



## Comparación de medición del ángulo de Ferguson en bipedestación y decúbito

Luis Gerardo Domínguez-Gasca,\* Jorge Mora-Constantino,† Ana Rocío Gómez-Valencia,§  
Luis Gerardo Domínguez-Carrillo<sup>||</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** La lumbalgia es un síndrome de presentación muy frecuente relacionado con alteraciones de la postura, posiciones prolongadas e incremento del peso corporal, que al no responder al tratamiento conservador requiere de estudios de imagen en donde habitualmente se reporta la medición de varios parámetros, entre ellos el ángulo lumbosacro de Ferguson (AF). **Objetivo:** Determinar en un estudio observacional y descriptivo la medición del AF en posición de bipedestación comparándola con la medición en decúbito dorsal, en pacientes con lumbalgia mecano-postural. **Material y métodos:** En una muestra de 130 pacientes de ambos géneros obtenidos por método no probabilístico, consecutivo y de conveniencia, se midió el AF en radiografía lateral de columna lumbosacra, comparando los datos con la misma medición en decúbito dorsal en imagen T2 de resonancia magnética. **Resultados:** La medición global en los 130 pacientes reportó en bipedestación  $\bar{X} \pm DE$  de  $35.6 \pm 7.8^\circ$ ; en decúbito, los resultados fueron  $\bar{X} \pm DE$  de  $36.5 \pm 7.9^\circ$ ; no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, incluso cuando la muestra fue separada por géneros. **Conclusiones:** En la muestra estudiada no se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) del AF en bipedestación al compararla con la medición en decúbito dorsal.

**Palabras clave:** Lumbalgia, ángulo de Ferguson, resonancia magnética.

### Summary

**Background:** Low back pain is a frequent syndrome, related to posture anomalies, prolonged positions and weight increment. If low back pain does not respond to medical treatment, radiographic studies are required; one of the parameters of measurement is the Ferguson lumbosacral angle (FA). **Objective:** To determine in an observational and descriptive study the FA in the upright position in comparison with the same angle measurement in the decubitus position in patients with mechanical-postural low back pain. **Material and methods:** A sample of 130 patients of both sexes was selected with a non-probabilistic, consecutive and convenience method; in them, measurements of the FA were performed both in lumbosacral lateral radiographic plate for the upright position and in magnetic resonance pondered in T2 for the decubitus position. **Results:** Global measurements of the 130 patients reported  $\bar{X} \pm SD$  of  $35.6 \pm 7.8^\circ$  in upright position; magnetic resonance showed  $\bar{X} \pm SD$  of  $36.5 \pm 7.9^\circ$  for decubitus position, without statistical significance differences, even when the sample was divided by sex. **Conclusions:** In the sample studied, there were not statistical significance differences ( $p > 0.05$ ) of the Ferguson angle in either the upright or decubitus positions.

**Key words:** Low back pain, Ferguson angle, magnetic resonance.

\* Médico residente de Traumatología y Ortopedia. Adscrito al Hospital "Ángel Leño". Guadalajara, Jalisco.

† Jefe del Servicio de Imagenología del Hospital Ángeles León.

§ Médica Interna de Pregrado. Adscrita al Hospital Ángeles León.

<sup>||</sup> Especialista en Medicina de Rehabilitación. Profesor de la Facultad de Medicina de León, Universidad de Guanajuato.

#### Correspondencia:

Dr. Luis Gerardo Domínguez Carrillo  
Correo electrónico: lgdominguez@hotmail.com

Aceptado: 05-12-2014.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actamedica>

### INTRODUCCIÓN

La zona lumbosacra es una de las regiones más afectadas en los padecimientos de la columna vertebral;<sup>1</sup> existen varios parámetros de medición, como el ángulo lumbosacro de Ferguson<sup>2,3</sup> (AF), el ángulo de lordosis y la profundidad de la lordosis, los cuales son interdependientes, pues la variación de uno de los componentes hace cambiar a los demás. La biomecánica<sup>4</sup> indica que la presencia de curvaturas raquídeas aumenta la resistencia del raquis a las fuerzas de compresión axial; sin embargo, a nivel de la charnela lumbosacra, el incremento de la curvatura

