UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE GRADUADOS

COMPARACION DE CEFALOMETRIA MANUAL Y COMPUTACIONAL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR
AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
RADIOLOGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL

DOCENTE GUÍA: PROF. DR. RICARDO MORÁN RAMÍREZ
ALUMNO : DR. EUGENIO AVILÉS OLSON

VALPARAÍSO, MARZO DEL 2002

COMPARACION DE CEFALOMETRIA MANUAL Y COMPUTACIONAL

Avilés E.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar la existencia de diferencias significativas entre análisis cefalométricos realizados manualmente y análisis asistidos por computadora utilizando el programa Joe 32.. Se tomaron 19 telerradiografías de 18 por 24 cm, de las cuales se seleccionaron 12. A las radiografías seleccionadas se les realizó el análisis cefalométrico de Rickets simplificado. A los resultados obtenidos con cada técnica se les calculó el promedio y sus desviaciones standards. Las diferencias de valor en las mediciones mediante la técnica manual y computacional para cada uno de los diez parámetros fueron sometidas al test de t para muestras pareadas. El nivel de significancia para dos colas con 11 grados de libertad (n-1) 0,025 fue de un t crítico de 2,20. En ninguno de los diez parámetros evaluados se encontró diferencia significativa. Estos resultados indican que usando un sistema de análisis cefalométrico asistido computacionalmente, no se obtiene ventaja sobre la técnica manual desde el punto de vista de los resultados obtenidos.

Keywords: Cephalometry; computer-aided analysis

INTRODUCCIÓN

La cefalometría o craneometría es el estudio de las medidas de la cabeza siendo una especialidad de la antropometría, ciencia que ha encontrado en el cráneo humano una fuente de información bastante fértil (Alcócer y Cavieres, 1993).

Desde su introducción a principios de los años 30 ha sido una parte integrante de la ortodoncia, siendo usada principalmente como medio de diagnóstico y de evolución del progreso y resultado final del tratamiento. Junto a esta faceta clínica se ha utilizado para estudiar el crecimiento craneofacial con fructíferos resultados (Canut, 1991).

Se basa en la identificación de puntos esqueletales y dentales y con su ayuda se puede describir la posición del maxilar y la mandíbula en relación con la base del cráneo y entre los dientes y sus maxilares según los planos sagital y vertical. El estudio científico se realiza por medio de las mediciones de ángulos, distancias y proporciones entre puntos y planos cefalométricos (Aguila, 1996).

Con el avance de la informática durante las últimas décadas, ortodoncistas y cirujanos maxilofaciales en colaboración con especialistas en computación, han intentado sacar provecho de ésta para su especialidad. Así se han probado muchos métodos de aplicación en análisis de telerradiografías, medición de modelos, investigación del crecimiento y su predicción y planificación de tratamiento (Figari y cols., 1991).

Pero el centro de gravedad de las publicaciones reside en la cefalometría computacional. De este modo en la actualidad un análisis cefalométrico se puede realizar de cuatro maneras. La más común es el método manual en que se coloca una lámina transparente sobre la radiografía, se marcan los puntos relevantes y se realiza el trazado procediéndose posteriormente a medir las distancias y ángulos entre las marcas realizadas. La segunda forma consiste en la localización manual de los puntos cefalométricos mientras estos son digitalizados dentro del computador, el cual completa el análisis. El tercer método es completamente automatizado. En este caso las radiografías son escaneadas dentro del computador, el cual localiza automáticamente los puntos relevantes y realiza el análisis (Rudolph y cols., 1998). Una cuarta alternativa que se ha desarrollado en los últimos años son los digitizadores sónicos no radiográficos, los cuales no utilizan radiación ionizante, sino que ondas sónicas que transmiten la información a un computador (Prawat y cols., 1995; Tsang y Cooke, 1999). En los métodos computacionales los cálculos matemáticos de

ángulos y distancias se realizan con el uso de coordenadas cartesianas (X e Y) de los puntos digitalizados (Nimkarn y Miles 1995).

