

ARTÍCULO ORIGINAL

Análisis de la variabilidad y coincidencia diagnóstica de los planos Sella-Nasion y de Frankfurt respecto a la horizontal verdadera en posición natural de la cabeza

Verónica Pie de Hierro Laka^{a,*}, Miguel Ángel Urizar Arechaga^b,
Luis Alberto Bravo González^c, Juan Bilbao Azqueta^d y María José Viñas Pinedo^e

^aDoctora en Odontología, Máster en Ortodoncia por Universidad Complutense de Madrid. Profesora asociada de Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibersitatea, Vizcaya, España

^bDoctor en Medicina y Cirugía. Profesor titular de Ortodoncia de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibersitatea, Vizcaya, España

^cProfesor titular de Ortodoncia, Universidad de Murcia. Director del Máster de Ortodoncia, Universidad de Murcia, España

^dDoctor en Ingeniería Industrial. Profesor titular de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibersitatea, Vizcaya, España

^eDoctora en Odontología, Universidad Complutense de Madrid. Máster en Ortodoncia, Universidad Complutense de Madrid. Profesora de la Universidad Complutense de Madrid, España

Departamento de Estomatología, asignatura de Ortodoncia Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibersitateko, España

PALABRAS CLAVE

Posición natural de la cabeza;
Plano Sella-Nasion;
Plano de Frankfurt;
Reproducibilidad;
Variabilidad;
Coeficiente de Dahlberg

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue investigar la variabilidad de los planos intra y extracraneales en posición natural de la cabeza (PNC) utilizando registros fotográficos y radiográficos. En la primera parte de la investigación, se analizó la reproducibilidad de PNC y la variabilidad de los planos de Frankfurt (FH) y Sella-Nasion (SN) respecto a la horizontal verdadera (HV) obtenida en PNC. Los resultados mostraron una buena reproducibilidad de PNC utilizando registros fotográficos (coeficiente de Dahlberg 1,60). El FH presentó una variabilidad menor que el plano SN, con varianzas de 4,59 y 10,12, respectivamente. En la segunda parte, se analizó el grado de coincidencia de las variables cefalométricas que determinan la posición sagital de los maxilares basadas en los 3 planos investigados (FH, SN y HV). En el caso del maxilar superior, la prueba Wilcoxon resultó ser significativa para las variables basadas en los planos FH-HV y FH-SN, no siendo significativa para los planos SN-HV. Respecto a la mandíbula, la prueba de Wilcoxon para muestras repetidas resultó ser significativa para todas las variables basadas en los 3 planos. Aunque la variabilidad del plano SN resultó ser significativamente mayor que la del plano FH, se observó una mayor coincidencia diagnóstica entre los planos HV y SN. Sin embargo, a pesar de los buenos resultados de fiabilidad del FH, fue este el que menos coincidencias presentó en el diagnóstico facial.

© 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;
Sella-Nasion line;
Frankfurt line;
Reproducibility;
Variability;
Dahlberg's coefficient

Analysis of variability of the frankfort horizontal and sella-nasion planes with respect to the true horizontal plane and diagnostic agreement in natural head position

Abstract

The aim of this study was to investigate the variability of intracranial and extracranial planes in natural head position (NHP) using photographic and radiographic records. In the first part of the study, the reproducibility of NHP and variability of Frankfurt horizontal (FH) and Sella-Nasion (SN) planes with respect to the true horizontal (TH) in NHP were evaluated. The results showed good reproducibility of NHP in photographic records (Dahlberg's coefficient 1.60). The FH showed lower variability than the SN plane, with variances of 4.59 and 10.12, respectively. In the second part of the study, the agreement among cephalometric variables based on the three planes evaluated (FH, SN, TH) was assessed. For the upper maxilla, the Wilcoxon test was significant for variables based on the FH-TH and FH-SN planes and was non-significant for variables based on SN-TH. For the mandible, the Wilcoxon test for repeated measures was significant for all the variables based on the three planes. Although variability was higher for the SN plane than for the TH plane, diagnostic agreement was better between the SN and TH planes. The FH plane was found to be reliable but showed the lowest diagnostic agreement.

