

## ARTÍCULO ESPECIAL

# Consideraciones de la reproducibilidad de posición natural de la cabeza utilizando diferentes métodos

Verónica Pie de Hierro Laka<sup>a,\*</sup>, Miguel Ángel Urizar Arechaga<sup>b</sup>,  
Luis Alberto Bravo González<sup>c</sup> y Juan Bilbao Azqueta<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Doctora en Odontología, Máster en Ortodoncia por la Universidad Complutense de Madrid. Profesora asociada de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibersitatea, Vizcaya, España

<sup>b</sup>Doctor en Medicina y Cirugía. Profesor titular de Ortodoncia de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibersitatea, Vizcaya, España

<sup>c</sup>Profesor titular de Ortodoncia, Universidad de Murcia. Director del Máster de Ortodoncia, Universidad de Murcia, Murcia, España

<sup>d</sup>Doctor en Ingeniería Industrial. Profesor titular de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibersitatea, Vizcaya, España

### PALABRAS CLAVE

Posición natural de la cabeza;  
Reproducibilidad;  
Concordancia de método;  
Distribución normal;  
Rango;  
Evaluación clínica

### Resumen

El objetivo principal de este estudio fue analizar la reproducibilidad de la posición natural de la cabeza (PNC) utilizando diferentes métodos. La muestra del estudio obtenida de forma aleatoria está compuesta por 51 individuos, a los que se les realizó registros fotográficos y radiográficos en PNC. Para analizar la reproducibilidad de PNC y concordancia de método se trazó la variable 1.<sup>a</sup>; ángulo formado por la vertical verdadera y la línea E. Los resultados de la reproducibilidad de los 4 métodos de registro fotográfico de PNC resultaron ser adecuados (desviación típica [DT] 2,60 o inferior). Se obtuvo una buena concordancia de método entre los métodos del espejo y el método corregido por el operador, mostrando este último mejores resultados de reproducibilidad (DT 2,23). La concordancia de método entre los registros fotográficos y radiográficos resultó ser adecuada (DT 1,67). A pesar de los buenos resultados de reproducibilidad en términos de coeficiente de Dahlberg (1,83 o inferior), hasta un 17% de la muestra presentó en algún momento una diferencia de la postura > 5°, por lo que el coeficiente de Dahlberg (1,83) utilizado comúnmente para el análisis de la reproducibilidad solo proporciona un intervalo del 52% que no es lo suficientemente ancho como para permitir la evaluación clínica del método que se está analizando. Sin embargo, el coeficiente de reproducibilidad (4,55 o inferior) aporta un intervalo del 95% que coincide con 2 DT de una distribución normal y representa mejor la realidad clínica del método analizado.

© 2012 Sociedad Española de Ortodoncia. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: veronicapdh@hotmail.es (V. Pie de Hierro Laka).

**KEYWORDS**

Natural head position;  
 Reproducibility;  
 Agreement among  
 methods;  
 Normal distribution;  
 Range;  
 Clinical evaluation

## Considerations on the reproducibility of natural head position using different methods

**Abstract**

The aim of this study was to investigate the reproducibility of Natural Head Position (NHP) in photographic and radiographic records. In a random sample of 51 subjects NHP was radiographic and photographic recorded. It was drawn "variable 1<sup>a</sup>"; angle between true vertical and E Line to evaluate NHP reproducibility and method agreement. Results showed good reproducibility of NHP (SD 2,60 or less) for all photographic methods. It was observed a good method agreement between the mirror and the operator corrected method, showing this last method better results of reproducibility (SD 2,23). Method agreement between photographic and radiographic records in NHP was good (SD 1,67). Despite the good reproducibility results using Dahlberg coefficient (1,83 or less), up to the 17% of the sample showed difference in head position greater than 5° in some moments. Dahlberg coefficient (1,83) used commonly to assess reproducibility only provides a 52% interval which is not wide enough for clinical assessment of the method evaluated, however reproducibility coefficient (4,55 or less) provides a 95% interval which coincides with two typical deviation of a normal distribution and represents better the clinical evaluation of the investigated method.

© 2012 Sociedad Española de Ortodoncia. Published by Elsevier España, S.L.  
 All rights reserved.

## Introducción

Es indiscutible que el punto de partida de nuestros tratamientos sigue siendo un adecuado diagnóstico. Desde la introducción de la cefalometría en 1931<sup>1</sup>, se han desarrollado multitud de análisis cefalométricos basados en planos intracraneales. Ya en los años cincuenta, algunos investigadores<sup>2,3</sup> discrepaban sobre las inadecuadas interpretaciones diagnósticas que podrían surgir de la variabilidad de los planos de referencia craneales en los que se basaban los análisis cefalométricos. La disciplina de tratamiento ortodóncico-quirúrgico ha introducido de forma rutinaria el concepto de posición natural de la cabeza (PNC) como clave esencial en su diagnóstico y plan de tratamiento. Sin embargo, el concepto de PNC no se ha incorporado de la misma manera en el campo de la ortodoncia y ortopedia dentofacial. Algunos investigadores<sup>4,5</sup> han demostrado la existencia de una relación entre postura de la cabeza y morfología craneofacial. La mayoría de las publicaciones<sup>2,3,6-8</sup> describen las grandes ventajas del uso de PNC y los grandes inconvenientes que derivan de la gran variabilidad de los planos intracraneales. Por ello, si los beneficios de la PNC son tan evidentes, ¿por qué no se ha generalizado su uso en la ortodoncia clínica actual reduciéndose más su utilización al campo de la cirugía ortognática?

