permite la evaluación del RDM activo y pasivo en sedestación<sup>(7)</sup> y no requiere cálculos avanzados que supongan mucha pérdida de tiempo.<sup>(22)</sup> Mide la flexión, extensión e inclinación lateral y la rotación se mide a través de un instrumento a modo de compas con un "booster" magnético que compensa el movimiento del hombro durante la rotación cervical.<sup>(10)</sup>

Sabiendo del creciente énfasis en cuanto al uso de instrumentos objetivos en la práctica clínica, este dispositivo puede ser recomendado para determinar el RDM cervical con objetivos de investigación, así como para la rehabilitación.<sup>(23)</sup> Se sugiere que con un profesional con experiencia en el uso del CROM y con un método estandarizado, el RDMA cervical es suficientemente reproducible, durante una sesión, en sujetos con o sin dolor cervical.<sup>(24)</sup>

En referencia a la fiabilidad del instrumento, estudios demuestran la fiabilidad del CROM en la medición del movimiento de la columna cervical en los 3 planos, en grupos de sujetos sanos<sup>(7,23)</sup> y sintomáticos.<sup>(7,24)</sup> Además, se observa una diferencia significativa entre el RDMA entre sujetos del grupo control y sujetos sintomáticos.<sup>(10)</sup> Sin embargo, también hay controversia en los resultados en sujetos sanos y/o sujetos con dolor de cuello.<sup>(20)</sup> Ha sido validado con radiografías "planas" en la flexión y extensión e inclinaciones, con sistemas optoelectrónicos<sup>(25)</sup> y en estudios interexaminador.<sup>(23,25,26)</sup>

También, se ha descubierto que la fiabilidad intra e interexaminador en la evaluación del movimiento activo del cuello fue moderadamente mayor cuando los sujetos eran evaluados a través del CROM.<sup>(21,26,27)</sup> El CROM debería ser considerado como un instrumento clínicamente fiable para la

evaluación del RDM activo de la columna cervical,<sup>(24)</sup> ya que muestra un gran acuerdo para las inclinaciones laterales y la rotación derecha y un perfecto acuerdo para la flexión extensión y la rotación izquierda.<sup>(25)</sup>

Otra herramienta que se utiliza para el estudio de la columna cervical es la inspección visual,<sup>(10)</sup> la cual tiene como objetivo documentar defectos visibles, la posición, la postura general, déficits funcionales y deformidades o lesiones detectables a través de la vista y sin la necesidad de instrumentos.<sup>(12)</sup>

En consideración a la fiabilidad de la exploración clínica de la columna cervical, no hay un protocolo estandarizado de test utilizados y los valores predictivos son variables. Si nos referimos a la inspección visual de la extremidad superior, la fiabilidad interexaminador de la inspección visual de la columna cervical y la extremidad superior en pacientes con dolor de cuello y radiculopatía y pacientes asintomáticos, el índice Kappa varía entre 0.96-1.00, en controles sanitarios.<sup>(4)</sup>

La fiabilidad intra e interexaminador es desde significativa hasta perfecta en la estimación del RDM a través de la visión. La estimación visual puede utilizarse para monitorizar el cambio en el movimiento cervical, pero no cuantifica el rango absoluto de la columna cervical con exactitud.<sup>(25)</sup> Esta podría mejorarse con una mejor definición del protocolo a seguir y con mejores procedimientos de valoración.<sup>(28)</sup>

La evidencia sugiere que la estimación visual de la flexión, rotación e inclinaciones de la columna cervical es contradictoria, aunque la evaluación de la extensión activa y pasiva es consistente.<sup>(12)</sup> La reproducibilidad para el RDM activo y pasivo es moderada, aunque, el tratamiento debería estar basado en la utilización de la información del RDM en combinación con otra información y datos obtenidos.<sup>(29)</sup>

Teniendo en cuenta la inspección visual como herramienta de estudio para la observación del RDM,<sup>(12)</sup> se sabe que puede realizarse no solo en entrevistas cara a cara, sino que la visualización de videos puede ser una posible y nueva forma de observación de los pacientes.<sup>(30,31)</sup>



El concepto de "telemedicina" ha sido declarado como una herramienta que tiene beneficios socio-económicos incluyendo la relación coste-rendimiento o el uso reducido de los servicios sanitarios, el aislamiento social, las consecuencias sanitarias, la calidad de los cuidados y la calidad de vida de los pacientes<sup>(32)</sup> e incluye aspectos de evaluación y tratamiento, así como la educación, las consultas y la coordinación de la salud.<sup>(33)</sup>

La telemedicina se utiliza, además, en "telerehabilitación", donde un sistema básico de telerehabilitación requiere por lo menos una cámara que permite al fisioterapeuta ver al paciente y guiar la terapia directamente por videoconferencia.<sup>(30)</sup> Es un medio útil para que los profesionales lleven a cabo muchos componentes de la exploración física, incluyendo la observación, el análisis de la marcha, los test de fuerza muscular y el rango de movimiento articular.<sup>(31)</sup>

La telerehabilitación puede ser una solución potencial para proporcionar servicios de rehabilitación remota utilizando la tecnología de información y comunicación para abordar un desajuste de atención médica rural.<sup>(34)</sup> Se muestra que proporciona acceso a servicios de rehabilitación para personas que están geográfica o físicamente aislados de los especialistas en rehabilitación.<sup>(33,35,36)</sup> La atención médica a distancia puede aumentar la accesibilidad de los servicios de fisioterapia.<sup>(37)</sup>

Por ejemplo, aplicaciones como "PhysioDirect" son clínicamente igual de efectivos que la atención fisioterápica actual para gente con problemas musculoesqueléticos y proporciona una rápida accesibilidad a la atención. Sin embargo, entrevistas cualitativas con fisioterapeutas de esta aplicación muestran que este servicio puede crear preocupaciones acerca de diagnosticar a los pacientes de forma correcta y de comunicarse de manera efectiva a través del teléfono.<sup>(38)</sup>

Sabiendo que la inspección visual y la palpación se utilizan dentro de la exploración clínica y pueden ser medios que produzcan errores y que la evaluación del RDM mediante goniometría está abierta al error, se cree que la utilización de "Skype" con un protocolo estandarizado tiene el potencial para ser más fiable que la goniometría. Se requieren nuevos estudios en un

futuro para investigar la técnica en diferentes articulaciones y para determinar la fiabilidad intra e interexaminador.<sup>(39)</sup>

Además, se ha demostrado en alguna revisión que las evaluaciones objetivas de fisioterapia de las lesiones musculoesqueléticas a través de la telemedicina eran técnicamente factibles con una validez y fiabilidad de buena a excelente<sup>(34,36)</sup> y estudios previos han mostrado una fiabilidad interexaminador adecuada analizando la telerehabilitación respecto a la evaluación clínica cara a cara para las artroplastias de rodilla, ICTUS y patologías de tobillo y dolor lumbar crónico.<sup>(40)</sup>

La evidencia sugiere que la estimación del RDM cervical mediante la inspección visual es contradictoria<sup>(12)</sup> y se sugiere profundizar más en los protocolos y herramientas para la valoración clínica<sup>(28)</sup> e investigar sobre la técnica de medición de RDM en diferentes articulaciones,<sup>(41)</sup> ya que algunos estudios afirman que la inspección visual parece ser el método menos fiable y válido para la evaluación del RDM de la columna cervical,<sup>(3,7,12,39)</sup> mientras que otros concluyen que el RDM activo de la columna cervical puede ser valorado por la inspección visual con una fiabilidad igual a la de un instrumento de medición, con una fiabilidad interexaminador de moderada a significativa.<sup>(25,42)</sup>

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo principal**

El objetivo de este estudio es valorar la fiabilidad interexaminador y la validez de la inspección visual online de la cantidad y calidad del movimiento cervical activo.

### **Objetivos secundarios**

Analizar la validez y fiabilidad interexaminador de la inspección visual online de la columna cervical frente al dispositivo CROM en los movimientos activos de la de flexión y extensión en el plano sagital.

Analizar la validez y fiabilidad interexaminador de la inspección visual online de la columna cervical frente al dispositivo CROM en los movimientos activos de inclinación derecha e izquierda en el plano frontal.

Analizar la validez y fiabilidad interexaminador de la inspección visual online de la columna cervical frente al dispositivo CROM en los movimientos activos de rotación derecha e izquierda en el plano transversal.

Describir la fiabilidad interexaminador y la validez de la inspección visual online de la cantidad y calidad de movimiento de la columna cervical, en función del nivel educativo de estudiantes entre segundo y cuarto curso del grado de fisioterapia de la Universidad de Zaragoza.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tipo de estudio y muestra**

Estudio transversal, analítico, descriptivo de validez y fiabilidad. Este estudio se realizó acorde a los principios éticos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.<sup>(43)</sup> El voluntario fue informado del procedimiento y firmó el consentimiento informado (Anexo 2). Las grabaciones se realizaron en un domicilio, con un móvil Huawei P20 y con el dispositivo CROM (Floating compass; Plastimo Airguide, Inc, Buffalo Grove, IL) (Figura 1).<sup>(24)</sup>

Los criterios de inclusión para el sujeto fueron que este fuese mayor de 18 años y que pudiese realizar las grabaciones simulando distintos rangos de movimiento en todos los planos de movimiento de la columna cervical sin presentar sintomatología.<sup>(20,24)</sup>

En cuanto a los examinadores, los criterios de inclusión fueron que estuviesen estudiando el grado de Fisioterapia<sup>(29)</sup> de la Universidad de Zaragoza; en concreto, que estuviesen cursando desde el segundo año hasta el cuarto. Se eligieron de forma aleatoria un total de 6 participantes de cada curso, por lo que participaron un total de 18 estudiantes de fisioterapia, donde el 56% eran mujeres y el 44% eran hombres (Figuras 4 y 5).

El criterio de exclusión para el sujeto de grabación fue la presencia de algún *red flag* antes o durante la realización de la inspección dinámica de la columna cervical.<sup>(3,20,44,45)</sup>

El criterio de exclusión para los examinadores fue que no cumpliesen alguno de los criterios de inclusión.

### **Procedimiento**

Una vez incluido el sujeto y tras firmar el consentimiento informado (Anexo 2) se procedió a la explicación de la realización de los movimientos de la columna cervical, los cuales oscilarían entre la flexión, la extensión, las inclinaciones laterales y las rotaciones.<sup>(3,20,24)</sup>

El rango de movimiento cervical activo en los 3 planos cardinales (flexo-extensión, inclinación derecha-izquierda, rotación derecha-izquierda fueron

medidas con el dispositivo CROM (Figura 1) (Floating compass; Plastimo Airguide, Inc, Buffalo Groove, IL).<sup>(24)</sup>

El CROM se colocó en la cabeza del sujeto y medía los movimientos en el plano sagital y frontal con un inclinómetro (Figura 2) y en el plano transversal con una brújula estabilizada por un equipo magnético instalado alrededor del cuello del paciente (Figura 3).



**FIGURA 1.** Dispositivo CROM <sup>(24)</sup>

Los tres instrumentos de medición se insertan en el dispositivo CROM a través de una estructura plástica ajustada a la cabeza del paciente. Varios estudios han publicado una fiabilidad y validez de moderada a excelente del CROM para medir el rango de movimiento cervical activo.<sup>(7,18,27,46)</sup> Para las grabaciones, se situó un Smartphone HUAUWEI P20 sobre un trípode a una altura de 1,05 metros y a una distancia de 1 metro del sujeto.



