

Estudio de acuerdo y concordancia de medidas somatométricas en lactantes menores de 2 años



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN MEDICINA

Curso académico: 2016-2017

Marina Pérez de Diego Gómez

Tutor: Elena Urbaneja / Susana Alberola

Facultad de Medicina – Universidad de Valladolid

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen / Abstract.....	Pág, 2
1. Introducción.....	Pág, 4
2. Justificación.....	Pág. 5
3. Objetivos.....	Pág. 5
4. Hipótesis.....	Pág. 6
5. Material y métodos.....	Pág. 6
6. Resultados.....	Pág. 8
- CCI	
- CCC	
- Passing-Bablok	
- Análisis de Bland y Altman	
- Índice Kappa ponderado	
7. Discusión.....	Pág. 16
8. Conclusiones.....	Pág. 18
9. Bibliografía.....	Pág. 18
Anexo I	

RESUMEN

Objetivo: Realizar un estudio de acuerdo y concordancia en relación con la somatometría en lactantes entre dos evaluadores, tomando a uno de ellos como “patrón oro”, y realizar una evaluación de la variabilidad inter-observador.

Metodología: Las mediciones fueron realizadas paralelamente por dos observadores. Se midieron un total de 34 lactantes que acudieron a consulta de pediatría de Atención Primaria durante la semana de recogida de datos, independientemente de cual fuera el motivo de consulta.

Resultados: Tanto en la medida de la longitud como en el perímetro craneal se consigue una concordancia muy buena (coeficiente de correlación intraclase $>0,91$). Un coeficiente de correlación de concordancia casi perfecto ($>0,99$). Según la recta de regresión de Passing-Bablok ambas mediciones son equivalentes. Según el análisis de Bland y Altman, las diferencias entre los pares de observaciones presentan unas diferencias de medias y límites de concordancia clínicamente adecuados. El coeficiente de Kappa ponderado ratifica que la intercambiabilidad de los observadores es excelente en el uso cotidiano en consulta.

Conclusiones: Las mediciones en lactantes, tanto de longitud como de perímetro cefálico, realizadas por los dos observadores independientes tienen un grado de acuerdo excelente que permite su intercambio sin perjuicio de los resultados obtenidos.

PALABRAS CLAVE: Somatometría, lactantes, longitud, perímetro cefálico, concordancia somatométrica.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to carry out a study of agreement and concordance in relation to the somatometry in infants between two observers, taking one of them as “gold standard”, and to carry out an evaluation of the inter-observer variability.

Methods: The measures were recollected in parallel by two observers. A total of 34 infants who attended a primary health care pediatrics consultation during the data collection week, regardless of the reason for the consultation, were measured.

Results: A very good concordance (intraclass correlation coefficient > 0.91) is achieved both in the measurement of length and in the cephalic perimeter. A near perfect correlation coefficient (>0.99). According to Passing-Bablok regression line, both measurements are equivalent. According to Bland and Altman analysis, the differences between pairs of observations present clinically adequate mean differences and concordance limits. Kappa's coefficient ratifies that the interchangeability of the observers is excellent.

Conclusions: Measurements in infants, both in length and head circumference, performed by the two independent observers have an excellent degree of agreement that allows their exchange without detriment to the results obtained.

KEY WORDS: Somatometry, infants, length, cephalic perimeter, somatometric agreement.

1. INTRODUCCIÓN

Las revisiones pediátricas del niño sano se han convertido en una importante tarea de promoción y prevención de la salud infantil. ¹

Los índices de mortalidad infantil se han reducido enormemente en nuestro medio. Por supuesto esto no ha sido solo por la mejora de la atención sanitaria, pero es sin duda un aspecto importante. La detección precoz de cualquier anomalía en el desarrollo del niño mejora no solo la mortalidad, sino también la morbilidad. Esto justifica las revisiones en el niño sano.

La somatometría en lactantes es un procedimiento rutinario y constituye una parte importante de la evaluación clínica no invasiva del estado de nutrición y desarrollo.²

Longitud supina:

La longitud corporal de los lactantes se mide poniéndolos en decúbito supino sobre una mesa o un dispositivo de medición.

Es durante los dos primeros años de vida, cuando el niño tiene el mayor aumento relativo de talla de toda su vida extrauterina. En el primer año de vida los niños bien alimentados aumentan una media de 25 cm que se distribuyen de la siguiente manera: 9 cm en el primer trimestre, 7 cm en el segundo, 5 en el tercero y 3-4 cm en el cuarto. Durante el segundo año de vida disminuye la velocidad de crecimiento a 12 cm/año. ³

La longitud supina habla directamente del desarrollo del esqueleto óseo, por lo que su medición en serie es un muy buen indicador del crecimiento. ⁵

Perímetro cefálico:

El perímetro cefálico se debe medir de forma precisa y sistemática en todos los controles de salud durante los dos primeros años de vida y por lo menos dos veces al año en la edad preescolar y escolar. ³

El método de elección es la cinta métrica flexible para una medición más exacta. Esta debe ponerse sobre las prominencias occipital, parietal y frontal con el fin de obtener la circunferencia mayor.

