

Validez concurrente y confiabilidad inter e intra evaluador de la flexicurva para la medición de la cifosis torácica en adultos mayores

Concurrent validity and inter and intra evaluator reliability of the flexicurve for the measurement of thoracic kyphosis in older adults

CORREA, PEDRO¹; ZUZUNAGA, FLOR¹; MUNARRIZ, REGINA¹

¹Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú

Autor de correspondencia
pcorrea@unfv.edu.pe

Fecha de recepción
10/04/2024

Fecha de aceptación
21/06/2024

Fecha de publicación
01/11/2024

Autores

Correa, Pedro
Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
Correo-e: pcorrea@unfv.edu.pe
ORCID: 0000-0001-7869-8651

Zuzunaga, Flor
Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
Correo-e: fzuzunaga@unfv.edu.pe
ORCID: 0000-0002-1890-7327

Munarriz, Regina
Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
Correo-e: rmunarriz@unfv.edu.pe
ORCID: 0000-0002-8325-9450

Citación:

Correa, P., Zuzunaga, F. y Munarriz, R. (2024). Validez concurrente y confiabilidad inter e intra evaluador de la flexicurva para la medición de la cifosis torácica en adultos mayores. *GICOS*, 9(3), 28-38

DOI: <https://doi.org/10.53766/GICOS/2024.09.03.02>



RESUMEN

Objetivo: determinar la validez concurrente y confiabilidad inter e intra evaluador de la flexicurva para la medición de la cifosis torácica en adultos mayores. Considerando la importancia de métodos de evaluación precisos y no invasivos para esta población, el estudio se centró en establecer la eficacia de la flexicurva comparándola con mediciones más convencionales. **Método:** se seleccionó una muestra de 26 adultos mayores, con una distribución equitativa por género y una edad promedio de 72.6 años. Se utilizó la flexicurva y el inclinómetro para medir la cifosis torácica, y se calculó la sensibilidad, especificidad y confiabilidad intra e inter observador de la flexicurva. Además, se realizaron comparaciones estadísticas para evaluar las diferencias entre las mediciones de ambos instrumentos. **Resultados:** la flexicurva mostró una sensibilidad del 100% y una especificidad del 73.7% en la detección de hipercifosis. La confiabilidad intraobservador fue de 0.728 y la interobservador de 0.716, indicando una confiabilidad moderada a buena. Se encontraron diferencias significativas entre las mediciones de la flexicurva y el inclinómetro. **Conclusiones:** La flexicurva se demostró como una herramienta confiable y válida para la evaluación de la cifosis torácica en adultos mayores. Los hallazgos sugieren la necesidad de estudios adicionales para explorar la aplicación de la flexicurva en distintas poblaciones y mejorar la precisión de las mediciones.

Palabras clave: flexicurva, cifosis torácica, adultos mayores, validez concurrente, confiabilidad intra e inter evaluador.

ABSTRACT

Objective: determine the concurrent validity and inter- and intrarater reliability of the flexicurve for measuring thoracic kyphosis in older adults. Considering the importance of accurate and non-invasive assessment methods for this population, the study focused on establishing the effectiveness of the flexicurve by comparing it to more conventional measurements. **Method:** a sample of 26 older adults was selected, with an equal distribution by gender and an average age of 72.6 years. The flexicurve and inclinometer were used to measure thoracic kyphosis, and the sensitivity, specificity, and intra- and interobserver reliability of the flexicurve were calculated. In addition, statistical comparisons were made to evaluate the differences between the measurements of both instruments. **Results:** the flexicurve showed a sensitivity of 100% and a specificity of 73.7% in the detection of hyperkyphosis. The intraobserver reliability was 0.728 and the interobserver reliability was 0.716, indicating moderate to good reliability. Significant differences were found between the flexicurve and inclinometer measurements. **Conclusions:** The flexicurve was demonstrated as a reliable and valid tool for the evaluation of thoracic kyphosis in older adults. The findings suggest the need for additional studies to explore the application of the flexicurve in different populations and improve measurement accuracy.