lumbar (hiperlordosis) con aumento del AF incrementa a su vez las fuerzas de cizallamiento de L5/S1, ocasionando estiramiento excesivo de las fibras del anillo fibroso del disco intervertebral. Esto, además, origina desplazamiento hacia atrás del eje de gravedad, aumentando la carga a nivel de las articulaciones interapofisarias de L5/S1, siendo uno de los factores de degeneración articular y ocasionando enfermedad discal, espondilolisis, espondilolistesis, así como espondiloartropatía con canal estrecho, originando claudicación intermitente. Por otra parte, dicha región es dependiente de factores extrínsecos, como: a) las características propias del individuo (edad, peso, estatura, raza); b) las posturas corporales, tanto en bipedestación, decúbito y sedente por cambios angulares en la basculación pélvica; c) la fuerza muscular y el grado de estiramiento o acortamiento tanto de músculos paravertebrales como de músculos abdominales, del psoas-íliaco y de los isquiotibiales; d) la elasticidad de los ligamentos lumbosacros; e) situaciones como la obesidad, el embarazo y las posiciones adoptadas en actividades laborales y f) las posiciones al dormir. Con el objetivo de valorar si existen o no diferencias en el AF en bipedestación y en posición de decúbito dorsal, realizamos un estudio de las mediciones de dicho ángulo utilizando radiografía simple lateral de columna para la medición en bipedestación e imagen de resonancia magnética para la posición de decúbito dorsal con rodillas en extensión, siendo ello el motivo de esta comunicación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra se obtuvo por método no probabilístico, consecutivo y de conveniencia, ya que consistió en 130 pacientes de ambos géneros, con edades comprendidas entre los 25 y 49 años, a quienes su médico tratante había solicitado resonancia magnética (RM) de la región lumbosacra, y que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: a) con diagnóstico de síndrome de dolor lumbar de origen mecano-postural; b) dolor localizado en la región lumbosacra, sin irradiaciones; c) dolor lumbar presente con posturas prolongadas, ya fuera en bipedestación estática o en posición sedente; d) con duración de la sintomatología mayor de 12 semanas, y que, además, en la imagen de RM no se observaran hernias discales, artrosis facetaria, espondilolisis y/o espondilolistesis ni canal estrecho. Los criterios de exclusión fueron pacientes con radiculopatía lumbosacra, problemas neurológicos o psiquiátricos, postoperados de columna, y con alteraciones del aparato locomotor como escoliosis o posiciones antálgicas. Se comparó la determinación del ángulo de Ferguson (AF) evaluado a partir de una radiografía lateral izquierda de columna lumbar<sup>5</sup> con foco en L4 y teniendo

al sujeto en bipedestación sin calzado, con la medición del mismo ángulo por RM con el sujeto en posición de decúbito dorsal y rodillas en extensión. Dos radiólogos efectuaron las evaluaciones. Ninguno tuvo información clínica de los sujetos. El AF se midió (en la radiografía) trazando una línea sobre la superficie superior del cuerpo de la primera vértebra sacra, prolongándola ventralmente hasta su intersección con otra línea que era paralela al plano de sustentación (Figura 1). En la RM<sup>6</sup> se utilizó la imagen ponderada en T2 con el sujeto en decúbito dorsal y rodillas en extensión; la medición se realizó trazando una línea sobre la superficie superior del cuerpo de la primera vértebra sacra prolongándola ventralmente hasta su intersección con una línea vertical perpendicular a la mesa (Figura 2). Las características clínico-epidemiológicas se compararon utilizando U de Mann-Whitney y la prueba de  $\chi^2$  con corrección de Yates, ya que la muestra fue menor a 200 individuos. Las variabilidades intra- e interobservador se evaluaron por medio de r de Pearson.

## RESULTADOS

Las características clínico-epidemiológicas de los 130 pacientes de estudio (65 mujeres, 65 hombres) fueron las siguientes: para el género femenino, edad  $\bar{X} \pm DE$  de  $39.2 \pm 6.4$  años, con variación entre 25 y 48 años; peso  $\bar{X} \pm DE$  de  $68.671 \pm 12.740$  kg, con variación entre 52 y 92



**Figura 1.** Radiografía lateral izquierda de columna lumbosacra con foco en L4 en posición de bipedestación en paciente femenina de 32 años, que muestra ángulo lumbosacro de Ferguson de 37°.

