

Reproducibilidad del ángulo de Cobb en imágenes digitales obtenidas por fotografía de espinogramas de 30 x 90 cm en escoliosis del adulto

Comparación entre dos observadores y tres cámaras digitales

MATÍAS PETRACCHI, FÉLIX IMPOSTI, MARCELO VALACCO,
CARLOS SOLA y MARCELO GRUENBERG

Hospital Italiano de Buenos Aires

RESUMEN

Introducción: La fotografía digital de radiografías puede generar distorsiones angulares en las imágenes. No está publicado si estas alteraciones pueden afectar las mediciones de los ángulos de Cobb.

Objetivo: Evaluar la reproducibilidad del ángulo de Cobb con la fotografía digital de espinogramas de 30 x 90 cm en escoliosis del adulto.

Materiales y Métodos: Se eligieron al azar 20 espinogramas preoperatorios de pacientes con escoliosis del adulto para evaluar prospectivamente. Los espinogramas fueron escaneados y sus imágenes digitales se consideraron como controles. Se analizó la discrepancia intraobservador, interobservador, intercámara e intracámara, con tres cámaras digitales y dos observadores que realizaron ocho sesiones fotográficas a cada espinograma. Se midieron los ángulos con Adobe Photoshop® sobre las imágenes digitales y se los analizó con el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados: El promedio de los ángulos de Cobb torácicos y lumbares del escáner, las cámaras 1, 2 y 3 fue de 37,9; 37,8; 37,7; 37,5; 53,2; 53,1; 53,3; 52,9, respectivamente. La correlación interobservador e intraobservador fue extremadamente alta, así como entre las cámaras y el escáner.

Conclusión: El ángulo de Cobb se puede medir luego de la fotografía digital de espinogramas de 30 x 90 cm, con

alta reproducibilidad entre diferentes cámaras y observadores.

PALABRAS CLAVE: Fotografía digital. Ángulo de Cobb. Mediciones digitales. Escoliosis del adulto. Correlación interobservador e intraobservador.

RELIABILITY ANALYSIS FOR CORONAL COBB ANGLE MEASUREMENTS OF DIGITALLY ACQUIRED PHOTOGRAPH TO THE 30 X 90 CM FILMS IN ADULT SCOLIOSIS: COMPARISON AMONG TWO OBSERVERS AND THREE DIGITAL CAMERAS

ABSTRACT

Background: Digital photography to radiographs can generate angular distortions to the images. It is not published if these distortions can affect the lines used for Cobb measurements in routine practice.

Objective: To analyze reliability for coronal Cobb angle measurements of digitally acquired photograph to the 30 x 90 cm plain films in adult scoliosis.

Methods: Twenty anteroposterior long-cassette scoliosis radiographs from adult patients who were operated on in one institution were randomly selected and prospectively studied. The endplates of the curves were selected and marked by one observer. The radiographs were scanned and the digital images were used as controls. The variability of the measurements was evaluated with three digital cameras and two observers making eight photographic sessions to each long-film. Over the digital images the Cobb angles were measured using Adobe Photoshop® and they were analyzed with the Pearson correlation coefficient.

Recibido el 12-10-2012. Aceptado luego de la evaluación el 14-5-2013.
Correspondencia:

Dr. MATÍAS PETRACCHI
matias.petracchi@hiba.org.ar

Results: The overall mean thoracic and lumbar Cobb angles for the scanned, camera 1, 2 and 3 were 37.9, 37.8, 37.7, 37.5, 53.2, 53.1, 53.3, 52.9, respectively. The interobserver and intraobserver agreement was extremely high, as well as across cameras and scanner.

Conclusion: The Cobb angle can be measured after digitally photographed films with high reliability among different cameras and observers.

KEY WORDS: Digital photography. Cobb angles. Digital measurement. Adult scoliosis. Interobserver and Intraobserver correlation.