Keywords: flexicurve instrument; thoracic kyphosis, older adults, concurrent validity; intra and inter-rater reliability.

INTRODUCCIÓN

La cifosis torácica normal se refiere a la curvatura fisiológica de la columna vertebral en la región torácica. En adultos jóvenes, la cifosis torácica normal suele ser de alrededor de 20-40 grados, aunque puede variar según el individuo (Fon et al., 1980). Sin embargo, con el envejecimiento, es común que la cifosis torácica aumente gradualmente, lo que se conoce como hiper cifosis. Un estudio se encontró que la cifosis torácica aumenta en promedio alrededor de 2 grado por año en adultos mayores (Kado et al., 2013). Este aumento en la cifosis torácica se ha relacionado con una serie de problemas de salud, como dolor de espalda, disminución de la capacidad respiratoria y un mayor riesgo de caídas y fracturas vertebrales (Kado et al., 2013; Puche et al., 1995; Spencer et al., 2020; Woods et al., 2020).

La medición de la cifosis en el adulto mayor puede ser obtenida con la medida del ángulo de Cobb mediante la radiografía (Briggs et al., 2007), pero dado el riesgo de exposición a radiaciones no se recomienda su uso continuo, para ello se han propuesto otros instrumentos validados como el inclinómetro, pero además un instrumento de fácil acceso y uso es la regla flexible o flexicurva, en cuanto a su validación y confiabilidad para medir la cifosis torácica en adultos mayores, la evidencia es limitada y se requiere de más investigaciones. Aunque diversos estudios han abordado la evaluación de la flexicurva para la cifosis torácica, los estudios han sido en general en niños y jóvenes, así también como en mujeres post-menopáusicas (Barrett et al., 2013, 2014, 2018; Landon et al., 1998; Spencer et al., 2019). Por lo tanto, se necesitan más estudios que evalúen la validez y confiabilidad de la flexicurva en adultos mayores y otros grupos de población.

Existen varios instrumentos de medición utilizados para evaluar la cifosis dorsal. La radiografía de columna es la herramienta más comúnmente utilizada, ya que permite medir la angulación de la curva mediante la técnica de Cobb (Briggs et al., 2007). Sin embargo, otras herramientas no invasivas, como el escáner láser y los inclinómetros, también se han utilizado para medir la cifosis dorsal (Grindle et al., 2020; Hannink et al., 2022). En un estudio reciente, la flexicurva se ha propuesto como una herramienta alternativa para medir la cifosis dorsal, especialmente en entornos clínicos donde la radiografía no está disponible o no es apropiada (Barrett et al., 2014). La elección del instrumento de medición dependerá del objetivo de la evaluación y la disponibilidad de los recursos (Azadinia et al., 2014; Barrett et al., 2013, 2014, 2018; Fortin et al., 2011; Greendale et al., 2011; Landon et al., 1998; Spencer et al., 2019).

El inclinómetro de burbuja es un instrumento utilizado para medir la cifosis torácica (Barrett et al., 2018). Se trata de un dispositivo portátil que mide la inclinación de la columna vertebral en un eje frontal. La validez y confiabilidad del inclinómetro para medir la cifosis torácica ha sido investigada en varios estudios (Barrett et al., 2014, 2018; Charlton et al., 2015; Hunter et al., 2018; Salamh & Kolber, 2014). Por ejemplo, un estudio encontró que el inclinómetro tiene una alta confiabilidad interobservador en la medición de la cifosis torácica en adultos mayores (Barrett et al., 2018). Otro estudio encontró una buena correlación entre los valores de cifosis torácica medidos por el inclinómetro y la radiografía de columna (Grindle et al., 2020).

En tal sentido, el objetivo de la investigación fue verificar la validez concurrente y la confiabilidad inter e intra

evaluador de la flexicurva para la medición de la cifosis torácica en adultos mayores.

