

---

**INVESTIGACIÓN ORIGINAL**


---

## Adaptación del método GOSS para la medición de la postura tri-planar en sedente

*Adaptation of the GOSS method for tri-planar postural measurement in sitting*

**Katherine Elizabeth Petrocci MSc PT<sup>1,2</sup> • José Miguel Gómez T MD<sup>3,4</sup>**

**Recibido:** 14/03/2013 / **Aceptado:** 11/09/2013

---

<sup>1</sup> Magíster en Fisioterapia. Ithaca College, Ithaca NY, USA.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación Movimiento Corporal: Discapacidad, Salud y Educación. Facultad de Fisioterapia, Escuela Colombiana de Rehabilitación, Bogotá.

<sup>3</sup> Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

<sup>4</sup> Gómez Orthotic Systems, LLC, St. Petersburg, FL, USA.

Correspondencia: katie.petrocci@gmail.com

### | Resumen |

**Antecedentes.** La postura en sedente es un elemento esencial en la valoración global fisioterapéutica, el análisis en el campo de la ergonomía y la prescripción de silla de ruedas. De los métodos existentes, ninguno ofrece la combinación de ser comprensivo con el uso de técnicas de medición fáciles de implementar y económicas.

**Objetivo.** Adaptar un método de medición tri-planar de la postura en bípedo a sedente.

**Materiales y métodos.** Unidades de análisis incluyen el método de medición tri-planar de la postura en bípedo GOSS y documentos de referencia primaria y secundaria.

**Resultados.** El método de medición GOSS-Petrocci identifica los parámetros (el sistema de referencia, los segmentos corporales, los puntos de referencia corporal) y los mecanismos (los instrumentos de medición y el protocolo de medición) de la postura en sedente.

**Conclusión.** El método GOSS-Petrocci se utiliza para medir la postura en sedente en tres planos de manera comprensiva, utilizando fotometría lo cual permite entender la postura de acuerdo a la posición de mayor estabilidad/postura ideal y permite una implementación fácil en el ámbito clínico.

**Palabras clave:** Postura, Evaluación, Fotometría (DeCS).

.....  
**Petrocci KE, Gómez JM.** Adaptación del método GOSS para la medición de la postura tri-planar en sedente. Rev. Fac. Med. 2013;61:385-393.

### Summary

**Background.** Seated posture is an essential element in global physical therapy evaluations, in analysis in the field of ergonomics and for the prescription of wheelchairs. Existing methods of seated posture do not offer the combination of measuring posture comprehensively in an easy and economic way.

**Objective.** To adapt a tri-planar standing postural measurement method to sitting.

**Materials and methods.** Units of analysis include the tri-planar measurement method in standing, GOSS method, and primary and secondary reference documents.

**Results.** The GOSS-Petrocci method, which include the identification of the parameters (the reference system, the body segments, body reference points) and the mechanisms (the measurement instruments and the measurement protocol) of seated posture.

**Conclusion.** The GOSS-Petrocci method is used to measure seated posture in three planes comprehensively, using photometry, which permits the understanding of posture according to the position of greatest stability/ideal posture and can be easily implemented in a clinical setting.

**Key words:** Posture, Evaluation, Photometry (MeSH).

.....  
**Petrocci KE, Gómez JM.** Adaptation of the GOSS method for tri-planar postural measurement in sitting. Rev. Fac. Med. 2013;61:385-393.

## Introducción

La alineación pélvica y espinal, y su relación con el control postural son variables importantes en el posicionamiento en sedente, ya que potencializan el confort, movilidad y funcionamiento en dicha posición (1). En la presencia de patologías osteomusculares y/o neuromusculares se busca desarrollar la eficiencia muscular y minimizar los esfuerzos potencialmente patológicos sobre las estructuras espinales (2) y, por lo tanto, la alineación pélvica y espinal son componentes esenciales de la valoración postural en sedente.

La valoración de la alineación postural se utiliza con muchos fines, incluyendo el análisis de los efectos luego de intervenciones terapéuticas y en la prevención de patologías por causa de mal posicionamiento en personas que se encuentran en posición sedente por su trabajo, o en el caso de personas que requieren del uso de una silla de ruedas para su movilidad principal. Una silla de ruedas, cuando está bien configurada según las necesidades y presentación del usuario, sirve no solamente para la movilidad sino, adicionalmente, como un elemento ortésico que ayuda a posicionar y dar estabilidad al usuario para recuperar una función faltante y, así, los hallazgos de una valoración cuantitativa de la postura sirven para justificar el elemento de sedestación más adecuado para el usuario frente a Empresas Prestadoras de Salud.