Introducción

La fotografía digital es un método ampliamente utilizado en la actualidad para archivar imágenes, realizar presentaciones, educar y publicar.¹⁻³ Nos ofrece una amplia gama de funciones, es económica, práctica, y ahorra tiempo y espacio.^{4,5} Se puede utilizar para consulta entre colegas a través de diversos medios de comunicación, como Internet. En la patología espinal, también sirve para planificar cirugías, como osteotomías, y realizar mediciones angulares.⁶

La precisión al evaluar la alineación espinal tanto en el plano frontal como sagital es de suma importancia para el diagnóstico y el seguimiento de varias patologías.⁷⁻¹⁰ Dentro de estas evaluaciones, la medición angular con el método de Cobb es la técnica de mayor difusión, y se emplea para diagnosticar, evaluar la progresión de la deformidad e indicar un tratamiento en aquellos pacientes con escoliosis.^{11,12}

Se ha estudiado la correlación entre las mediciones manuales sobre espinogramas de 30 x 90 cm, sobre espinogramas digitales impresos en placas de menor tamaño y sobre espinogramas digitales utilizando la computadora con diferentes programas de medición.¹³⁻¹⁵ La reproducibilidad de esta medición ha sido bien estudiada, con un rango de variabilidad esperable de entre 3 y 8 grados.^{16,17}

Estas mismas mediciones se pueden efectuar, en forma digital, sobre imágenes obtenidas con fotografía de los espinogramas de 30 x 90 cm; sin embargo, hasta el momento, esto no ha sido objeto de investigación y no se sabe el grado de variabilidad de estas mediciones. Diversos factores pueden generar diferencias entre las mediciones, entre ellos, posiblemente los más importantes sean la técnica fotográfica, la cámara utilizada, los observadores o la tecnología digital usada para la medición (Fig. 1). Se sabe que los lentes utilizados en fotografía generan pequeñas distorsiones en las imágenes, especialmente angulares, que pueden ser un factor de variación en el momento de tomar las mediciones. Teóricamente cuanto mayor es el ángulo entre el objeto y la lente, mayor es la distorsión angular que se puede generar (Fig. 2). Por tal motivo, los espinogramas de 30 x 90 cm son las radiografías que pueden sufrir mayores distorsiones y afectar las medidas angulares usadas para evaluar pacientes tratados por escoliosis. También, los contrastes de brillo entre la pelvis, la región lumbar y la dorsal pueden afectar el foco y dificultar la visualización de los reparos óseos, como los platillos vertebrales involucrados en estas mediciones.

El objetivo de este estudio fue evaluar la distorsión intraobservador e interobservador del ángulo de Cobb en la fotografía digital, a mano alzada, de espinogramas de 30 x 90 cm de frente.

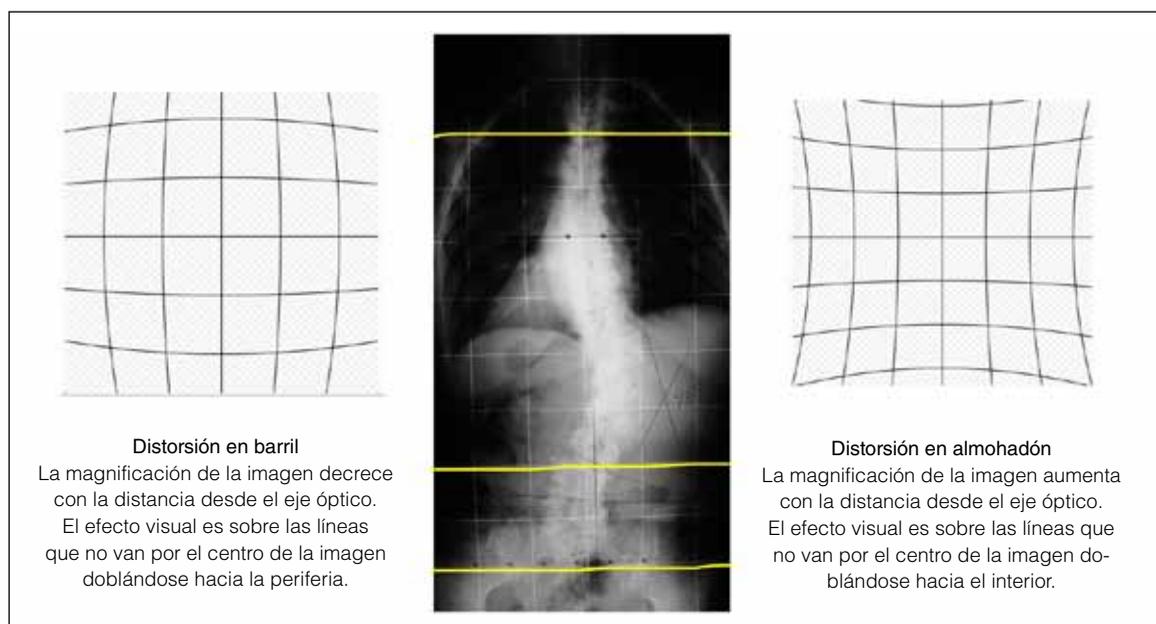


Figura 1. Tipos de distorsiones por los lentes. En el espinograma, se puede observar la distorsión en barril remarcado en amarillo.