MÉTODO

El diseño de la investigación fue psicométrico. Las variables principales son la cifosis dorsal medida por inclinómetro, Cifosis dorsal medida por la flexicurva. Las variables secundarias son sexo, edad y enfermedades crónicas.

La muestra del estudio estuvo compuesta por adultos mayores que residen en Lima Metropolitana y que cumplieron con los criterios de selección establecidos. Los criterios de inclusión fueron: ser adultos mayores de 60 años y haber vivido en Lima Metropolitana al menos en los últimos tres meses. Los criterios de exclusión incluyeron padecer enfermedades de curso agudo, haber tenido cirugías recientes o haber sido sometidos a cirugías en la columna vertebral. La investigación recolectó sus datos en Lima metropolitana durante los meses de julio a agosto del 2023.

Para estimar el tamaño de la muestra se realizaron dos cálculos: uno para la validez concurrente y otro para la confiabilidad intra e interobservador. El cálculo para la validez concurrente se centró en determinar el acuerdo entre las medidas del ángulo cifótico obtenidas mediante la flexicurva y un inclinómetro de burbuja como Gold estándar. Basado en estudios previos (Barrett et al., 2013) y utilizando parámetros de desviación estándar y coeficiente de correlación intraclase, se determinó que eran necesarias aproximadamente 29 evaluaciones.

En cuanto a la confiabilidad intra e interobservador, se utilizó un nivel de confiabilidad esperado de 0.8, un error estándar de 0.25 y una confianza del 95%. A partir de estos parámetros, se calculó que se necesitaban al menos 20 observaciones.

Dado que el cálculo para la validez concurrente requirió 29 participantes y el cálculo para la confiabilidad intra e interobservador requirió 20 participantes, se decidió utilizar un tamaño de muestra mínimo de 29 participantes.

Se utilizaron técnicas de recolección de datos específicas y se emplearon dos instrumentos de medición: la flexicurva y el inclinómetro de burbuja. Se compone de dos fases: (i) validación concurrente y (ii) confiabilidad intra e interobservador.

La medición fue directa en adultos mayores, lo que significa que los evaluadores llevaron a cabo la medición en los pacientes de forma directa y presencial. Se tomaron medidas con ambos instrumentos, la flexicurva y el inclinómetro de burbuja, para comparar la validez concurrente entre ellos. También se evaluó la confiabilidad intra evaluador de la flexicurva, es decir, la consistencia de las mediciones realizadas por un mismo evaluador. Además, se evaluó la confiabilidad inter evaluador de la flexicurva, es decir, la consistencia de las mediciones realizadas por diferentes evaluadores.

Se llevó a cabo un protocolo de evaluación estandarizado para la medición de la cifositorácica, que se aplicó a todos los participantes en la investigación. Se tomaron medidas para evaluar la confiabilidad inter e intra

evaluador, lo que permitió estimar el grado de variación de las mediciones y la consistencia de los evaluadores en la medición de la cifosis torácica.

Los datos obtenidos a través de las mediciones con la flexicurva y el inclinómetro de burbuja se registraron en una hoja de registro de datos diseñada específicamente para el estudio. Además, se utilizarán técnicas de análisis estadístico para evaluar la validez concurrente y la confiabilidad inter e intra evaluador de la flexicurva en la medición de la cifosis torácica en adultos mayores.

Para la recolección de datos se utilizaron técnicas de medición directa en adultos mayores con la flexicurva y el inclinómetro de burbuja. Se llevó a cabo un protocolo de evaluación estandarizado y se registraron los datos en una hoja de registro específica para el estudio. Se utilizaron técnicas de análisis estadístico para evaluar la validez concurrente y la confiabilidad inter e intra evaluador de la flexicurva.