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

Introducción

La ortodoncia, ortopedia dentofacial y los tratamientos combinados ortodóncico-quirúrgicos han evolucionado muchísimo en los últimos años, pero es indiscutible que el punto de partida de nuestros tratamientos sigue siendo un adecuado diagnóstico. Ya en los años cincuenta surgieron unas voces discordantes sobre las inadecuadas interpretaciones diagnósticas que podrían surgir de la variabilidad de los planos de referencia intracraneales en los que se basaban los análisis cefalométricos. Los antropólogos adoptaron el plano de Frankfurt (FH) porque tanto el Porion como el punto suborbitario son claramente visibles en un cráneo desecado. Ya en los años cincuenta, Downs¹ observa diferencias diagnósticas cuando se utilizan como referencias el FH o la horizontal verdadera (HV) en posición natural de la cabeza (PNC). Con Ricketts², el FH adquiere una gran importancia en el diagnóstico en ortodoncia que continúa hasta nuestros días. En contraposición al FH, la PNC, que en muchos casos se aproxima a la posición establecida por el FH, es una posición más fisiológica que anatómica, basada en datos sensoriales y estímulos visuales. Aunque en la mayoría de los pacientes, la PNC se aproxima a la posición de Frankfurt, no es raro encontrar una proporción de pacientes con diferencias significativas entre ambos planos. Proffit³ observó que estas diferencias son más marcadas en pacientes con grandes deformidades dentofaciales. La importancia de usar la PNC como base postural para el estudio cefalométrico ha sido ampliamente descrita en la literatura ortodóncica desde los años cincuenta. La mayoría de las publicaciones describen las grandes ventajas del uso de PNC y los grandes inconvenientes que derivan de la gran variabilidad de los planos intracraneales. Sin embargo, a pesar de las ventajas descritas sobre PNC, la realidad clínica es que su uso no se ha generalizado en la ortodoncia clínica como habría cabido esperar.

El objetivo de este estudio fue:

- 1) Evaluar la variabilidad de los planos intracraneales y extracraneales en PNC.
- 2) Evaluar las coincidencias diagnósticas de las variables cefalométricas sagitales basadas en los planos HV, FH y plano Sella Nasion (SN).
- 3) Determinar qué plano intracraneal ofrece mayor validez y fiabilidad en el diagnóstico ortodóncico.

Material y método**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, incluyendo los casos de forma consecutiva a su solicitud de tratamiento en la clínica. A todos los pacientes se les pidió consentimiento y fueron informados del contenido del estudio de investigación. A los 51 pacientes se les realizan los registros fotográficos en PNC en 4 momentos (t1, t2, t3 y t4 que corresponden a 0 min, 10 min, 1 semana, y 1 mes, respectivamente) basados en el método de equilibrio individual y del espejo. De los 51 pacientes se escoge a 20 de forma aleatoria (10 de ellos pertenecen al grupo adolescente y 10 al grupo adulto) y se les realiza 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) representada por la cadena y la "línea E" que une los puntos del perfil blando Pronasale y Pogonion, a la que se denomina variable 1.^a (fig. 1). Como la concordancia de método de la variable 1.^a entre las radiografías y fotografías resultó elevada (coeficiente de Dahlberg 1,18)

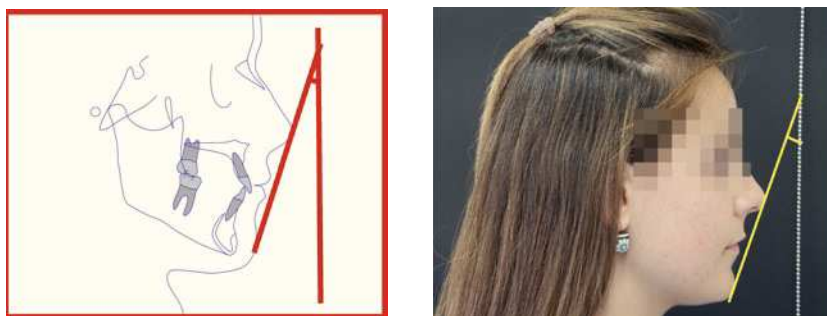


Figura 1 Análisis de reproducibilidad de posición natural de la cabeza. Variable 1.^a (línea E/ vertical verdadera).