La valoración de la postura en sedente de forma cuantitativa se realiza con el uso de herramientas de alta tecnología, como radiografías, estabilómetros o a través de sistemas de análisis de movimiento en 3D. Estas herramientas, aunque proveen resultados precisos, son costosas y difíciles de encontrar en la clínica, lo cual hace que se utilicen con mayor frecuencia, formas cualitativas de valorar la postura en sedente, como escalas basadas en la observación.

Los profesionales de la salud (médicos, fisioterapeutas o terapeutas ocupacionales) necesitan de un método clínico de medición cuantitativo de la postura en sedente que sea preciso y fácil de implementar en el entorno de la clínica (3). De acuerdo a Fortin y cols., “existe la necesidad de desarrollar una herramienta

clínica y global de la postura que incluya todos los segmentos corporales pertinentes especialmente en la población de niños y adultos con parálisis cerebral, hemiplejía, escoliosis idiopática quienes demuestran compensaciones posturales en todo el cuerpo” (4).

Un método clínico de medición de la postura en bípedo, diseñado por Gómez Orthotic Systems LLC (GOS), en Estados Unidos, tiene distinciones en diferentes áreas del cuerpo humano (entre ellas la columna); el método, identificado como Gómez Orthotic Spine Systems (GOSS), ha sido reconocido como un método viable, ya que ofrece el uso de herramientas accesibles y adquiribles, además de que permite valorar la postura en los tres planos corporales de manera cuantitativa (5). Se considera que puede adaptarse este método clínico de medición en bípedo a la posición sedente para diagnosticar una alteración en la alineación postural en sedente y para la prescripción de sillas de ruedas. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo general identificar los parámetros (sistema de referencia, segmentos corporales y puntos de referencia corporales) y los mecanismos (instrumentos de medición y protocolo de medición) que deban considerarse en la medición de la postura en sedente, a partir de la adaptación del método GOSS de la postura en bípedo.

## Materiales y métodos

Se utilizó como unidades de análisis el método de medición triplanar de la postura en bípedo GOSS (Tabla 1) y los documentos de referencias primarias y secundarias, a partir de los cuales se determinaron los parámetros no desarrollados en el método GOSS que requieren inclusión en el método en posición sedente. Como instrumento se utilizó una matriz analítica para organizar dichos documentos.

Se desarrolló este estudio a través de las siguientes etapas: recolección de los documentos de referencia, análisis de los documentos de referencia y creación del método de medición de la postura en sedente GOSS-Petrocci, a partir de la adaptación del método GOSS en bípedo.

**Tabla 1.** Método GOSS de la postura en bípedo.

Plano	Tipo de Medición	Segmento	Línea de Referencia	Punto de Referencia Corporal
Sagital	Distancia	Pies	Línea Central Sagital	Borde anterior del maléolo lateral
		Rodillas		Punto medio de la articulación de la rodilla
		Pélvico		Trocánter mayor
		Torácico		Ápex de la cifosis
		Hombro		Punto medio de la articulación glenohumeral superficie lateral
		Cabeza		Pabellón auricular
Coronal	Distancia	Pélvico	Línea Central Coronal	Apófisis de la vértebra S1
		Torácico		Apófisis de la vértebra C7
		Cabeza		Punto central del occipucio
Transverso	Angulo	Pélvico	Línea Central Transverso	Línea entre las espinas Iliaca Anterior Superior
		Torácico		Articulación acromioclavicular
		Cabeza		Pabellón auricular

## Resultados

El método de medición de la postura en sedente GOSS-Petrocci (Tabla 2) se entiende a partir de un sistema de referencia y de los segmentos corporales formados por puntos óseos que requieren medición en cada plano corporal.