Se llevaron a cabo los siguientes procedimientos en el Centro del Adulto Mayor de Barranco. Al inicio, se seleccionaron los adultos mayores que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos para el estudio. Se les explicó el propósito del estudio y se les solicitó su consentimiento informado para participar en él. Se midió la cifosis torácica en cada participante utilizando la flexicurva y el inclinómetro de burbuja de manera directa y presencial. Se aplicó un protocolo de evaluación estandarizado para la medición de la cifosis torácica a todos los participantes.

Se tomaron medidas de manera repetida con el objetivo de evaluar la confiabilidad inter e intra evaluador de la flexicurva, lo que permitió estimar la variabilidad de las mediciones y la consistencia de los evaluadores al medir la cifosis torácica. Todos los datos recolectados se registraron en una hoja especialmente diseñada para este propósito.

Posteriormente, se llevó a cabo la comparación de la validez concurrente entre la flexicurva y el inclinómetro de burbuja para medir la cifosis torácica en adultos mayores. Esto involucró un análisis estadístico de los datos recopilados con ambos instrumentos.

Además, se emplearon técnicas de análisis estadístico para determinar la validez concurrente y la confiabilidad inter e intra evaluador de la flexicurva en la medición de la cifosis torácica en adultos mayores. Para estimar la validez y confiabilidad intra e interobservador de la flexicurva en contraste con el inclinómetro, se realizaron análisis estadísticos pertinentes. Se calculó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) para determinar la concordancia entre evaluadores y la consistencia de las mediciones con cada instrumento. El análisis de validez concurrente incluyó el cálculo de la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos y el área bajo la curva (AUC) con el fin de determinar la capacidad de los instrumentos para identificar la presencia o ausencia de cifosis torácica. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significación de $p < 0,05$ y se empleó el software estadístico STATA 16 para el análisis de los datos.

RESULTADOS

Características demográficas y prevalencia de enfermedades crónicas en adultos mayores evaluados

En la muestra evaluada, compuesta por 26 adultos mayores, se encontró una distribución equitativa en cuanto al género. El 50% (n=13) de los participantes eran masculinos y el mismo porcentaje, 50% (n=13), correspondió al género femenino. La edad media de los participantes fue de 72.6 años, con una desviación estándar de 9.1 años (ver Tabla 1).

Con respecto a las enfermedades crónicas evaluadas, la hipertensión arterial fue reportada en el 57.7% (n=15) de los individuos, mientras que el 42.3% (n=11) indicó no padecerla. La diabetes se presentó en el 42.3% (n=11) de los participantes, y el otro 57.7% (n=15) no la padecía. La obesidad fue identificada en el 46.2% (n=12) de la muestra, mientras que el 57.7% (n=14) restante no manifestó esta condición. Finalmente, la osteoporosis fue reportada en el 42.3% (n=11) de los adultos mayores evaluados, y el 57.7% (n=15) afirmó no tener esta afección (ver Tabla 1).

Tabla 1.

Características demográficas y prevalencia de enfermedades crónicas en adultos mayores evaluados

Características	n	%
Sexo		
Masculino	13	50
Femenino	13	50
Edad	72.6	9.1
Enfermedades crónicas		
Hipertensión arterial		
Si	15	57.7
No	11	42.3
Diabetes		
Si	11	42.3
No	15	57.7
Obesidad		
Si	12	46.2
No	14	53.8
Osteoporosis		
Si	11	42.3
No	15	57.7

Comparativa de valores angulares cifóticos medidos por inclinometría y flexicurva

El análisis de la cifosis torácica en adultos mayores utilizando los instrumentos de inclinometría y flexicurva evidenció diferencias en las mediciones del ángulo cifótico. Con la inclinometría, el valor promedio del ángulo fue de 45.3 grados con una desviación estándar de 4.5 grados, donde el 27% (n=7) de las mediciones se categorizaron como normales y el 73% (n=19) como hipercifosis. En contraste, las mediciones con la flexicurva arrojaron un promedio de 50.3 grados y una desviación estándar de 3.9 grados. De estas, el 54%

(n=14) se clasificaron en el rango normal y el 46% (n=2) indicaron hipercifosis. (ver Tabla 2).