en el resto de los pacientes se llevó a cabo la conversión de las telerradiografías a PNC a través de dicha variable.

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 Tallgren⁴; una vez posicionados para el registro fotográfico, se les pidió que inclinaran la cabeza hacia adelante y atrás disminuyendo progresivamente la amplitud hasta alcanzar una posición natural de equilibrio; 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 que cuelga de la pared (un hilo o ligadura metálica sobre un pin que permitía rotar y adoptar a la cadena la posición de máxima gravedad, con un objeto pesado de 200 g en su parte inferior) y que quedase aproximadamente a 3 cm por delante del individuo.

Descripción del registro fotográfico de posición natural de la cabeza

El método fotográfico de registro de PNC se toma directamente una vez el sujeto ha sido colocado, y habiéndole dado todas las instrucciones descritas; hay que asegurarse de que tiene las pupilas centradas y está mirando el reflejo de sus ojos en el espejo. Se posiciona la cámara a la altura del área orbitaria y se mantiene el eje del objetivo de la cámara perpendicular al plano sagital de la cabeza. A este registro se le denomina PNC.

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), tarjeta compact Flash I, 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 el *flash* compacto y un foco luminoso (lámpara de tungsteno de 200 Watts). La técnica fotográfica normalizada utilizada está basada en la técnica descrita por Claman et al.⁵.

Equipamiento radiográfico

Se utilizó un equipo 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 al ser pacientes adultos y jóvenes. Para la obtención de la VV, se utilizó una plomada suspendida del aparato. La digitalizadora utilizada fue el modelo Agfa CR 759.

Mediciones

Las fotografías fueron almacenadas en un ordenador marca HP Compaq CQ57-302S y editadas e impresas en papel blanco DIN-A 4 con un tamaño (9 x 12 cm), sobre las cuales se realizaron los trazados y mediciones. Se obtuvieron 2 copias de cada registro y en 20 de los casos se realizaron las mediciones por duplicado por el mismo operador con una semana de intervalo. Las diferencias entre las 2 mediciones sirvieron para determinar el error intraexaminador.

Se midió el ángulo formado por los planos VV representados por la cadena plomada y el "plano E", que representa la variable 1.^a. En el análisis de trazado de las telerradiografías también se realizó el empleado por Solow y Tallgren⁴ para determinar la reproducibilidad de PNC. Además del ángulo entre la línea E/ VV medido en las fotografías, se midieron los ángulos formados por los planos SN/ VV, SN/ HV, FH/ VV, FH/ HV, PP/ VV, PP/ HV.

Método estadístico

Para el análisis del error de la medida, un mismo operador efectuó las mediciones por duplicado de los registros fotográficos y cefalométricos con una semana de intervalo en 20 sujetos elegidos aleatoriamente. Para la elaboración de la base de datos, se ha utilizado el programa Excel, de Windows XP, y para su análisis estadístico se ha utilizado el programa PASW Statistics 18. Es un estudio basado en medidas repetidas, y se pretende diferenciar la variabilidad aleatoria de la que se produce al repetir las medidas en los diferentes momentos. Se analiza la reproducibilidad de PNC a través de estadísticas que analizan la variabilidad entre medidas repetidas, como son