Se debiera esperar que los análisis computacionales fueran más exactos (Figari y cols. 1991), sin embargo los resultados obtenidos en numerosos estudios al respecto han dado resultados dispares. Así, mientras en algunos se han encontrado marcadas diferencias entre la cefalometrías manuales y computacionales (Nimkarn y Miles, 1995; Chen y cols. 2000), en otros, en cambio, las diferencias encontradas han sido insignificantes (Aravena y cols., 1993; Rudolph y cols. 1998). El objetivo del presente trabajo es determinar si existe diferencia entre los resultados obtenidos por análisis cefalométricos manuales y análisis asistidos computacionalmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron 19 teleradiografías de 18 por 24 cm a pacientes escogidos al azar en el Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial del Hospital Naval Almirante Neff. Todos los pacientes acudieron por indicación ortodóncica ya sea en su etapa de diagnóstico o de control de tratamiento. En cada radiografía se consignaba el sexo y edad del paciente. De las 19 radiografías, se seleccionaron 12. Los criterios de selección fueron que tuvieran los labios juntos, dobles contornos no muy marcados y que fueran pacientes jóvenes.

El análisis utilizado fue el de Rickets resumido, denominado también análisis básico o análisis de 10 factores, el cual es una versión simplificada del análisis de los 32 factores que resume el estudio del complejo cráneo-maxilo-facial y dentario en 10 medidas.

A cada radiografía se realizó cefalometría manual y cefalometria computacional por un mismo operador el cual no tenía experiencia previa. Los resultados fueron consignados en una ficha diseñada para ello. Se realizaron primero las 12 manuales y posteriormente las computacionales. Tanto en las manuales como en las computacionales, el operador realizó previamente 3 cefalometrías previas con cada método para familiarizarse y entrenarse en la técnica. Las cefalometrías se hicieron de tres en tres, las primeras antes del medio día y el segundo grupo después del medio día. Así se demoró dos días en hacer las manuales y otros dos días en las computacionales.

CEFALOMETRIA MANUAL

Se adhirió un papel diamante a las radiografías, de sus mismas dimensiones, con scotch en sus bordes superiores y se colocaron sobre un negatoscopio. El operador marcó en el papel 28 puntos requeridos en el análisis, los cuales se dividían en 7 grupos. Cada grupo de puntos por razones prácticas se pintaron de un color distinto. Esto se describe a continuación:

- *Puntos craneales anatómicos (grafito)*

Nasion (Na): punto anterior de la sutura frontonasal

Basion (Ba): punto posteroinferior del hueso occipital en el margen anterior del foramen magnum

Porion (Po): punto más superior del orificio del conducto auditivo externo

Orbitario (Or): punto más inferior del reborde orbitario

Pterigoídeo (Pt): intersección de las paredes posterior y superior de la fisura pterigomaxilar

- Puntos craneales definidos por planos (grafito)

Centro facial (CF): punto ubicado en la intersección del plano de Frankfurt y la perpendicular a este que pasa tangente a la pared posterior de la fosa pterigomaxilar

Centro del cráneo (CC): punto formado por la intersección de la línea Ba-Na y el eje facial

- Puntos maxilares (azul)

Espina nasal anterior (ANS): extremo anterior de la espina nasal anterior

Punto A: punto más profundo de la curva del maxilar entre ANS y el borde del alvéolo dental

- Puntos mandibulares anatómicos (verde)

Suprapogonion (Pm): punto donde la curvatura del borde anterior de la sínfisis pasa de cóncava a convexa

Pogonion (Po): punto más anterior de la sínfisis en el plano medio sagital

Mentoniano (Me): punto más inferior del contorno de la sínfisis

Antegonial (Ag): punto más posterior de la escotadura antegonial

- Puntos mandibulares definidos por planos (verde)

Centroide mandibular (Xi): punto localizado en el centro de la rama ascendente mandibular

Condilar (Dc): punto medio del cóndilo a nivel del plano Ba-Na

Gnation (Gn): punto más anterior e inferior de la sínfisis

Gonion (Go): punto más posterior e inferior de la mandíbula a nivel del vertice del ángulo goniaco

