

a. Planos horizontales

Siguen el sentido horizontal de la radiografía ^{2, 11, 18} Fig. VIII-9

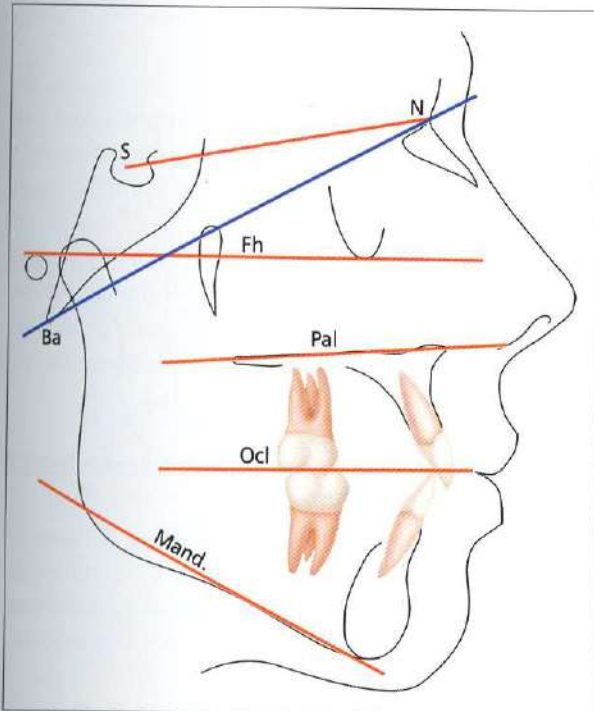


Fig. VIII-9. Planos horizontales.

Plano de Frankfort u "Horizontal de Frankfort" (Po-Or) Es un plano de orientación para ambos tipos de radiografías y está formado por la unión de los puntos infraorbitario y porion, es paralelo al plano de la visión en el cefalostato, al tomar las radiografías de perfil y posteroanterior. Es la referencia para la posición de la cabeza y su ventaja es que puede ser visualizado externamente.

Plano de la base craneana anterior (N-S) Formado por la unión de los puntos nasion y silla turca. Situado en el plano medio sagital, delimita la base craneana, tiene la ventaja de ser fácilmente localizado en la radiografía y de estar en una zona que sufre pocos cambios durante el desarrollo. Por mucho tiempo fue utilizado como plano de orientación.

Plano palatino (maxilar) (ENA-ENP) Representa la cara media verticalmente, por encima de él, la región nasoorbitaria y por debajo, la bucal. Une los puntos espina

nasal anterior y posterior que son los límites del hueso maxilar. Mantiene el paralelismo con el plano de Frankfort durante el crecimiento del maxilar.

Plano mandibular: (Go-Me) El borde inferior de la mandíbula es fácilmente apreciable en la imagen radiográfica; sin embargo, existen por lo tanto cuatro formas para describirlo: Tweed ¹⁹ y Ricketts ⁵ lo definen como una línea recta tangente al borde más inferior de la mandíbula. Downs, ³ uno de los fundadores del análisis clínico cefalométrico, lo señala como una línea que une el gonion con el mentón; una tercera definición, empleada por Steiner ⁷ es la de la línea que une el gonion con el gnation y por último está la *línea de Bimler M-EA (mentón a escotadura antegonial)* ¹⁷

b. Planos verticales Fig. VIII-10 A, B y C

Plano NA. Es la línea que une los puntos nasion y A. ⁷

Plano NB. Es la línea que une los puntos nasion y B.

Plano facial. (N-Pog) Es el plano que se forma al unir los puntos nasion y pogonion.

Plano A-Pog. (A-Pog) Es el plano que se forma al unir los puntos A y Pog.

Plano S-Ar. Plano de la base craneana posterior

Plano Ar-Go Plano que representa la altura de la rama.

Plano N-Go Plano que divide el ángulo goniaco en superior e inferior.