kg; talla  $\bar{X} \pm DE$  de  $165 \pm 9$  cm, con variación entre 155 y 180 cm; para el género masculino: edad  $\bar{X} \pm DE$  de  $36.8$  años  $\pm 7.1$ , con variación entre 25 y 49 años; peso  $\bar{X} \pm DE$  de  $82.320 \pm 12.740$  kg, con variación entre 58 y 100 kg; talla  $\bar{X} \pm DE$  de  $175 \pm 9$  cm, con variación entre 164 y 189 cm. El 14% (n = 18) de la muestra, independientemente del género, mostró un IMC menor a 24.9; el 38% (n = 49) presentó sobrepeso, con IMC mayor de 25 y menor de 29.9; el 44% (n = 57) tuvo obesidad, con IMC mayor de 30 y menor de 34; y 4% (n = 6) arrojaron un IMC mayor de 35. El 86% de los casos presentó de manera global un incremento del IMC, ya fuera sobrepeso u obesidad.

La medición del AF en bipedestación en la totalidad de los casos (n = 130) mostró  $\bar{X} \pm DE$  de  $35.6^\circ \pm 7.8^\circ$ , con variación entre 25 y  $48^\circ$ . La medición del mismo ángulo en decúbito dorsal con RM en la totalidad de los casos fue de  $36.5^\circ \pm 7.9^\circ$  con variación entre 25 y  $49^\circ$ , con diferencia matemática de  $1^\circ$ , no existiendo diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) entre ambas posiciones, con intervalo de confianza de 95% = 0.593-0.812 ( $p = 0.0005$ ) (Cuadro I).



**Figura 2.** Imagen de resonancia magnética en plano sagital ponderada en T2 de columna lumbosacra en paciente masculino de 34 años en posición de decúbito con rodilla en extensión, que muestra ángulo lumbosacro de Ferguson de  $36^\circ$ .

Al efectuar la medición del AF por género, se encontró en bipedestación para el género femenino  $\bar{X} \pm DE$  de  $37.3^\circ \pm 7.1$ ; para el masculino,  $\bar{X} \pm DE$  de  $35.9^\circ \pm 7.8$ , con diferencia matemática menor de  $1^\circ$ , sin diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ). En la medición en decúbito del AF con RM, para el género femenino  $\bar{X} \pm DE$  fue de  $36.5^\circ \pm 6.4$ ; para el masculino el  $\bar{X} \pm DE$  obtenido fue  $35.0^\circ \pm 6.9$ , con diferencia matemática de  $1^\circ$ , sin ser estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ). (Cuadro I). En la muestra estudiada, se encontró la tendencia de a menor edad, menor peso, y a mayor peso, tendencia a hiperlordosis, sin encontrar para estos datos significancia estadística ( $p > 0.05$  para ambas observaciones), ya que en pacientes con obesidad importante se encontraron individuos con hiperlordosis, así como sujetos con aplanamiento de la curva lumbar. También se observó la tendencia de a mayor estatura, disminución del AF, sin que los datos tuvieran significancia estadística ( $p > 0.05$ ). La variabilidad intraobservador fue buena al evaluar el AF ( $r = 0.78$ ,  $p < 0.01$ ). La variabilidad intra- e interobservador fue buena al evaluar con el MRP ( $r = 0.93$ ,  $p < 0.01$  y  $r = 0.89$ ,  $p < 0.01$ ).

## DISCUSIÓN

El AF presenta una gran variabilidad, considerándose la media normal<sup>7</sup> entre  $30$  y  $40^\circ$ . No obstante, existen reportes, dependiendo de los autores, en que el recorrido considerado normal es de  $20$  a  $59^\circ$ . Los resultados obtenidos en esta pequeña muestra indican que no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la medición del AF ya fuera en posición de decúbito o en bipedestación; por otra parte, las cifras obtenidas concuerdan con las reportadas por otros autores que utilizaron únicamente la radiografía lateral para su medición. Así mismo, los resultados concuerdan con los obtenidos en el estudio del grupo de Chalian<sup>8</sup> al comparar las cifras obtenidas en la RM.