- *Dentarios (púrpura)*

A1 incisivo: borde incisal del incisivo superior
Ar incisivo: ápice radicular del incisivo superior
B1 incisivo: borde incisal del incisivo inferior
Br incisivo: ápice radicular del incisivo inferior
A6 molar superior: punto sobre el plano oclusal determinado por una perpendicular tangente a la cara distal del primer molar superior
B6 molar inferior: punto sobre el plano oclusal determinado por una perpendicular tangente a la cara distal del primer molar inferior

- *Puntos en tejidos blandos (rojo)*

Nasal (En): punto más anterior de la nariz
Menton (Dt): punto más anterior del mentón
Labio superior (UL): punto más anterior del labio superior
Labio inferior (LL): punto más anterior del labio inferior
Comisura (Em): punto donde se encuentran el labio superior e inferior

Una vez determinados los puntos, se procedió a trazar los planos:

Oclusal: del punto de contacto oclusal más distal de 1°s molares al punto medio del overbite canino o premolares o molares primarios
Frankfurt: Po-Or
Vertical pterigoidea: línea perpendicular al plano de Frankfurt tangente al borde posterior de la fosa pterigomaxilar
Basocraneal: Ba-Na
Facial: Na-Po

Mandibular: Me-Ag, tangente al borde inferior de la mandíbula

Eje facial: Pt-Gn

Eje del cuerpo mandibular: Xi-Pm

Eje del cóndilo: Xi-Dc

Xi-ANS

A-Po

Eje del incisivo superior: A1-Ar

Eje del incisivo inferior: B1-Br

Estético: En-Dt

Na-A

Estando los puntos definidos y trazados los planos, se midieron los 10 factores que componen el análisis. Para ello se utilizó una regla y un transportador. Las 10 medidas fueron:

Eje facial: ángulo formado por el eje facial y el plano basocraneal. Se mide en grados.

Profundidad facial: ángulo formado por el plano facial y el plano de Frankfurt. Se mide en grados.

Ángulo plano mandibular: ángulo formado por plano mandibular y plano de Frankfurt. Se mide en grados. Se mide en grados.

Áltura facial inferior: ángulo formado por planos Xi-ANS y Xi-Pm. Se mide en grados.

Arco mandibular: ángulo formado por el eje del cuerpo y el eje condilar. Se mide en grados.

Convexidad facial: distancia entre punto A y el plano facial. Se mide en mm.

Posición incisiva inferior: distancia entre borde incisal incisivo inferior y plano A-Po. Se mide en mm.

Inclinación incisivo inferior: ángulo formado por el eje del incisivo inferior y el plano A-Po. Se mide en grados.

Posición 1° molar superior a PTV: distancia desde cara distal 1° molar superior a PTV. Se mide en mm.

3 mm Protrusión labio inferior: distancia desde punto más anterior labio inferior a plano estético. Se mide en mm.

CEFALOMETRIA COMPUTACIONAL

Se utilizó el programa Joe 32 en un notebook Compaq Armada 100s. Las radiografías se adhirieron con scotch en el negatoscopio que trae el programa incorporado. Las imágenes fueron digitalizadas directamente sobre las radiografías con un mouse conectado al programa. Después de marcar cada punto, un cursor indicaba sobre la pantalla el siguiente punto requerido. La posición del punto podía ser corregida hasta que el operador estuviera satisfecho. El programa requería 102 puntos para realizar el análisis los cuales deben marcarse correlativamente.

Una vez finalizada la digitalización, el programa entregó los resultados de 2 maneras. La primera es una lista de 53 parámetros con sus respectivos valores dentro de los cuales se encuentran los 10 requeridos en el análisis utilizado. La segunda manera fue en un esquema de la radiografía en que aparecía el trazado final con el valor de los 10 parámetros.

ANALISIS ESTADÍSTICO

A los valores obtenidos de las 12 radiografías en cada uno de los 10 parámetros se les calculó el promedio y la desviación standard. Las diferencias de valor en las mediciones mediante la técnica manual y computacional para cada uno de los parámetros fueron sometidas al test de t para muestras pareadas. El nivel de significancia para dos colas con 11 grados de libertad (n-1) 0,025 fue de un t crítico de 2,20.