Tabla 2.

Comparativa de valores angulares cifóticos medidos por inclinometría y flexicurva.

Angulo cifótico	Media	DE
Inclinometría		
Valor, grados	45.3	4.5
Categoría		
Normal	7	27
Hipercifosis	19	73
Flexicurva		
Valor, grados	50.3	3.9
Categoría		
Normal	14	54
Hipercifosis	12	46

Validación diagnóstica de la Flexicurva en comparación con la Inclinometría para la detección de Hipercifosis

La Flexicurva demostró una sensibilidad notable al identificar la presencia de hipercifosis, alcanzando un 100%. Esto implica que esta herramienta detectó con exactitud todos los casos positivos que la Inclinometría también identificó. No obstante, la especificidad registrada fue del 73.7%. Esta cifra sugiere que la Flexicurva tuvo un rendimiento moderado al descartar correctamente la ausencia de hipercifosis en los casos en que verdaderamente no se presentaba (ver Tabla 3).

En cuanto a los valores predictivos, la Flexicurva mostró una capacidad moderada en su Valor Predictivo Positivo (VPP), alcanzando el 58.3%. Esto indica que todos los sujetos que la Flexicurva diagnosticó con hipercifosis, el 58.3% efectivamente, presentaban esta condición, según confirmó la Inclinometría. Por otra parte, el Valor Predictivo Negativo (VPN) fue del 100%, indicando que de aquellos sujetos que la Flexicurva identificó sin la afección, el 100% también fue clasificado de esa manera por el estándar de oro (ver Tabla 3).

El análisis del Área bajo la Curva (AUC) arrojó hallazgos significativos. Con un AUC de 0.868, presentado en la curva ROC (Figura 1), la Flexicurva refleja una capacidad de discriminación moderada-alta entre los sujetos con y sin hipercifosis. Este valor se aproxima a una discriminación óptima y sugiere que, aunque no es perfecta, la Flexicurva posee una eficacia considerable en la identificación de la hipercifosis.

Tabla 3.

Validación diagnóstica de la Flexicurva en comparación con la Inclínometría para la detección de HiperCIFosis

	Inclí- nometría Presente	Inclí- nometría Ausente	Sensibilidad (IC95%)	Especificidad (IC95%)	VPP	VPN	AUC
Flexicurva: Positivo	14	5	100	73.7	58.3	100	0.868
Flexicurva: Negativo	0	7	100	56.8 -90.6	32-80.7	78.5-100	