la desviación típica (DT) que está íntimamente relacionada con el coeficiente de Dahlberg. En la literatura, en la mayoría de los estudios sobre reproducibilidad de PNC, se ha utilizado la fórmula del coeficiente de Dahlberg, que sirve para determinar la reproducibilidad de un método o la concordancia entre 2 métodos. Según Cooke y Wei⁶, una buena reproducibilidad debe presentar coeficientes de Dahlberg inferiores a 1,5-2,0. Sin embargo, en la literatura ortodóncica, excepto Bister et al.⁷, 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 DT de las diferencias de las medidas repetidas de acuerdo con la norma ISO (5.725)⁸ y el coeficiente de reproducibilidad. También se presentan los valores del coeficiente de Dahlberg para poder comparar los resultados con los de otros estudios que utilizan este coeficiente. Para determinar el grado de coincidencia entre las variables cefalométricas sagitales basadas en los 3 planos analizados (HV, SN, FH), se ha utilizado la prueba de Wilcoxon, que es un diseño emparejado de medidas repetidas y se trata de una prueba no paramétrica. Para ello, las puntuaciones de cada variable se dan en una escala ordinal del 1 al 9 basada en las normas cefalométricas y

sus desviaciones (tabla 1). Se utilizó la siguiente escala de clasificación para determinar la posición anteroposterior de los maxilares basada en sus correspondientes valores cefalométricos medios y sus desviaciones estándar (DE) respecto a la media, por exceso o por defecto (tabla 2):

- R**, R*, R, NR, N, NP, P, P*, P**.
- R**: retrognatismo maxilar, tercera DE respecto a la norma. Puntuación 1.
- R*: retrognatismo maxilar, segunda DE respecto a la norma. Puntuación 2.
- R: retrognatismo maxilar, primera DE respecto a la norma. Puntuación 3.
- NR: posición ortognática maxilar en el límite inferior de la norma. Puntuación 4.
- N: posición ortognática de los maxilares dentro de la norma cefalométrica. Puntuación 5.
- NP: posición ortognática maxilar en el límite superior de la norma. Puntuación 6.
- P: prognatismo maxilar, primera DE respecto a la norma. Puntuación 7.
- P*: prognatismo maxilar, segunda DE respecto a la norma. Puntuación 8.
- P**: prognatismo maxilar, tercera DE respecto a la norma. Puntuación 9.

Tabla 1 Variables cefalométricas sagitales. Maxilar y mandíbula

Variables maxilares	Media	DT
SNA (SN)	82	±2
FH/ NA (FH)	90	±3
HV/ NA (HV)	90	±3
Variables mandibulares	Media	DT
SNB (SN)	80	±2
FH/ NPg (FH)	87 (+1. °/ año)	±3
HV/ NPg (HV)	87 (+1. °/ año)	±3

DT: desviación típica; FH: plano de Frankfurt; HV: horizontal verdadera; SN: plano Sella-Nasion.

Resultados

Error intraexaminador

Para la comparación de las medidas repetidas se utilizó la t de Student para medidas relacionadas. Estos cálculos se refieren a la variable 1.^a ya mencionada, y se efectuaron para la siguiente pareja de medidas fotográficas: PNC(t1)-PNC(t2); también se efectuó para las siguientes parejas de medidas cefalométricas: FH/ HV(t1)-FH/ HV(t2), SN/ HV(t1)-SN/ HV(t2), PP/ HV(t1)-PP/ HV(t2). Estas diferencias no resultaron significativas siendo los valores "p" > 0,05. También se ofrece el error del método en términos de coeficiente de Dahlberg (tabla 3).

Tabla 2 Escala de clasificación del 1 al 9 elaborada con base en las normas cefalométricas y desviación estándar

R**	R*	R	NR	N	NP	P	P*	P**
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabla 3 Error intraexaminador. Variable 1.^a.

Variables	Valor t	Sg.(bilateral) "p"	Coeficiente de Dahlberg
PNC(t1)-PNC(t2)	1,453	0,163	0,108
FH/ HV(t1)-FH/ HV(t2),	0,636	0,533	0,157
SN/ HV(t1)-SN/ HV(t2)	1,458	0,163	0,114
PP/ HV(t1)-PP/ HV/ t2)	-1,000	0,328	0,072

FH: plano de Frankfurt; HV: horizontal verdadera; PNC: posición natural de la cabeza; SN: plano Sella-Nasion.