RESULTADOS

Los valores obtenidos con la técnica computacional se muestran en la tabla 1 y los de la técnica manual en la tabla 2. Ninguna de las diferencias encontradas en los 10 parámetros de cada una de las 12 radiografías fue estadísticamente significativa. El resumen del análisis estadístico se muestra de las tablas 3 a 12. En ellas se puede observar además las diferencias de valores entre ambas técnicas, sus promedios y desviaciones standards.

Las menores diferencias de promedio se encontraron en convexidad facial y en posición 1° molar superior a PTV (0,02 mm y 0,07 mm respectivamente) y las mayores correspondieron a arco mandibular y altura facial inferior (3,14° y 1,41° respectivamente).

En cuanto a los resultados individuales, las mayores diferencias se obtuvieron en arco mandibular de las radiografías N° 1 y 9 y en inclinación incisivo inferior de la radiografía 4 (8,6°), mientras que en eje facial de las radiografías 5 y 12, convexidad facial de la radiografía 1, posición incisivo inferior de la radiografía 10 y protrusión labio inferior de la radiografía 9 no hubo diferencia.

Tabla 1 Técnica computacional

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eje facial	87,7	82,1	81,5	91,2	90,5	82,4	88,2	90,6	92,2	86,4	89,3	90
Profundidad facial	88,8	84,4	83,7	86,6	92,1	87	90,9	88,6	92,1	85,5	88,2	89,9
Angulo plano mandibular	25,6	27,5	28,4	23,7	17,1	25,7	19,4	23,3	18,6	34,3	21,3	19,6
Altura facial inf.	44,4	44,2	46,1	43,8	44,2	49,1	44,4	42,1	40,7	53,1	37,3	41,1
Arco mandibular	23,9	24,5	33,4	33,5	33	33,5	38,6	38,3	30,4	27,1	35,3	34,9
Convexidad facial	4,5	8,6	7	-0,3	5	4,3	3,7	3,5	0,6	6,1	7,9	-1,2
Posición incisivo inf.	3,4	0	0,1	5,6	-1,1	-3,6	6,5	5,5	0,9	6	1,4	6,6
Inclinación incisivo inf.	23,5	12,9	18,1	30,6	21,9	7,1	25,8	28,3	28,5	27,7	20,4	32,1
Posición 1° molar sup a PTV	18,6	11,6	7,3	14,3	25,6	15,4	22,8	11,8	22,3	16,9	15,7	22
Protrusión labio inf.	0,6	4	0,7	1,2	-2,2	-0,4	3,1	4,6	-3	2,6	3,4	-1,6

Tabla 2 Técnica manual

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eje facial	90	81	82	92	90,5	85,5	87	90	90,5	82,5	89	90
Profundidad facial	90	83	83,5	86	91,5	86,5	90,5	89	92	84	88	87,5
Angulo plano mandibular	26	28	28	23,5	17,5	25	20	23,5	19	34	21	22
Altura facial inf.	42,5	43	43	42	43	44	44	42,5	40,5	49	38	42
Arco mandibular	32,5	31	38	34	35	34	33	36	39	27,5	35	39
Convexidad facial	4,5	8,5	10,5	-1	2,5	5	4	3	0,5	6,5	7,5	-1,5
Posición incisivo inf.	4	1,5	2,5	2	1	3,5	7	6	0,5	6	1	7
Inclinación incisivo inf.	30	20,5	12	22	28	7	29	32	30	27,5	20	30
Posición 1° molar sup a PTV	18	12	8	14	25	16	25	12	22	16	16,5	19
Protrusión labio inf.	1,5	5,5	0	2	-2,5	0	4,5	5	-3	2,5	4,5	-1

Tabla n°3. Eje Facial.

(Grados)

Radiografía	Computación	Manual	Diferencia
1	87.7	90	-2.3
2	82.1	81	1.1
3	81.5	82	-0.5
4	91.2	92	-0.8
5	90.5	90.5	0
6	82.4	85.5	-3.1
7	88.2	87	1.2
8	90.6	90	0.6
9	92.2	90.5	1.7
10	86.4	82.5	3.9
11	89.3	89	0.3
12	90	90	0
Promedio	87.67	87.5	0.17
D.S.	3.77	3.82	
Test t.	0.7459		
N.S. 0,05			
P	0.47		
N.S.> 0,05			

Tabla n°4. Profundidad Facial.