El cráneo crece de forma rápida en los primeros meses de vida extrauterina. Dicho crecimiento está en armonía con el del encéfalo, el cual tiene a los seis meses de edad el 50% del peso que tiene en el adulto, alcanzando el 60% al año de vida. Durante el primer trimestre el perímetro cefálico crece unos

2 cm por mes; en el segundo 1 cm por mes, y, en los seis meses siguientes 0,5 cm de promedio por mes. ³

Alteraciones del PC pueden corresponder a variantes normales, pero también pueden revelar una patología del SNC o ser consecuencia de una enfermedad. ⁴

Estudios modernos, relacionan cambios en la velocidad de crecimiento del perímetro cefálico con patologías importantes. Un ejemplo es el estudio realizado en Finlandia en el año 2015, que acaba concluyendo que un aumento en la velocidad de crecimiento de este perímetro en los primeros meses de vida está relacionado con la aparición de autismo con discapacidad intelectual. ⁷

Con esta medición obtenemos una evaluación indirecta del crecimiento del cerebro. Es importante realizar la medición correctamente y acordar las conductas de seguimiento y derivación de los lactantes con un perímetro fuera del rango normal. ⁴

2. JUSTIFICACIÓN

Vista la importancia de ambos parámetros en el control del niño sano y como posible alteración del desarrollo, resulta obvia la necesidad de realizar una antropometría de calidad. Una medición errónea puede dar lugar a errores en el diagnóstico, y como consecuencia errores en el tratamiento y en el pronóstico. ⁶ Esto hace que resulte indispensable evaluar la confiabilidad de las medidas somatométricas.

El objetivo de este trabajo fue determinar la variabilidad interobservador de la longitud supina y el perímetro craneal, para determinar si las mediciones son o no reproducibles. Se establecerá cuáles son las mediciones que tienen mayor variabilidad y que, por lo tanto, requieren de mayor entrenamiento para lograr una medición confiable. ⁵

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Principal:

Realizar un estudio de acuerdo y concordancia en relación con la somatometría en lactantes entre dos evaluadores, tomando a uno de ellos como “patrón oro”, y realizar una evaluación de la variabilidad inter-observador.

3.2 Objetivos Secundarios:

- Comprobar si ambas mediciones son intercambiables o no.
- Comprobar si el instrumento utilizado para las mediciones (cinta métrica flexible) resulta o no adecuado.
- Obtener además los percentiles de cada medición para así poder ofrecer una interpretación clínica de los resultados.

4. HIPÓTESIS

Establecemos como hipótesis conceptual que las medidas longitud y perímetro craneal realizadas por varios observadores pueden ser diferentes y ello tiene importancia clínica.

Hipótesis operativa:

La formulamos a través de una hipótesis nula y la alternativa correspondiente.

4.1 Hipótesis nula:

No existen diferencias estadísticamente significativas en las mediciones con cinta métrica flexible en lactantes en función de la experiencia y el entrenamiento del observador.

4.2 Hipótesis alternativa:

Sí existen diferencias estadísticamente significativas en las mediciones con cinta métrica flexible en lactantes en función de la experiencia y el entrenamiento del observador. Se utilizará un nivel de significación del 95% y una potencia estadística del 80%.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Diseño:

Estudio descriptivo observacional. Se trata de una valoración en paralelo y de forma ciega para los observadores, de la longitud supina y del perímetro cefálico en lactantes mediante el uso de una misma cinta métrica flexible.

5.2 Sujetos de estudio:

La población objeto de nuestro estudio estará compuesta por todos aquellos niños menores de 2 años, que acudan a consulta de pediatría de Atención Primaria durante una semana, independientemente de cual sea el

motivo de consulta. La selección de los sujetos se realizó mediante muestreo de casos consecutivos.

5.3 Variables:

Las variables estudiadas en cada sujeto serán:

- Edad en meses.
- Sexo.
- Longitud supina.
- Perímetro cefálico.

5.4 Consentimiento informado:

Se informará verbalmente a los acompañantes responsables de los menores solicitando el permiso para la realización de las mediciones. No consideramos necesario el consentimiento por escrito al no tratarse de ninguno de los supuestos descritos en la “ley básica reguladora de la autonomía del paciente y derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica”.