Los objetivos de este estudio fueron:

- 1) Analizar la reproducibilidad de PNC utilizando 4 métodos de registro fotográfico.
- 2) Desarrollar un método de registro de PNC eficiente y fiable sin el uso de radiaciones ionizantes, que permita la conversión de las radiografías a PNC y que sirva de entrenamiento y aprendizaje para la obtención de registros.

- 3) Determinar la concordancia de método entre los métodos de registro fotográficos de PNC evaluados, y entre los registros fotográficos y radiográficos.

## Material y método

### Terminología

De acuerdo con la norma ISO 5.725<sup>9</sup> (1994), la reproducibilidad se refiere a condiciones de ensayo cuyos resultados son obtenidos con el mismo método en idénticas condiciones de ensayo, pero en diferentes centros, con diferentes operadores y utilizando diferentes equipos. Ya que el intervalo de tiempo juega un papel importante en la definición de repetibilidad y reproducibilidad, el término que se utilizó en el estudio es el de reproducibilidad para evaluar la variabilidad de PNC en el tiempo. Se evaluó la reproducibilidad de los registros fotográficos en 4 tiempos con el modo manual y en 2 tiempos con trípode. Se utilizó el término concordancia de método en lugar de reproducibilidad cuando se comparaban los resultados obtenidos con los diferentes métodos en idénticas condiciones de ensayo. Se trató de evaluar la concordancia de método entre los registros fotográficos y radiográficos, entre los 4 métodos de registro fotográfico de PNC y entre los registros fotográficos con el modo manual y con trípode.

### Muestra

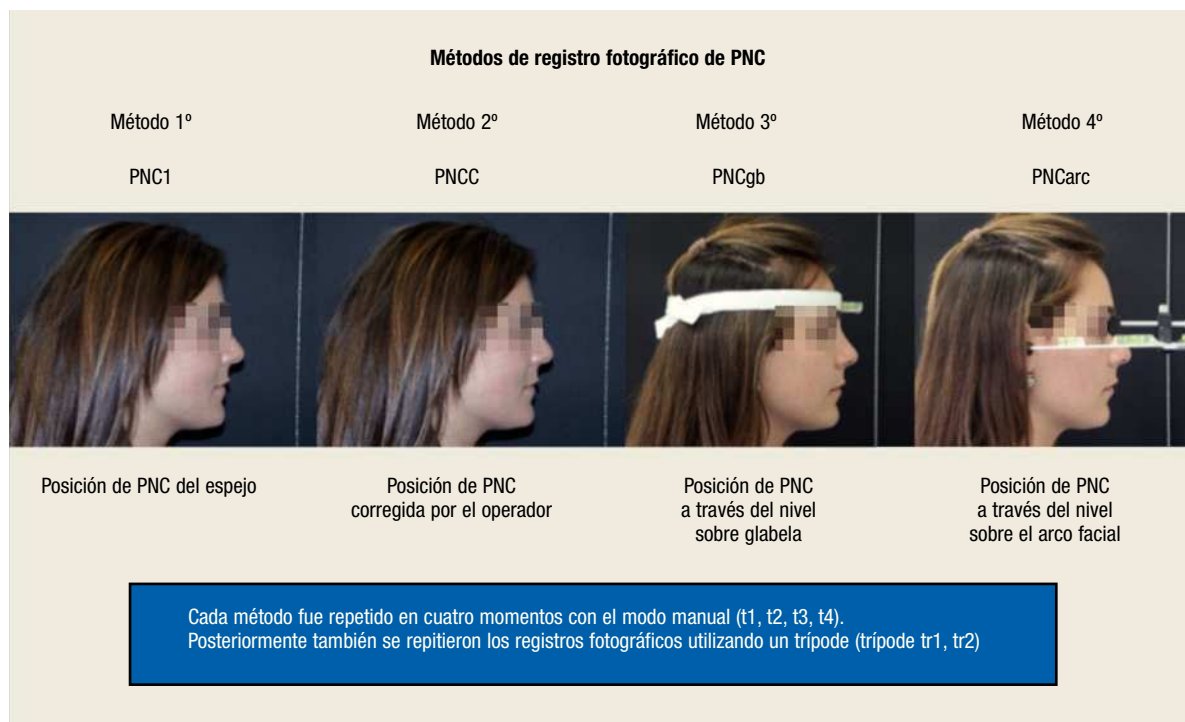
Esta investigación de naturaleza transversal se basa en una muestra de 51 sujetos, de los cuales 23 presentaban edades entre 14 y 17 años, y los otros 28 sujetos presentaban edades

correspondientes entre 31 y 41 años; la muestra se obtiene de forma aleatoria y no se aplica el criterio de selección de oclusión normal aunque ninguno presentaba deformidad dentofacial. A todos los pacientes se les pidió consentimiento y fueron informados del contenido del estudio de investigación; los registros fueron realizados antes de iniciar el tratamiento ortodóncico. A los 51 sujetos se les realizó los registros fotográficos con el modo manual utilizando los 4 métodos (PNC1, PNCC, PNCgb, PNCarc) (fig. 1) en 4 momentos (t1, t2, t3, y t4; que corresponden a 0 min, 10 min, 1 semana, y 1 mes, respectivamente) y 2 registros con trípode (tr1 y tr2). De los 51 pacientes, a 20 se les realizó un registro radiográfico en PNC para analizar la concordancia de método entre el registro radiográfico y fotográfico de PNC mediante el ángulo formado por la vertical verdadera (VV)