Para explicar la ausencia de diferencias, tenemos que recurrir a los estudios biomecánicos basándonos en las observaciones cinéticas y cinemáticas de la columna lumbosacra. La columna lumbar presenta movimientos de flexo-extensión, inflexión lateral y rotación; la amplitud de la flexión se considera en promedio de  $40^\circ$ , disminuyendo

**Cuadro I.** Medición del ángulo de Ferguson.

Ángulo de Ferguson	Bipedestación $\bar{X} \pm DE$	Decúbito $\bar{X} \pm DE$	Diferencia	Valor de p
Global	$35.6 \pm 7.8^\circ$	$36.5 \pm 7.9^\circ$	$1^\circ$	$> 0.05$ NS
Femenino	$37.3 \pm 7.1^\circ$	$36.5 \pm 6.4^\circ$	$> \text{de } 1^\circ$	$> 0.05$ NS
Masculino	$35.9 \pm 7.8^\circ$	$35.2 \pm 6.9^\circ$	$1^\circ$	$> 0.05$ NS

de manera importante la lordosis lumbar; los grados de extensión promedio alcanzan los 30°, incrementando la lordosis; la amplitud máxima de flexo-extensión se efectúa a nivel L4/L5 (24°), siguiéndole L5/S1 y L3/L4 con 18°; los segmentos que presentan menor movilidad son L2/L3 con 12° y L1/L2 con 11°. Por otra parte, el sacro depende en su posición de la pelvis, ya que para fines prácticos se encuentra fijo entre ambos coxales, de ahí que la articulación L5/S1 dependa de los grados de basculación pélvica y ésta, a su vez, dependa, según la cinemática, de las fuerzas de los músculos abdominales, glúteos, isquiotibiales, psoas-íliaco y paravertebrales. En posición de bipedestación estática, el individuo tiende a gastar la menor energía posible, por lo que recurre a desplazar el eje de gravedad hacia atrás, relaja los músculos abdominales y los glúteos, causando basculación pélvica anterior, lo que incrementa la lordosis lumbar;<sup>9</sup> este simple desplazamiento aumenta la fuerza de compresión sobre las facetas articular, principalmente de L5/S1; al mismo tiempo, la fuerza de compresión<sup>10</sup> que cae sobre el disco L5/S1 se descompone en dos, siendo una la de compresión y la otra de cizallamiento, tendiendo a desplazar el cuerpo de L5 sobre un plano inclinado representado por la superficie superior del cuerpo de la primera vértebra sacra y creando una fuerza de distracción a nivel de la pars interarticularis. Además, según el estudio clásico de Nachemson,<sup>11</sup> la carga de presión en el disco L5/S1 es cuatro veces más en bipedestación estática que en decúbito. Dichas cargas se incrementan en situaciones como la obesidad y el embarazo. Si la persona realiza la contracción de los músculos abdominales y de los glúteos mayores, rectifica la basculación pélvica, con lo que automáticamente disminuyen las fuerzas de cizallamiento de L5/S1, corrige la hiperlordosis y disminuye la carga sobre las articulaciones facetarias; lo mismo ocurre si la persona flexiona la articulación coxofemoral.

Por otra parte, en posición de decúbito dorsal se podría esperar que la lordosis disminuyera; sin embargo, no es así, ya que con las articulaciones de la cadera en posición neutra y las rodillas en extensión, las inserciones del músculo psoas en la columna lumbar y del músculo íliaco en la pelvis –terminando ambos en un solo tendón en el trocánter menor del fémur– originan incremento de la lordosis lumbar, más aun en personas que no tienen buena elasticidad, situación muy semejante a la posición de bipedestación relajada por la basculación pélvica que se origina. En cuanto a las fuerzas de presión discal (actuando sobre L5/S1), son mínimas en decúbito dorsal (25% al compararla con la bipedestación), desapareciendo la fuerza de cizallamiento anterior. Para disminuir la lordosis lumbar en posición de decúbito dorsal, la flexión de ambas rodillas y de las articulaciones coxofemorales distienden la tensión del músculo psoas-íliaco, con lo que la lordosis lumbar se aplanan.