La medición de la longitud supina y del perímetro craneal con cinta métrica no es un procedimiento invasivo ni supone ningún riesgo o inconveniente de notoria y previsible repercusión negativa sobre la salud del paciente.

5.5 Análisis estadístico:

Para la valoración de los resultados se obtuvieron los siguientes índices estadísticos de correlación:

- Coeficiente de correlación intraclass (CCI)
- Coeficiente de correlación de concordancia (CCC)
- Regresión de Passing-Bablok
- Análisis de Bland y Altman
- Coeficiente Kappa ponderado (k)

5.6 Cálculo del tamaño muestral:

Aceptando un riesgo alfa de 0.001 y un riesgo beta de 0.05 en un contraste bilateral, teniendo en cuenta un coeficiente de correlación de al menos 0,8 y estimando una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%, el número de unidades a reclutar deberá ser de 26.

5.7. Fuentes de información:

Durante la fase de diseño del estudio se realizaron búsquedas bibliográficas, utilizando fundamentalmente plataformas como PubMed, IBECs, Tripdatabase y Teseo.

La búsqueda en Medline se realizó a partir de los descriptores MeSH (Medical Subject Heading): "Length", "Head Circumference", "Infant", "Reproducibility", "Validity", "Concordance".

Como resultado de las búsquedas se han seleccionado las más relevantes.

6. RESULTADOS

6.1 Coeficiente de correlación intraclase (CCI):

Se realiza inicialmente una evaluación de la normalidad y homogeneidad para las variables de estudio. Es necesario que se cumplan estas dos condiciones para poder utilizar test paramétricos como el CCI.

Prueba de normalidad

Shapiro-Wilk

Obs		Sig
1	Longitud	,306
	Perímetro craneal	,002
2	Longitud	,384
	Perímetro craneal	,004

Se comprueba que no existe normalidad para la variable perímetro craneal en los dos observadores.

Prueba de homocedasticidad

Estadístico de Levene

	Sig
Longitud	,980
Perímetro craneal	,952

Se comprueba que existe homocedasticidad en las dos variables estudiadas.

Longitud en lactantes

Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza		
	Límite inferior	Límite superior	Sig
0,996	,992	,998	,000

Perímetro craneal en lactantes

Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza		
	Límite inferior	Límite superior	Sig
0,996	,991	,998	,000

Como puede comprobarse ambas variables muestran un CCI excelente.

6.2 Coeficiente de correlación de concordancia (CCC):

Longitud en lactantes: El CCC muestra una concordancia casi perfecta (>0,99) entre las medidas de ambos observadores.

Variable Y: LOBS1	
Variable X: LOBS2	
Tamaño muestral	34
CCC	0,9961
IC al 95%	0,992 a 0,998
Coeficiente de correlación de Pearson	0,996
Coeficiente de corrección de sesgo Cb	0,9999

Perímetro craneal en lactantes: Del mismo modo a lo que sucede en la variable longitud, el CCC para la variable perímetro craneal muestra concordancia prácticamente perfecta (>0,99).

Variable Y: PCOBS1	
Variable X: PCOBS2	
Tamaño muestral	34
CCC	0,9955
IC al 95%	0,991 a 0,998
Coeficiente de correlación de Pearson	0,996
Coeficiente de corrección de sesgo Cb	0,9999

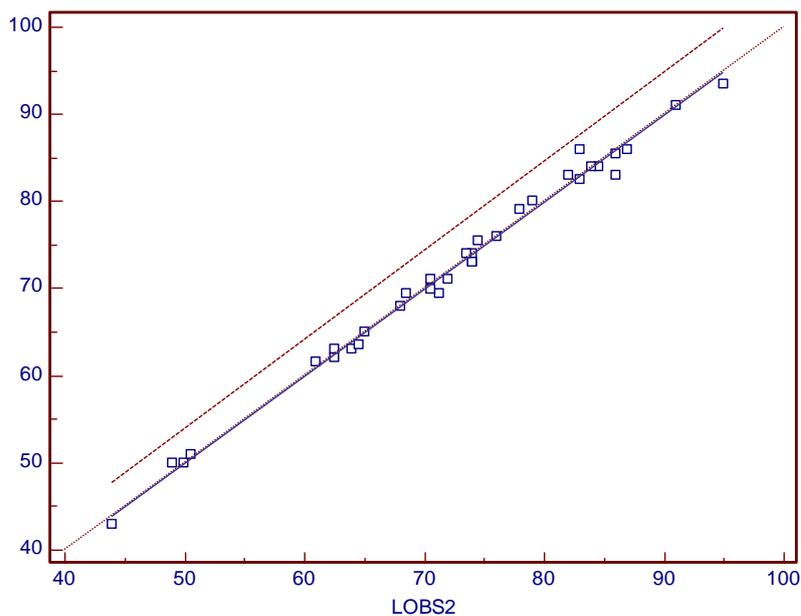
6.3 Regresión de Passing-Bablok:

Longitud del lactante:

	Variable X	Variable Y
Valor más bajo	44	43
Valor más alto	95	93,5
Media aritmética	73,3	72,2
Mediana	73,8	73
Desviación estándar	12,3	12,27
Error estándar de la media	2,1	2,1

Ecuación de regresión	
$y=0.0000 + 1.0000 x$	
Ordenada en el origen	0,000
IC al 95%	-1,86 a 2,60
Pendiente	1,0
IC al 95%	0,96 a 1,02
Nivel de significación para linealidad	$P>0.10$

El Intervalo de Confianza de la ordenada en origen para la variable longitud incluye el valor 0, porque discurre de -1,86 a 2,60, y la pendiente incluye el valor 1 (discurre entre 0,96 a 1,02). Además el Nivel de significación para linealidad obtiene un resultado no significativo, por lo que no se rechaza la hipótesis de linealidad. Por tanto, los dos métodos o mediciones dan resultados similares.

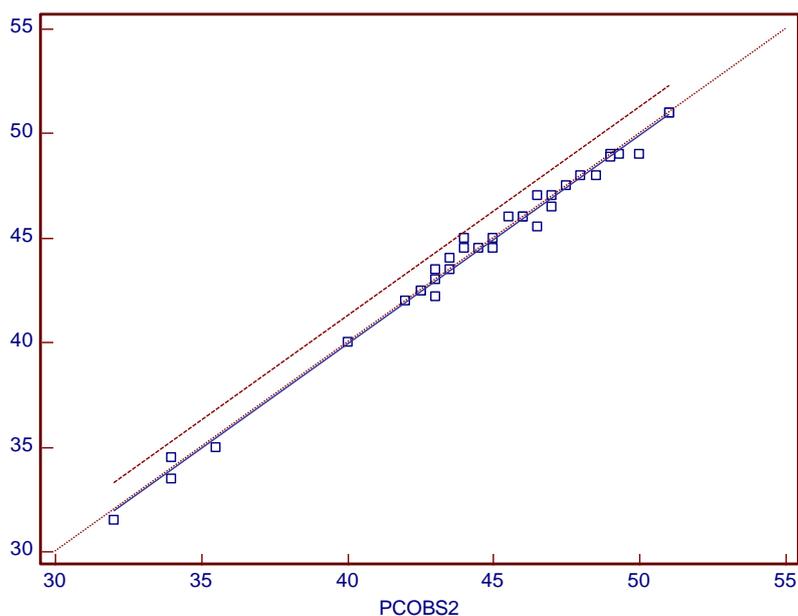


Perímetro craneal del lactante

	Variable X	Variable Y
Valor más bajo	32	31,5
Valor más alto	51	51
Media aritmética	44,38	44,31
Mediana	45	45
Desviación estándar	4,75	4,76
Error estándar de la media	0,81	0,82

Ecuación de regresión	
$y=0.0000 + 1.0000 x$	
Ordenada en el origen	0,0000
IC al 95%	0,00 a 1,24
Pendiente	1,00
IC al 95%	0,97 a 1,00
Nivel de significación para linealidad	$P>0.10$

El Intervalo de Confianza de la ordenada en origen para la variable perímetro craneal incluye el valor 0, porque discurre de 0,00 a 1,24, y la pendiente incluye el valor 1 (discurre entre 0,97 a 1,00). Además el Nivel de significación para linealidad obtiene un resultado no significativo, por lo que no se rechaza la hipótesis de linealidad. Por tanto, los dos métodos o mediciones muestran resultados similares.