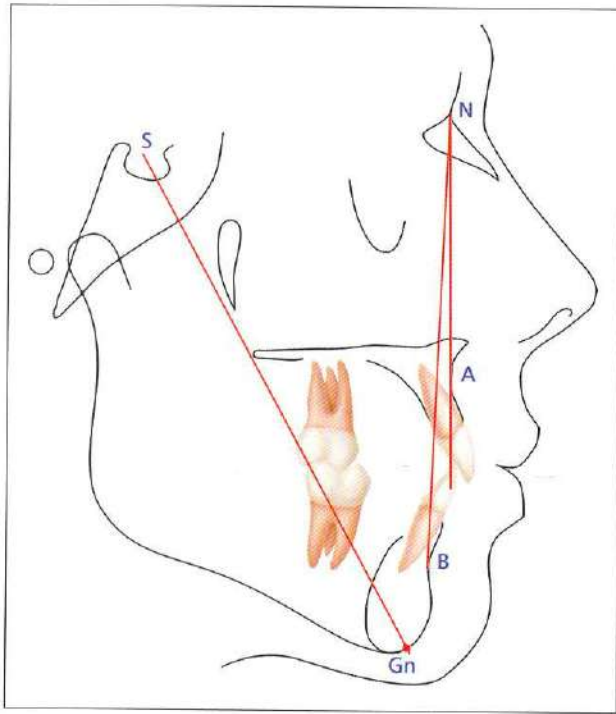
Plano S-Go Plano que representa la altura facial posterior.

Plano Na-Me Plano que representa la altura facial anterior.

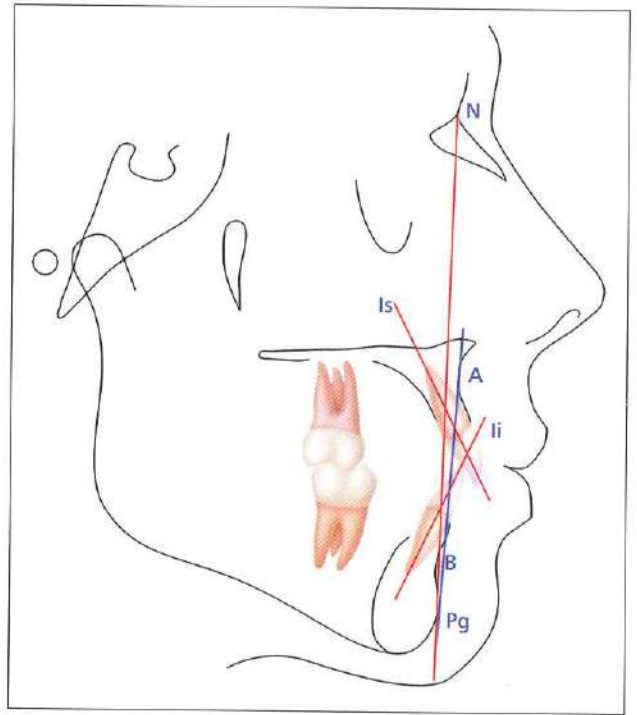
Plano del eje "Y". (Gn-S) Es la línea que conecta los puntos gnation y S, denominado "*eje de crecimiento*" ³

Eje del incisivo maxilar (Ai-Ar) Es la línea que une los puntos Ai y Ar siguiendo el eje longitudinal del incisivo maxilar más prominente en la imagen radiográfica.

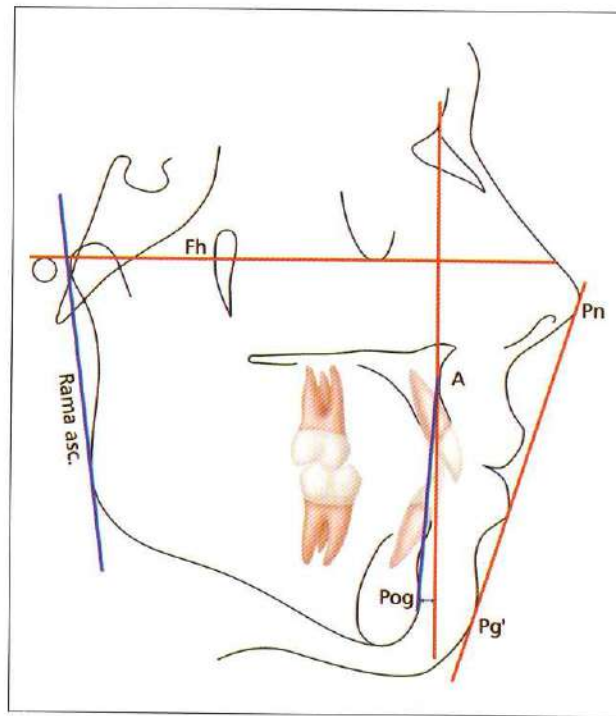
Eje del incisivo mandibular. (Bi-Br) Es la línea que sigue el eje longitudinal del incisivo central mandibular, unien-