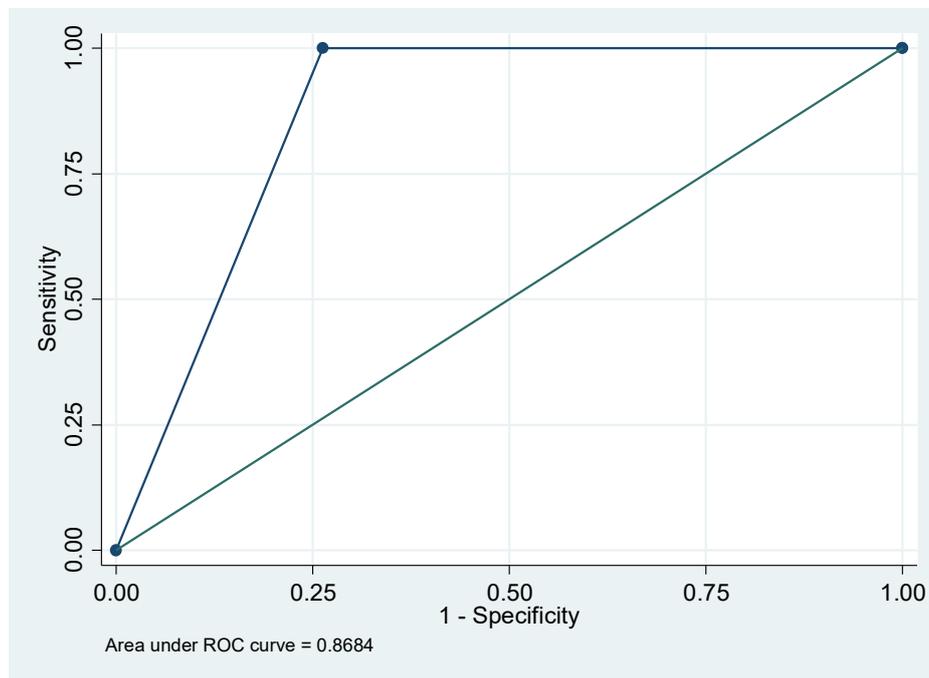


Figura 1.

Curva ROC para la validación diagnóstica de la Flexicurva en la detección de hiperCIFosis en comparación con la Inclínometría.

Confiabilidad intra e Inter observador de la flexicurva para estimación del ángulo cifótico y la detección de HiperCIFosis

La flexicurva mostró una buena confiabilidad intra e inter observador para la estimación del ángulo cifótico. El ICC para la confiabilidad intraobservador fue de 0.728 y el ICC para la confiabilidad interobservador fue de 0.716 (ver Tabla 4).

Tabla 4.

Intervalo de correlación intraclassa inter e intraobservador de las medidas del ángulo cifótico

Confiabilidad	ICC	IC95%	P
Confiabilidad intraobservador	0.728	0.661; 0.7961	<0.0001
Confiabilidad interobservador	0.716	0.661; 0.7711	<0.0001

La flexicurva también mostró una buena confiabilidad intra e inter observador para la detección de hipercifosis. El coeficiente kappa de Cohen para la confiabilidad intraobservador fue de 0.9231 y el coeficiente kappa de Cohen para la confiabilidad interobservador fue de 0.8471 (ver Tabla 5).

Tabla 5.

Confiabilidad inter e intraobservador para la detección de hipercifosis

Confiabilidad	Kappa de Cohen	EE	z	P
Confiabilidad intraobservador	0.9231	0.196	4.72	<0.0001
Confiabilidad interobservador	0.8471	0.194	4.37	<0.0001

DISCUSIÓN

En el estudio, se observó una confiabilidad intraobservador de 0.728 y una confiabilidad interobservador de 0.716 para la medición de la cifosis torácica utilizando la flexicurva. Estos valores indican una confiabilidad moderada a buena, en línea con lo reportado por Barrett et al. (2013) y Greendale et al. (2011), quienes también encontraron altas confiabilidades intra e interobservador utilizando la flexicurva y el inclinómetro manual en diferentes poblaciones.

Además, nuestro estudio reveló una sensibilidad del 100% y una especificidad del 73.7% en la detección de hipercifosis mediante la flexicurva, lo que sugiere una alta capacidad de esta herramienta para identificar casos positivos de hipercifosis. Aunque estos resultados son prometedores, es importante considerar que la precisión y validez de las mediciones no radiográficas, como se observó en el estudio de Greendale et al. (2011), pueden variar y dependen, en gran medida, de la técnica y el contexto de medición.

En contraste con nuestro enfoque en la flexicurva, el estudio de Grindle et al. (2020) examinó la validez de diferentes técnicas no radiográficas, incluyendo la flexicurva, para evaluar la cifosis torácica en comparación con las medidas radiográficas. Aunque ambos estudios abordan la evaluación de la cifosis torácica, los objetivos y metodologías difieren, lo que dificulta una comparación directa. Sin embargo, ambos contribuyen al entendimiento de cómo medir eficazmente la cifosis torácica en adultos mayores.