**Tabla 2.** Método GOSS-Petrocci: segmentos corporales y su medición por plano corporal.

Plano	Tipo de Medición	Segmento	Término Clínico	Referencia (Línea o punto) del Segmento	Referencia (Línea o punto) Global	Referencia Bibliográfica	
Sagital	Angulo	Pélvico	Anteversión, Retroversión	Línea entre el trocánter mayor del fémur y la espina iliaca anterior superior	LCS	Modificado de (2)	
		Lumbar	Flexión, Extensión	Línea entre el apófisis espinoso de T12 y L1		Modificado de (6)	
		Torácico		Línea entre el apófisis espinoso de C7 y T1			
		Cervical Inferior		Línea entre el apófisis espinoso de C3 y C5			
		Cabeza		Línea entre el punto externo del ojo y el punto medio del trago de la oreja			
		Brazo Superior *		Línea entre la tuberosidad mayor del humero y el epicondilo lateral del humero		Modificado de (7)	
		Brazo Inferior *	Flexión, Extensión	Línea entre el epicondilo lateral de humero y el proceso estiloides del cubito		Línea entre la tuberosidad mayor del humero y el epicondilo lateral del humero.	Modificado de (8)
		Pierna Superior *		Línea media de la pelvis		Línea entre el trocánter mayor del fémur y el cóndilo lateral del fémur.	Modificado de (8)
		Pierna Inferior *		Línea entre el trocánter mayor del fémur y el cóndilo lateral del fémur		Línea entre el cóndilo lateral del fémur y el maléolo lateral.	Modificado de (8)
		Pie *		Dorsiflexión, Plantiflexión		Línea entre la cabeza del peroné y el maléolo lateral	Línea entre el maléolo lateral y el longitud del quinto metatarsiano lateral del pie.
	Distancia	Curva Lumbar	Desplazamiento	Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva	LCS	Modificado de GOSS y (9)	
		Curva Torácico		Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva		GOSS	
		Curva Cervical		Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva		Modificado de GOSS	
		Escapular		Distancia entre la apófisis espinosa de C7 y el borde anterior del acromion		(2)	
Coronal	Angulo	Pélvico (posterior)	Inclinación Derecha ó Izquierda	Línea horizontal que pasa por las espinas ilíacas posterior superior	LCC	Modificado de (10)	
		Lumbar		Línea entre el apófisis espinoso de T12 y L1		Modificado de (6)	
		Torácico		Línea entre el apófisis espinoso de C7 y T1			
		Cervical Inferior		Línea entre el apófisis espinoso de C3 y C5			
		Cabeza		Línea entre la Protuberancia Occipital y el apófisis espinoso de C2			
		Pierna Inferior		Línea entre el punto central de la masa muscular de la pantorrilla y el punto central del calcáneo		GOSS- Petrocci	
	Distancia	Curva Apex **	Desplazamiento	Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva	GOSS		
Transverso	Angulo	Pélvico	Rotación	Línea entre los puntos centrales de la cresta iliaca D, I	LCT	(7)	
		Torácico-lumbar**		Línea entre la articulación acromioclavicular derecha e izquierda		GOSS, Modificado de (11)	
		Cabeza		Línea entre el pabellón auricular de la oreja derecha e izquierda			
		Pierna Superior	Separación	Línea entre la espina iliaca anterior superior y el punto central entre los cóndilos femorales		Modificado de (7)	

\*Se realiza mediciones en ambos lados.

\*\* Se puede tener una o más mediciones de acuerdo a las curvas presentes.

LCS= Línea vertical que emerge del punto central del Trocánter Mayor (2).

LCC= Línea vertical que pasa por el punto central de S1 (punto central entre las espinas ilíacas posterior superior) GOSS.

LCT= Línea horizontal paralelo al superficie de la silla GOSS.

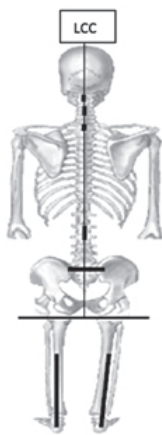
El sistema de referencia del método GOSS-Petrocci se define por tres líneas centrales de referencia que representan la posición centrada de mayor estabilidad en cada plano corporal. Estas líneas se conocen en el método GOSS en bípedo (Tabla 1), pero, la posición en sedente del método GOSS-Petrocci se define de manera distinta. La línea central sagital (LCS)



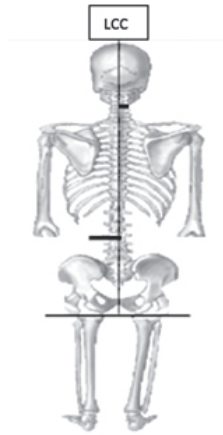
a) Segmentos medidos en ángulo con respecto a LCS.



b) Segmentos medidos en distancia con respecto a LCS.

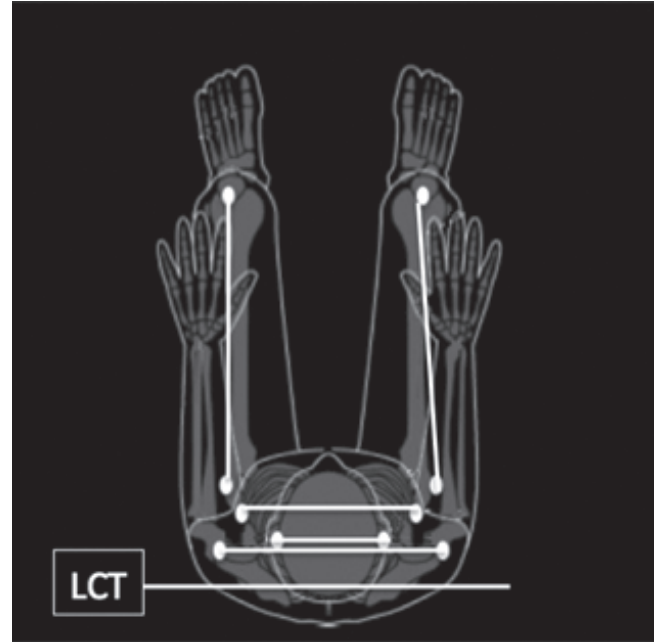


c) Segmentos medidos en ángulo con respecto a LCC.