**FIGURA 2.** Plano sagital y frontal

El sujeto se encontraba sentado en una silla sin respaldo de 0,45 metros de altura con las rodillas flexionadas a 90°, la mirada al frente, los brazos colgando y los pies planos en el suelo mientras se le solicitaba la realización activa de movimientos máximos y asintomáticos en los tres planos cardinales, como se ha realizado en otros muchos estudios.<sup>(3,11,22,24,47)</sup> Se grabaron un total de veinticuatro vídeos; ocho vídeos por cada plano de movimiento. Se analizaron los vídeos y se incluyeron en tres cuestionarios creados mediante la plataforma



**FIGURA 3.** Plano transversal

“Formularios de Google”. Se creó un cuestionario sobre la flexión-extensión, otro sobre las inclinaciones laterales y un último sobre las rotaciones (Anexo 3). Entre los 18 examinadores, dos participantes de cada curso responderían el cuestionario de flexión-extensión, otros dos participantes el cuestionario de las inclinaciones laterales y otros dos participantes el cuestionario de las rotaciones.

Se realizaron varias pruebas hasta obtener las preguntas del cuestionario definitivo y para determinar un tiempo de respuesta que no fuera excesivamente largo. Se formularon preguntas sobre la cantidad y calidad de movimiento que se observaba en el vídeo durante la inspección dinámica de la columna cervical.<sup>(29)</sup>

Las preguntas eran las mismas en los tres cuestionarios, solo había la opción de contestar una respuesta y se determinó que visualizaran el vídeo un máximo de tres veces para responder a las preguntas sobre cada vídeo según su criterio.

### **Variables del estudio**

Los tres cuestionarios se respondieron de manera anónima y recogían datos del sexo y del curso del Grado de Fisioterapia de los examinadores, definidos como las variables sociodemográficas.

Cada cuestionario se componía de treinta y dos preguntas dirigidas a la inspección visual de la columna cervical, es decir, un total de cuatro preguntas por cada vídeo (Anexo 3).

Se planteaba una pregunta de cantidad de movimiento (variable cuantitativa) o rango de movimiento (RDM) cervical activo para cada movimiento de un mismo plano. Los examinadores responderían un valor angular absoluto tanto para la flexión como para la extensión, siguiendo el mismo procedimiento en las inclinaciones laterales y rotaciones derecha e izquierda (Anexo 3).

Se planteaba otra pregunta de calidad de movimiento (variable cualitativa) activo para cada movimiento de un mismo plano y se planteaban las siguientes opciones: hipomóvil, normal e hipermóvil.<sup>(25,48)</sup> Así, los examinadores indicarían la calidad de movimiento de la flexión, de la extensión, de ambas inclinaciones laterales y rotaciones, como se ha hecho en varios estudios similares.<sup>(4,29,49)</sup> (Anexo 3).

Además, se añadieron dos preguntas más al final del cuestionario para que los estudiantes valoraran su participación de manera subjetiva,<sup>(50)</sup> mostrando las dificultades que tuvieron para la determinar el RDM y para que sugiriesen nuevas ideas sobre los vídeos para la valoración vía online (Anexo 3).

## **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis descriptivo de la muestra de examinadores, analizando la variable cualitativa sociodemográfica de género y relacionándola con la variable cualitativa "curso de fisioterapia" de los examinadores.

Se analizaron estadísticamente los datos con el programa IBM SPSS Statistics 21.0 para Windows.<sup>(51)</sup> La variable cuantitativa denominada como "cantidad de movimiento" y la variable cualitativa denominada "calidad de movimiento" fueron analizadas. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos si  $p\text{-valor} < 0,05$ .<sup>(31,52)</sup>

La estimación del CCI se basó en el modelo de efectos aleatorio de dos factores donde tanto los efectos de personas como los efectos de medidas son aleatorios y se eligió el acuerdo de interexaminadores de tipo "consistencia".<sup>(53)</sup>

Se analizó la fiabilidad interexaminador de la variable cuantitativa denominada como cantidad de movimiento calculando el **coeficiente de correlación intraclase (CCI)** con el 95% de intervalo de confianza para obtener la fiabilidad interexaminador.<sup>(23,54)</sup> Se consideró la media, el mínimo, el máximo y la desviación típica.<sup>(24)</sup>

Se analizó la fiabilidad interexaminador de la variable cualitativa denominada como calidad de movimiento calculando el **Índice de Kappa** con el 95% de intervalo de confianza para obtener la fiabilidad interexaminador. Se consideraron los porcentajes de respuestas de cada alumno.<sup>(55)</sup>

También se calculó el CCI para medir la validez interexaminador o el grado de acuerdo entre la medición de la variable cuantitativa denominada como cantidad de movimiento de los examinadores respecto al dispositivo CROM. Se consideró la media, el mínimo, el máximo y la desviación típica.<sup>(41)</sup>

El valor del CCI/Kappa (entre 0 y 1) para la validez y fiabilidad se interpretó de acuerdo con la siguiente clasificación: **pobre < 0,5; moderada 0,5 a 0,75; buena 0,75 a 0,90; y excelente > 0,90.**<sup>(20)(53)</sup>

## RESULTADOS

### Variables sociodemográficas

Entre los 18 examinadores, un 44% eran hombres y un 56% mujeres (Figura 4). En cuanto al sexo de los alumnos según el curso de fisioterapia, participaron 3 mujeres y 3 hombres de cuarto y tercer curso y 4 mujeres y 2 hombres de segundo curso (Figura 5).

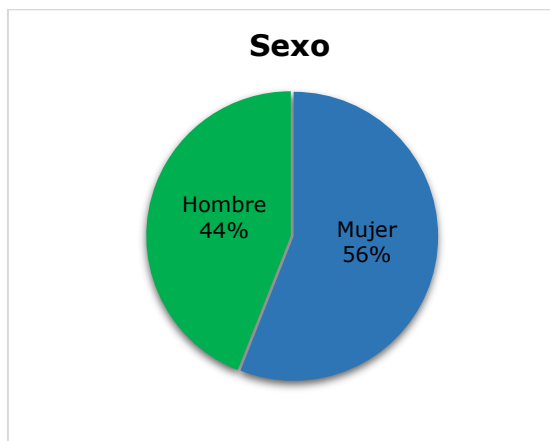


FIGURA 4. Sexo de examinadores

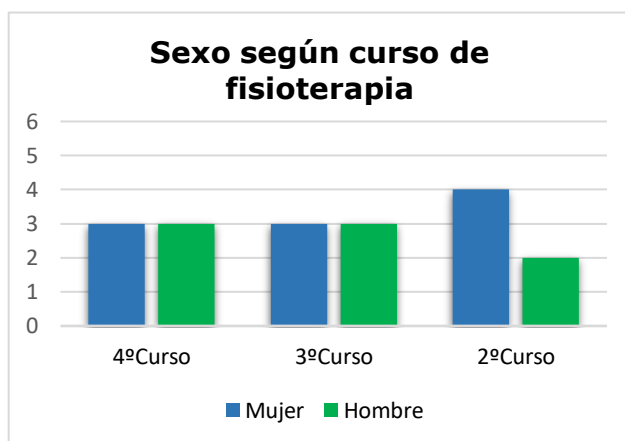


FIGURA 5. Sexo de examinadores según curso

### Variables cuantitativas y cualitativas

#### CUESTIONARIO de FLEXO-EXTENSIÓN

##### CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Los valores de la cantidad y calidad de movimiento *gold standard* de la flexión y extensión para cada vídeo se muestran en la Tabla 1. La media, el mínimo, el máximo, el rango y la desviación típica de los valores angulares de la variable cantidad para cada curso se refleja en la Tabla 2.

Cantidad/Calidad GOLD STANDARD				
Mvto/Nº video	Flexión		Extension	
1	60	N	55	N
2	10	Hipo	35	Hipo
3	30	Hipo	36	Hipo
4	30	Hipo	60	N
5	20	Hipo	24	Hipo
6	32	Hipo	25	Hipo
7	2	Hipo	28	Hipo
8	42	Hipo	44	Hipo

TABLA 1. Resumen de cantidad y calidad *gold standard*

\*N=Normal \*Hipo/Hiper móvil

Resumen estadístico					
Medidas/Curso FTP	Media	Min	Max	Rango	Desv.t
4º Curso	21,5	12,8	30,3	17,6	2,4
3º Curso	34,3	33,1	35,5	2,4	1,1
2º Curso	24,1	12,4	35,8	23,4	2,9

TABLA 2. Resumen estadístico de cantidad de flexo-extensión



Los resultados de la fiabilidad interexaminador de la cantidad de la flexo-extensión cervical por cada curso según el Índice de correlación intraclase se muestran en la Tabla 3, reflejando el límite inferior y superior a un 95% de intervalo de confianza, la prueba F de valor verdadero 0 y el nivel de significación estadístico ( $p$  valor < 0,05).

<b>Coefficiente de correlación intraclase (CCI)</b>				
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza CCI	Prueba F valor verd.0	
			Valor	Sig.
4ºCurso	0,81	(0,47-0,94)	5,40	0,001
3ºCurso	0,96	(0,88-0,98)	22,90	0,000
2ºCurso	0,75	(0,30-0,91)	4,07	0,005

TABLA 3. Fiabilidad de la cantidad de movimiento de la flexo-extensión (CCI)

### CALIDAD DE MOVIMIENTO

La Figura 6 representa el resumen de la calidad de movimiento de la flexo-extensión, donde las respuestas obtenidas por cada alumno se representan a través de porcentajes. La fiabilidad interexaminador de la calidad de movimiento según el índice de Kappa se muestra en Tabla 4, con el nivel de significación estadístico ( $p$  valor < 0,05). Se descartan los resultados de segundo curso por no ser estadísticamente significativos ( $p$  valor = 0,842).

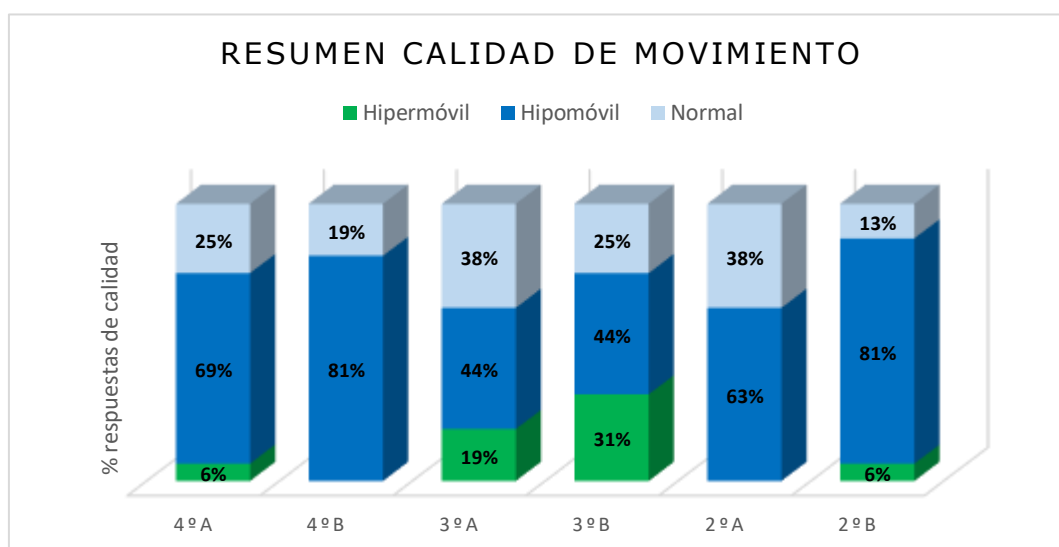


FIGURA 6. Recuento de calidad de movimiento de flexo-extensión por alumnos.  
\*4º-3º-2º=Curso de fisioterapia/A= alumno 1 y B=alumno 2

<b>Índice Kappa</b>				
<b>Medidas/ Curso ftp</b>	Valor Kappa	Error estándar	T aprox.	Sig.
4ºCurso	0,52	0,20	2,46	0,014
3ºCurso	0,62	0,16	3,58	0,000
2ºCurso	0,03	0,19	0,20	0,842

TABLA 4. Fiabilidad de la calidad de movimiento flexo-extensión (I.Kappa)

#### VALIDEZ DE CANTIDAD RESPECTO A CROM

El resumen de la validez de la cantidad de movimiento de los examinadores respecto al dispositivo CROM se muestra en la Tabla 5, reflejando la media, el mínimo, el máximo, el rango y la desviación típica de los valores obtenidos. El índice de correlación intraclase que describe la validez de la cantidad de movimiento se refleja en la Tabla 6, con el límite inferior y superior a un 95% de intervalo de confianza, la prueba de valor verdadero 0 y el nivel de significación estadística ( $p$  valor < 0,05).