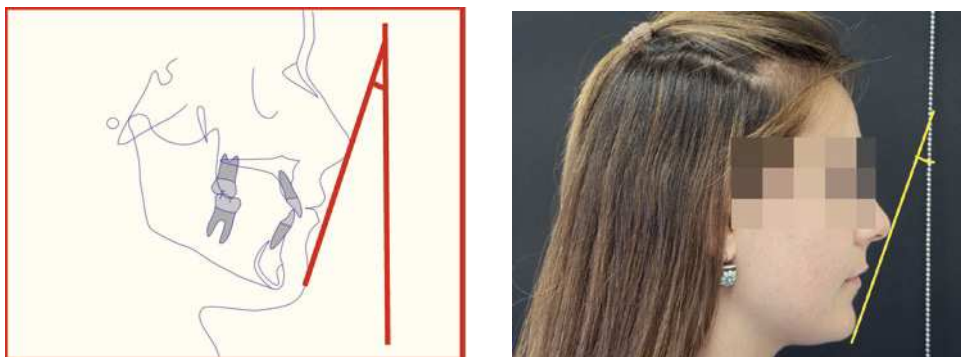
obtenida a través de la cadena y la línea E (variable 1.<sup>a</sup>) (fig. 2).

### Protocolo para la posición de la cabeza

El protocolo utilizado para la obtención de los registros fotográficos y radiográficos en PNC fue el recomendado por Solow y Tallgren<sup>10</sup>. Se pidió a los sujetos que inclinaran la cabeza hacia adelante y atrás disminuyendo progresivamente la amplitud hasta alcanzar una posición natural de equilibrio, relajada e individual mirando al frente; además, se les pidió que miraran el reflejo de sus ojos en un espejo de 25 x 30 cm situado frente a la altura de la cabeza. La VV para los registros fotográficos se obtiene de una plomada colgada de la pared con un objeto pesado de 200 g en su



**Figura 1** Métodos fotográficos del registro de posición normal de la cabeza en el tiempo.



**Figura 2** Variable 1.<sup>a</sup>. Línea E/ vertical verdadera.

parte inferior, quedando aproximadamente 3 cm por delante del individuo.

### Descripción de los métodos fotográficos de registro de posición natural de la cabeza

La descripción de los métodos puede verse en la figura 1.

#### Primer método fotográfico

Se toma directamente cuando el sujeto está observando el reflejo de sus ojos en un espejo situado frente a la altura de su cabeza. A este registro se le denomina.

#### Segundo método fotográfico

Se toma en PNC corregida (PNCC). Cuando al operador le parece que la posición es la correcta, se obtiene el registro directamente. En los casos en los que los sujetos adoptaban posiciones alteradas, era el operador bajo su criterio clínico subjetivo el que colocaba al paciente en la posición que confiaba como correcta.

#### Tercer método fotográfico

Se toma con un indicador de nivel de burbuja de aire situado en glabella (PNCgb); para ello, se adapta en dicha posición el nivel de burbuja de aire sobre un soporte metálico con un ángulo de 90° a través de una cinta con velcro sobre la circunferencia de la cabeza situada justamente sobre el límite superior de las cejas. La hipótesis de este tipo de registro es averiguar si la perpendicular desde glabella puede representar el campo visual.

#### Cuarto método fotográfico

Se toma con el indicador de nivel de burbuja de aire colocado sobre el arco facial del articulador SAM3 en sus ramas laterales (PNCarc). Se trata de evaluar si dicho plano horizontal al estar relacionado con los conductos auditivos y órbita puede representar la horizontal verdadera.

### Equipamiento fotográfico

El equipamiento utilizado para realizar los registros fotográficos cumple las siguientes características técnicas: máquina fotográfica digital: Minolta Dimage 7i compacta, con objetivo (en 35 mm) 28,0-200,0 mm y zoom 7x (óptico)/2x (digital), compact Flash I, y pantalla TFT de 1,80 pulgadas. Las fotografías se obtienen en las mismas condiciones a una distancia constante del sujeto de 120 cm, con el objetivo (Equiv.135) en 100 mm con un valor F de 2,8 con el *flash* compacto y un foco luminoso (lámpara de Tungsteno de 200 W). Las fotografías se imprimen en un tamaño de 9 × 12 cm.

### Equipamiento radiográfico

Se utilizó un Siemens Orthophos para el registro de todas las telerradiografías laterales. La distancia de la película al tubo de rayos X fue fijada en 160 cm. La distancia de la película al plano medio sagital de la cabeza del paciente fue también fijada en 18 cm. La magnificación resultante fue de un 10%. El tiempo de exposición fue de 0,8 segundos. Las películas de marca Agfa fueron expuestas en 80 KV, y 14 mAs. Para la obtención de la VV, se utilizó una plomada sus-

pendida al aparato. La digitalizadora utilizada fue el modelo Agfa CR 759.