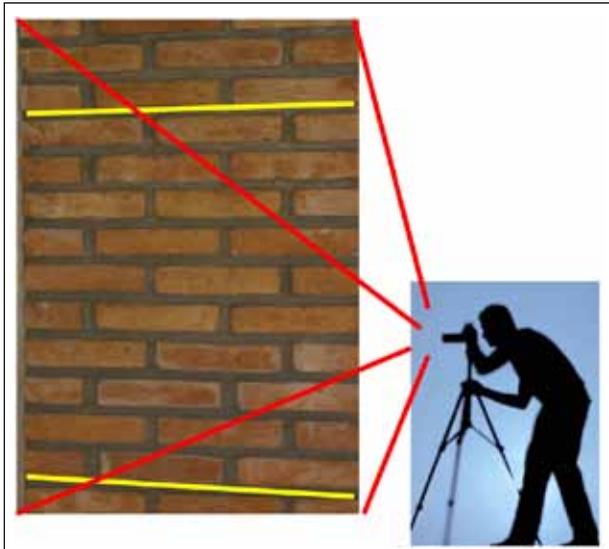


Figura 2. Distorsión de perspectiva. El lugar donde se coloca el fotógrafo en relación con el objeto puede afectar la imagen.

La parte más cercana al lente aparenta ser más grande que la más lejana y, de esta manera, puede distorsionar las líneas.

Materiales y Métodos

Se eligieron al azar 20 espinogramas de pacientes con escoliosis del adulto. Para evaluar la discrepancia intraobservador, interobservador, intercámara e intracámara, se utilizaron tres cámaras digitales (Sony Cyber-shot DSC-W80, Sony Cyber-shot DSC-P100 y Panasonic Lumix Dmc Fx33) y dos observadores. Las tres cámaras digitales debían reunir similares características básicas: ser portátiles, de tamaño reducido, de uso masivo, poseer zoom óptico, pantalla y resolución de 5 megapíxeles.

El observador 1 preseleccionó y marcó con un lápiz (film maker Dixon black 2225) los platillos de las vértebras más distales al ápex de la curva dorsal más importante y la lumbar o dorsolumbar que sirven para medir el ángulo de Cobb.¹⁸ Estos espinogramas fueron escaneados con un escáner de radiografías (Umax Powerlook 2100 xl) y las imágenes digitales obtenidas fueron consideradas como controles, dado que no presentan distorsiones angulares por los lentes ni por la técnica fotográfica utilizada.¹⁴

Técnica fotográfica

Se utilizó un único negatoscopio donde se colocaron los espinogramas de 30 x 90 cm para todas las fotografías y fue calibrado para que estuviera perpendicular al piso y paralelo a la pared que lo sostenía.

Se tomaron fotografías digitales a diferentes distancias del negatoscopio usando libremente el zoom óptico (sin zoom digital), a fin de ver cuál era la distancia óptima para tomar las imágenes. Se determinó que 1,5 m de distancia era lo mejor, con la posibilidad de utilizar el zoom óptico hasta obtener la imagen completa del espinograma en la pantalla de las cámaras. Las fotografías fueron tomadas a mano alzada, es decir, que no se utilizó trípode

ni otro método de estabilización de la cámara, para simular su uso en cualquier consultorio, durante la práctica diaria. La máquina debía estar lo más centrada y paralela al espinograma. El punto de foco fue elegido por cada observador hasta obtener la mejor imagen.

A cada espinograma se le realizaron cuatro sesiones fotográficas por observador en días diferentes y en forma separada. Cada observador utilizó dos cámaras fotográficas y repitió las sesiones en dos ocasiones con cada cámara. Los observadores utilizaron una misma cámara (Sony Cyber-shot DSC-W80) y una cámara diferente (observador 1: Sony Cyber-shot DSC-P100, observador 2: Panasonic Lumix Dmc Fx33). En cada sesión, los observadores tomaron tres fotografías por espinograma para luego cada uno seleccionar con la visión en el monitor de la computadora la imagen con mejor definición (Fig. 3).