6.4 Análisis de Bland y Altman:

Longitud en lactantes

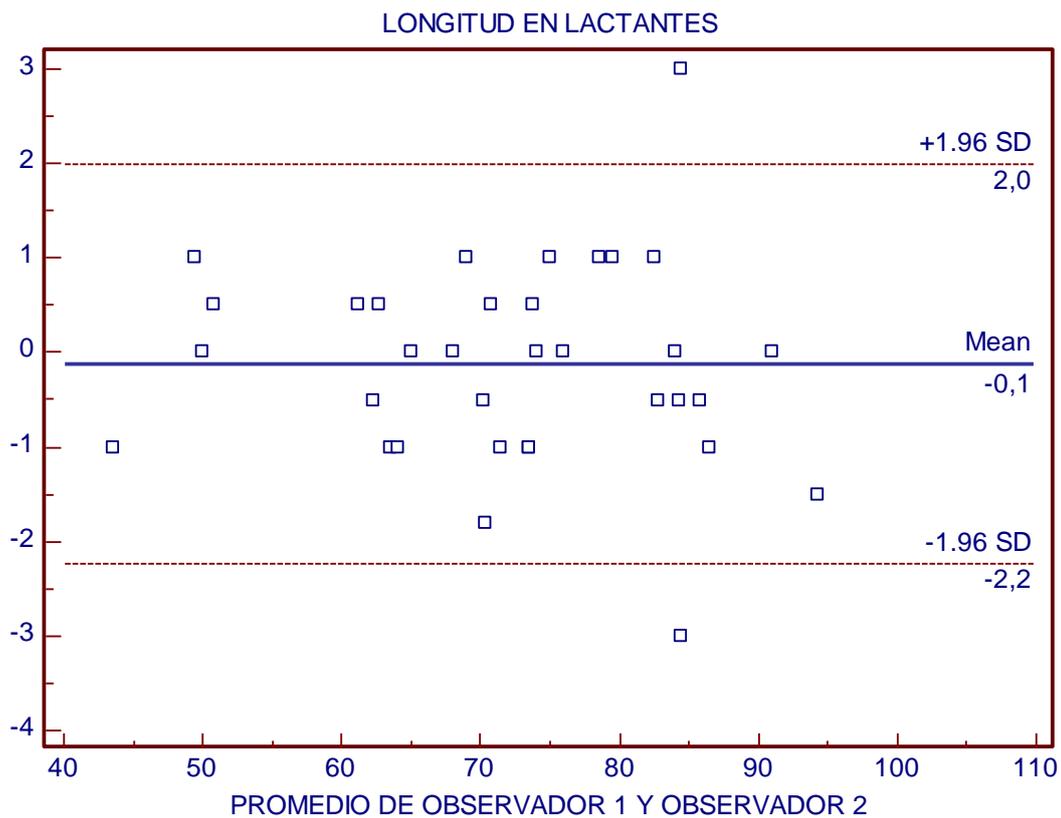
Variable A	LOBS1
Variable B	LOBS2

Diferencias:

Tamaño de la muestra	34
Media de las diferencias	-0,127
IC 95%	-0,50 a 0,25
Desviación estándar	1,08
Intervalo de concordancia	4,23

Límites de concordancia:

Superior	1,99
IC 95%	1,34 a 2,64
Inferior =	-2,24
IC 95%=	-2,89 a -1,59



Como puede comprobarse, la mayoría de los valores se encuentran en el intervalo de ± 1 cm de las diferencias de medias, que no son diferencias clínicamente importantes estando los límites de concordancia en un intervalo de ± 2 cm.