### Mediciones

Las fotografías fueron almacenadas en un ordenador HP Compaq CQ57-302S y editadas e impresas en papel blanco DIN-A4 con un tamaño (9 × 12 cm), sobre las cuales se realizaron los trazados y mediciones. En el análisis de trazado de las fotografías se trazó una línea VV directamente a través de la plomada vertical. Se trazó la "línea E" que une los puntos Pronasale y Pogonion blando y se prolongó hasta la línea VV. Se midió el ángulo formado por estas 2 líneas (línea E/ VV) que representa la variable 1.<sup>a</sup>. En el análisis de trazado de las telerradiografías, además de la variable 1.<sup>a</sup> medida en las fotografías, se midieron los ángulos formados entre los planos: Sella-Nasion/ vertical verdadera, Frankfurt/ vertical verdadera y PP/ vertical verdadera.

### Método estadístico

Análisis del error del método: en 20 sujetos elegidos aleatoriamente, un mismo operador efectuó las mediciones por duplicado de los registros fotográficos y cefalométricos con una semana de intervalo. Para la elaboración de la base de datos, se utilizó el programa Excel, de Windows XP, y para su análisis estadístico, el programa PASW Statistics 18. Es un estudio basado en medidas repetidas en 4 momentos en el tiempo en el que se ha utilizado 4 métodos fotográficos distintos en cada sujeto que compone la muestra mediante un procedimiento de sujeción manual de la cámara (t1, t2, t3 y t4) y además también se han realizado 2 tomas fotográficas con trípode (tr1 y tr2). Se pretende diferenciar la variabilidad aleatoria de la variabilidad que se produce al repetir las medidas en los diferentes tiempos y en los diferentes métodos. En la literatura, en la mayoría de los estudios sobre reproducibilidad de PNC, se ha utilizado la fórmula coeficiente de Dahlberg que sirve para determinar la reproducibilidad de un método o la concordancia entre 2 métodos. Según Cooke y Wei<sup>6</sup>, una buena reproducibilidad debe presentar coeficientes de Dahlberg < 1,5-2. Sin embargo, en la literatura ortodóncica, excepto Bister et al.<sup>11</sup> que han indicado la conveniencia de otros estadísticos para representar la reproducibilidad de PNC, no se ha constatado la validez de este coeficiente ni su punto de corte para determinar la reproducibilidad. En esta investigación, para analizar la reproducibilidad de PNC se ha utilizado la desviación típica (DT) de las diferencias de las medidas repetidas de acuerdo con la norma ISO (5.725)<sup>9</sup> y el coeficiente de reproducibilidad<sup>9</sup>. También se presentan los valores del coeficiente de Dahlberg para poder comparar los resultados con los de otros estudios que utilizan este coeficiente. La DT, el coeficiente de Dahlberg y el coeficiente de reproducibilidad están íntimamente relacionados, y se ha utilizado la siguiente fórmula de conversión:

$$\text{Coeficiente de Dahlberg: } D = \frac{\text{Desviación típica}}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Desviación típica: } DT = \text{Coeficiente de Dahlberg} \times \sqrt{2}$$

Además, la definición ISO de reproducibilidad (5725)<sup>9</sup> es expresada en términos de coeficiente de reproducibilidad "ir", donde ir es el valor por debajo del cual se espera que se encuentre el 95% de las diferencias absolutas. Esto deriva de la aceptación de que las diferencias entre medidas repetidas son observadas desde una distribución normal:

$$ir = 2\sqrt{2} D \text{ o } r = 2,83D \\ \text{Ir: } 2DT$$

### Representación gráfica de reproducibilidad y concordancia de métodos

Se ha realizado a través de la medida del coeficiente de correlación de Pearson, el modelo de regresión lineal y la aproximación de Bland y Altman<sup>12</sup>. Normalmente, los investigadores limitan sus análisis estadísticos de concordancia entre métodos, al cálculo del coeficiente de correlación entre los 2 métodos. Según Bland y Altman, una alta correlación no significa una adecuada concordancia entre métodos. Cuando se compara un nuevo método con otro ya existente, uno de los aspectos que se quiere conocer es si las diferencias entre las medidas están relacionadas con la magnitud de la medida y precisamente la aproximación de Bland y Altman propone un gráfico de las diferencias de las medidas de cada sujeto frente a la media de los 2 métodos de estudio.

## Resultados

### Variable 1.<sup>a</sup>

Los resultados correspondientes a esta variable (línea E/ VV) se presentan en la tabla 1, con un valor de  $20,75 \pm 3,35$ ; no habiéndose observado diferencias estadísticamente significativas entre sexos ni grupos de edades (test t,  $p = 0,926$  y  $p = 0,392$ , respectivamente) (tabla 1).

### Error intraexaminador

Para la comparación de las medidas repetidas se utilizó la t de Student para medidas relacionadas. Estos cálculos se efectuaron para las siguientes parejas de medidas fotográficas: (modo manual) PNC1(t1)-PNC1(t2), PNCC(t1)-PNCC(t2), PNCgb(t1)-PNCgb(t2), PNCarc(t1)-PNCarc(t2); (con trípode)

PNC1tr(t1)-PNC1tr(t2), PNCCtr(t1)-PNCCtr(t2), PNCgbtr(t1)-PNCgbtr(t2), PNCarctr(t1)-PNCarctr(t2). También se efectuó para las siguientes parejas de medidas radiográficas: FH/ VV (t1)-FH/ VV(t2), SN/ VV(t1)-SN/ VV(t2), PP/ VV (t1)-PP/ VV(t2).

Estas diferencias no resultaron significativas siendo los valores  $p > 0,05$ . También se ofrece el error del método en términos de DT en la tabla 2 para los registros fotográficos y para los registros radiográficos (tabla 2).