d) Segmentos medidos en distancia (en la presencia de una curva lumbar izquierda y cervical derecha) con respecto a LCC.

se define como la línea vertical que emerge del punto central del trocánter mayor femoral; la línea central coronal (LCC) se define como la línea vertical que emerge del punto central del sacro con la pelvis en una posición ajustada; y la línea central transversal (LCT) se define como la línea horizontal paralela al piso que pasa paralela al borde posterior del asiento (Figura 1).



e) Segmentos medidos en ángulo con respecto a LCT.

**Figura 1.** Segmentos corporales y tipo de medición por plano corporal.

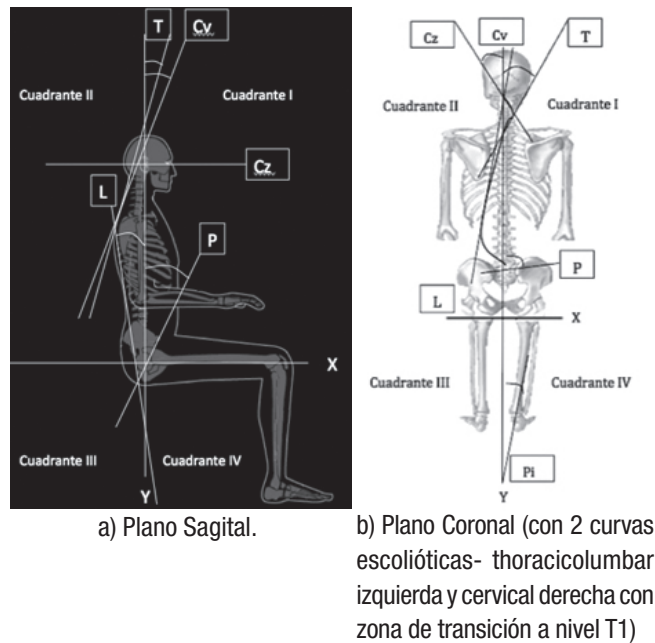
Fuente: las imágenes utilizadas en esta figura fueron modificadas de (7).

El método GOSS-Petrocci identifica un total de 25 segmentos corporales, 14, 7 y 4 en el plano sagital, coronal y transversal respectivamente, considerados como esenciales para describir la postura en sedente (Tabla 2). En el plano sagital se miden 10 segmentos en ángulo (técnicas modificadas de varias referencias (2,6-8) y 4 segmentos en distancia (3 técnicas utilizadas o modificadas del método GOSS en bípeda y una técnica modificada de otra referencia (2,9). En el plano coronal se miden seis segmentos en ángulo (técnicas modificadas de varias referencias (6,10) y un segmento en distancia (técnica utilizada del método GOSS en bípeda). En el plano transversal se miden 4 segmentos en ángulo (2

técnicas utilizadas de GOSS y 2 técnicas modificadas de otras referencias (7,11). Los puntos de referencia corporales de cada segmento se identifican en la tabla 2.

Las mediciones en ángulos y distancias de los segmentos corporales se presentan con relación al sistema cartesiano de referencia, tanto en el plano sagital como en el coronal y transversal. De esta manera, cada medición se entiende por dos componentes: 1. El valor descrito en grados (ángulo) o cm (distancia); y, 2. La descripción de la dirección de la medición con respecto al cuadrante en donde se encuentra la medición. La línea que representa cada segmento corporal que requiere medición en ángulo se hace desde abajo hacia arriba, así

que el ángulo que se mide es siempre el ángulo superior. Un ángulo en el cuadrante 1 da un valor positivo que se describe como arriba y adelante y un ángulo en el cuadrante 2 da un valor negativo que se describe como arriba y atrás (Figura 2), o por sus términos clínicos, correspondientes a los enlistados en la tabla 2.



P: segmento pélvico; L: segmento lumbar; T: segmento torácico; Cv: segmento cervical inferior; Cz: segmento cabeza; Pi: segmento pierna inferior.

**Figura 2.** Sistema de Referencia y medición de ángulos de segmentos corporales

Fuente: las imágenes utilizadas en esta figura fueron modificadas de (7).