Técnica de medición

Los ángulos de Cobb dorsales y lumbares fueron medidos por ambos observadores en forma separada y en diferentes momentos. Cada observador midió con Adobe Photoshop® los ángulos de Cobb de sus imágenes seleccionadas para luego volcarlos a una tabla Excel (Microsoft Office 2007), sin poder observar las mediciones de cada sesión, tanto las propias como las del otro observador.¹⁹

Datos estadísticos

Todos los ángulos de Cobb fueron analizados con el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la variabilidad intraobservador e interobservador del método de fotografía digital propuesto y la variabilidad entre tres cámaras digitales diferentes. Se analizaron un total de 20 ángulos de Cobb dorsales y 20 lumbares.

Resultados

El promedio de los ángulos de Cobb torácicos y lumbares de las imágenes digitales tomadas con el escáner, la cámara 1, la cámara 2 y la cámara 3 fue de 37,9; 37,8; 37,7; 37,5; 53,2; 53,1; 53,3 y 52,9, respectivamente (Tabla 1). La correlación interobservador e intraobservador fue extremadamente alta, así como entre las cámaras y el escáner (Tablas 2 y 3).

Discusión

Está demostrado que la forma clásica de medición angular en los espinogramas de 30 x 90 cm, de acuerdo con el método de Cobb, puede generar una discrepancia intraobservador e interobservador de aproximadamente 3 a 8 grados.¹⁶ Para disminuir esta discrepancia se sugiere el empleo de las mismas herramientas para la medición angular, como el lápiz para marcar los platillos y el transportador para medir los ángulos.¹⁷ Uno de los factores de mayor discrepancia es la selección de distintas vértebras