(Grados)

Radiografía	Computación	Manual	Diferencia
1	88.8	90	-0.2
2	84.4	83	1.4
3	83.7	83.5	0.2
4	86.6	86	0.6
5	92.1	91.5	0.6
6	87	86.5	0.5
7	90.9	90.5	0.4
8	88.6	89	-0.4
9	92.1	92	0.1
10	85.5	84	1.5
11	88.2	88	0.2
12	89.9	87.5	2.4
Promedio	88.15	87.5	0.65
D.S.	2.81	3.09	
Test t.	0.0688		
N.S. 0,05			
P	0.94		
N.S>0.05			

Tabla n°5.Angulo Plano Mandibular.

(Grados)

Radiografía	Computación	Manual.	Diferencia.
1	25.6	26	-0.4
2	27.5	28	-0.5
3	28.4	28	0.4
4	23.7	23.5	0.2
5	17.1	17.5	-0.4
6	25.7	25	0.7
7	19.4	20	-0.6
8	23.3	23.5	-0.2
9	18.6	19	-0.4
10	34.3	34	0.3
11	21.3	21	0.3
12	19.6	22	-2.4
Promedio	23.7	23.95	-0.25
D.S.	4.92	2.82	
Test t	0.1505		
N.S.0,05			
P	0.88		
N.S >0,05			

Tabla n° 6.Altura Facial Inferior.
(Grados)

Radiografía	Computación	Manual.	Diferencia.
1	44.4	42.5	1.9
2	44.2	43	1.2
3	46.1	43	3.1
4	43.8	42	1.8
5	44.2	43	1.2
6	49.1	44	5.1
7	44.4	44	0.4
8	42.1	42.5	-0.4
9	40.7	40.5	0.2
10	53.1	49	4.1
11	37.3	38	-0.7
12	41.1	42	-0.9
Promedio.	44.2	42.79	1.41
D.S.	4.05	2.54	
Test t.	0.0127		
N.S. 0,05			
P	0.99		
N.S.>0,05			

Tabla n°7. Arco Mandibular.
(grados)

Radiografía	Computación	Manual	Diferencia
1	23.9	32.5	-8.6
2	24.5	31	-6.5
3	33.4	38	-4.6
4	33.5	34	-0.5
5	33	35	-2
6	33.5	34	-0.5
7	28.6	33	-4.4
8	38.3	36	2.3
9	30.4	39	-8.6
10	27.1	27.5	-0.4
11	35.3	35	0.3
12	34.9	39	-4.1
Promedio	31.36	34.5	-3.14
D.S.	4.48	3.35	
Test t.	0.005		
N.S.0,05			
P	0.99		
NS>0,05			

Tabla nº 8. Convexidad Facial.
(milímetros)

Radiografía	Computación	Manual	Diferencia
1	4.5	4.5	0
2	8.6	8.5	0.1
3	7	10.5	-3.5
4	-0.3	-1	-1.3
5	5	2.5	2.5
6	4.3	5	-0.7
7	3.7	4	-0.3
8	3.5	3	0.5
9	0.6	0.5	0.1
10	6.1	6.5	0.4
11	7.9	7.5	0.4
12	-1.2	-1.5	-0.3
Promedio	4.14	4.16	-0.02
D.S.	3.14	3.72	
Test t.	0.475		
N.S. 0.05			
P	0.64		
N.S> 0,05			

Tabla nº 9.Posición Incisivo Inferior.
(milímetros)

Radiografía	Computación	Manual.	Diferencia.
1	3.4	4	-0.6
2	0	1.5	-1.5
3	0.1	2.5	-2.4
4	5.6	2	3.6
5	-1.1	1	-0.1
6	-3.6	3.5	-0.1
7	6.5	7	-0.5
8	5.5	6	-0.5
9	0.9	0.5	0.4
10	6	6	0
11	1.4	1	0.4
12	6.6	7	-0.4
Promedio	2.6	3.5	0.9
D.S.	3.44	2.44	
Test t.	0.1193		
N.S. 0,05			
P	0.9		
N.S > 0,05.			