El método GOSS-Petrocci identifica mecanismos de medición que comprenden los instrumentos y el protocolo de medición. Se utilizan 7 instrumentos para la medición de la postura en sedente: 1. Silla de prueba (debe estar: sin espaldar, con asiento firme y plano, sin contorno, de una altura que permita la ubicación de ambos miembros inferiores sobre el piso); 2. Cuadrícula (de tamaño 1m x 1,5m con cuadros de 3x3cm, que se coloca en el plano sagital en la vista derecha e izquierda, coronal en la vista posterior y trasverso en la vista superior colocado sobre el piso; se debe colocar la cuadrícula sobre un soporte móvil para ubicarla y facilitar la toma fotográfica en cada vista); 3. Marcadores (pre-cortados en cinta reflectiva con un diámetro de 1cm); 4. Calibrador

antropométrico; 5. Cámara digital con trípode; 6. Láser; y, 7. Software (ImageJ).

El protocolo de medición del método GOSS-Petrocci implica el trabajo desde los 6 pasos presentados a continuación. Se recomienda el uso de ropa interior que permita el acceso a los puntos de referencia corporal.

1. Establecer la posición de prueba (Figura 3): se posiciona la silla de prueba a una distancia de 1 metro de cada soporte móvil con la cuadrícula como fondo. Se coloca o se dan las instrucciones verbales al paciente para adoptar una posición sedente en el centro del asiento, mirando hacia delante con los pies sobre el piso y con los miembros superiores sobre los muslos de manera relajada.

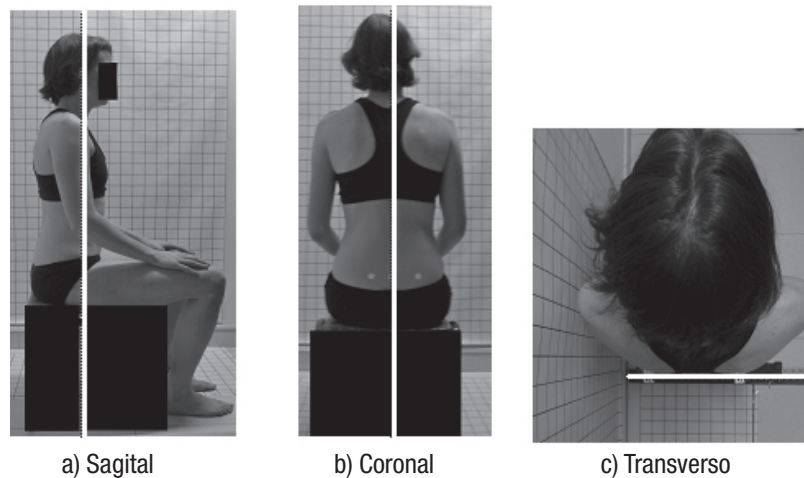
1.2. Ubicación de los puntos de referencia corporales: se limpia la piel; utilizando las técnicas de palpación, documentadas por Hoppenfeld (12), se ubican con los marcadores pre-cortados los puntos de referencia en los tres planos.

3. Documentación del plano sagital: se ubica la LCS para posicionar el láser de tal forma que la línea de luz pase verticalmente por el punto central del trocánter mayor del fémur derecho. Se posiciona la cámara digital montada en su trípode a 1 metro de distancia de la silla de prueba y se toma la foto. Se repite en la vista izquierda.

4. Documentación del plano coronal: se ubica la LCC para posicionar el láser de tal forma que la línea de luz pase verticalmente por el punto central de S1 (el punto central entre las espinas ilíacas postero-superior). En el caso de que la persona presente una inclinación pélvica, se posiciona la pelvis en neutro primero para ubicar la posición de mayor estabilidad y se posiciona el láser para que emerja del punto central entre las espinas ilíacas postero-superior. Luego se suelta la pelvis de su posición en neutro a su posición actual. Se posiciona la cámara digital montada en su trípode a una distancia de 1 metro de la silla de prueba en la vista posterior y se toma la foto.

5. Documentación del plano transversal: se ubica la LCT para posicionar el láser de tal forma que la línea de luz pase horizontalmente sobre el borde posterior del asiento. Se posiciona la cámara digital montada en su trípode a 1 metro de distancia de la silla de prueba en la vista posterior y se toma la foto.

6. Utilizando el software ImageJ, se calculan las mediciones de los segmentos corporales tomadas de las fotos y se documentan los resultados en la hoja de valoración.



**Figura 3.** Posición de prueba y Línea central en el plano.  
Fuente: autores.

## Discusión

En la realización de la adaptación del método de medición GOSS en posición bípeda a sedente (método GOSS-Petrocci), los autores consideran que la base teórica, reflejada a través del sistema de referencia, es de mayor importancia que los segmentos corporales seleccionados para describir la postura en tal posición. En otras palabras, es más importante la relación que tienen todos los segmentos con respecto a la línea global de referencia y la ubicación de esta línea. Los métodos GOSS y GOSS-Petrocci utilizan como sistema de referencia las LCC, LCS y LCT que se ubican partiendo de la base de sustentación, lo cual permite entender la postura actual con base en la supuesta postural ideal.