<b>Resumen estadístico</b>					
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Media	Min	Max	Rango	Desv.t
4ºCurso	27,5	21,5	33,4	11,8	1,6
3ºCurso	33,8	33,4	34,3	0,9	1,0
2ºCurso	28,8	24,1	33,3	9,3	1,4

TABLA 5. Resumen de validez de cantidad de movimiento flexo-extensión

<b>Coefficiente de correlación intraclase (CCI)</b>				
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza CCI	Prueba F valor verd.0	
			Valor	Sig.
4ºCurso	0,96	(0,88-0,99)	23,74	0,000
3ºCurso	0,83	(0,50-0,94)	5,75	0,001
2ºCurso	0,94	(0,83-0,98)	16,59	0,000

TABLA 6. Validez de cantidad de movimiento flexo-extensión (CCI)

## FIABILIDAD Y VALIDEZ DE LA FLEXO-EXTENSIÓN

Esta gráfica (Figura 7) resume los resultados de la fiabilidad interexaminador de la cantidad y calidad de movimiento y la validez de la cantidad en la flexión-extensión respecto al dispositivo CROM según el curso de fisioterapia.

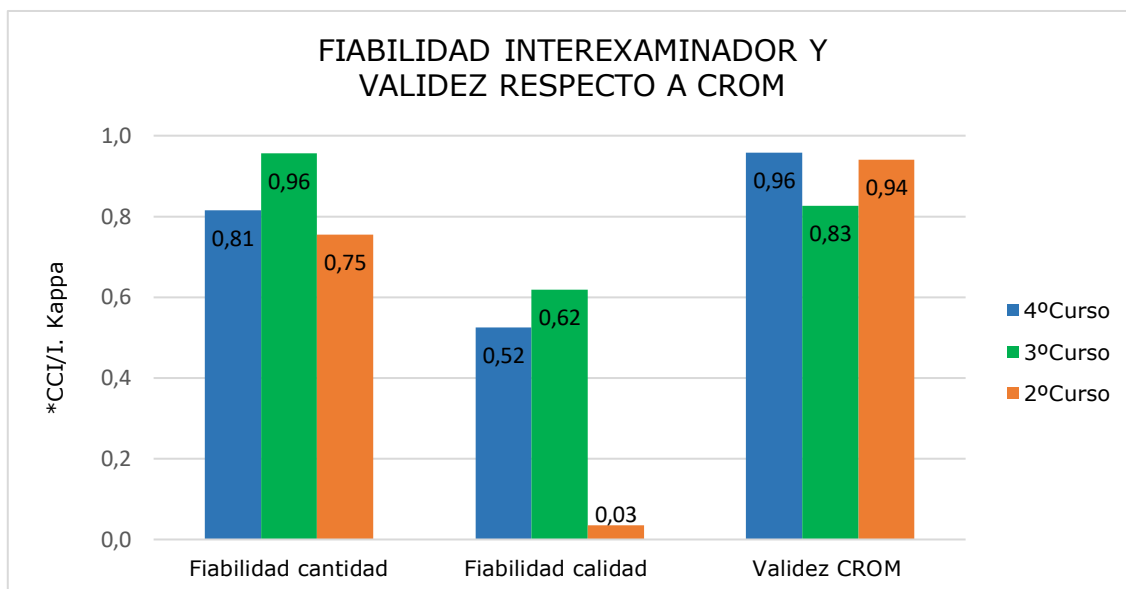


FIGURA 7. Resumen de fiabilidad y validez de la flexo-extensión por cursos.

\*Índice de Correlación Intraclase e Índice de Kappa.

## **CUESTIONARIO INCLINACIONES LATERALES**

### CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Los valores de la cantidad y calidad de movimiento *gold standard* de las inclinaciones laterales para cada vídeo se muestran en la Tabla 7. La media, el mínimo, el máximo, el rango y la desviación típica de los valores angulares de la variable cantidad para cada curso se muestra en la Tabla 8.

<b>Cantidad/Calidad GOLD STANDARD</b>				
Mvto/Nº video	Incl. Der		Incl. Izq	
1	42	N*	48	Hiper
2	16	Hipo*	46	Hiper
3	25	Hipo	40	N
4	22	Hipo	15	Hipo
5	40	N	36	Hipo
6	30	Hipo	42	N
7	26	Hipo	8	Hipo
8	42	N	42	N

TABLA 7. Resumen de cantidad y calidad Gold Standard

\*N=normal \*Hipo/Hiper móvil

<b>Resumen estadístico</b>					
Medidas / Curso FTP	Media	Min	Max	Rango	Desv.t
4ºCurso	35,0	21,6	26,9	26,9	2,2
3ºCurso	35,2	29,7	10,9	10,9	1,4
2ºCurso	48,0	39,4	17,2	17,2	1,4

TABLA 8. Resumen estadístico de cantidad de inclinaciones laterales

Los resultados de la fiabilidad interexaminador de la cantidad de las inclinaciones laterales por cada curso según el Índice de correlación intraclase se muestran en la Tabla 9, reflejando el límite inferior y superior a un 95% de intervalo de confianza, la prueba F de valor verdadero 0 y el nivel de significación estadístico ( $p$  valor $<0,05$ ).

<b>Coefficiente de correlación intraclase (CCI)</b>				
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza CCI	Prueba F valor verd.0	
			Valor	Sig.
4ºCurso	0,81	(0,45-0,93)	5,16	0,001
3ºCurso	0,93	(0,81-0,98)	14,68	0,000
2ºCurso	0,91	(0,75-0,97)	11,32	0,000

TABLA 9. Fiabilidad de cantidad de movimiento de inclinaciones laterales.

### CALIDAD DE MOVIMIENTO

La Figura 8 representa el resumen de la calidad de movimiento de las inclinaciones laterales, donde las respuestas obtenidas por cada alumno se muestran a través de porcentajes. La fiabilidad interexaminador de la calidad de movimiento según el índice de Kappa se muestra en Tabla 10, con el nivel de significación estadístico ( $p$  valor $<0,05$ ). Se desestiman los resultados de cuarto curso por no ser estadísticamente significativos ( $p$  valor=0,091).

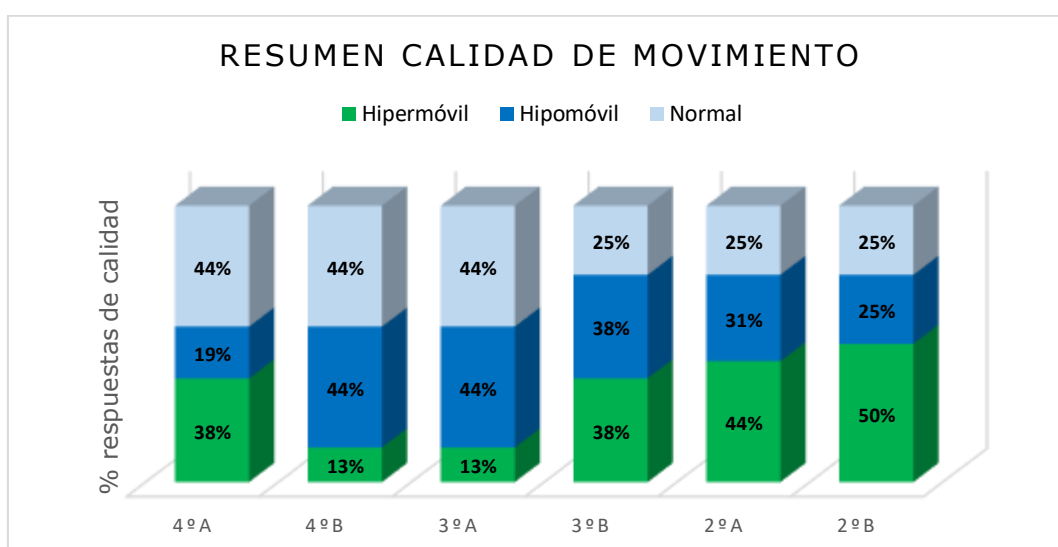


FIGURA 8. Recuento de calidad de movimiento inclinaciones laterales por alumnos.

<b>Índice Kappa</b>				
<b>Medidas / Curso ftp</b>	Valor Kappa	Error estándar	T aprox.	Sig.
4ºCurso	0,26	0,17	1,69	0,091
3ºCurso	0,54	0,15	3,36	0,001
2ºCurso	0,51	0,17	2,88	0,004

TABLA 10. Fiabilidad de la calidad de movimiento inclinaciones laterales (I.Kappa)

### VALIDEZ DE CANTIDAD RESPECTO A CROM

El resumen de la validez de la cantidad de movimiento de los examinadores respecto al dispositivo CROM se muestra en la Tabla 11, reflejando la media, el mínimo, el máximo, el rango y la desviación típica de los valores obtenidos. El índice de correlación intraclase que describe la validez de la cantidad de movimiento se refleja en la Tabla 12, con el límite inferior y superior a un 95% de intervalo de confianza, la prueba de valor verdadero 0 y el nivel de significación estadística ( $p$  valor < 0,05).

<b>Resumen estadístico</b>					
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Media	Min	Max	Rango	Desv.t
4ºCurso	33,8	32,5	35	2,5	1,1
3ºCurso	33,8	32,5	35,2	2,7	1,1
2ºCurso	40,2	32,5	48	15,5	1,5

TABLA 11. Resumen de validez de cantidad de movimiento de inclinaciones laterales.

<b>Coefficiente de correlación intraclase (CCI)</b>				
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza CCI	Prueba F valor verd.0	
			Valor	Sig.
4ºCurso	0,90	(0,72-0,97)	10,22	0,000
3ºCurso	0,91	(0,75-0,97)	11,45	0,000
2ºCurso	0,88	(0,67-0,96)	8,6	0,000

TABLA 12. Validez cantidad de movimiento inclinaciones laterales (CCI)

## FIABILIDAD Y VALIDEZ DE LAS INCLINACIONES

Esta gráfica (Figura 9) resume los resultados de la fiabilidad interexaminador de la cantidad y calidad de movimiento y la validez de las inclinaciones respecto al dispositivo CROM según el curso de fisioterapia.

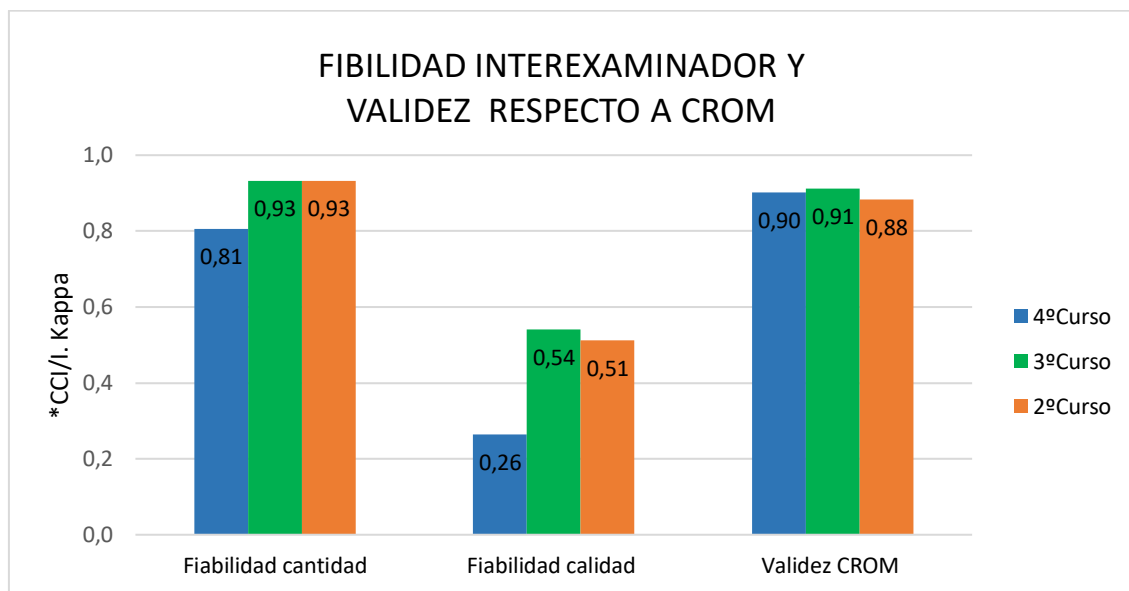


FIGURA 9. Resumen de fiabilidad y validez respecto a CROM de las inclinaciones por cursos.  
\*Índice de Correlación Intraclase e Índice de Kappa

## **CUESTIONARIO ROTACIONES**

### CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Los valores de la cantidad y calidad de movimiento *gold standard* de las rotaciones para cada vídeo se muestran en la Tabla 13. La media, el mínimo, el máximo, el rango y la desviación típica de los valores angulares de la variable cantidad para cada curso se muestra en la Tabla 14.