Perímetro craneal en lactantes

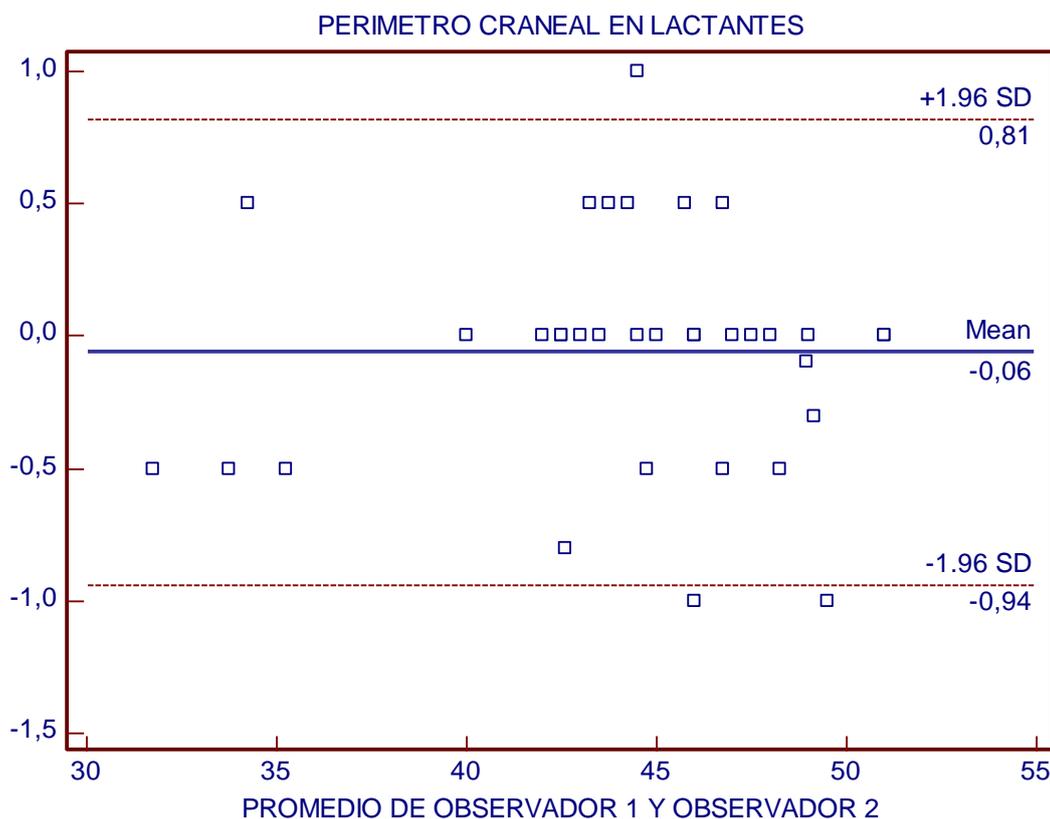
Variable A	PCOBS1
Variable B	PCOBS2

Diferencias:

Tamaño de la muestra	34
Media de las diferencias	-0,06
IC 95%	-0,22 a 0,09
Desviación estándar	0,45
Intervalo de concordancia	1,75

Límites de concordancia:

Superior	0,81
IC 95%	0,54 a 1,08
Inferior	-0,94
IC 95%	-1,21 a -0,67



En el caso del perímetro craneal puede observarse como la mayoría de los valores se encuentran en el intervalo de $\pm 0,5$ cm de las diferencias de medias, que tampoco son diferencias clínicamente importantes en tanto que los límites de concordancia en un intervalo de ± 1 cm.

6.5 Índice kappa ponderado:

Longitud

	<i>Pc < 3</i>	<i>Pc 3-10</i>	<i>Pc 10-25</i>	<i>Pc 25-50</i>	<i>Pc 50-75</i>	<i>Pc 75-90</i>	<i>Pc 90-97</i>	<i>Pc > 97</i>
<i>Pc < 3</i>	2	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pc 3-10</i>	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Pc 10-25</i>	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Pc 25-50</i>	0	0	1	5	2	0	0	0
<i>Pc 50-75</i>	0	0	0	3	2	0	1	0
<i>Pc 75-90</i>	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Pc 90-97</i>	0	0	0	0	0	1	3	0
<i>P > 97</i>	0	0	0	0	0	0	0	1

Nivel de confianza: 95%

Nº de categorías: 8

Ponderación cuadrática: Acuerdo observado: 0,99. Acuerdo esperado: 0,85.

Kappa	Error estándar	IC (95,0%)	
0,933	0,023	0,888	0,978

Perímetro craneal

	<i>Pc < 3</i>	<i>Pc 3-10</i>	<i>Pc 10-25</i>	<i>Pc 25-50</i>	<i>Pc 50-75</i>	<i>Pc 75-90</i>	<i>Pc 90-97</i>	<i>Pc > 97</i>
<i>Pc < 3</i>	3	2	0	0	0	0	0	0
<i>Pc 3-10</i>	1	3	1	0	0	0	0	0
<i>Pc 10-25</i>	0	0	3	3	0	0	0	0
<i>Pc 25-50</i>	0	0	0	7	2	0	0	0
<i>Pc 50-75</i>	0	0	0	1	4	1	0	0
<i>Pc 75-90</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pc 90-97</i>	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Pc > 97</i>	0	0	0	0	0	0	1	0

Nivel de confianza 95%

Nº categorías: 8

Ponderación cuadrática: Acuerdo observado: 0,99. Acuerdo esperado: 0,88

Kappa	Error estándar	IC (95,0%)	
0,94	0,018	0,90	0,98

Como puede apreciarse, el coeficiente de Kappa ponderado para las variables longitud y perímetro craneal, confirma que la intercambiabilidad de los observadores es excelente en el uso cotidiano en nuestras consultas.

Este índice es el que tiene una visión más clínica, pues en realidad no es tan importante saber si en una medición ambos observadores difieren x cm, sino si esa diferencia hace que el sujeto se mueva de percentil.

7. DISCUSIÓN

La preocupación por realizar medidas fiables en la práctica clínica es un tema recurrente en la literatura. Existen numerosos estudios que tratan de estandarizar los métodos de medición mediante el establecimiento de unas normas generales^{9, 21}. Esto es así porque en muchos países las medidas de rutina de crecimiento se recogen como medio para evaluar el estado de salud y enfermedad hasta la edad escolar²⁰. Resulta esencial estandarizar la metodología de medición para minimizar el error¹¹.

En la gran mayoría de los estudios revisados, el perímetro cefálico y el peso son las medidas que presentan mayor índice de concordancia interobservador. En cambio la longitud siempre es la variable que muestra menos acuerdo entre varios observadores^{5, 10, 19, 20}. En el presente estudio ambas mediciones, longitud y perímetro cefálico, presentan una concordancia muy buena. Si bien es cierto que el kappa ponderado toma un valor discretamente superior en el perímetro cefálico.