### Resultados de reproducibilidad según el método empleado

Para representar la reproducibilidad de los 4 métodos fotográficos manuales en el tiempo (t1, t2, t3, t4) se da la información en la tabla 3 donde se presentan los resultados de la DT y coeficiente de Dahlberg. De forma resumida, en la tabla 4 se ofrece la reproducibilidad de los 4 métodos entre los tiempos t1 y t2 en términos de: coeficiente de correlación, coeficiente de Dahlberg, DT, valor p, y coeficiente de reproducibilidad. El coeficiente de Dahlberg para el método 1.<sup>º</sup> del espejo (PNC1) fue bueno (1,60), mejora notablemente (1,36) con el método 2.<sup>º</sup> corregido por el operador (PNCC), y fue el 4.<sup>º</sup> método (PNCarc) el que mejores valores de reproducibilidad ofrece (coeficiente de Dahlberg = 0,77) entre t1-t2 (tabla 4).

### Análisis de concordancia de método

El análisis de concordancia de método entre los 4 métodos para el tiempo t1 se presenta en la figura 3, donde se representan los gráficos de dispersión de Bland y Altman que analizan las diferencias entre las medidas repetidas (eje de ordenadas) y sus medias (eje de abscisas). Además, también se ofrece el análisis de concordancia en términos de DT, coeficiente de Dahlberg y coeficiente de correlación en la tabla 5, correspondiente al tiempo t1. Todos los análisis indican que existe un buen nivel de concordancia entre el 1.<sup>º</sup> método (PNC1) y 2.<sup>º</sup> método (PNCC) y coinciden que los peores resultados de concordancia se dan entre el 1.<sup>º</sup> método (PNC1) y 4.<sup>º</sup> método (PNCarc). Se obtuvieron buenos resultados de concordancia de método entre los registros radiográficos y fotográficos con valores de coeficiente de Dahlberg de 1,18, que se ofrecen en la tabla 6. Los resultados de concordancia entre los registros fotográficos

**Tabla 1** Variable 1.<sup>a</sup>: línea E/ vertical verdadera

Grupo	Variable 1. <sup>a</sup> Media	Variable 1. <sup>a</sup> Error típico Media	Variable 1. <sup>a</sup> DT	Variable 1. <sup>a</sup> Varianza	Variable 1. <sup>a</sup> Rango
N:50	20,75	0,4749	3,3583	11,278	17
Varones	20,679	0,8764	3,2793	10,754	12,5
Mujeres	20,778	0,5723	3,434	11,792	17
Adultos	21,13	0,7099	3,6888	13,608	17
Jóvenes	20,304	0,6134	2,9416	8,653	10

Dimorfismo sexual test  $p = 0,926$ . Diferencia entre grupos de edades test t,  $p = 0,392$ .  
DT: desviación típica.

**Tabla 2** Error intraexaminador. Variable 1.<sup>a</sup> y planos craneales

Métodos	DT	Sg. bilateral "p"	Planos craneales	DT	Sg. bilateral "p"
t1-t2			t1-t2		
PNC1 (t1)-PNC1 (t2)	0,1539	0,163	FH/ VV( t1)-FH/ VV( t2)	0,1617	0,163
PNC1tr (t1)-PNC1tr (t2)	0,1622	1	SN/ VV( t1)-SN/ VV( t2)	0,2742	0,104
PNCC (t1)-PNCC (t2)	0,197	0,577	PP/ VV( t1)-PP/ VV( t2)	0,2742	0,104
PNCCtr (t1)-PNCCtr (t2)	0,1877	0,307			
PNCgb (t1)-PNCgb (t2)	0,1577	0,163			
PNCgbtr (t1)-PNCgbtr (t2)	0,1567	0,356			
PNCarc (t1)-PNCarc (t2)	0,1539	0,163			
PNCarctr (t1)-PNCarctr (t2)	0,6198	0,479			

p>0,05

DT: desviación típica; FH: plano de Frankfurt; PNC1: método del espejo; PNCC: método corregido por el operador; PNCarc: método asistido por nivel de aire sobre arco facial; PNCgb: método asistido por nivel de aire sobre glabella; SN: plano Sella-Nasion; VV: vertical verdadera.

**Tabla 3** Reproducibilidad de la posición natural de la cabeza. Métodos fotográficos (tiempos 1-2-3-4)

Tiempo	PNC1 DT	PNC1 Coeficiente Dahlberg	PNCC DT	PNCC Coeficiente Dahlberg	PNCgb DT	PNCgb Coeficiente Dahlberg	PNCarc DT	PNCarc Coeficiente Dahlberg
t1-t2	2,275	1,609	1,925	1,361	1,744	1,233	1,102	0,779
t1-t3	2,6	1,838	2,236	1,581	1,796	1,27	1,036	0,732
t1-t4	1,786	1,262	1,711	1,21	1,8	1,273	1,09	0,771

DT: desviación típica; PNC1: método del espejo; PNCC: método corregido por el operador; PNCarc: método asistido por nivel de aire sobre arco facial; PNCgb: método asistido por nivel de aire sobre glabella.