<b>Cantidad/Calidad GOLD STANDARD</b>				
Mvto/Nº video	Rot. Der		Rot. Izq	
1	62	N	64	N
2	34	Hipo	20	Hipo
3	48	Hipo	60	N
4	56	Hipo	38	Hipo
5	26	Hipo	30	Hipo
6	8	Hipo	22	Hipo
7	46	Hipo	40	Hipo
8	60	N	42	Hipo

TABLA 13. Resumen de cantidad y calidad Gold Standard

<b>Resumen estadístico</b>					
Medidas/Curso FTP	Media	Min	Max	Rango	Desv.t
4ºCurso	53,6	42,2	65,0	22,8	1,5
3ºCurso	50,4	46,4	54,4	7,9	1,2
2ºCurso	54,2	53,4	55,0	1,6	1,0

TABLA 14. Resumen estadístico de cantidad de rotaciones

Los resultados de la fiabilidad interexaminador de la cantidad en las rotaciones cervicales por cada curso según el Índice de correlación intraclase se muestran en la Tabla 15, reflejando el límite inferior y superior a un 95% de intervalo de confianza, la prueba F de valor verdadero 0 y el nivel de significación estadístico ( $p$  valor $<0,05$ ).

<b>Coefficiente de correlación intraclase (CCI)</b>				
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza CCI	Prueba F valor verd.0	
			Valor	Sig.
4ºCurso	0,96	(0,90-0,99)	27,72	0,00
3ºCurso	0,97	(0,90-0,99)	28,94	0,00
2ºCurso	0,93	(0,80-0,98)	14,06	0,00

TABLA 15. Fiabilidad de cantidad de movimiento de las rotaciones.

### CALIDAD DE MOVIMIENTO

La figura 10 representa el resumen de la calidad de movimiento de las rotaciones, donde las respuestas obtenidas por cada alumno se muestran a través de porcentajes. La fiabilidad interexaminador de la calidad de movimiento según el índice de Kappa se muestra en Tabla 13 con el nivel de significación estadístico ( $p$  valor $<0,05$ ).

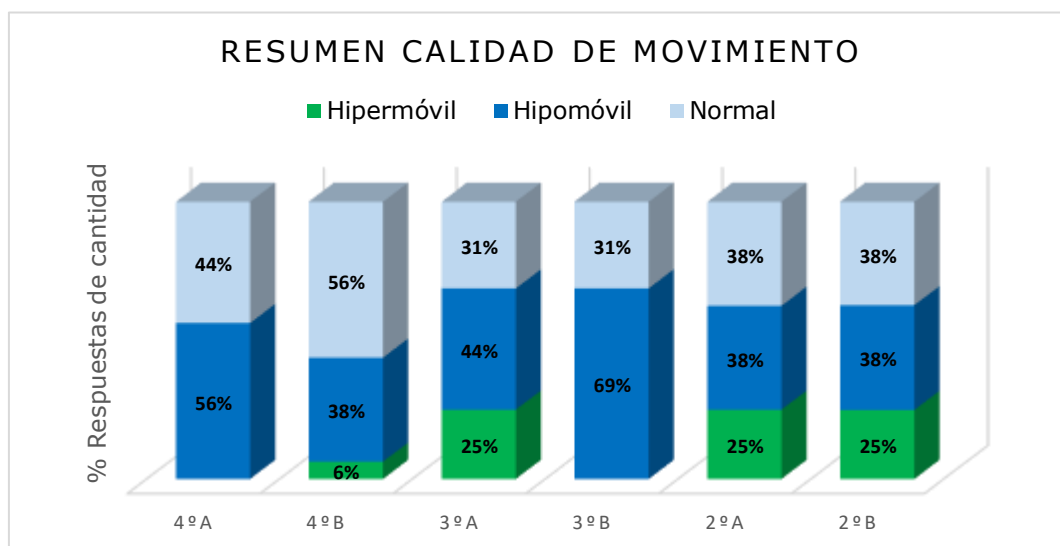


FIGURA 10. Recuento calidad de movimiento de rotaciones por alumnos.

<b>Índice Kappa</b>				
<b>Medidas / Curso ftp</b>	Valor Kappa	Error estándar	T aprox.	Sig.
4ºCurso	0,74	0,098	6,014	0,00
3ºCurso	0,58	0,102	4,991	0,00
2ºCurso	0,90	0,068	7,872	0,00

TABLA 13. Fiabilidad cantidad de movimiento de las rotaciones (I. Kappa)

### VALIDEZ DE CANTIDAD RESPECTO A CROM

El resumen de la validez de la cantidad de movimiento de los examinadores respecto al dispositivo CROM se muestra en la Tabla 11, reflejando la media, el mínimo, el máximo, el rango y la desviación típica de los valores obtenidos. El índice de correlación intraclase que describe la validez de la cantidad de movimiento se refleja en la Tabla 12, con el límite inferior y superior a un 95% de intervalo de confianza, la prueba de valor verdadero 0 y el nivel de significación estadística ( $p$  valor < 0,05).

<b>Resumen estadístico</b>					
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Media	Min	Max	Rango	Desv.t
4ºCurso	47,3	41,0	53,6	12,6	1,3
3ºCurso	45,7	41,0	50,4	9,4	1,2
2ºCurso	47,6	41,0	54,2	13,2	1,3

TABLA 14. Resumen validez cantidad de movimiento rotaciones.

<b>Coefficiente de correlación intraclase (CCI)</b>				
<b>Medidas/ Curso FTP</b>	Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza CCI	Prueba F valor verd.0	
			Valor	Sig.
4ºCurso	0,93	(0,80-0,98)	14,16	0,00
3ºCurso	0,96	(0,88-0,99)	24,30	0,00
2ºCurso	0,90	(0,71-0,96)	9,72	0,00

TABLA 15. Validez de cantidad de movimiento rotaciones (CCI)



## FIABILIDAD Y VALIDEZ DE LAS ROTACIONES

Esta gráfica (Figura 9) resume los resultados de la fiabilidad interexaminador de la cantidad y calidad de movimiento y la validez de la cantidad de las rotaciones respecto al dispositivo CROM según el curso de fisioterapia.

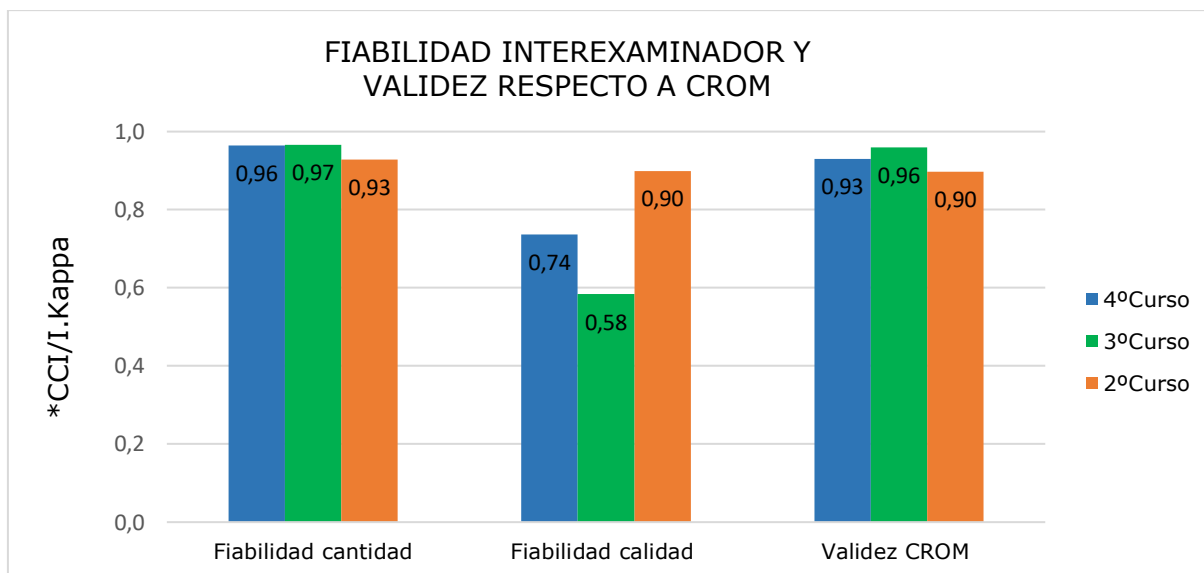


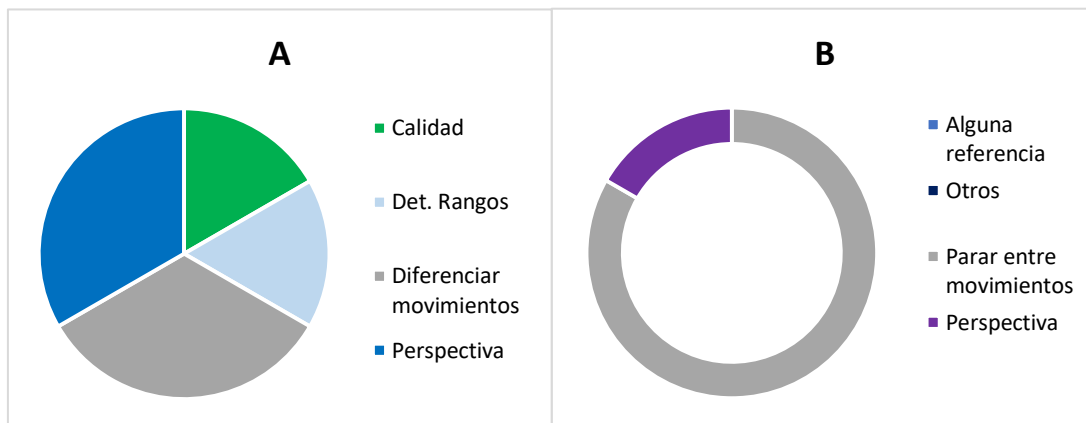
FIGURA 11. Resumen de fiabilidad y validez respecto a CROM de las rotaciones por cursos.  
\*Índice de Correlación Intraclase e Índice de Kappa

## RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS SUBJETIVAS

Las siguientes Figuras (12-17), clasificadas según el tipo de movimiento analizado, reflejan las respuestas de los examinadores en cada cuestionario a la pregunta subjetiva sobre las dificultades en la determinación del RDM (A) y la pregunta sobre las posibles mejoras en la metodología de las grabaciones del RDM cervical (B).