En cuanto a la longitud, la literatura refleja mayores discrepancias interobservador cuanto más pequeños son los niños medidos^{9, 10, 11, 19}. Esto parece deberse fundamentalmente a su actitud de flexo. En el estudio que se realizó basado en el Registro Personal de Salud Infantil del Reino Unido¹⁹, llega a concluirse que las mediciones de longitud en menores de 4 meses son imprecisas. En otro estudio, esta vez del “Toybox Project”⁹, figura entre los criterios de exclusión que el niño no sea capaz de mantenerse en pie, de esta forma solo se medirá a los niños en bipedestación (huyendo así del flexo que presentan los lactantes en decúbito). En nuestro caso, previo entrenamiento, conseguimos extender correctamente las articulaciones flexionadas de los lactantes y obtener así una buena concordancia.

En estudios previos realizados en el Reino Unido^{19, 20}, se observó una cierta tendencia a sobreestimar la altura en los niños más altos y, por el contrario, los valores en los niños más bajos tendían a subestimarse. En nuestro estudio no se objetiva una tendencia clara en este aspecto.

En adultos la situación es similar. En un estudio realizado para comprobar la exactitud de las mediciones en adultos con osteoporosis se acabó concluyendo

que las medidas con estadiómetro presentaban una concordancia muy buena (CCI 0,98)²².

En cuanto al perímetro cefálico, un estudio de 2015²⁴ resalta la precisión diagnóstica de la medición de la circunferencia cefálica para detectar hidrocefalia en el primer año de vida. Los criterios “perímetro > 2,5 SD” y “velocidad de crecimiento cefálico > 2,5 SD” muestran una alta especificidad para el diagnóstico de hidrocefalia > 97%.

Otro estudio realizado en Finlandia en 2015, acaba concluyendo que un aumento en la velocidad de crecimiento del perímetro cefálico en los primeros meses de vida está relacionado con la aparición de autismo con discapacidad intelectual.⁷

Por lo anterior cabe preguntarse: ¿Es fiable determinar dicho perímetro con una medición directa tradicional o tienen más precisión las medidas obtenidas indirectamente a través de tecnología de escáner 3D? Según un estudio realizado en Londres hace unos meses²³, las medidas tomadas con escáner 3D muestran una fuerte correlación con la medición directa tradicional, por lo que serían intercambiables (CCI 0,99). Esto ocurre especialmente con el perímetro craneal, mientras que el volumen y el índice cefálico se objetivan mejor con las nuevas tecnologías 3D.

Finalmente nuestro estudio acaba concluyendo, al igual que otros previos, que las mediciones de rutina tomadas por observadores entrenados son totalmente fiables para su interpretación clínica, e incluso como fuente para los investigadores²⁰.

En cuanto a los índices estadísticos utilizados, hay estudios que señalan el análisis de Bland y Altman como superior a los anteriores a la hora de comparar mediciones¹⁸. En nuestro caso, los resultados obtenidos a partir de todos los métodos son muy similares por lo que no encontramos una diferencia significativa que haga a un método superior al resto.

8. CONCLUSIONES

Primera: Las mediciones de longitud en lactantes utilizando una cinta métrica flexible, realizadas por los dos observadores independientes, tienen un grado de acuerdo excelente que permite su intercambio sin perjuicio de los resultados obtenidos.

Segunda: Las mediciones del perímetro cefálico en lactantes utilizando una cinta métrica flexible, realizadas por los dos observadores independientes, tienen un grado de acuerdo excelente que permite su intercambio sin perjuicio de los resultados obtenidos.

Tercera: La cinta métrica, utilizada por un solo observador entrenado, es un instrumento fiable como patrón de referencia para la medición de la longitud supina y del perímetro craneal en lactantes.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Seguí Díaz M. Revisión del niño sano por el médico general/de familia. SEMERGEN - Medicina de Familia. 2000;26(4):196-218.
2. Eveleth P. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. American Journal of Human Biology. 1996;8(6):786-787.
3. Posada Díaz Á, Gómez Ramírez J, Ramírez Gómez H. El niño sano. 3rd ed. Bogotá: Editorial Médica Panamericana; 2005.
4. Schonhaut B L, Rodríguez O L, Lizama D C, Lucero A Y, Maldonado C F, González M C et al. Adecuado uso del perímetro cefálico de lactantes en sus controles de salud. Revista chilena de nutrición. 2004;31(1).
5. Villalobos-Alcázar G, Guzmán-Bárceñas J, Alonso de la Vega P, Ortiz-Rodríguez V, Casanueva E. Evaluación antropométrica del recién nacido. Variabilidad de los observadores. Perinatol Reprod Hum. 2002;16:74-79.
6. Van't Hof M, Haschke F. The Euro-Growth Study: Why, Who, and How. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2000;31:S3-S13.