**Tabla 4** Reproducibilidad de posición natural de cabeza. Métodos fotográficos (tiempos 1-2)

Métodos t1-t2	Coeficiente correlación	Coeficiente de Dahlberg	DT	Valor "p"	Coeficiente de reproducibilidad
PNC1 (t1) - PNC1 (t2)	0,851	1,609	2,2755	0,545	4,5534
PNCC (t1) - PNCC (t2)	0,874	1,3615	1,9255	0,815	3,8534
PNCgb (t1) - PNCgb (t2)	0,89	1,2337	1,7446	0,345	3,4913
PNCarc (t1) - PNCarc (t2)	0,91	0,7796	1,1026	1	2,2062

DT: desviación típica; PNC1: método del espejo; PNCC: método corregido por el operador; PNCarc: método asistido por nivel de aire sobre arco facial; PNCgb: método asistido por nivel de aire sobre glabella.

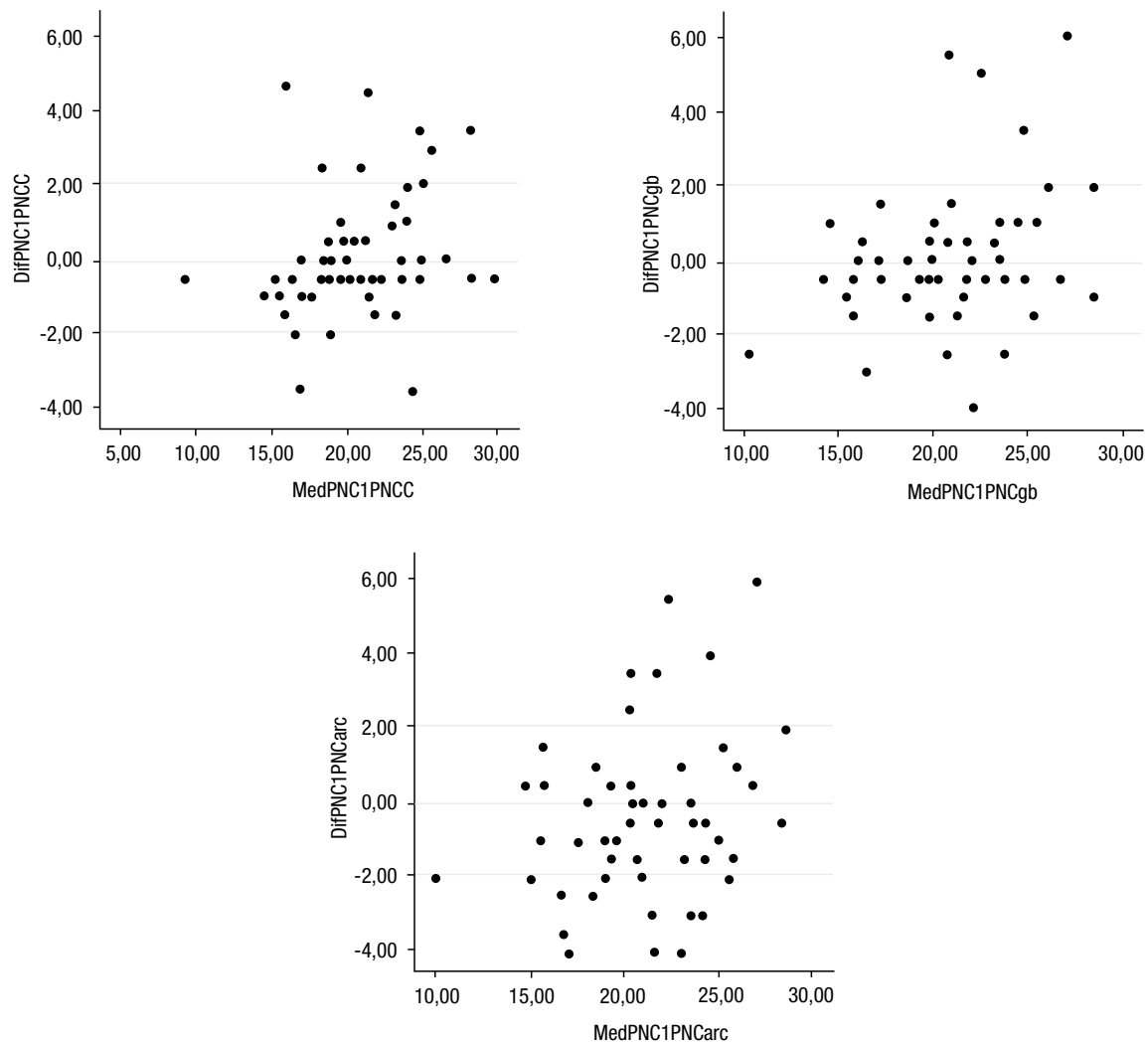
realizados con el modo manual y con trípode son también adecuados, con valores de coeficiente de Dahlberg < 1,52. Se representan en los gráficos de Bland y Altman en la figura 4, y en la tabla 7 se dan los valores de DT, coeficiente de Dahlberg y coeficiente de correlación.