Resultados de reproducibilidad de posición natural de la cabeza

Para analizar la reproducibilidad de PNC en registros fotográficos en el tiempo, se calculan las variabilidades a través de las DT de las diferencias de las medidas. Para representar la reproducibilidad de PNC con el método del espejo en el tiempo (en 4 momentos), se da la información en la tabla 4, donde se presentan los resultados de la DT y coeficiente de Dahlberg. El coeficiente de Dahlberg para representar la reproducibilidad de PNC con el método del espejo fue bueno (1,60); y aunque parece mejorar en el tiempo (1,26), las diferencias no fueron significativas (prueba F de Snedecor, $p > 0,05$ n.s.).

Variabilidad de los planos craneales

El plano SN presentó una variabilidad mayor que el FH, presentando una varianza de 10,12 y 4,59, respectivamente. En la tabla 5 se presenta la estadística descriptiva básica de la variabilidad observada en los planos craneales.

Análisis de coincidencia en la interpretación diagnóstica sagital de los maxilares según los planos de horizontal verdadera, Sella-Nasion y de Frankfurt

Para este análisis, la prueba estadística utilizada es la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Respecto al maxilar, la comparación de las puntuaciones basadas en los 3 planos resultó ser significativa para los planos FH-HV y los planos FH-SN, no siendo significativa para las interpretaciones basadas en los planos SN-HV. Para la mandíbula, la prueba de Wilcoxon para muestras repetidas resultó ser significativa para todas las medidas basadas en los planos HV, SN y FH. En la tabla 6, se presentan los resultados para el maxilar y para la mandíbula.

Discusión

El valor medio de la variable 1.^a (línea E/ VV) fue similar al encontrado en otros trabajos de investigación que utiliza-

Tabla 4 Reproducibilidad de posición natural de la cabeza en el tiempo en 4 momentos

Método - PNC	Media	DT	Coeficiente de Dahlberg
PNC(t1)-PNC(t2)	0,1923	2,2755	1,609
PNC(t1)-PNC(t3)	-0,0577	2,6003	1,838
PNC(t1)-PNC(t4)	-0,0577	1,7868	1,263

DT: desviación típica; PNC: posición natural de la cabeza.

Tabla 5 Estadística descriptiva de los planos craneales Sella-Nasion y de Frankfurt

	FH/ HV	SN/ HV	SN/ FH	FH/ VV	SN/ VV
Media	1,64	7,98	9,6	91,62	82,03
Error típico de la media	0,30	0,44	0,39	0,29	0,45
Mediana	2	8	10	92	82
Moda	0	8	11,5	90	82
DT	2,14	3,18	2,82	2,10	3,19
Varianza	4,59	10,12	7,99	4,43	10,19

DT: desviación típica; FH: plano de Frankfurt; HV: horizontal verdadera; SN: plano Sella-Nasion; VV: vertical verdadera.

Tabla 6 Análisis de coincidencia en la interpretación sagital del maxilar y mandíbula según planos (horizontal verdadera, Frankfurt, Sella-Nasion)

Maxilar	HV/ NA-SNA	FH/ NA-SNA	HV/ NA-FH/ NA
Z. Sg. Bilateral	-1,109	-3,317	3,706
"p"	0,267 (N.S)	0,001	0,000
Mandíbula	HV/ Npg-SNB	FH/ NPg-SNB	HV/ Npg-FH/ NPg
Z. Sg. Bilateral	-2,477	-4,658	-4,062
"p"	0,013	0,000	0,000

Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

FH: plano de Frankfurt; HV: horizontal verdadera; N.S: diferencia no significativa; "p": probabilidad.