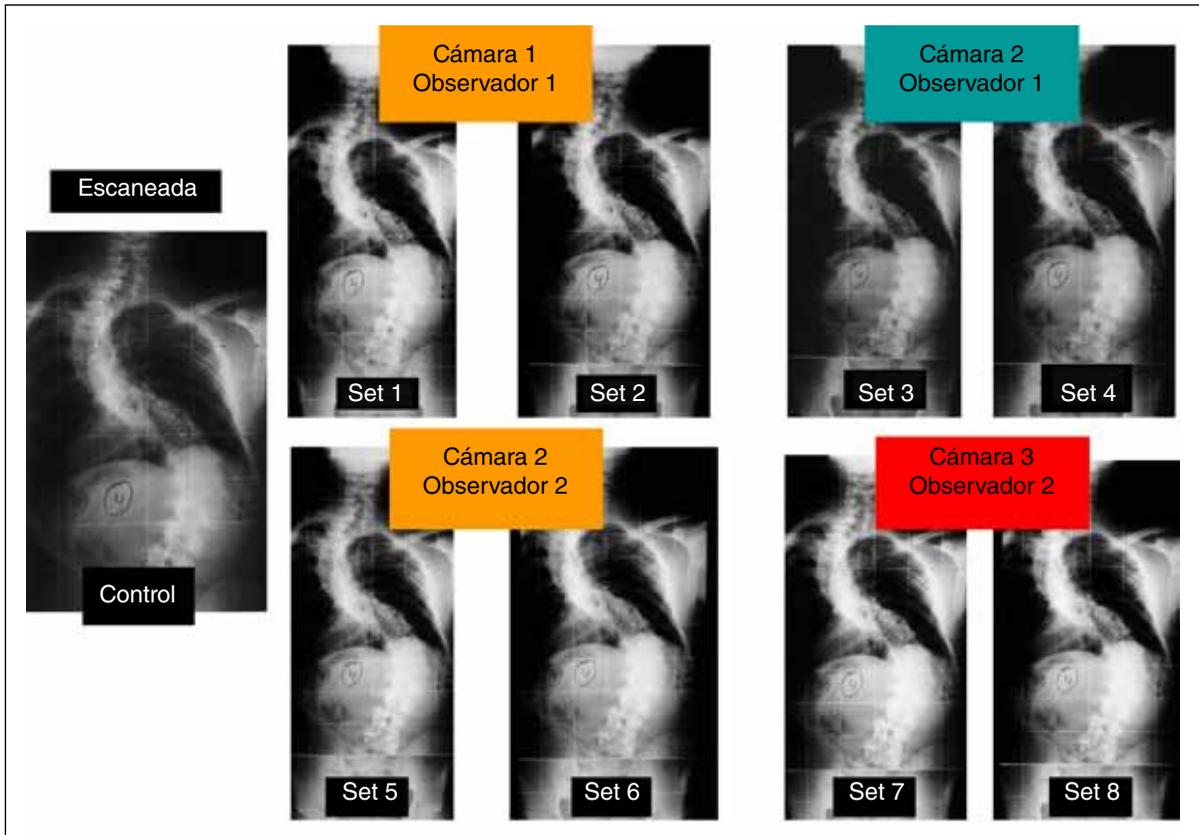


Figura 3. Ejemplo de fotografía al espinograma 4. Se muestra la imagen obtenida con el escáner utilizada como control y las 8 imágenes obtenidas por los 2 observadores con las 3 cámaras de dicho espinograma.

que forman el ángulo de Cobb. En el presente estudio, los cuatro platillos vertebrales que conformaban los ángulos de Cobb dorsal y lumbar fueron marcados por un solo observador, con un mismo lápiz y antes de la toma fotográfica para evitar los errores previamente descritos. El programa de medición utilizado fue Adobe Photoshop®, el cual ha sido validado como técnica de mediciones angulares; sin embargo, se pueden emplear otros programas para el mismo fin.

Se utilizaron tres cámaras digitales diferentes que debían reunir similares características básicas, como ser portátiles, compactas, de uso masivo, con zoom óptico, pantalla y resolución de 5 megapíxeles. Este tipo de cámaras

son las que utilizan frecuentemente los ortopedistas y se caracterizan por ser muy fáciles de usar. De esta manera, se simuló su empleo en el consultorio para validar la práctica diaria. Debido a las lentes utilizadas es de esperar cierta aberración de distorsión de la imagen, especialmente angulares en los extremos de los espinogramas (Fig. 1). Al no utilizar un trípode u otro soporte externo y hacer foco, según el criterio de cada observador, también pueden ocurrir otras desigualdades entre las imágenes del mismo espinograma (Fig. 2). A fin de evitar todo tipo de distorsión posible de las imágenes del grupo control se utilizó un escáner digital para radiografías que no genera aberraciones.¹⁴

El mayor problema observado durante la fotografía digital de los espinogramas de 30 x 90 cm fue la dificultad de obtener una imagen nítida en todas las regiones de la columna y la pelvis, debido al alto contraste de luminosidad entre dichas regiones. Para disminuir este problema se hizo foco sobre la región más brillante hasta obtener la imagen más nítida en la pantalla. Se realizaron tres tomas fotográficas a cada espinograma por sesión para luego seleccionar la mejor imagen; se podían efectuar a cada una de ellas retoques de brillo y contraste con Adobe Photoshop®. Seguramente con la aparición de cámaras más modernas estas dificultades de contrastes lumínicos

Tabla 1. Promedios de los ángulos de Cobb de las mediciones realizadas por los 2 observadores sobre las imágenes digitales obtenidas con el escáner y las 3 cámaras

Ángulos de Cobb promedio	Escáner	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Dorsal	37,9	37,8	37,7	37,5
Lumbar	53,2	53,1	53,3	52,9

Tabla 2. Ángulo de Cobb dorsal. Coeficiente de correlación de Pearson para las evaluaciones interobservador e intraobservador y entre cámaras

Coeficiente de correlación de Pearson dorsal	Escáner Observador 1	Cámara 1 Observador 1 Set 1	Cámara 1 Observador 1 Set 2	Cámara 2 Observador 1 Set 3	Cámara 2 Observador 1 Set 4	Escáner Observador 2	Cámara 1 Observador 2 Set 5	Cámara 1 Observador 2 Set 6	Cámara 3 Observador 2 Set 7	Cámara 3 Observador 2 Set 8
Escáner Observador 1	x	0,9998	0,997	0,9995	0,9995	0,999	0,9831	0,999	0,9968	0,9976
Cámara 1 Observador 1 Set 1		x	0,9997	0,9995	0,9996	0,999	0,9845	0,9992	0,9975	0,9979
Cámara 1 Observador 1 Set 2			x	0,9998	0,9996	0,9992	0,9839	0,9993	0,9967	0,9981
Cámara 2 Observador 1 Set 3				x	0,9996	0,9988	0,9831	0,999	0,9967	0,9979
Cámara 2 Observador 1 Set 4					x	0,9989	0,9826	0,9991	0,997	0,9979
Escáner Observador 2						x	0,9849	0,9989	0,9965	0,998
Cámara 1 Observador 2 Set 5							x	0,9958	0,9884	0,9828
Cámara 1 Observador 2 Set 6								x	0,997	0,9977
Cámara 3 Observador 2 Set 7									x	0,9964
Cámara 3 Observador 2 Set 8										x

serán resueltas. Se utilizó una resolución adecuada (5 megapíxeles) que permitió agrandar la imagen en el monitor sin perder nitidez y, de esta manera, observar, con más detalle, los platillos vertebrales previamente marcados para realizar las mediciones angulares.⁴