La mayoría de estudios documentan una variedad de sistemas de referencia, aunque lamentablemente ninguno permite entender la postura de igual manera. Los estudios de Canhadas (10) y Perry (2) documentan el uso de múltiples líneas de referencia en el mismo plano, distintas líneas para cada segmento corporal. Otros utilizan el método de medición Cobb, en el cual se mide el ángulo de una curva escoliótica mediante dos líneas que representan el extremo superior e inferior de la curva. Estos dos segmentos se relacionan entre sí, pero no se relacionan con la base de sustentación, una postura ideal o un referente global de la postura.

Otros estudios como los de Barrey (13) y Bourgly (14) utilizan como línea de referencia la línea plomada que se reconoce como la línea descendente que emerge de un punto rostral, generalmente C7 en el plano coronal y el trago de la oreja en el plano sagital. El uso de estas líneas tampoco representa la postura desde la base de sustentación. De igual forma, otros estudios, como el de Dunk y cols., (15), documentan el uso de una línea vertical de referencia que se ubica a una distancia fuera del sujeto. Los mismos autores

reportan que este tipo de medición no produce mediciones de las curvas espinales relevantes biológicamente.

Ninguno de los métodos previamente mencionados permite entender la relación entre un segmento corporal y la postura en sentido global partiendo de la base de sustentación, lo cual hace que el sistema de referencia utilizado en el método GOSS-Petrocci sea novedoso. Se considera que este método ofrece una manera de entender y analizar la postura de acuerdo a la posición de mayor estabilidad y la medición de cada segmento es una representación directa del segmento con respecto a la postura ideal del individuo, la postura de mayor estabilidad. La postura de mayor estabilidad en cada plano emerge del punto central sobre la base de sustentación y está representada por la línea central identificada en cada plano corporal. Cada segmento, independientemente de si el segmento requiere una medición en ángulo o distancia, se entiende por su relación con respecto a la línea central, lo cual permite realizar un análisis completo de la postura con respecto a la postura de mayor estabilidad.

En cuanto a los segmentos corporales que requieren medición en posición sedente, Fortin y cols., (4) recomiendan que un índice postural debe representar todos los segmentos corporales (cabeza: flexión/extensión, flexión lateral, rotación; posición del tronco; posición de la pelvis/cadera: retroversión/anteversión, inclinación lateral; posición de las escapulas, miembros superiores, rodillas y pies; curvas espinales sagitales). El estándar ISO 16840-1 Wheelchair Seating identifica 10 segmentos que pueden ser tomados en diferentes planos con un total de 17 mediciones requeridas para describir la postura tri-planar, el número más conciso de segmentos necesarios para representar correctamente la postura (7).

El método GOSS-Petrocci, identifica 15 segmentos y un total de 25 mediciones que incluyen todos los segmentos sugeridos por Fortin y cols., (4) y segmentos adicionales esenciales. Se seleccionaron segmentos corporales y los dos puntos de referencia corporal que representan a cada segmento, con base en la clasificación y función anatómica de las vértebras. Como está reportado por Kapandji (6) y Nordin (16), las vértebras están clasificadas en lumbares, torácicas y cervicales, que por su anatomía estructural permiten distintos movimientos en los tres planos. Por esta razón, un método de valoración postural debe contener mediciones que representen cada una de estas clasificaciones vertebrales y, adicionalmente, ya que la pelvis forma la base de funcionamiento de la columna vertebral, es necesario incluirla como un segmento aparte.

Los puntos de referencia, el trocánter mayor del fémur y la espina iliaca anterior superior, fueron seleccionados de Perry y cols., (2) para formar la línea del segmento pélvico en el plano sagital por su buen nivel de confiabilidad en su medición con fotometría. Las espinas ilíacas anteriores posteriores se utilizan para formar el segmento pélvico en el plano coronal. Para representar los segmentos vertebrales lumbar y torácico en los planos coronal y sagital, se seleccionaron dos vértebras continuas (una unidad funcional vertebral), la última del segmento superior y la primera del segmento inferior T12 y L1, y C7 y T1. El segmento cervical se divide en dos segmentos distintos, cervical inferior y cabeza, ya que la mayor función del cervical inferior C2-C7 es flexión en el plano sagital y de C1-C2 es rotación en el plano transverso. Kapandji (6) reporta que la mayoría de flexión cervical ocurre entre las vértebras C3-C5 y, por lo tanto, se seleccionaron estas dos vértebras como los puntos de referencia corporal para representar el segmento cervical inferior en los planos coronal y sagital. El segmento de cabeza que corresponde a la articulación entre vértebras C1 y C2 está representado en el plano sagital por la línea entre el punto externo del ojo y el punto medio del trago de la oreja, como está reportado por Kapandji (6) y en el plano coronal por la línea entre la protuberancia occipital y la apófisis espinosa de C2.