Tabla nº 10 Inclinación Incisivo Inferior.
(Grados)

Radiografía	Computación	Manual	Diferencia.
1	23.5	30	-6.5
2	12.9	20.5	-7.6
3	18.1	12	6.1
4	30.6	22	8.6
5	21.9	28	-6.1
6	7.1	7	0.1
7	25.8	29	-3.2
8	28.3	32	-3.7
9	28.5	30	1.5
10	27.7	27.5	0.2
11	20.4	20	0.4
12	32.1	30	2.1
Promedio	23.07	24	-0.93
D.S.	7.48	7.92	
Test t	0.2651		
N.S.0,05			
P	0.79		
N.S >0,05			

Tabla n°11 Posición 1° molar sup a P.T.V.
(milímetros)

Radiografía	Computación.	Manual	Diferencia.
1	18.6	18	0.6
2	11.6	12	-0.4
3	7.3	8	-0.7
4	14.3	14	0.3
5	25.6	25	0.6
6	15.4	16	-0.6
7	22.8	25	-2.2
8	11.8	12	-0.2
9	22.3	22	0.3
10	16.9	16	0.9
11	15.7	16.5	-0.8
12	22	19	3
Promedio.	17.02	16.95	0.07
D.S.	5.45	5.22	
Test t.	0.4283		
N.S.0,05			
P	0.67		
NS > 0,05			

Tabla n°12 Protrusión labio Inferior.
(milímetros)

Radiografía	Computación.	Manual	Diferencia.
1	0.6	1.5	-0.9
2	4	5.5	-1.5
3	0.7	0	0.7
4	1.2	2	-0.8
5	-2.2	-2.5	-0.3
6	-0.4	0	-0.4
7	3.1	4.5	-1.4
8	4.6	5	-0.4
9	-3	-3	0
10	2.6	2.5	0.1
11	3.4	4.5	-0.9
12	-1.6	-1	0.6
Promedio	1.08	1.58	-0.5
D.S.	2.52	2.92	
test t	0.0138		
N.S.0,05			
P	0.98		
N.S>0,05			

DISCUSIÓN

El advenimiento de la digitalización radiográfica ha traído consigo muchas ventajas entre las que se cuentan la posibilidad de almacenamiento de radiografías en un computador, la transmisión de imágenes radiográficas a sitios distantes o teleradiología, el análisis cefalométrico por parte de un software, entre otros. Tanto es así que los equipos de digitización se han hecho cada vez más populares en la medida que más y más ortodoncistas han adquirido sistemas computacionales para realizar sus análisis cefalométricos (Luc 1996).

En el presente estudio se comparó un sistema de análisis cefalométrico asistido computacionalmente con cefalometría manual convencional. Los resultados obtenidos no arrojaron ninguna diferencia significativa en ninguno de los 10 parámetros analizados. Esto podría explicarse basándose en lo afirmado por Chen y cols. y Trpkova y cols. en que los mayores errores en la cefalometría convencional son errores de proyección y de trazado, dentro de lo cual se incluye la identificación de las marcas. El software utilizado requiere que sea un operador manual el que identifique los puntos de interés, por lo que el origen de la información sobre la cual se hará el análisis es similar que para el método manual. Además, en este caso se usaron las mismas radiografías y fue el mismo operador, por lo que de haber habido algún error, lo más probable es que se hubiera repetido en ambas técnicas.

Figari y cols. y Aravena y cols. en 1991 y 1993 respectivamente tampoco encontraron diferencias significativas en estudios similares en que probaron el sistema de Legan Burstone. En ambas investigaciones hubo más de un operador y se evaluó además si habían diferencias entre los resultados obtenidos por cada uno de ellos, y tampoco las hubo. Esto último no se pudo realizar en este estudio, porque solamente hubo un operador. Al contrario de lo que podría pensarse en el sentido de que estudios con varios operadores darían resultados más disímiles, Trkpova y cols. observaron en su meta análisis de 1997 que esto no tiene un rol preponderante, aunque llegaron a esa conclusión basados en un número pequeño de estudios.