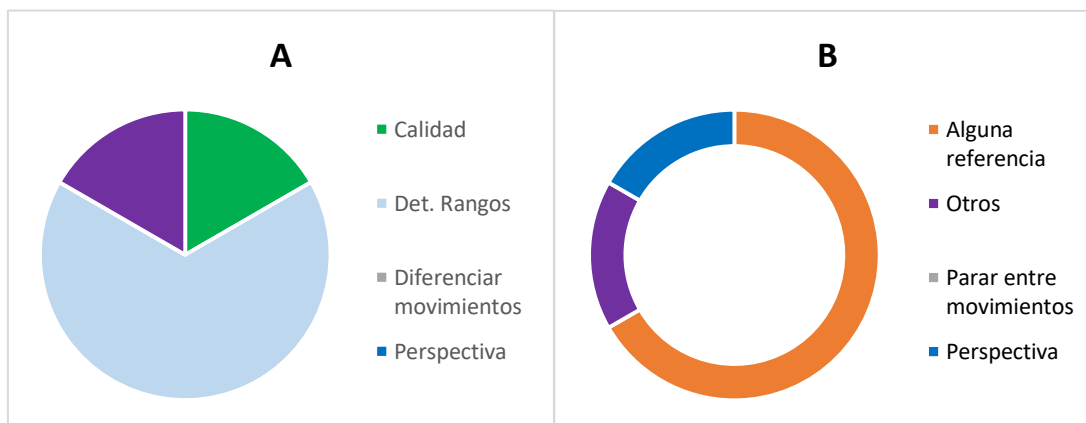
Las variables mostradas en cada gráfica se han definido según las respuestas de los examinadores. Para la pregunta **A**, las respuestas se han clasificado en: dificultad en la determinación de la calidad, en determinar rangos de movimiento, en diferenciar los distintos movimientos, en la perspectiva del video y otros. Para la pregunta **B**, las respuestas se han clasificado en: aportar alguna referencia que actúe de guía para los movimientos, parar entre los distintos movimientos, la perspectiva de los vídeos y otros.

## FLEXO-EXTENSIÓN



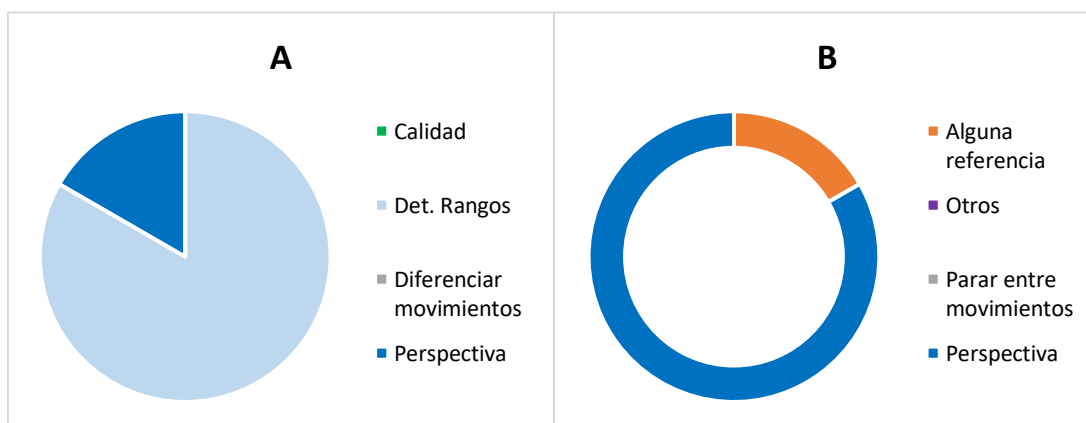
FIGURAS 12 y 13. Resumen de respuestas subjetivas de la flexo-extensión.  
\*Det. Rangos: determinar la amplitud de los rangos de movimiento

## INCLINACIONES



FIGURAS 14 y 15. Resumen de respuestas subjetivas de las inclinaciones laterales.

## ROTACIONES



FIGURAS 16 Y 17. Resumen de respuestas subjetivas de las rotaciones.

## DISCUSIÓN

La evidencia actual sugiere que la inspección visual de la columna cervical no es consistente para los movimientos de flexión, rotación e inclinaciones laterales<sup>(12)</sup> y según Pool et al.,<sup>(49)</sup> la reproducibilidad interexaminador de la exploración física de la columna cervical en la inspección visual básica no es fiable, a excepción de un protocolo estandarizado. Youdas et al.<sup>(26)</sup> también estudiaron la fiabilidad de la inspección visual para la evaluación de la columna cervical y a pesar de seguir protocolos definidos, la inspección visual resultó tener una fiabilidad de pobre a moderada.

Sin embargo, otros estudios muestran mejores resultados en la fiabilidad interexaminador para la inspección visual. Nordin et al.<sup>(4)</sup> indicaron que la evidencia mostraba una fiabilidad interexaminador excelente (Kappa 0,96-1,00) en controles sanitarios de la inspección visual para signos anormales de la columna cervical. Whitcroft et al.<sup>(25)</sup> encontraron en su estudio una fiabilidad intra e interexaminador de buena a excelente (CCI 0,75-0,99) en la inspección visual del rango de movimiento activo de la columna cervical y Hoppenbrouwers et al.<sup>(29)</sup> encontraron una moderada reproducibilidad en el examen cervical activo y pasivo, en el cual participaron fisioterapeutas recién graduados.

En cuanto a la evaluación del RDM activo de los movimientos de flexo-extensión, nuestro estudio muestra una fiabilidad de moderada a excelente en los examinadores de segundo (CCI 0,75) y cuarto curso (CCI 0,81) y una fiabilidad de buena a excelente entre los alumnos de tercer curso (CCI 0,96). Otros estudios muestran buena fiabilidad interexaminador para determinar la extensión<sup>(12,29)</sup> y para ambos movimientos en el plano sagital.<sup>(25)</sup>

En la exploración de las inclinaciones laterales, algunos estudios<sup>(12,26,28,29)</sup> concluyen que la determinación del rango de movimiento de las inclinaciones laterales no es fiable o tiene una fiabilidad de pobre a moderada, aunque nuestro estudio ha mostrado una fiabilidad desde moderada a excelente con leves diferencias entre los grupos de examinadores, siendo los examinadores de tercer curso de fisioterapia los

que han conseguido la mayor fiabilidad interexaminador con valores entre (0,81-0,98) según el índice de correlación intraclass.

La fiabilidad interexaminador para la determinación del rango de movimiento de las rotaciones derecha e izquierda de la columna cervical ha resultado ser de buena a excelente en los tres grupos de evaluadores con valores de (CCI 0,93) para segundo curso y valores de (CCI 0,97) (CCI 0,96) para tercer y cuarto curso, al igual que en algún otro estudio.<sup>(25,56)</sup> Sin embargo, otros estudios han mostrado una menor fiabilidad interexaminador en la inspección visual del rango de movimiento activo en los movimientos de rotación cervical.<sup>(12,29,57)</sup>

En lo referente a los resultados de la determinación de la calidad de movimiento de la columna cervical mediante la inspección visual, la fiabilidad interexaminador de la flexo-extensión de segundo curso se descarta ( $p > 0,05$ ) y la fiabilidad de tercer y cuarto curso es moderada, con valores de (Kappa 0,62) y (Kappa 0,52), respectivamente. En un estudio de fiabilidad que analizaba la restricción de la flexo-extensión, se obtuvo una fiabilidad pobre.<sup>(58)</sup>

En las inclinaciones laterales, se omiten los resultados de cuarto curso por no ser estadísticamente significativos y la fiabilidad interexaminador en segundo y tercer curso es moderada con valores de 0,51 y 0,54 en el Índice de Kappa.

En cambio, los resultados de la inspección visual de la calidad de las rotaciones derecha e izquierda muestran una fiabilidad de moderada a excelente, con valores desde 0,58 hasta 0,90 en el Índice de Kappa.

En muchos estudios realizados hasta el momento, la variable clasificada como calidad de movimiento se ha observado a través de una evaluación del RDM pasivo evaluando tanto la movilidad intervertebral o intersegmentaria como en algún caso la sensación terminal, realizado por los propios examinadores.<sup>(48,49,55,57)</sup> Por ejemplo, Fjellner et al.<sup>(55)</sup> clasificaban un movimiento como normal si en la evaluación pasiva realizada por el examinador la barbilla alcanzaba el esternón.

Otros estudios como el de Viikari et al.<sup>(28)</sup> determinaron unos valores angulares concretos para clasificar un movimiento como hiper/hipomóvil o normal con una fiabilidad de pobre a moderada (Kappa 0,41-0,56) con diferencias entre los 3 planos de movimiento. Sin embargo, en este otro estudio realizado por Hoppenbrouwers et al.,<sup>(29)</sup> un movimiento de flexión se consideraba restringido si la distancia entre la barbilla y la incisura yugular era de más de 2cm y la extensión era restringida si la línea entre la nariz y la frente no alcanzaba la horizontalidad. Para las inclinaciones laterales y las rotaciones, si hacia un lado parecía más limitado que hacia el otro, el primero se definía como restringido, tomando mediciones entre el trago y el acromion y desde la barbilla hasta el acromion. La fiabilidad interexaminador que se obtiene en este estudio es moderada (Kappa 0,53) para los movimientos tanto activos como pasivos de la columna cervical.

En nuestro estudio únicamente se analiza el movimiento activo de la columna cervical vía online y por tanto sin participación alguna de los examinadores. Un previo protocolo estandarizado de evaluación como el diseñado por Cleland et al.,<sup>(54)</sup> aunque en nuestro caso sobre la calidad de movimiento de la columna cervical, podría ayudar a los examinadores a clasificar de manera más precisa y fiable si un movimiento es hipomóvil, normal o hipermóvil, como realizan en algún estudio similar.<sup>(49,56)</sup> Se sugieren nuevos estudios que realicen la evaluación de la calidad sin necesidad de palpar las estructuras como en algún estudio previo,<sup>(54,55)</sup> aunque no se ha demostrado que la evaluación activa sea mejor que la pasiva.<sup>(56)</sup>

Este estudio también ha analizado el acuerdo de los examinadores en la determinación del valor angular de los tres movimientos cervicales en comparación con el CROM, definido como la validez. El dispositivo CROM se ha considerado como el estándar de referencia, como hicieron Whitcroft et al.,<sup>(25)</sup> teniendo en cuenta los muchos estudios con sujetos asintomáticos que muestran su fiabilidad intra e interexaminador para la evaluación del RDM de la columna cervical <sup>(7,18,20,23,24,27)</sup> aunque sabemos que no hay un consenso en cuanto a la mejor herramienta para evaluar el RDM<sup>(7,56,58,59)</sup> y la validez de una herramienta de exploración se demuestra comparándolo

con un *gold standard*, lo que se define como un método bien aceptado y comúnmente aplicado en la clínica.<sup>(4)</sup>

En la actualidad, son pocos los estudios que comparan la inspección visual con algún otro instrumento de medición,<sup>(25,26,60)</sup> siendo más comunes los estudios que comparan distintos objetos o instrumentos de medición del RDM cervical.<sup>(10,11,20,27,45,61)</sup>

En concreto, el estudio que realizaron Whitcroft et al.,<sup>(25)</sup> es similar al nuestro por evaluar la inspección visual a través de fotografías de los distintos movimientos cervicales. En su estudio, obtienen una validez moderada pero una fiabilidad intra e interexaminador de buena a excelente para determinar el rango de movimiento cervical, a diferencia de nuestro estudio, donde la validez de la inspección visual respecto al dispositivo CROM ha resultado ser de buena a excelente en todos los planos de movimiento.

En lo referente a la validez obtenida en los movimientos de flexo-extensión según el índice de correlación intraclase, la fiabilidad es de buena a excelente, con valores de (CCI 0,96) (CCI 0,83) y (CCI 0,94) para los alumnos de cuarto, tercero y segundo de fisioterapia, respectivamente.

La inspección visual de la cantidad de movimiento de la columna cervical ha resultado tener una validez de buena a excelente para las inclinaciones, con valores de 0,90 y 0,91 para cuarto y tercer curso y con un valor de 0,88 para segundo en el índice de Kappa.