No se tomaron mediciones sagitales, porque se consideró que se iban a obtener similares resultados de correlación intraobservador e interobservador, debido a que los ángulos promedio de la cifosis dorsal y la lordosis lumbar son de alrededor de 10 a 40 grados y 40 a 60 grados, respectivamente, ángulos similares a los medidos en los espinogramas frontales de pacientes con escoliosis.

Tampoco se efectuaron mediciones de longitud, que son utilizadas para medir desequilibrio frontal y sagital de acuerdo con la línea de la plomada y el sacro, laterolistas, discrepancia de miembros y otras mediciones. Sin embargo, esto no es un inconveniente si la radiografía presenta una escala de longitud o si se coloca una regla milimetrada sobre el espinograma antes de la fotografía digital para luego realizar la calibración de las mediciones digitales. Debemos recordar que tanto la línea de la plomada (línea vertical del centro de C2 o C7) como la línea vertical al centro del sacro deben ser paralelas al borde de la radiografía y, por lo tanto, cuando se toma la fotografía del espinograma,

Tabla 3. Ángulo de Cobb lumbar. Coeficiente de correlación de Pearson para las evaluaciones interobservador e intraobservador y entre cámaras

Coeficiente de correlación de Pearson Lumbar	Escáner Observador 1	Cámara 1 Observador 1 Set 1	Cámara 1 Observador 1 Set 2	Cámara 2 Observador 1 Set 3	Cámara 2 Observador 1 Set 4	Escáner Observador 2	Cámara 1 Observador 2 Set 5	Cámara 1 Observador 2 Set 6	Cámara 3 Observador 2 Set 7	Cámara 3 Observador 2 Set 8
Escáner Observador 1	x	0,9997	0,9997	0,9995	0,9996	0,9998	0,9991	0,9994	0,9986	0,9988
Cámara 1 Observador 1 Set 1		x	0,9997	0,9996	0,9996	0,9996	0,9989	0,9997	0,9983	0,9989
Cámara 1 Observador 1 Set 2			x	0,9998	0,9998	0,9996	0,9989	0,9996	0,9986	0,9991
Cámara 2 Observador 1 Set 3				x	0,9998	0,9985	0,9989	0,9995	0,9986	0,9991
Cámara 2 Observador 1 Set 4					x	0,9994	0,9987	0,9996	0,9987	0,9996
Escáner Observador 2						x	0,9989	0,9992	0,9984	0,9986
Cámara 1 Observador 2 Set 5							x	0,9991	0,9885	0,9984
Cámara 1 Observador 2 Set 6								x	0,9984	0,9987
Cámara 3 Observador 2 Set 7									x	0,9986
Cámara 3 Observador 2 Set 8										x

grama deben incluirse los bordes y no deben ser recortados durante su edición digital.

Con el advenimiento de la radiografía digital, los espinogramas de 30 x 90 cm quedarán en desuso. Además de las ventajas de la tecnología digital se le suman las del cuidado del medio ambiente. Sin embargo, las impresiones digitales se realizan en placas de menor tamaño, y la observación de los platillos vertebrales y el trazado de las líneas son más difíciles, lo que puede generar mayores distorsiones angulares. Por el contrario, si se tiene la posibilidad de ver la radiografía digital directamente en un monitor, esto se puede resolver con la posibilidad de agrandar la ima-

gen.¹³ Tampoco está probada la distorsión de la fotografía digital sobre estas placas, pero posiblemente sea menor que en las de 30 x 90 cm, debido a que, cuanto menor es la distancia entre líneas, menores son las posibilidades de generar aberraciones angulares. Asimismo, falta estudiar cuál es la mejor distancia para tomar fotografías a placas de menor tamaño, tal vez 1 m sea una medida adecuada, teniendo en cuenta que, a menor distancia focal, mayor distorsión angular. Hay que intentar lograr un balance entre la distancia focal, el zoom óptico y la definición utilizada. Teóricamente cuanto mayor es el ángulo entre el objeto y la lente, mayor distorsión angular se puede generar.