En el plano transverso se identificaron tres segmentos en la columna: pélvico, torácico-lumbar y cabeza. Se seleccionaron los puntos centrales de las crestas ilíacas derecha e izquierda para formar la línea pélvica por su fácil visualización en este plano. Se combinaron en un único segmento la columna vertebral torácica y lumbar, así los movimientos de la columna torácica siguen los movimientos de la columna lumbar en la misma dirección y no en direcciones opuestas. Por lo tanto, y como está reportado por Normand y cols., (11), se seleccionaron las articulaciones acromio-clavicular derecha e izquierda como los puntos de referencia corporal que representan el segmento torácico-lumbar, pues se mostró

confiabilidad excelente inter e intra-juez (ICC=0,84) tomado en posición bípeda.

Se seleccionó la línea entre el pabellón auricular de la oreja derecha e izquierda para representar el segmento de cabeza en el plano transverso por su fácil ubicación en palpación. Es importante tener en cuenta que para una mejor visualización de estos puntos de referencia en la fotometría, puede ser necesario el uso de stockineta para comprimir el cabello, dejando a la vista los puntos. Dependiendo de la forma craneal, si aún no se presenta una buena vista de estos puntos, se recomienda el uso de dos soportes, uno en cada lado, que proyectan estos puntos a una distancia más lejana lateralmente.

En adición a las mediciones en ángulo descritas anteriormente, el método GOSS-Petrocci también requiere mediciones en distancia de curvas anormales, escolióticas, en el plano coronal y de las curvas fisiológicas, lordosis lumbar, cifosis torácica y lordosis cervical, de la columna en el plano sagital. Es importante destacar que estas mediciones son diferentes a otros métodos, incluyendo al estándar ISO 16840-1 Wheelchair Seating que requiere una sola medición del segmento torácico en el plano coronal, una medición angular hecha con respecto a la vertical pero que no permite la medición de una curva escoliótica en "C" ni en "S". El método GOSS-Petrocci logra documentar estas curvas a través de la medición de la distancia del ápex de la curva a la línea central del plano estandarizada. El método GOSS-Petrocci se basa en la valoración individual de cada persona, así que la presentación de la postura es única y, de esta forma, se constituye como un método estandarizado que permite la libertad de tomar mediciones adicionales según la presentación individual, sin la necesidad de definir segmentos adicionales.

El método GOSS-Petrocci, adicionalmente, mide los segmentos escápula, brazo, antebrazo, muslo, pierna y pie, pues son necesarios para entender completamente la postura en sedente y su relación con el posicionamiento para la propulsión de una silla de ruedas y el componente distal de la base de sustentación. En los miembros inferiores, se mide el segmento del muslo en el plano sagital y transverso para conocer el grado de flexión o extensión y separación de piernas en la posición sedente; el segmento de la pierna en el plano sagital y coronal, para conocer el grado de flexión o extensión de rodilla e inclinación de la tibia. La inclinación tibial normalmente se presenta cuando hay una rotación externa o interna presente en la cadera y se anticipa que estará relacionada con la medición de separación de las caderas. Se mide el segmento pie en el plano sagital para conocer el grado de dorsiflexión o plantiflexión.

Los autores del presente estudio seleccionaron la fotometría utilizando un software que mide ángulos y distancias como

la técnica de medición, ya que la misma ha mostrado buena confiabilidad inter e intra-jueza validez en otros estudios (2,11). Técnicas manuales, incluyendo la goniometría, pueden demorar el proceso, lo que implica que la persona realice movimientos durante la valoración, afectando la validez de las mediciones (4). Al contrario, la fotometría es una técnica rápida y fácil de aplicar y las herramientas requeridas son accesibles en el entorno de la clínica. Se estima que el costo de todos los instrumentos necesarios en el método es menor a \$ 600 USD, dependiendo del estilo de cámara y láser que se compre y así se considera que el método GOSS-Petrocci es un método económico.

Se seleccionó el software ImageJ como el software de análisis fotográfico, ya que es un software de libre acceso y disponible en versiones para MacOSX, Microsoft Windows y Linux (17). Este software puede mostrar, editar, analizar, procesar, guardar e imprimir imágenes en formatos tales como TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, y FITS. Dentro de sus funciones de análisis permite afinar bordes, filtrar, rotar las imágenes y medir ángulos y distancias en varias unidades de medición, lo cual es fundamental para este método.

El protocolo se diseñó con base en técnicas que permiten estandarizar las tomas con el fin de evitar factores de error en cuanto al posicionamiento del usuario (en la utilización de la misma silla), colocación de marcadores sobre los puntos de referencia corporales (el uso de marcadores preformados y ropa ajustada al cuerpo que permite el acceso a todos los puntos) y en la toma de fotografías (manejo de distancia de ubicación del láser y de la cámara sobre el trípode).