Otro estudio relevante es el de Barrett et al. (2017), quienes encontraron una correlación fuerte entre el ángulo de la flexicurva y el ángulo de Cobb, aunque con una discrepancia media significativa. Esto sugiere que, aunque la flexicurva puede tener una correlación alta con el estándar de oro, puede haber diferencias importantes en las mediciones que deben considerarse al interpretar los resultados.

Con la finalidad de uso de la flexicurva a la luz de la literatura podemos aseverar que nuestros hallazgos sobre la confiabilidad y validez de la flexicurva en la medición de la cifosis torácica en adultos mayores son consistentes con la literatura existente. Los estudios mencionados refuerzan la idea de que la flexicurva es una herramienta útil y confiable para la evaluación de la cifosis torácica, aunque se debe tener precaución al interpretar sus resultados en comparación con las mediciones radiográficas. Además, es importante considerar las características de la población estudiada al evaluar la aplicabilidad de estos hallazgos en diferentes

contextos clínicos.

CONCLUSIONES

El estudio determina que la flexicurva es una herramienta eficaz y confiable para medir la cifosis torácica en adultos mayores. Destaca por su alta sensibilidad en la detección de hipercifosis y muestra una buena confiabilidad tanto intra como inter observador. No obstante, es importante ejercer precaución al interpretar los resultados de la flexicurva, especialmente al compararlos con mediciones radiográficas, dado que este estudio tomo como referencia el inclinómetro y no las radiografías, debido a las diferencias notadas entre ambos métodos de medición.

RECOMENDACIONES

Los resultados muestran que la flexicurva puede ser útil para evaluar la cifosis torácica en adultos mayores, pero se requieren más estudios sobre su uso en la investigación y clínica. Es importante investigar su aplicación en distintas poblaciones y contextos, así como mejorar su precisión mediante la reducción de discrepancias con métodos radiográficos y la incorporación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, para analizar las imágenes de la flexicurva. Estos pasos podrían optimizar su uso y confiabilidad en la práctica clínica.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores no presentan conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Azadina, F., Kamyab, M., Behtash, H., Ganjavian, M. S., & Javaheri, M. R. M. (2014). The validity and reliability of noninvasive methods for measuring kyphosis. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*, 27(6). <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e31829a3574>
- Barrett, E., Lenehan, B., O'sullivan, K., Lewis, J., & McCreesh, K. (2018a). Validation of the manual inclinometer and flexicurva for the measurement of thoracic kyphosis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(4), 301–308. <https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1394411>
- Barrett, E., McCreesh, K., & Lewis, J. (2013). Intrarater and Interrater Reliability of the Flexicurva Index, Flexicurva Angle, and Manual Inclinometer for the Measurement of Thoracic Kyphosis. *Rehabilitation Research and Practice*, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/475870>
- Barrett, E., McCreesh, K., & Lewis, J. (2014). Reliability and validity of non- radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: A systematic review. *Manual Therapy*, 19(1), 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.09.003>
- Briggs, A. M., Wrigley, T. v., Tully, E. A., Adams, P. E., Greig, A. M., & Bennell, K.L. (2007). Radiographic measures of thoracic kyphosis in osteoporosis: Cobb and vertebral centroid angles. *Skeletal Radiology*, 36(8), 761–767. <https://doi.org/10.1007/s00256-007-0284-8>
- Charlton, P. C., Mentiplay, B. F., Pua, Y. H., & Clark, R. A. (2015). Reliability and concurrent validity of a Smartphone, bubble inclinometer and motion analysis system for measurement of hip joint range of motion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(3), 262–267. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2014.04.008>
- Fon, G. J., Pitt, M. J., & Thies, A. C. (1980). Thoracic kyphosis: Range in normalsubjects. *American Journal of Roentgenology*, 134(5), 979–983. <https://doi.org/10.2214/AJR.134.5.979>