Nimkarn y Miles mencionan resultados similares obtenidos por Richardson en su investigación de localización de 14 puntos en 50 radiografías que fueron digitalizadas v/s su contraparte manual. Es importante hacer notar el número de radiografías usado por

Richardson, pues en el análisis estadístico del presente estudio, se señaló que era posible que se pudiera encontrar diferencias significativas si se aumentaba la muestra. Pues bien, Richardson utilizó más de 4 veces el número de radiografías de este trabajo y las diferencias siguieron siendo no significativas.

Sin embargo en su propia investigación, Nimkarn y Miles sí encontraron diferencias, aunque sólo en pocos de los puntos evaluados. Lo curioso es que uno de estos puntos fue la espina nasal anterior que resultó ser, junto con el nasion, uno de los puntos de más fácil ubicación en el presente trabajo, según opinión del operador. Trpkova y cols. también observaron que la espina nasal anterior era uno de los puntos con mayores diferencias de ubicación. La causa de esta diferencia puede estar en que en el presente trabajo la medición de los puntos se basó en cuantificar los parámetros que tienen su origen en la ubicación de las marcas cefalométricas, es decir, en la medición de los planos que se originan de ellas, por ejemplo el valor de la altura facial tiene su origen en la ubicación de los puntos Xi, ANS y Pm. En los trabajos mencionados, en cambio, se analizó la ubicación de cada punto por separado en base a coordenadas cartesianas. Esto último implica que los resultados dependen exclusivamente de la ubicación que se le de a cada punto, mientras que con el sistema utilizado en el presente trabajo, depende también de la ubicación de los otros puntos con los que se relaciona. Se realizó este método de medición en base al trazado cefalométrico en si y no de punto por punto para comprobar si en el resultado final de la ubicación de cada una de las marcas se encontraban diferencias. Podría darse que en la ubicación individual de las marcas hubiera diferencias significativas, pero que al traspasar esas marcas a un trazado, esas diferencias fueran insignificantes. Otro de los factores que pudiese haber incidido en este punto es la falta de experiencia del operador.

Durante el transcurso de la parte experimental de la investigación, una de las principales dificultades encontradas por el operador fue la identificación de algunos puntos. El sistema de Rickets utiliza algunas marcas que son bastante subjetivas, como por ejemplo el suprapogonion y el centroide mandibular, sobre todo si se toma en cuenta que el operador tenía poca experiencia en cefalometrías. Esto se puede corroborar en que las mayores diferencias se encontraron en los parámetros que utilizan dichos puntos cefalométricos. En el caso particular del programa computacional, además de los puntos standards del sistema Rickets, éste requiere aproximadamente 70 puntos extras, algunos de

los cuales son de difícil ubicación. Esto hace que sea bastante agotador y que se requiera tiempo en realizarlo. La misma opinión expresan Rudolph y cols.. Especialmente dificultoso resultó ubicar algunos puntos en la zona de la rama mandibular y de la ATM. Si bien es cierto este sistema provee bastante información en forma rápida una vez que se finaliza el trazado, el realizar dicho trazado resultó ser bastante más complicado y requirió más tiempo que el método manual.

Otra de las dificultades encontradas, fue la definición de algunas de las marcas cefalométricas. Así mientras para Gregoret suprapogonion es el punto localizado en la convergencia de la lámina cortical externa con la interna del mentón óseo, para Canut es el punto donde la curvatura del borde anterior de la sínfisis pasa de cóncava a convexa. Ambas definiciones resultaron ser bastante subjetivas. Una dificultad similar encontraron Trpkova y cols. en 1997.

En cuanto a los resultados obtenidos propiamente tales, resulta curioso que las mayores diferencias encontradas fueron en variables que corresponden a angulación (grados) y que las dos menores correspondan a distancias (milimetros). Esto avalaría lo expresado por Figari y cols. en que las mediciones lineales, que dan una relación del tamaño, son más prácticas que las angulares que entregan información acerca de la forma.