ron la misma variable. Leitão⁹ en una muestra de oclusión no seleccionada de 284 sujetos obtuvo un valor de 21,2; en esta investigación, el valor de la variable 1.^a obtenida según el método del espejo fue de 20,75°. Tradicionalmente, en ortodoncia se ha utilizado un punto de corte de 1,5-2 del coeficiente de Dahlberg para valorar la reproducibilidad o concordancia de método. Los resultados de este trabajo muestran que la reproducibilidad del método fotográfico de PNC con referencia visual externa del espejo en un intervalo de tiempo corto fue buena (DT de 2,27; coeficiente de Dahlberg de 1,60) y similar a la descrita en otras investigaciones que también encontraron una elevada reproducibilidad, traducida por valores de error del método bastante bajos; Bjerin¹⁰ observó un error de método de 1,62; Cooke y Wei⁶ de 1,5; Moorrees & Kean¹¹ encontraron un error de método mayor de 2,05; Siersbæk-Nielsen y Solow¹² obtuvieron un coeficiente de Dahlberg de 2,25; algo mayor al encontrado en nuestra investigación, y Frankel¹³ también obtuvo un error de método de 2,25. Los resultados obtenidos en la investigación muestran unos resultados coincidentes con otras investigaciones previas para los planos SN y FH. La revisión de la literatura presentada en la tabla 7 muestra que la variable SN/VV varía entre 81,2° y 87,6°, y el plano FH varía entre -2,5° y 4,82° respecto a HV. Encontramos una tendencia consistente de rotación horaria del FH respecto a la HV con un valor de -1,62°, muy similar al hallado por otros autores como Lundström y Lundström¹⁴ (-1,6°), Cooke y Wei⁶ (-2,3°), Moorrees y Kean¹¹ (-2,2°), Bjerin¹⁰ (-1,8°), Tecco et al.¹⁵ (-1,7°), Barbera et al.¹⁶ (-2,5°).

En el análisis de coincidencia en la interpretación sagital de los maxilares se encontró coincidencia diagnóstica para la determinación del maxilar entre los planos HV y SN, siendo el plano FH el que menos coincide en el diagnóstico sagital de los maxilares. Respecto a la mandíbula, no se observó coincidencia diagnóstica para todas las variables basadas en los 3 planos, lo cual coincide con lo expuesto por Leitão

y Nanda¹⁷ quienes indican que las variables cefalométricas basadas en la VV para determinar la posición sagital de los maxilares son relativamente precisas en el maxilar superior, pero presentan una mayor dispersión en el caso de la mandíbula, cuestionando por tanto su aplicación clínica en la determinación de los problemas esqueléticos mandibulares.

Conclusiones

- Se ha probado la existencia de una elevada reproducibilidad en la determinación de PNC utilizando registros fotográficos.
- Aunque la variabilidad del plano SN resultó ser significativamente mayor que la del plano FH, se observó una mayor coincidencia diagnóstica entre los planos HV y SN. Sin embargo, a pesar de los buenos resultados de fiabilidad de FH, fue este plano el que menos coincidencias presentó en el diagnóstico facial. En consecuencia, aunque FH parece ser un plano fiable, su validez no queda probada en el diagnóstico ortodóncico.
- Las conclusiones descritas con anterioridad nos llevan a pensar que el profesional debe conocer las discrepancias entre los planos de referencia, su comportamiento y limitaciones.

Bibliografía

1. Downs WB. Analysis of dentofacial profile. *Angle Orthodontist*. 1956;4:191-212.
2. Ricketts RM. The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. *Angle Orthod*. 1960;30:103-33.
3. Proffit WR, White RP, eds. *En: Surgical orthodontic treatment*. St Louis: Mosby; 1991. p. 96-141.