Los índices posturales deben ser estudiados por su validez, confiabilidad y la medida de error estándar (Standard Error Measurement-SEM) (4), lo cual no se trató dentro del propósito del presente estudio, pero que se espera contemplar dentro de un estudio en el futuro.

## Conclusión

El método de medición tri-planar GOSS-Petrocci de la postura en sedente es un método que permite entender la postura del usuario de acuerdo a la posición de mayor estabilidad o postura ideal. El análisis comprensivo de la postura en este método permite su uso en una población sin patología, con una patología asociada a la postura y en una variedad de campos como ergonomía, rehabilitación neurológica, ortopedia y temas asociados al posicionamiento para un mejor funcionamiento en una silla de ruedas. Este método permite que fisioterapeutas y otros profesionales de la salud realicen en su práctica clínica valoraciones posturales objetivas que muestren datos precisos y que reflejen de manera confiable la postura de los pacientes.

El mejoramiento de la calidad de los datos arrojados puede optimizar la atención de pacientes, ya que con datos más precisos se pueden mostrar los cambios en la postura a través del tiempo, efectos de intervenciones terapéuticas o el progreso de la enfermedad/patología, pre-quirúrgicas o post-quirúrgicas. Por tales razones, se recomienda el uso de este método en entornos de la clínica e investigativos por su fácil aplicación con instrumentos accesibles.

## Conflicto de interés

Ninguno declarado por los autores.

## Financiación

Este estudio fue financiado en partes iguales por la Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación y Gómez Orthotic Systems, LLC, USA.

## Referencias

1. **Hirose H.** Development of clinical methods for measuring geometric alignment of the thoracic and lumbar spines of wheelchair-seated persons. *J Rehabil Res Dev.* 2005;42:437-46.
2. **Perry A, Smith L, Straker L, Coleman J, O'Sullivan P.** Reliability of sagittal photographic spinal posture assessment in adolescents. *Adv Physiother.* 2008;10:66-75.
3. **Petersen C, Zimmermann C, Cope S, Bulow M, Ewers-Panveno E.** A new measurement method for spine reposition sense. *J Neuroeng Rehabil.* 2008;5:1-11.
4. **Fortín C, Ehrmann D, Cheriet F, Labelle H.** Clinical methods for quantifying body segment posture: a literature review. *Disabil Rehabil.* 2011;33:367-83.
5. **Gómez, JM.** Tratamiento de la escoliosis idiopática basado en alineación, equilibrio y estabilidad: sistema GOSS. *Orthopadie-Technik.* Edición Española. 2012;III:3-6.
6. **Kapandji IA.** Cuadernos de Fisiología: Esquemas comentados de mecánica articular. Barcelona: Masson, SA; 1988.
7. **Waugh K, Crane B.** Measuring Wheelchair Seated Posture and Seating Supports: Standardization of Terms and Methodologies. *International Seating Symposium.* Vancouver, Canada. March 7-9, 2012.
8. **Taboadela CH.** Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: AsociartART; 2007.
9. **Sondergaard K, Olesen C, Sondergaard E, Zee M, Madeleine P.** The variability and Complexity of sitting postural control are associated with discomfort. *J Biomech.* 2010;43:1997-2001.
10. **Canhadas Belli JF, Chaves TC, Siriani de Oliveira A, Bevilacqua D.** Analysis of body posture in children with mild to moderate asthma. *European J Pediatr.* 2009;168:1207-16.



11. **Normand MC, Descarreaux M, Harrison DD, Harrison DE, Perron DL, Ferrantelli JR et al.** Three dimensional evaluation of posture in standing with the PosturePrint: an intra- and inter-examiner reliability study. *Chiropr Osteopat.* 2007;15:15.
12. **Hoppenfeld S.** *Physical Examination of the Spine and Extremities.* Appleton Century Crofts: East Norwalk, CT; 1976.
13. **Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P.** Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J.* 2007;16:1459-67.
14. **Bourghli A, Aunoble A, Reebye O, Le Huec JC.** Correlation of clinical outcome and spinopelvic sagittal alignment after surgical treatment of low-grade isthmic spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2011;20:S63-S668.
15. **Dunk NM, Chung YY, Compton DS, Callaghan JP.** The reliability of quantifying upright standing postures as a baseline diagnostic clinical tool. *J Manipulative Physiol Ther.* 2004;27:91-6.
16. **Nordin M, Frankel VH.** *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético,* 3ª Ed. Madrid: McGraw Hill; 2001.
17. **Ferreira T, Rasband W.** *ImageJ User Guide.* 2011 [acceso 18 de enero de 2013]. Recuperado de: <http://rsbweb.nih.gov/ij/docs/user-guide.pdf>.