De lo anterior podemos explicar la ausencia de diferencias en la medición del AF efectuada en este estudio, siendo indistinta su medición en bipedestación o en decúbito.<sup>7</sup> Somos conscientes de los defectos que en el diseño de este trabajo se presentan, ya que la muestra es pequeña y fue obtenida por métodos no probabilísticos, con la desventaja de no ser un método aleatorio estricto; por lo tanto, puede estar sujeto a sesgos, además de haber sido efectuado en pacientes con lumbalgia mecano-postural (la más frecuente a nivel mundial), lo que ya implica sesgo por no haberse realizado en individuos asintomáticos. Independientemente de ello, consideramos que los resultados pueden ser de utilidad como parte de la exploración en aquellos pacientes cuya sintomatología lumbar no mejora con el tratamiento médico-higiénico-dietético actual, principalmente en el diagnóstico diferencial del origen de la lumbalgia, ya que las alteraciones en el ángulo lumbosacro van ligadas tanto a sintomatología lumbar de origen mecano-postural<sup>12</sup> como a degeneración articular y alteraciones anatómicas como sacralización de vértebras lumbares,<sup>13,14</sup> anomalías numéricas<sup>15,16</sup> y espina bífida.<sup>17</sup>

## CONCLUSIONES

En la muestra estudiada no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la medición del ángulo de Ferguson efectuada en bipedestación al compararla con la medición en decúbito dorsal.

## REFERENCIAS

1. Fukuda K, Kawakami G. Proper use of MR imaging for evaluation of low back pain (radiologist' view). *Semin Musculoskelet Radiol*. 2001; 5: 133-136.
2. Ferguson AB. Clinical and roentgen interpretation of lumbosacral spine. *Radiology*. 1934; 22: 548-558.
3. Ferguson AB. The clinical and roentgenographic interpretation of lumbosacral anomalies. *Radiology*. 1934; 22: 548-552.
4. Kapandji I. *Cuadernos de fisiología articular*. 5ª ed. Barcelona, Toray-Masson, 1980.
5. Amonoo-Kuofi H. Changes in the lumbosacral angle, sacral inclination and the curvature of the lumbar spine during aging. *Acta Anat*. 1992; 145: 373-377.
6. O'Driscoll CM, Irwin A, Saifuddin A. Variations in morphology of the lumbosacral junction on sagittal MRI: correlation with plain radiography. *Skeletal Radiol*. 1996; 25: 225-230.
7. Hellem H, Keats TE. Measurement of normal lumbosacral angle. *Am J Roentgenology*. 1971; 113: 642-645.
8. Chalian M, Soldatos T, Carrino JA, Belzberg JA, Khanna J, Chhabra. A Prediction of transitional lumbosacral anatomy on magnetic resonance imaging of the lumbar spine. *World J Radiol*. 2012; 4: 97-101.
9. Korovessis P, Stamatakis M, Baikousis A. Segmental roentgenographic analysis of vertebral inclination on sagittal plane in asymptomatic versus chronic low back pain patients. *J Spinal Disord*. 1999; 12: 131-137.

10. Adams MA, Hutton WC. The effect of posture on the role of the joints in resisting intervertebral compressive force. *J Bone Joint Surg.* 1980; 62: 358-359.
11. Nachemson AL. The lumbar spine, an orthopaedic challenge. *Spine.* 1976; 1: 59-61.
12. Role L, Fonseca DH, Guarnieri S, Dorival CA, Aparecido DH. A study of angle values and vertebral bodies and intervertebral discs. *Acta Ortop Bras.* 2006; 14: 193-198.
13. Tokgoz N, Ucar M, Erdogan AB, Kilic K, Ozcan C. Are spinal or paraspinous anatomic markers helpful for vertebral numbering and diagnosing lumbosacral transitional vertebrae? *Korean J Radiol.* 2014; 15: 258-266.
14. Farshad M1, Aichmair A, Hughes AP, Herzog RJ, Farshad-Amacker NA. A reliable measurement for identifying a lumbosacral transitional vertebra with a solid bony bridge on a single-slice midsagittal MRI or plain lateral radiograph. *Bone Joint J.* 2013; 95: 1533-1537.
15. Paik NC, Lim CS, Jang HS. Numeric and morphological verification of lumbosacral segments in 8,280 consecutive patients. *Spine.* 2013; 38: E573-578.
16. Hanson EH, Mishra RK, Chang DS, Perkins TG, Bonifield DR, Tandy RD et al. Sagittal whole-spine magnetic resonance imaging in 750 consecutive outpatients: accurate determination of the number of lumbar vertebral bodies. *J Neurosurg Spine.* 2010; 12: 47-55.
17. Shane TR, Cuong TB. The horizontal sacrum as an indicator of the tethered cord in spina bifida aperta and occulta. *Neurosurg Focus.* 2007; 23: 23-30.