De los resultados del presente trabajo, se concluye que no existe diferencia significativa entre cefalometrías realizadas con el método manual tradicional y cefalometrías asistidas computacionalmente desde el punto de vista de los resultados obtenidos. Interesante sería realizar a futuro estudios similares en que se comparen los métodos manuales con los métodos completamente computacionales y con los nuevos sistemas sónicos. Durante el desarrollo de la presente investigación, no se encontró ningún estudio de estos últimos dos tipos en el medio sudamericano.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ricardo Morán, Coordinador Programa de Especialización en Radiología Oral y Maxilofacial, por su motivación, correcciones y apoyo en la realización de esta investigación.

Al Dr. Ramón Naranjo, Jefe Servicio Radiología Oral y Maxilofacial Hospital Naval Almirante Neff, por haber permitido tomar las radiografías sin costo alguno en dicho recinto.

Al Dr. Alejandro Hidalgo, Residente post grado Radiología Oral y Maxilofacial 2001 de la Facultad de Odontología Universidad de Valparaíso, por su colaboración en el desarrollo de la investigación y en su presentación.

A la Sra. Gianina Vásquez, Auxiliar Dental Servicio Radiología Oral y Maxilofacial Hospital Naval Almirante Neff, quien tomó las radiografías utilizadas en la investigación.

Al Dr. Osvaldo Badenier, Jefe de la cátedra de Salud Pública, por su ayuda en la parte estadística de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguila, J. (1996) Manual de Cefalometría. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana, C. A. Caracas, Venezuela

2. Alcócer, D.; Cavieres, N. (1993) Comparación de un método computacional y manual en la predicción cefalométrica para la cirugía ortognática. *Seminario de tesis para optar al título de Cirujano Dentista*

3. Aravena, J.; Cofré, C.; Galleguillos, E.; Lee, W. S. (1993) Comparación entre cefalometría convencional y computacional con digitalización directa. *Seminario de tesis para optar al título de Cirujano Dentista*

4. Canut, J. A. (1991) Ortodoncia Clínica. Salvat Editores S. A. Barcelona, España

5. Chen, Y. J.; Chen, S. K.; Chang, H. F.; Chen, K. C. (2000) Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *Angle Orthodontits* 5:387-392

6. Figari, C.; Mitelman, P.; Sheward, P.; Villavicencio, F. (1991) Evaluación de sistema computacional para realizar cefalometría. *Seminario de tesis para optar al título de Cirujano Dentista*

7. Forsyth, D. B.; Shaw, W. C.; Richmond, S. (1996): Digital imaging of cephalometric radiography, part 1: advantages and limitations of digital imaging. *Angle Orthodontits* 1:37-42

8. Forsyth, D. B.; Shaw, W. C.; Richmond, S.; Roberts, C. T. (1996) Digital imaging of cephalometric radiography, part 2: image quality. *Angle Orthodontits* 1:43-50

9. Gregoret, J. Ortodoncia y Cirugía Ortognática, diagnóstico y planificación. Espaxs, Publicaciones médicas Barcelona, España

10. Luc, P. M. (1996) Accuracy of a commercially available digitizer: A new method for assessment of errors in linearity. *Angle Orthodontits* 6:433-440

11. Nimkarn, Y.; Miles, P. G. (1995) Reliability of computer-generated cephalometrics. Int *J Adult Orthod Orthognath Surg* 1:43-52

12. Prawat, J. S.; Nieberg, L.; Cisneros, G. J.; Acs, G. (1995) A comparison between radiographic and sonically produced cephalometric values. *Angle Orthodontits* 4:271-276

13. Rudolph, D. J.; Sinclair, P. M.; Coggins, J. M. (1998) Automatic computerized radiographic identification of caphalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:173-179

14. Trpkova, B.; Major, P.; Prasad, N.; Nebbe, B. (1997) Cephalometric landmarks identification and reproducibility: A Meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:165-170)

15. Tsang, K. H. S.; Cooke, M. S. (1999) Comparison of cephalometric analysis using a non-radiographic sonic digitizer (DigiGraph TM Workstation) with conventional radiography. *European Journal of Orthodontics* 21:1-13