- Fortin, C., Ehrmann, D., Cheriet, F., & Labelle, H. (2011). Clinical methods for quantifying body segment posture: A literature review. *Disability and Rehabilitation*, 33(5), 367–383. <https://doi.org/10.3109/09638288.2010.492066>
- Greendale, G. A., Nili, N. S., Huang, M. H., Seeger, L., & Karlamangla, A. S. (2011). The reliability and validity of three non-radiological measures of thoracic kyphosis and their relations to the standing radiological Cobb angle. *Osteoporosis International*, 22(6), 1897–1905. <https://doi.org/10.1007/s00198-010-1422-z>
- Grindle, D. M., Mousavi, S. J., Allaire, B. T., White, A. P., & Anderson, D. E. (2020). Validity of flexicurve and motion capture for measurements of thoracic kyphosis vs standing radiographic measurements. *JOR Spine*, 3(3). <https://doi.org/10.1002/JSP2.1120>
- Hannink, E., Dawes, H., Shannon, T. M. L., & Barker, K. L. (2022). Validity of sagittal thoracolumbar curvature measurement using a non-radiographic surface topography method. *Spine Deformity*, 10(6), 1299. <https://doi.org/10.1007/S43390-022-00538-0>
- Hunter, D. J., Rivett, D. A., McKiernan, S., Weerasekara, I., & Snodgrass, S. J. (2018). Is the inclinometer a valid measure of thoracic kyphosis? A cross-sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 22(4), 310. <https://doi.org/10.1016/J.BJPT.2018.02.005>
- Kado, D. M., Huang, M. H., Karlamangla, A. S., Cawthon, P., Katzman, W., Hillier, T. A., Ensrud, K., & Cummings, S. R. (2013a). Factors associated with kyphosis progression in older women: 15 years' experience in the study of osteoporotic fractures. *Journal of Bone and Mineral Research*, 28(1), 179–187. <https://doi.org/10.1002/JBMR.1728>
- Lundon, K. M. A., Li, A. M. W. Y., & Bibershtein, S. (1998). Interrater and intrarater reliability in the measurement of kyphosis in postmenopausal women with osteoporosis. *Spine*, 23(18), 1978–1985. <https://doi.org/10.1097/00007632-199809150-00013>
- Puche, R. C., Morosano, M., Masoni, A., Jimeno, N. P., Bertoluzzo, S. M., Podadera, J. C., Podadera, M. A., Bocanera, R., & Tozzini, R. (1995). The natural history of kyphosis in postmenopausal women. *Bone*, 17(3), 239–246. [https://doi.org/10.1016/8756-3282\(95\)00212-V](https://doi.org/10.1016/8756-3282(95)00212-V)
- Salamh, P. A., & Kolber, M. (2014). The reliability, minimal detectable change and concurrent validity of a gravity-based bubble inclinometer and iPhone application for measuring standing lumbar lordosis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 30(1), 62–67. <https://doi.org/10.3109/09593985.2013.800174>
- Spencer, L., Fary, R., McKenna, L., Ho, R., & Briffa, K. (2019). Thoracic kyphosis assessment in postmenopausal women: an examination of the Flexicurve method in comparison to radiological methods. *Osteoporosis International*, 30(10), 2009–2018. <https://doi.org/10.1007/S00198-019-05023-5>
- Spencer, L., McKenna, L., Fary, R., Ho, R., & Briffa, K. (2020). Is Breast Size Related to Prevalent Thoracic Vertebral Fracture? A Cross-Sectional Study. *JBMR Plus*, 4(7), e10371. <https://doi.org/10.1002/jbm4.10371>
- Woods, G. N., Huang, M. H., Lee, J. H., Cawthon, P. M., Fink, H. A., Schousboe, J. T., & Kado, D. M. (2020). Factors Associated with Kyphosis and Kyphosis Progression in Older Men: The MrOS Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 35(11), 2193–2198. <https://doi.org/10.1002/JBMR.4123>