Tabla 7 Medias y desviaciones estándar de plano Sella-Nasion/ vertical verdadera y plano de Frankfurt/ horizontal verdadera en posición natural de la cabeza

Autor (año)	n	SN/ VV		FH/ HV	
		media	DE	Media	DE
Bjerin ¹⁰ (1957)	35	83,8	3,99	-1,8	4,55
Moorrees y Kean ¹¹ (1958)	61	85,28	3,9	-2,2	4,02
Cleall et al. ¹⁸ (1966)	20	83,3	5,2	0,1	3
Foster et al. ¹⁹ (1981)	90	85,21	6,31	-2,3	5,91
Siersbæk-Nielsen y Solow ¹² (1982)	30	81,58	5,1	0,9	9,5
Cooke y Wei (1988) (chinos)	120	83,2	5,57	3,4	6,94
Cooke y Wei (1988) (caucásicos)	40	87,6	5,56	-2,3	5,23
Showfety et al. ²⁰ (1987)	43	81,2	4,59	-0,6	3,43
Lundström y Lundström ¹⁴ (1995)	27	86,2	5,6	-1,6	5,3
Leitão ⁹ (1997)	284	81,81	4,45	0,73	5,02
Tecco et al. ¹⁵ (2007)	61			-1,7	3,68
Madsen et al. ²¹ (2008)	57	84,81	5,13	4,82	4,63
Barbera et al. ¹⁶ (2009)	40			-2,5	0,2
Pie de Hierro et al.	51	82,03	3,19	-1,62	2,14

DE: desviación estándar; FH: plano de Frankfurt; HV: horizontal verdadera; SN: plano Sella-Nasion; VV: vertical verdadera.

4. Solow B, Tallgren A. Natural head position in standing subjects. *Acta Odontol Scand.* 1971;29:591-607.
5. Oaman L, Patton D, Rashid R. Standardized portrait photography for dental patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1990;98:197-205.
6. Cooke MS, Wei SH. The reproducibility of natural head position: A methodological study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93:280-8.
7. Bister D, Edler RJ, Tom BD, Prevost AT. Natural head posture considerations of reproducibility. *Eur J Orthod.* 2002;24:457-70.
8. International Standards Organization 1994 (ISO 5725). Trueness and precision of test methods. Part 1. British Standards Institution; 2000; p. 3.
9. Leitão P. Contribuição para o estudo das características craniofaciais da população portuguesa. Tesis doctoral. Lisboa. 1997.
10. Bjerin R. A comparison between the Frankfort horizontal and the sella turca-nasion as reference planes in cephalometric analysis. *Acta Odontol Scand.* 1957;15:1-12.
11. Moorrees CF, Kean MR. Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometrics radiographs. *Am J Phys Anthropol.* 1958;16:213-34.
12. Sersbæk-Nielsen S, Solow B. Intra and interexaminer variability in head posture recorded by dental auxiliaries. *Am J Orthod.* 1982;82:50-7.
13. Frankel R. The applicability of the occipital reference base in cephalometrics. *Am J Orthod.* 1980;77:379-95.
14. Lundström A, Lundström F. Natural head position and natural Head orientation: Basic considerations in cephalometric analysis. *Eur J Orthod.* 1995;17:111-20.
15. Tecco S, Caputi S, Festa F. Evaluation of cervical posture following palatal expansion: a 12 month follow-up controlled study. *European Journal of Orthodontics.* 2007;29:45-51.
16. Barbera A, Sampson W, Townsend G. An evaluation of head position and craniofacial reference line variation. *Journal of Comparative Human Biology.* 2009; 60:1-28.
17. Leitão P, Nanda R. Relationship of natural head position to craniofacial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:406-16.
18. Cleall JF, Alexander WJ, McIntyre HM. Head posture and its relation to deglutition. *Angle Orthod.* 1966;36:335-50.
19. Foster TD, Howat AP, Naish PJ. Variation in cephalometric references lines. *Br J Orthod.* 1981;8:183-7.
20. Showfety KJ, Vig PS, Matteson S. A simple method for taking natural head position Cehalograms. *Am J Orthod.* 1983;83:495-500.
21. Madsen DP, Sampson WY, Townsend GC. Craniofacial reference plane variation and natural head position. *European Journal of Orthodontics.* 2008;30:532-40.