## Discusión

El valor medio de la variable 1.<sup>a</sup> para los 4 métodos empleados fue similar al observado en otros trabajos de investigación que utilizaron la misma variable. Leitão<sup>13</sup> en una

muestra de oclusión no seleccionada de 284 sujetos obtuvo un valor de línea E/ VV de 21,26; nosotros, en la muestra de oclusión no seleccionada con 51 sujetos, el valor de la misma variable obtenido según el método del espejo fue de 20,75° (tabla 1). Tradicionalmente, en ortodoncia se ha utilizado el punto de corte de 1,5-2 para el coeficiente de Dahlberg para valorar la reproducibilidad o concordancia de método. Los resultados de este trabajo muestran que la reproducibilidad del método fotográfico de PNC1 con referencia visual externa del espejo en un intervalo de tiempo corto fue buena, (coeficiente de Dahlberg 1,60 entre t1 y t2) y similar a la descrita en otras investigaciones que tam-





**Figura 3** Concordancia de método entre los 4 métodos fotográficos.

**Tabla 5** Análisis de concordancia de método. Método 1.º - métodos 2.º, 3.º y 4.º (tiempo 1)

Métodos fotográficos	DT	Coefficiente Dahlberg	Coefficiente correlación
PNC1 - PNCC	1,5062	1,0682	0,928
PNC1 - PNCgb	1,864	1,3219	0,896
PNC1 - PNCarc	2,28665	1,6217	0,849

DT: desviación típica; PNC1: método del espejo; PNCC: método corregido por el operador; PNCarc: método asistido por nivel de aire sobre arco facial; PNCgb: método asistido por nivel de aire sobre glabella.

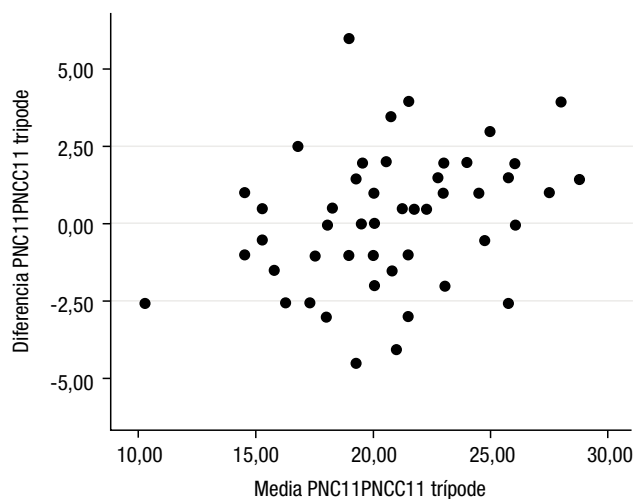
bién encontraron una elevada reproducibilidad, traducida por valores de error del método (coeficiente de Dahlberg) bastante bajos; Bjerin<sup>2</sup> observó un error de método de 1,62; Moorrees & Kean<sup>7</sup> tuvieron un error de método > 2,05; Frankel<sup>14</sup> obtuvo un error de método de 2,25. Pese a los buenos resultados estadísticos de reproducibilidad obtenidos con coeficientes de Dahlberg de 1,83, la realidad clínica es que en algunos pacientes las diferencias en la postura de la cabeza son claramente visibles. En nuestra investi-

gación, un 17% de la muestra presentó en algún momento una diferencia de 5º en el registro de PNC, por lo que los resultados estadísticos deben interpretarse conociendo lo que representa la formula estadística en la que se presenta el resultado. Mientras que el coeficiente de Dahlberg aporta un intervalo o rango por debajo del cual se encuentra el 52% de las diferencias absolutas, el coeficiente de reproducibilidad, que es 2,83 veces el coeficiente de Dahlberg, por definición es equivalente a 2 DT de una distribución normal

**Tabla 6** Análisis de concordancia de método. Registros fotográficos y radiográficos

Variable 1. <sup>a</sup>	DT	Coeficiente Dahlberg	Coeficiente correlación
Método fotográfico- Método radiográfico			
Var 1. <sup>a</sup> fotografía - Var 1. <sup>a</sup> radiografía	1,672	1,182	0,889

DT: desviación típica.

**Figura 4** Concordancia de método entre los registros fotográficos realizados con el modo manual y con trípode. Gráfico Bland Altman.

(asumiendo que las diferencias entre medidas repetidas son observadas desde una distribución normal), por lo que proporciona un intervalo del 95% para las diferencias absolutas, lo cual coincide con nuestros resultados de un coeficiente de reproducibilidad de 4,55 para el 1.<sup>o</sup> método con un coeficiente de Dahlberg de solo 1,60 entre t1 y t2 (fig. 5).

En la segunda parte del estudio, la concordancia de método entre los registros de PNC obtenidos fotográfica y radiográficamente resultó adecuada, con una DT de 1,67 y un coeficiente de Dahlberg equivalente de 1,18. Estos resultados coinciden con los encontrados por Bister et al.<sup>11</sup> que indican la conveniencia de la obtención de registros fotográficos en PNC y su transferencia a las radiografías con el fin de minimizar la exposición radiográfica a los pacientes.

Autores como Ayala y Gutiérrez<sup>15</sup>, Leitão y Nanda<sup>16</sup>, Ferrario et al.<sup>17</sup> también defienden la conveniencia de obtener los registros de PNC a través de fotografías para posteriormente transferirlos a los registros radiográficos. Respecto al análisis de concordancia entre los métodos, fueron los métodos 1.<sup>o</sup> y 2.<sup>o</sup> (PNC1-PNCC) los que presentaron mejores resultados de concordancia, por lo que parece probada la corrección de la postura por parte del clínico entrenado cuando detecta una posición alterada de PNC. Este argumento coincide con Lundström et al.<sup>8</sup> y difiere con Demetrios<sup>18</sup> que rechaza el concepto de PNC corregida por el operador al indicar que es una posición subjetiva y que puede verse influida por la propia morfología facial, que es lo que precisamente se trata de evaluar. Respecto a los métodos asistidos por el nivel de burbuja de aire, presentaron peores resultados de concordancia con el método 1.<sup>o</sup> al que consideramos *Gold standard*, por lo que los resultados no avalan la sustitución de los métodos del espejo o el método corregido por el operador por los métodos asistidos con el nivel. Coincidimos con Bister et al.<sup>11</sup> en que la aproximación de Bland y Altman<sup>12</sup> es la mejor medida para analizar y representar la concordancia entre métodos.