Para las rotaciones, la validez es de buena a excelente, con los valores más altos de los tres planos de movimiento según el CCI. La fiabilidad varía entre 0,90 y 0,96, siendo los alumnos de tercer curso con valores más altos en la validez, con un intervalo entre (0,88-0,99).

Sin embargo, en una revisión sistemática realizada por Williams et al.<sup>(7)</sup> donde analizan distintos métodos de evaluación del movimiento activo y pasivo de la columna cervical, la inspección visual se clasifica como el método menos fiable para valorar el RDM cervical. A pesar de que en nuestro estudio se han obtenido resultados estadísticamente significativos, hemos evaluado a un único sujeto y era asintomático, por lo que se toma

en cuenta la necesidad de investigar la validez de la inspección visual tomando muestras más amplias y analizando este método de evaluación en sujetos con sintomatología, como se ha hecho en muchos estudios evaluando la inspección visual de la columna cervical.<sup>(25,26,28,55,59)</sup>

La inspección visual es comúnmente conocida dentro de la práctica clínica en el ámbito de la fisioterapia<sup>(8,25,28,29,49,59,62)</sup> y a pesar de que su fiabilidad se pone en duda, resulta desafiante encontrar una herramienta que encaje en la evaluación del RDM activo de la columna cervical.<sup>(63)</sup> La peculiaridad de nuestro estudio reside en que la inspección visual de la columna cervical se realiza vía online.

La creciente implicación de la tecnología en la fisioterapia ha llevado a realizar estudios como el de Chistensen et al.<sup>(63)</sup>, donde compararon la inspección visual de la columna cervical con el análisis bidimensional, obteniendo mejores resultados para la evaluación 2D.

También se han estudiado la utilidad clínica de la inspección mediante herramientas como la fotografía<sup>(25)</sup> comparada con otros instrumentos de evaluación, donde estos han resultado ser más fiables. Otro estudio comparaba la inspección visual con la fotogrametría, donde ambas herramientas no se consideraron útiles para el estudio.<sup>(62)</sup>

Además, la evolución de la tecnología ha aportado avances en el análisis de los rangos de movimiento articulares, donde sistemas de análisis tridimensionales del movimiento aportan la posibilidad de grabar y calcular, facilitando observaciones a tiempo real, eliminando las posibilidades de error de las mediciones por implicación de un evaluador y por tanto mostrando una considerable fiabilidad para la determinación del RDM activo de la columna cervical.<sup>(16,20,44,45)</sup>

A pesar de ello, la utilidad clínica de las nuevas tecnologías se ve afectada ya que requiere procedimientos de evaluación complicados y costosos, centrando su uso no más allá de la investigación.<sup>(20,60)</sup> En cambio, nuestro estudio ha demostrado la posibilidad de utilizar en un futuro la inspección visual vía telemática de una manera fiable, sin tener un protocolo demasiado complicado y con un coste asequible.

Asimismo, la inspección visual online centrada en la evaluación del RDM podría utilizarse como una herramienta dentro del ámbito de la telemedicina, como se ha investigado en algún estudio.<sup>(31,34,39,40,64)</sup> Hasta ahora, la utilidad de la telerehabilitación se ha estudiado en distintas regiones como la zona lumbar, el tobillo, codo, la rodilla, en problemas como la osteoartritis y en disfunciones no articulares del miembro inferior.<sup>(31,34,36,40,65,66)</sup>

En concreto, en un estudio realizado por Palacín et al.,<sup>(40)</sup> la fiabilidad interexaminador para la evaluación del RDM en pacientes con dolor lumbar mostró valores a partir de (CCI 0,90), donde los pacientes fueron evaluados vía online. También, hay algún estudio sobre la columna cervical como el de Basteris et al.,<sup>(67)</sup> donde se analiza la propiocepción cervical vía *webcam*, obteniendo buenos resultados para una futura autoevaluación de pacientes con dolor cervical.

Nuestro estudio podría aportar una nueva línea de investigación centrada específicamente en la inspección visual del RDM activo cervical, aunque en nuestro caso siendo los mismos fisioterapeutas los que determinen el RDM cervical y no con ayuda de alguna aplicación para ordenador, como hicieron Russel et al.<sup>(66)</sup> analizando el RDM de la rodilla.

Sin embargo, el uso de la telemedicina en la práctica clínica requiere protocolos estandarizados<sup>(37)</sup> y dado que en nuestro estudio no se determinó ningún protocolo de evaluación en concreto como se ha hecho en anteriores investigaciones sobre la columna cervical,<sup>(28,29,54,55,62)</sup> se podría tener en cuenta para posibles futuros estudios.

Además, nuestros examinadores nunca han sido entrenados en la inspección visual online, al igual los evaluadores en el estudio de Lawford et al.,<sup>(37)</sup> aunque en algún estudio se sugiere un previo entrenamiento antes de las mediciones.<sup>(22,48,56)</sup> Por ello, podría ser interesante integrar esta herramienta tanto en el grado de fisioterapia como dentro de la formación continua de los fisioterapeutas,<sup>(68-70)</sup> con plataformas como "Formularios de Google", la utilizada en nuestro estudio. El aprendizaje vía online de los estudiantes de las profesiones de la salud se ha investigado en varias



ocasiones, analizando la posibilidad de integrar conocimientos vía online a través de cuestionarios.<sup>(71-73)</sup>

Así, estudios como el nuestro podrían ser una vía de entrenamiento futuro para fisioterapeutas en el ámbito clínico y podrían diseñarse programas de entrenamiento de la inspección visual online, teniendo en cuenta los resultados de la fiabilidad interexaminador y la validez de la inspección visual que hemos obtenido a través de nuestros cuestionarios, aunque como Mani et al.<sup>(34)</sup> destacan en su revisión sistemática sobre la fisioterapia vía online, se requieren más estudios de fiabilidad y validez en el ámbito de la telemedicina basado en la evaluación fisioterápica para afecciones musculoesqueléticas.

También se ha estudiado la percepción de los fisioterapeutas acerca del uso de la telemedicina en la práctica clínica;<sup>(37)</sup> nuestro estudio recoge la opinión subjetiva de los examinadores después de la inspección visual online. En el caso de la flexo-extensión, la mayoría de los alumnos ha tenido problemas para identificar el inicio y el final de cada rango de movimiento y también han tenido dificultades con la perspectiva. Como posible mejora, la mayoría sugiere parar entre el movimiento de flexión y extensión. En cambio, en las inclinaciones laterales y en las rotaciones, la mayor dificultad de los alumnos ha sido el establecer el valor angular de cada movimiento. Para facilitar su evaluación, sugieren la aportación de alguna referencia por la que guiarse para determinar la cantidad de movimiento en el caso de las inclinaciones y un cambio de perspectiva como puede ser la grabación desde un plano craneal, para las rotaciones.

Teniendo en cuenta las aportaciones de los examinadores y sabiendo que hay muchos factores que pueden influenciar la metodología correcta de grabación del RDM cervical como un previo calentamiento del sujeto, la posición estándar inicial de la cabeza y un previo entrenamiento de los examinadores,<sup>(56)</sup> se sugiere mejorar la perspectiva de las rotaciones con una vista desde craneal<sup>(10)(23)(26)(48)</sup> y añadir alguna referencia<sup>(44)(74)</sup> detrás del sujeto que posibilite diferenciar mejor entre movimientos para facilitar la determinación el valor angular. Se sugieren nuevos estudios que tomen en cuenta estos factores.

Este estudio ha tenido varias limitaciones a considerar. Una limitación de este estudio ha sido la reducción de la muestra del estudio, ya que debido a la actual situación sanitaria por el COVID-19 no se pudieron realizar las grabaciones en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza como estaba previsto, por lo que la muestra de sujetos se limitó a un único sujeto y las grabaciones se realizaron en un domicilio particular. El total, la muestra inicial seleccionada se trataba de 8 sujetos que no presentasen ningún problema de la columna cervical hasta el momento ni durante la realización de los movimientos activos de la columna cervical.<sup>(3,20,44,45)</sup> En su lugar, el único sujeto del estudio simuló diferentes rangos de movimiento para poder realizar el estudio previsto, siendo medido con el dispositivo CROM. Además, se modificó el consentimiento informado preparado previamente para la muestra inicial del estudio y este no pudo pasar ningún comité de ética.

Otra limitación por destacar fue la necesidad de replanteamiento de los cuestionarios. Se modificó el número de examinadores adquiriendo una muestra más amplia de alumnos como lo hacen en la mayoría de los estudios similares que analizan cuestionarios<sup>(71-73)</sup> ya que previamente se había determinado que 2 personas de cada curso respondiesen a los cuestionarios, pero finalmente se propuso que participasen 6 personas de cada curso aunque sigue siendo una muestra escasa de participantes.

Este estudio puede aportar a futuros investigadores una información objetiva sobre la evaluación del RDM cervical, aunque se sugiere investigar más en el campo de la inspección visual, dado que son necesarios más estudios de validez y fiabilidad para poder aclarar las discrepancias actuales sobre el mejor método de evaluación del RDM cervical.<sup>(7,44,56,74)</sup> Se propone una mayor muestra tanto de examinadores como de sujetos, pudiendo añadir fisioterapeutas al grupo de examinadores<sup>(48,57)</sup> y sujetos sintomáticos<sup>(25,26,28,55,59)</sup> para una fiabilidad y validez más precisa de la inspección visual frente al dispositivo CROM.<sup>(7)</sup> Además, se propone un protocolo más preciso y estandarizado de grabación<sup>(63)</sup> y evaluación<sup>(7,56)</sup> del RDM cervical a través de la inspección visual.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio indican una fiabilidad interexaminador de buena a excelente para la cantidad de movimiento, una fiabilidad interexaminador moderada para la calidad de movimiento y una validez de buena a excelente en la inspección visual online del movimiento cervical activo.

Para la inspección visual online de la **flexo-extensión** en el plano sagital, este estudio muestra que hay una fiabilidad interexaminador de buena a excelente para la cantidad de movimiento y moderada para la calidad de movimiento, a la vez que una validez de buena a excelente respecto al dispositivo CROM.

Los resultados de este estudio para la inspección visual online de las **inclinaciones laterales** en el plano frontal parecen indicar una fiabilidad de buena a excelente para la cantidad de movimiento y moderada para la calidad de movimiento, a la vez que una validez de buena a excelente respecto al dispositivo CROM.

En el plano transversal, la inspección visual de las **rotaciones** muestra una fiabilidad interexaminador de buena a excelente para la cantidad de movimiento y de moderada a excelente para la calidad de movimiento, a la vez que una validez de buena a excelente respecto al dispositivo CROM.