Otra gran utilidad de las imágenes digitales es la posibilidad de manipulación, permiten efectuar programaciones preoperatorias de osteotomías en pacientes con deformidades, no solo en el área espinal, sino también en otra parte del esqueleto, como en los huesos largos, y simular la corrección deseada.⁶

Este estudio avala el uso de la fotografía digital de los espinogramas de 30 x 90 cm de frente, de acuerdo con el método propuesto, para luego realizar las mediciones angulares frontales en forma digital. Así podremos archivar los

espinogramas en forma digital, lo que nos permite ahorrar espacio, ordenar, buscar y poder compartir las imágenes con otros observadores a través de diversos medios electrónicos.

Conclusión

El ángulo de Cobb se puede medir luego de la fotografía digital de espinogramas de 30 x 90 cm con alta reproducibilidad entre diferentes cámaras y observadores.

Bibliografía

1. **Brown S, Morris D.** Digital image databasing. *J Audiov Media Med* 1995;18(4):157-62.
2. **Mah ET, Thomsen NO.** Digital photography and computerisation in orthopaedics. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86(1):1-4.
3. **Schenk MP, Manning RJ, Paalman MH.** Going digital: image preparation for biomedical publishing. *Anat Rec* 1999;257(4):128-36.
4. **Donndorff AG, González Della Valle A.** Fotografía digital. Conocimientos básicos para su aplicación en ortopedia y traumatología. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2003;67:87-94.
5. **Rosen AI, Hausman M.** Digital imaging and video: Principles and applications. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:373-379.
6. **Petracchi M, Solá C, Núñez L, Gruenberg M, Ortolán E.** Osteotomías virtuales espinales en el deseje sagital. Congreso de la Sociedad Argentina de la Patología de la Columna Vertebral 2004.
7. **Gupta MC, Wijesekera S, Sossan A, Martin L, Vogel LC, Boakes JL, et al.** Reliability of radiographic parameters in neuromuscular scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(6):691-5.
8. **Kuklo TR, Potter BK, O'Brien MF, Schroeder TM, Lenke LG, Polly DW, Jr.** Reliability analysis for digital adolescent idiopathic scoliosis measurements. *J Spinal Disord Tech* 2005;18(2):152-9.
9. **Kuklo TR, Potter BK, Polly DW, Jr., O'Brien MF, Schroeder TM, Lenke LG.** Reliability analysis for manual adolescent idiopathic scoliosis measurements. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(4):444-54.
10. **Mok JM, Berven SH, Diab M, Hackbarth M, Hu SS, Deviren V.** Comparison of observer variation in conventional and three digital radiographic methods used in the evaluation of patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33(6):681-6.
11. **Cobb JR.** Outline for the study of scoliosis. *Instruct Course Lect* 1948;5:61-75.
12. **Rosenfeldt MP, Harding IJ, Hauptfleisch JT, Fairbank JT.** A comparison of traditional protractor versus Oxford Cobbometer radiographic measurement: intraobserver measurement variability for Cobb angles. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(4):440-3.
13. **Kuklo TR, Potter BK, Schroeder TM, O'Brien MF.** Comparison of manual and digital measurements in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006;31(11):1240-6.
14. **Naumova J, Lindman R.** A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod* 2009;31(3):247-53.
15. **Shea KG, Stevens PM, Nelson M, Smith JT, Masters KS, Yandow S.** A comparison of manual versus computer-assisted radiographic measurement. Intraobserver measurement variability for Cobb angles. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998;23(5):551-5.
16. **Carman DL, Browne RH, Birch JG.** Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs. Intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72(3):328-33.
17. **Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D, Cowie GH.** Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72(3):320-7.
18. **Wills BP, Auerbach JD, Zhu X, Caird MS, Horn BD, Flynn JM, et al.** Comparison of Cobb angle measurement of scoliosis radiographs with preselected end vertebrae: traditional versus digital acquisition. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(1):98-105.
19. **Pavlovich RI, Vazquez-Vela G, Pardinás JL, Villarreal JMB, Rico EC, Behar GM.** Basic science in digital imaging: Digital dynamic radiography, multimedia, and their potential uses for orthopaedics and arthroscopic surgery. *Arthroscopy* 2002;18:639-47.