## Conclusiones

- Se ha probado la existencia de una elevada reproducibilidad en la determinación de PNC con los 4 métodos investigados utilizando registros fotográficos. De los 4 métodos investigados, los que utilizan el nivel de aire presentan mejores resultados de reproducibilidad.
- El método corregido por el operador resulta ser fiable y válido al presentar resultados de error de método inferiores al método tradicional y un elevado nivel de concordancia, por lo que se recomienda su utilización en el personal entrenado cuando detecta una desviación de la postura.

**Tabla 7** Análisis de concordancia del método manual y con trípode de los 4 métodos fotográficos (tiempo 1)

Métodos fotográficos	DT	Coeficiente Dahlberg	Coeficiente correlación
PNC1 Manual t1 - PNC1 Trípode t1	2,138	1,512	0,873
PNCC Manual t1 - PNCC Trípode t1	1,787	1,263	0,891
PNCgb Manual t1 - PNCgb Trípode t1	2,147	1,518	0,836
PNCarc Manual t1 - PNCarc Trípode t1	1,052	0,744	0,961

DT: desviación típica; PNC1: método del espejo; PNCC: método corregido por el operador; PNCarc: método asistido por nivel de aire sobre arco facial; PNCgb: método asistido por nivel de aire sobre glabella.





**Figura 5** Foto t1 y foto t2 de PNC. Las diferencias en la postura de la cabeza son evidentes, con valores de coeficiente de Dahlberg  $< 1,8$  y de coeficiente de reproducibilidad  $< 4,55$ . Las diferencias entre estas 2 medidas repetidas se encuentran dentro del 95% del intervalo de confianza o del coeficiente de reproducibilidad (4,55), pero no dentro del coeficiente de Dahlberg (1,8) al aportar un intervalo que solo abarca el 52% de las diferencias absolutas y que no es suficientemente ancho para la evaluación clínica del método analizado.

- Aunque los métodos asistidos por el nivel de aire mejoran la fiabilidad del método, no presentaron mejores resultados de validez que el método tradicional y método corregido por el operador.
- La concordancia de método entre los registros radiográficos y fotográficos de PNC fue muy elevada, por lo que la sustitución del método radiográfico por el fotográfico para la determinación de PNC parece estar justificada.
- La concordancia entre los registros fotográficos realizados con el modo manual y con trípode son también adecuados, por lo que en el medio clínico podría prescindirse de este último sin importantes consecuencias.
- El coeficiente de Dahlberg no es el más adecuado para el análisis de reproducibilidad al presentar un rango demasiado estrecho para permitir la evaluación clínica suficiente del método que se está analizando. Las fórmulas de DT y coeficiente de reproducibilidad representan mejor la realidad.

## Agradecimientos

A mi familia.

## Bibliografía

1. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthodontist*. 1931;1:45-66.
2. Bjerin R. A comparison between the Frankfort horizontal and the sella turca-nasion as reference planes in cephalometric analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1957;15:1-12.
3. Downs WB. Analysis of dentofacial profile. *Angle Orthodontist*. 1956;4:191-212.
4. Solow B, Sersbæk-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *Am J Orthod*. 1984;86:214-23.
5. Solow B, Sersbæk-Nielsen S. Growth changes in head posture related to craniofacial development. *Am J Orthod*. 1986;89:132-40.
6. Cooke MS, Wei SHY. The reproducibility of natural head position: A methodological study. *Am J Orthod*. 1988;93:280-8.
7. Moorrees CF, Kean MR. Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs. *Am J Phys Anthropol*. 1958;16:213-34.
8. Lundström A, Fosberg CM, Westergren H, Lundström F. A comparison between estimated and registered natural head position. *Eur J Orthod*. 1991;13:59-64.
9. International Standards Organization 1994 (ISO 5725). Trueness and precision of test methods. Part 1. British Standards Institution. 2000; p. 3.
10. Solow B, Tallgren A. Natural head position in standing subjects. *Acta Odontol Scand*. 1971;29:591-607.
11. Bister D, Edler RJ, Tom BD, Prevost AT. Natural head posture - considerations of reproducibility. *Eur J Orthod*. 2002;24:457-70.
12. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessment agreement between two methods of clinical measurement. 1986. *The Lancet*. 1986;2:307-10.
13. Leitão P. Contribuição para o estudo das características craniofaciais da população portuguesa. Tesis doctoral. Lisboa. 1997.
14. Frankel R. The applicability of the occipital reference base in cephalometrics. *Am J Orthod*. 1980;77:379-95.
15. Ayala J, Gutiérrez G. Planos de referencia intracraneales. Factores limitantes. *Revista Chilena de Ortodoncia*. 1988;15:22-94.
16. Leitão P, Nanda R. Relationship of natural head position to craniofacial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;117:406-16.
17. Ferrario VF, Sforza C, Germano D, Dalloca LL, Miani A. Head posture and cephalometric analyses: An integrated photographic / radiographic technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106:257-263.
18. Demetrios J. Estimated natural head position and facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002;121:364-8.