En este estudio se han descrito los resultados de sobre la inspección visual online según el nivel educativo de los examinadores obteniendo una fiabilidad y validez menor en los estudiantes de segundo curso, aunque por otro lado se han obtenido resultados similares para cuarto y tercer curso, por lo que se sugieren estudios con mayores muestras de alumnos para analizar la determinación del RDM cervical vía online según el nivel educativo del grado de fisioterapia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Feipel V, Rondelet B, Le Pallec J-P, Rooze M. Normal global motion of the cervical spine:: an electrogoniometric study. Clin Biomech [Internet]. 1999 [citado 30 de diciembre de 2019];14(7):462-70. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(98\)90098-5](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(98)90098-5)
2. Hesby BB, Hartvigsen J, Rasmussen H, Kjaer P. Electronic measures of movement impairment, repositioning, and posture in people with and without neck pain - A systematic review. BioMed Central Ltd. [Internet];2019 [citado 17 de febrero de 2020];Vol. 8:p. 220. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13643-019-1125-2>
3. Swinkels RAHM, Swinkels-Meewisse IEJCM. Normal values for cervical range of motion. Spine (Phila Pa 1976) [Internet].2014 [citado 2 de enero de 2020];39(5):362-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000158>
4. 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. J Manipulative Physiol Ther [Internet]. 2009 [citado 30 de diciembre de 2019];32(2 SUPPL.):S117-40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.11.016>
5. Pan F, Arshad R, Zander T, Reitmaier S, Schroll A, Schmidt H. The effect of age and sex on the cervical range of motion – A systematic review and meta-analysis. J Biomech [Internet]. 2018 [citado 28 de diciembre de 2019];75:13-27. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.04.047>
6. Schaufele MK, Boden SD. Physical function measurements in neck pain. Phys Med Rehabil Clin N Am [Internet]. 2003 [citado 14 de enero de 2020];14(3):569-88. Disponible en: [https://doi.org/10.16/s1047-9651\(03\)00030-5](https://doi.org/10.16/s1047-9651(03)00030-5)
7. 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 Manip Physiol Ther* [Internet]. 2010 [citado 6 de febrero de 2020]; Vol.33: p. 138-55. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2009.12.009>
8. Torres-Cueco R. *La Columna Cervical: síndromes clínicos y su tratamiento manipulativo. Tomo II.* Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008
  9. Magee D. *Orthopedic physical assesment.* Philadelphia: Souders Co; 1997. Chapter 1. pp.9-120.
  10. Law EYH, Chiu TT-W. Measurement of Cervical Range of Motion (CROM) by electronic CROM goniometer: A test of reliability and validity. *J Back Musculosket Rehabil* [Internet]. 2013 [citado 28 de diciembre de 2019]; 26(2):141-8. Disponible en: <http://doi.org/10.3233/BMR-2010-00358>
  11. Tousignant M, Smeesters C, Breton AM, Breton É, Corriveau H. Criterion validity study of the cervical range of motion (CROM) device for rotational range of motion on healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2006 [citado 28 de diciembre de 2019]; 36(4):242-8. Disponible en: <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.36.4.242>
  12. Lemeunier N, Jeoun EB, Suri M, Tuff T, Shearer H, Mior S, et al. Reliability and validity of clinical tests to assess posture, pain location, and cervical spine mobility in adults with neck pain and its associated disorders: Part 4. A systematic review from the cervical assessment and diagnosis research evaluation (CAD. *Musculosket Sci Pract* [Internet]. 2018; 38:128-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.09.013>
  13. Dvorak j, panjabi mm, grob d, novotny je, antinnes ja. clinical validation of functional flexion extension radiographs of the cervical-spine. *Spine* [Internet]. 1993. Vol.18:p. 120-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00007632-199301000-00018>
  14. Dimnet J, Pasquet A, Krag MH, Panjabi MM. Cervical spine motion in the sagittal plane: Kinematic and geometric parameters [Internet]. Vol. 15, *Journal of Biomechanics.* 1982. p. 959-69. Disponible en:

[https://doi.org/10.1016/0021-9290\(82\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0021-9290(82)90014-8)

15. Stenneberg MS, Rood M, de Bie R, Schmitt MA, Cattrysse E, Scholten-Peeters GG. To What Degree Does Active Cervical Range of Motion Differ Between Patients With Neck Pain, Patients With Whiplash, and Those Without Neck Pain? A Systematic Review and Meta-Analysis [Internet]. Vol. 98, Arch Phys Med Rehabil. W.B. Saunders; 2017 [citado 17 de febrero de 2020]. p. 1407-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.10.003>
16. Jasiewicz JM, Treleaven J, Condie P, Jull G. Wireless orientation sensors: Their suitability to measure head movement for neck pain assessment. Man Ther [Internet]. 2007;12(4):380-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.07.005>
17. Lynch-Caris T, Majeske KD, Brelin-Fornari J, Nashi S. Establishing reference values for cervical spine range of motion in pre-pubescent children. J Biomech [Internet]. 2008;41(12):2714-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.06.021>
18. Youdas JW, Garrett TR, Suman VJ, Bogard CL, Hallman HO, Carey JR. Normal range of motion of the cervical spine: An initial goniometric study. Phys Ther [Internet]. 1992 [citado 28 de diciembre de 2019];72(11):770-80. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ptj/72.11.770>
19. AMA-American Medical Association. Guides to the Evaluation of Permanent Impairment-AMA American Medical Association. Chicago; 1993.
20. Song H, Zhai X, Gao Z, Lu T, Tian Q, Li H, et al. Reliability and validity of a Coda Motion 3-D Analysis system for measuring cervical range of motion in healthy subjects. J Electromyogr Kinesiol [Internet]. 2018 [citado 4 de febrero de 2020];38:56-66. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.11.008>
21. Rheault W, Albright B, Byers C, Franta M, Johnson A, Skowronek M, et al. Intertester reliability of the cervical range of motion device. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. 1992 [citado 2 de enero de

- 2020];15(3):147-50. Disponible en:  
<https://www.jospt.org/doi/pdfplus/10.2519/jospt.1992.15.3.147>
22. Wibault J, Vaillant J, Vuillerme N, Dederling Å, Peolsson A. Using the cervical range of motion (CROM) device to assess head repositioning accuracy in individuals with cervical radiculopathy in comparison to neck- healthy individuals. *Man Ther* [Internet]. 2013;18(5):403-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2013.02.004>
  23. Audette I, Dumas JP, Côté JN, De Serres SJ. Validity and between-day reliability of the cervical range of motion (CROM) device. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2010 [citado 4 de febrero de 2020];40(5):318-23. Disponible en:  
<https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3180>
  24. Fletcher JP, Bandy WD. Intrarater reliability of CROM measurement of cervical spine active range of motion in persons with and without neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2008 [citado 2 de enero de 2020];38(10):640-5. Disponible en:  
<https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2680>
  25. Whitcroft KL, Massouh L, Amirfeyz R, Bannister G. Comparison of methods of measuring active cervical range of motion. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2010 [citado 5 de febrero de 2020];35(19). Disponible en: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181cd6176>
  26. Youdas JW, Carey JR, Garrett TR. Reliability of Measurements of Cervical Spine Range of Motion—Comparison of Three Methods. *Phys Ther* [Internet]. 1991 [citado 5 de febrero de 2020];71(2):98-104. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ptj/71.2.98>
  27. Hole DE, Cook JM, Bolton JE. Reliability and concurrent validity of two instruments for measuring cervical range of motion: effects of age and gender. *Man Ther* [Internet].1995 [citado 4 de febrero de 2020];1(1):36-42. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1054/math.1995.0248>
  28. Viikari-Juntura E. Interexaminer reliability of observations in physical examinations of the neck. *Phys Ther* [Internet]. 1987 [citado 3 de

- febrero de 2020];67(10):1526-32. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1093/ptj/67.10.1526>
29. Hoppenbrouwers M, Eckhardt MEM, Verkerk K, Verhagen A. Reproducibility of the Measurement of Active and Passive Cervical Range of Motion. *J Manipulative Physiol Ther* [Internet].2006 [citado 6 de febrero de 2020];29(5):363-7. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2006.04.007>
  30. Anton D, Berges I, Bermúdez J, Goñi A, Illarramendi A. A telerehabilitation system for the selection, evaluation and remote management of therapies. *Sensors (Switzerland)* [Internet]. 2018 [citado 6 de enero de 2020];18(5):1459. Disponible en:  
<http://www.mdpi.com/1424-8220/18/5/1459>
  31. Lade H, McKenzie S, Steele L, Russell TG. Validity and reliability of the assessment and diagnosis of musculoskeletal elbow disorders using telerehabilitation. *J Telemed Telecare* [Internet].2012 [citado 30 de enero de 2020];18(7):413-8. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23086982>
  32. Cabrera-Martos I, Ortiz-Rubio A, Torres-Sánchez I, López-López L, Rodríguez-Torres J, Carmen Valenza M. Agreement Between Face-to-Face and Tele-assessment of Upper Limb Functioning in Patients with Parkinson Disease. *PM R* [Internet]. 2019;11(6):590-6. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1002/pmrj.12001>
  33. Durfee WK, Savard L, Weinstein S. Technical feasibility of teleassessments for rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* [Internet].2007 [citado 30 de enero de 2020];15(1):23-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17436872>
  34. Mani S, Sharma S, Omar B, Paungmali A, Joseph L. Validity and reliability of Internet-based physiotherapy assessment for musculoskeletal disorders: a systematic review. *J Telemed Telecare* [Internet]. 2017 [citado 6 de enero de 2020];23(3):379-91. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1357633X16642369>



35. Russell T. Goniometry via the internet [Internet]. Vol. 53, Australian Journal of Physiotherapy. 2007 [citado 30 de enero de 2020]. p. 136. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(07\)70051-X](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(07)70051-X)
36. Russell TG, Blumke R, Richardson B, Truter P. Telerehabilitation mediated physiotherapy assessment of ankle disorders. Physiother Res Int [Internet].2010 [citado 30 de enero de 2020];15(3):167-75. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/pri.471>
37. Lawford BJ, Bennell KL, Kasza J, Hinman RS. Physical Therapists' Perceptions of Telephone- and Internet Video-Mediated Service Models for Exercise Management of People With Osteoarthritis. Arthritis Care Res [Internet]. 2017 [citado 6 de enero de 2020];70(3):398-408. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/acr.23260>
38. Salisbury C, Foster NE, Hopper C, Bishop A, Hollinghurst S, Coast J, et al. A pragmatic randomised controlled trial of the effectiveness and cost-effectiveness of «PhysioDirect» telephone assessment and advice services for physiotherapy. Health Technol Assess (Rockv) [Internet]. 2013 [citado 16 de enero de 2020];17(2):1-157. Disponible en: <https://doi.org/10.3310/hta17020>
39. Good DW, Lui DF, Leonard M, Morris S, Mcelwain JP. Skype: A tool for functional assessment in orthopaedic research [Internet]. Vol. 18, Journal of Telemedicine and Telecare. 2012 [citado 29 de enero de 2020]. p. 94-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1258/jtt.2011.110814>
40. Palacín-Marín F, Esteban-Moreno B, Olea N, Herrera-Viedma E, Arroyo-Morales M. Agreement between telerehabilitation and face-to-face clinical outcome assessments for low back pain in primary care. Spine (Phila Pa 1976) [Internet].2013 [citado 30 de enero de 2020];38(11):947-52. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318281a36c>
41. Dunleavy K, Neil J, Tallon A, Adamo DE. Reliability and validity of cervical position measurements in individuals with and without chronic

- neck pain. *J Man Manip Ther* (Maney Publ [Internet]. 2015;23(4):188-96. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1179/20402618614Y.0000000070>
42. Toomingas A, Németh G, Alfredsson L. Self-administered examination versus conventional medical examination of the musculoskeletal system in the neck, shoulders, and upper limbs. *J Clin Epidemiol* [Internet].1995 [citado 23 de abril de 2020];48(12):1473-83. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(95\)00061-5](https://doi.org/10.1016/0895-4356(95)00061-5)
43. Mazzanti Di Ruggiero MD los Á. Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. *Rev Colomb Bioética* [Internet].2015 [citado 19 de abril de 2020];6(1):125. Disponible en:  
<https://doi.org/10.18270/rcb.v6i1.821>
44. Wilke J, Niederer D, Vogt L, Banzer W. Reliability of measuring half-cycle cervical range of motion may be increased using a spirit level for calibration. *Musculoskelet Sci Pract* [Internet]. 2018 [citado 28 de diciembre de 2019];33:99-104. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.08.006>
45. Inokuchi H, Tojima M, Mano H, Ishikawa Y, Ogata N, Haga N. Neck range of motion measurements using a new three-dimensional motion analysis system: validity and repeatability. *Eur Spine J* [Internet].2015 [citado 4 de febrero de 2020];24(12):2807-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3913-2>
46. De Koning CHP, Van Den Heuvel SP, Staal JB, Smits-Engelsman BCM, Hendriks EJM. Clinimetric evaluation of active range of motion measures in patients with non-specific neck pain: A systematic review. *Eur Spine J* [Internet]. 2008 [citado 19 de abril de 2020];17(7):905-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0656-3>
47. Niewiadomski C, Bianco RJ, Afquir S, Evin M, Arnoux PJ. Experimental assessment of cervical ranges of motion and compensatory strategies. *Chiropr Man Ther* [Internet]. 2019 [citado 20 de abril de 2020];27(1).

Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12998-018-0223-x>

48. Piva SR, Erhard RE, Childs JD, Browder DA. Inter-tester reliability of passive intervertebral and active movements of the cervical spine. *Man Ther* [Internet]. 2006 [citado 9 de mayo de 2020];11(4):321-30. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.math.2005.09.001>
49. Pool JJ, Hoving JL, De Vet HC, Van Mameren H, Bouter LM. The interexaminer reproducibility of physical examination of the cervical spine. *J Manipulative Physiol Ther* [Internet]. 2004 [citado 20 de abril de 2020];27(2):84-90. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2003.12.002>
50. Jones AYM, Dean E, Hui-Chan C. Comparison of teaching and learning outcomes between video-linked, web-based, and classroom tutorials: An innovative international study of profession education in physical therapy. *Comput Educ* [Internet]. 2010 [citado 26 de abril de 2020];54(4):1193-201. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.005>
51. Ullucci PA, Tudini F, Moran MF. Reliability of Smartphone Inclination to Measure Upper Cervical Range of Motion. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2019 [citado 28 de diciembre de 2019];28(1):1-3. Disponible en: <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0048>
52. Awan R, Smith J, Boon AJ. Measuring shoulder internal rotation range of motion: A comparison of 3 techniques. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2002 [citado 1 de diciembre de 2019];83(9):1229-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.34815>
53. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med* [Internet]. 2016 [citado 1 de mayo de 2020];15(2):155-63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
54. Cleland JA, Childs JD, Fritz JM, Whitman JM. Interrater Reliability of the History and Physical Examination in Patients With Mechanical Neck Pain. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2006 [citado 6 de febrero de 2020];87(10):1388-95. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.06.011>

55. Fjellner A, Bexander C, Faleij R, Strender L-E. Interexaminer reliability in physical examination of the cervical spine. *J Manipulative Physiol Ther* [Internet]. 1999 [citado 20 de abril de 2020];22(8):511-6. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0161-4754\(99\)70002-3](https://doi.org/10.1016/S0161-4754(99)70002-3)
56. Strimpakos N. The assessment of the cervical spine. Part 1: Range of motion and proprioception. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2011 [citado 8 de mayo de 2020];15(1):114-24. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.06.003>
57. Maigne JY, Chantelot F, Chatellier G. Interexaminer agreement of clinical examination of the neck in manual medicine. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2009 [citado 6 de febrero de 2020];52(1):41-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2008.11.001>
58. Van Suijlekom HA, de Vet HCW, van den Berg SGM, Weber WEJ. Interobserver Reliability in Physical Examination of the Cervical Spine in Patients With Headache. *Headache J Head Face Pain* [Internet]. 2000;40(7):581-6. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1526-4610.2000.00090.x>
59. Schiefer C, Kraus T, Ellegast RP, Ochsmann E. A technical support tool for joint range of motion determination in functional diagnostics - An inter-rater study. *J Occup Med Toxicol* [Internet]. 2015 [citado 24 de abril de 2020];10(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12995-015-0058-5>
60. O'Leary S, Christensen SW, Verouhis A, Pape M, Nilsen O, McPhail SM. Agreement between physiotherapists rating scapular posture in multiple planes in patients with neck pain: Reliability study. *Physiotherapy* [Internet]. 2015;101(4):381-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.01.005>
61. Rodríguez-Sanz J, Carrasco-Uribarren A, Cabanillas-Barea S, Hidalgo-García C, Fanlo-Mazas P, Lucha-López MO, et al. Validity and reliability of two Smartphone applications to measure the lower and upper cervical spine range of motion in subjects with chronic cervical pain. *J*

- Back Musculoskelet Rehabil [Internet]. 2019;32(4):619-27. Disponible en: <https://doi.org/10.3233/BMR-181260>
62. Vieira ÉCN, Meziat-Filho NAM, Ferreira AS. Photogrammetric Variables Used by Physical Therapists to Detect Neck Pain and to Refer for Physiotherapeutic Intervention: A Cross-Sectional Study. J Manipulative Physiol Ther [Internet]. 2019;42(4):254-66. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2018.11.014>
  63. Christensen E, Castle KB, Hussey E. Clinical Feasibility of 2-Dimensional Video Analysis of Active Cervical Motion in Congenital Muscular Torticollis. Pediatr Phys Ther [Internet]. 2015;27(3). Disponible en: <https://doi.org/10.1097/PEP.000000000000165>
  64. Cabana F, Boissy P, Tousignant M, Moffet H, Corriveau H, Dumais R. Interrater Agreement Between Telerehabilitation and Face-to-Face Clinical Outcome Measurements for Total Knee Arthroplasty. Telemed e-Health [Internet]. 2010;16(3):293-8. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/tmj.2009.0106>
  65. Truter P, Russell T, Fary R. The Validity of Physical Therapy Assessment of Low Back Pain via Telerehabilitation in a Clinical Setting. Telemed e-Health [Internet]. 2014 [citado 6 de enero de 2020];20(2):161-7. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/tmj.2013.0088>
  66. Russell TG, Jull GA, Wootton R. Can the Internet be used as a medium to evaluate knee angle? Man Ther. 2003;8(4):242-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/pri.471>
  67. Basteris A, Pedler A, Sterling M. Evaluating the neck joint position sense error with a standard computer and a webcam. Man Ther [Internet]. 2016 [citado 12 de mayo de 2020];26:231-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.04.008>
  68. Maloney S, Chamberlain M, Morrison S, Kotsanas G, Keating JL, Ilic D. Health Professional Learner Attitudes and Use of Digital Learning Resources. J Med Internet Res [Internet]. 2013 [citado 24 de abril de 2020];15(1):e7. Disponible en: <http://www.jmir.org/2013/1/e7/>

69. Stander J, Grimmer K, Brink Y. Learning styles of physiotherapists: A systematic scoping review [Internet]. Vol. 19, BMC Medical Education. 2019 [citado 24 de abril de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12909-018-1434-5>
70. Mącznik AK, Ribeiro DC, Baxter GD. Online technology use in physiotherapy teaching and learning: A systematic review of effectiveness and users' perceptions. BMC Med Educ [Internet]. 2015 [citado 24 de abril de 2020];15(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0429-8>
71. Brown GA, Bice MR, Shaw BS, Shaw I. Online quizzes promote inconsistent improvements on in-class test performance in introductory anatomy and physiology. Adv Physiol Educ. 2015;39(2):63-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1152/advan.00064.2014>
72. Orr R, Foster S. Increasing Student Success Using Online Quizzing in Introductory (Majors) Biology. Hewlett J, editor. CBE—Life Sci Educ [Internet]. 2013;12(3):509-14. Disponible en: <https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.12-10-0183>
73. Gibson SI. Promoting an active form of learning out-of-class via answering online «study questions» leads to higher than expected exam scores in General Biology. PeerJ [Internet]. 2015 [citado 19 de abril de 2020];2015(10):e1322. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26500828>
74. Chen J, Solinger AB, Poncet JF, Lantz CA. Meta-Analysis of Normative Cervical Motion. Spine (Phila Pa 1976) [Internet]. 1999 [citado 9 de mayo de 2020];24(15). Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00007632-199908010-00011>

## ANEXOS

### ANEXO 1.

#### a) Valores de referencia del RDM cervical. Asociación Médica Americana (AMA)

Age in years	ROM variables in degrees			
	Flexion	Extension	Lateral Ext	Rotation
<b>AMA</b>	50	60	45	80
<b>Reference values</b>				
10	67	86	49	76
20	64	81	46	72
30	61	76	43	68
40	58	71	40	65
50	55	66	36	62
60	52	62	33	58
70	49	58	30	55
80	46	54	27	52
90	43	49	24	49

<sup>(19)</sup>Valores del RDM Cervical según edad. (Adaptación)(AMA,1993)

#### b) Valores de referencia del RDM cervical. Veronique et al.

Age/Movement	Total	14-19 yr (N=68)	20-29 yr(N=133)	30-70 yr (N=49)
Flexion	65 (11)	70	66 (10)	57 (11)
Extension	57 (17)	61 (10)	57 (15)	50 (15)
<b>Total</b>	122 (18)	131 (14)	123 (16)	107 (16)
Right Lat.Bending	44 (9)	48 (10)	45 (8)	39 (9)
Left Lat.Bending	44 (8)	47 (9)	44 (7)	38 (7)
<b>Total</b>	88 (16)	95 (16)	89 (14)	77 (15)
Right Rotation	72 (11)	75 (13)	71 (10)	68 (11)
Left Rotation	72 (11)	75 (12)	72 (9)	68 (13)
<b>Total</b>	144 (20)	150 (23)	143 (17)	136 (19)

<sup>(1)</sup>Valores del RDM Cervical según edad. (Adaptación) (Veronique et al.,1999)

#### c) Valores normales del RDM activo cervical. Swinkels et al.

Age/Movement	20-29 yr(N=100)	30-39 yr (N=100)	40-49 yr(N=100)	50-59 yr(N=100)
Flexion	60	58	59	53
SD	10.921	8.706	8.403	9.271
Extension	75	69	66	64
SD	10.336	10.347	9.709	10.298
Side flexion left	46	43	41	38
SD	7.500	6.406	7.740	7.975
Side flexion right	45	42	40	38
SD	7.466	7.091	8.388	8.055
Rotation left	78	79	79	71
SD	7.968	8.891	9.305	9.235
Rotation right	79	79	78	71
SD	6.632	8.604	9.690	8.294

<sup>(3)</sup>Valores normales del RDM Activo y desviación estándar por edades. (Adaptación)(Swinkels et al. 2014)

**ANEXO 2.**

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Título del PROYECTO:** *Inspección visual online de la columna cervical frente al dispositivo CROM en estudiantes de fisioterapia: estudio de validez y fiabilidad interexaminador*

Yo

---

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con:

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio:    sí    no (marque lo que proceda).

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma                      del  
participante:

Fecha:                      ..... /   / 2020  
.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma                      del  
Investigador:

Fecha:                      ..... /   / 2020



## ANEXO 3. Ejemplo de Cuestionario (Flexión-Extensión)

### INSPECCIÓN VISUAL DE LA COLUMNA CERVICAL

#### INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio es valorar la fiabilidad interexaminador y la validez de la inspección visual online del rango de movimiento cervical activo.

Se pretende exponer a los examinadores a varios vídeos de movimientos activos de la columna cervical, para después analizar la fiabilidad interexaminador y la validez de la inspección visual online.

A continuación, se muestran 8 vídeos sobre un paciente moviendo activamente la columna cervical hacia la flexión y extensión, en el plano sagital. Deberás observar 3 veces el vídeo y responder a las preguntas planteadas debajo.

En cuanto a las preguntas del valor angular, indica un valor absoluto para cada rango de movimiento, considerando que la posición de inicio es 0°.

#### PREGUNTAS

1. Sexo \*
2. Curso del Grado de Fisioterapia\*

**VÍDEO 1.** Visualiza el vídeo 3 veces para responder a las preguntas a, b, c y d.

(Figura 1)

**1a)** Consideras que el vídeo tiene un movimiento de flexión\*:

- Hipermóvil
- Normal
- Hipomóvil

**1b)** ¿Cuál es el valor angular del movimiento de flexión alcanzado?\*



**FIGURA 1.** Movimiento de flexión

(Figura 2)

**1c)** Consideras que este vídeo tiene un movimiento de extensión\*:

- Hiper móvil
- Normal
- Hipomóvil

**1d)** ¿Cuál es el valor angular del movimiento de extensión alcanzado?\*



**FIGURA 2.** Movimiento de extensión

### **AUTOEVALUACIÓN**

Para finalizar, se pretende adquirir una evaluación subjetiva del estudio. Responde de manera breve las siguientes preguntas:

- ¿Qué dificultades has tenido en la determinación del rango de movimiento?\*
- ¿Qué mejorarías en el vídeo para facilitar tu valoración?\*