7. McKeague I, Brown A, Bao Y, Hinkka-Yli-Salomäki S, Huttunen J, Sourander A. Autism with Intellectual Disability Related to Dynamics of Head Circumference Growth during Early Infancy. *Biological Psychiatry*. 2015;77(9):833-840.
8. WHO Multicentre Growth Reference Study Group.. Reliability of anthropometric measurements in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatr Suppl*. 2006 Apr;450:38-46.
9. De Miguel-Etayo P, Mesana MI, Cardon G, De Bourdeaudhuij I, Gózdź M, Socha P, Lateva M, Iotova V, Koletzko BV, Duvinage K, Androutsos O, Manios Y, Moreno LA; ToyBox-study group. Reliability of anthropometric measurements in European preschool children: the ToyBox-study. *Obes Rev*. 2014 Aug;15 Suppl 3:67-73.
10. H. Onis M. Reliability of anthropometric measurements in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatrica*. 2007;95:38-46.
11. Stomfai S, Ahrens W, Bammann K, Kovács E, Mårild S, Michels N, Moreno LA, Pohlabein H, Siani A, Tornaritis M, Veidebaum T, Molnár D; IDEFICS Consortium.. Intra- and inter-observer reliability in anthropometric measurements in children. *Int J Obes (Lond)*. 2011 Apr;35 Suppl 1:S45-51.
12. Peat J, Barton B. *Medical statistics*. 1st ed. Massachusetts: Blackwell Publishing; 2005.
13. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989; 45(1):255-268.
14. Chen CC, Barnhart HX. Comparison of ICC and CCC for assessing agreement for data without and with replications.
15. Abraira V. El índice kappa. *SEMERGEN - Medicina de Familia*. 2001; 27(5):247-249.
16. Landis J, Koch G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-174.
17. Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet* 1995; 346(8982):1085-1087.

18. Martin Bland J, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*. 1986;327(8476):307-310.
19. Howe L, Tilling K, Lawlor D. Accuracy of height and weight data from child health records. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2009;63(Suppl 2):79-79.
20. Bryant M, Santorelli G, Fairley L, Petherick E, Bhopal R, Lawlor D et al. Agreement between routine and research measurement of infant height and weight. *Archives of Disease in Childhood*. 2014;100(1):24-29.
21. Villar J, Ismail L, Victora C, Ohuma E, Bertino E, Altman D et al. International standards for newborn weight, length, and head circumference by gestational age and sex: the Newborn Cross-Sectional Study of the intergrowth-21st Project. *The Lancet*. 2014;384(9946):857-868.
22. Mikula A, Hetzel S, Binkley N, Anderson P. Clinical height measurements are unreliable: a call for improvement. *Osteoporosis International*. 2016;27(10):3041-3047.
23. Beaumont C, Knoop P, Borghi A, Jeelani N, Koudstaal M, Schievano S et al. Three-dimensional surface scanners compared with standard anthropometric measurements for head shape. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2017.
24. Van Dommelen P, Deurloo J, Gooskens R, Verkerk P. Diagnostic Accuracy of Referral Criteria for Head Circumference to Detect Hydrocephalus in the First Year of Life. *Pediatric Neurology*. 2015;52(4):414-418.

ANEXO I

Tablas que expresan el grado de concordancia entre las medidas según los diferentes índices estadísticos utilizados:

Coeficiente de correlación intraclase (CCI)

Tabla I. Grado de concordancia en función del valor del coeficiente de correlación intraclase (CCI)

CCI	Concordancia
>0,91	Muy buena
0,71-0,90	Buena
0,51-0,70	Moderada
0,31-0,50	Mediocre
<0,30	Muy mala o nula

Coeficiente de correlación de concordancia (CCC), Lin (1989)¹³

Tabla II. Grado de acuerdo en función del valor del coeficiente de correlación de concordancia (CCC)

Grado de acuerdo	Variables continuas	Métodos cuantitativos
Casi perfecto	> 0,99	> 0,90
Sustancial	0,95 – 0,99	0,80 – 0,90
Moderado	0,90 – 0,95	0,65 – 0,80
Pobre	< 0,90	< 0,65

Coeficiente Kappa ponderado (k), Landis y Koch¹⁶

Tabla III.¹⁶ Grado de acuerdo en función del valor del índice Kappa (k)

Kappa	Fuerza de la concordancia
<0.0	Sin concordancia
0.0-0.2	Pobre
0.21-0.4	Débil
0,41-0,60	Moderada
0.61-0.8	Buena
0.81-1.0	Muy buena