A



B



C

Fig. VIII-10. Planos verticales. **A.** Se sitúan los planos: NA, NB y Eje "Y" de crecimiento **B.** Se señalan los planos N-Pog, y ejes de los incisivos **C.** Se trazan los planos: plano estético de Ricketts, plano de la rama ascendente de la mandíbula y A-Pog, y perpendicular o vertical de McNamara.

do los puntos Bi-Br. (En la radiografía se toma el que se observa más prominente)

Nasion perpendicular (Línea o vertical de McNamara) ⁸ Es una línea trazada desde el punto nasion que cruza perpendicularmente el plano horizontal de Frankfort, llegando hasta la altura del mentón.

Plano de la rama ascendente. (Ar-Go) Se traza una tangente al borde posterior de la rama ascendente, tocando sus partes más prominentes. Si en la placa radiográfica aparecen dos imágenes, se toma la más posterior.

Plano estético de Ricketts. (Pn-Pog') Es la línea de referencia del perfil de los tejidos blandos. Va desde la punta de la nariz hasta la porción más anterior del perfil de la barbilla, todo ello en tejidos blandos. ⁵

Clasificación de los planos

Ya descritas las diferentes líneas o planos cefalométricos cabe destacar que se distinguen tres planos de diferentes aplicaciones: 1) de orientación, 2) de referencia y 3) de superposición. ^{6, 12}

1. El *plano de orientación* es el que permite mantener la cabeza en una misma posición fisiológica y que ella sea fácilmente reproducible en las diferentes incidencias radiográficas por lo que es de gran importancia en los estudios filogenéticos de la cabeza y la cara. En ortodoncia juega papel principal para evaluar el grado de prognatismo de los maxilares. El más utilizado es el horizontal de Frankfort, la línea que une los puntos suborbitario y tragus. Puntos estos que al ser externos al cráneo se ubican fácilmente. Se adapta muy bien a los propósitos de comparación de datos.
2. El *plano de referencia* es al que, como lo indica su nombre, nos referimos para analizar las diferentes medidas cefalométricas; es decir, que han sido seleccionados como base para una comparación. Por ejemplo, el análisis de Wylie toma el de Frankfort y sobre el proyecta en ángulo recto los puntos seleccionados, luego calcula las medidas en sentido anteroposterior. Otros análisis que usan también ese plano son: Tweed, ¹⁹ Downs ³ Ricketts ⁵ Steiner ⁷ y el de Bolton (Ba-N) ²¹

Hay acuerdo en considerar que de todos los planos de orientación y referencia el de Frankfort es el más fiable al reunir las características: clínicas, anatómicas, analíticas y descriptivas imprescindibles en los estudios de crecimiento y en estudios comparativos, por lo cual, ha reemplazado al NS.

3. *Plano de superposición.* Representa la asunción de que es un área relativamente estable en la cual son evaluadas otras que lo son menos. Por ejemplo, el silla-nasion ha sido usado para evaluar el resultado de los cambios producidos en la cara en un individuo. Requieren al menos un punto fijo, en este respecto difieren del de referencia, el cual es usado en estudios seccionales cruzados y pueden ser más o menos arbitrarios estos en cambio son requeridos en los estudios seriados y su estabilidad debe ser previamente probada. ¹²

De utilidad principal para evaluar los cambios que se producen durante el crecimiento y la terapia ortodóncica y diferenciarlos entre ambos procesos. Los de selección de preferencia son el NS y el Ba-Na, correspondientes a la base craneana, ya que se visualizan muy fácilmente por lo que hay menor riesgo de error, sobre todo, si se trata de estudios seriados.

Entre los planos de superposición se pueden considerar dos tipos:

1. Los utilizados para evaluar los cambios totales de la cara en general y
 2. Para evaluar los cambios regionales.
1. *Evaluación de los cambios totales.* Generalmente se selecciona el área de la base craneana, ya que se asume, cuando se le compara con el resto de la cara, que obtiene su crecimiento definitivo temprano en la vida (6 a 8 años de edad) y se considera relativamente estable. Sin embargo, es importante señalar no sólo el plano, sino también el punto de registro. ^{6, 13}
 2. *Evaluación de los cambios por regiones.* Son importantes, ya que por ejemplo, la superposición en la base craneana puede enmascarar los cambios locales en el tamaño de la mandíbula o en la inclinación axial de los incisivos, debido a que las diferentes áreas están lejos del plano.

4. ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO

Un análisis cefalométrico es un conjunto de ángulos y mediciones lineales seleccionadas del gran bloque de informaciones que provee la cefalometría y que permiten al ortodoncista conocer mejor las condiciones anatómicas de su paciente lo que le ayudará a realizar un diagnóstico más acertado, formular el plan de tratamiento adecuado y comprobar los resultados por la terapia impartida.

Sin embargo, hay que tener presente que ningún análisis cefalométrico es apropiado para todas las necesidades clínicas, ya que cada problema específico, requieren obviamente soluciones diferentes para cada uno. Así que, al analizar un caso se deberá tener a mano todos los medios disponibles (modelos de estudio, fotografías, radiografías panorámicas, etc.) para llegar al diagnóstico más acertado.

Autores como Downs,³ Steiner,⁷ McNamara,⁸ han propuesto diferentes análisis para tratar de establecer el diagnóstico de los problemas ortodóncicos. Sin embargo, no siempre se presentan juntas las características de una determinada maloclusión, hay situaciones en la *línea límite* y hay que recurrir a otros análisis. Por ello, le suministramos una buena parte de la bibliografía disponible a la cual puede recurrir para aclarar el diagnóstico.

Por nuestra parte, hemos tratado de seleccionar dentro de esa extensa gama de mediciones, un conjunto de ellas (angulares, lineales y proporcionales) que de manera más simple y práctica nos lleven al diagnóstico del caso ya que estamos tratando pacientes en edades donde se esperan cambios, no sólo debidos al tratamiento, sino también a otros propios de la edad en que estamos actuando: el crecimiento y desarrollo del niño.

Arbitrariamente hemos denominado nuestro conjunto de mediciones *Análisis dinámico de la dentición mixta* (ADDM) puesto que se trata de estudiar al niño dentro de los parámetros del crecimiento propios para cada edad, considerándolo un análisis dinámico, no estático, a diferencia de un paciente adulto que ha concluido su crecimiento por lo que no se esperan cambios atribuidos a él. (7 a los 14 años).

Básicamente, nos interesa, *diagnosticar el problema, saber hacia donde debemos dirigir la terapia; pero, también, es necesario conocer las características de su crecimiento*, lo cual es particularmente útil en los problemas esqueléticos, donde el crecimiento puede actuar, en forma favorable, cooperando en la corrección del problema pero también, en forma contraria, agravándolo. El conocimiento de estos detalles nos permitirá establecer objetivos acordes con las posibilidades de cada caso individual y ser más acertados en el pronóstico.

Ángulos cefalométricos

A partir de la unión de dos de los planos o líneas que hemos señalado se van a definir los ángulos que nos llevarán a la formulación del diagnóstico.

Para el desarrollo del análisis sugerimos el orden que proponemos, según la ficha adjunta (Ficha 1). En las Tablas VIII-1A y VIII-1B, presentamos los valores cefalométricos nomrales correspondientes a las diferentes edades de la dentición mixta, según los estándares reportados para el estudio de la Universidad de Michigan, realizada para una muestra caucasoidea, las cuales, en todo caso deben ser utilizadas con reserva. Se entregan además las mediciones reportadas por el estudio realizado por Rojas (Tabla VIII-2) en una muestra de niños venezolanos, estas, aunque según nuestra ficha no están contempladas en su totalidad, en algunos casos se presentan ligeras diferencias, pero en todo caso se recomienda al clínico, considerar que su paciente se adapte mejor a la etnia del venezolano que a la correspondiente caucasoidea de la muestra de Michigan, por lo que sugerimos deben ser consideradas como referencias primarias, si tenemos disponible el dato correspondiente.^{14, 17}

Cabe destacar que algunos de ellos han sido definidos con valores promedio para una dentición mixta y con valores en las tablas correspondientes a cada edad (7-14 años) el valor promedio para cada uno, de tal manera que el clínico puede acudir a ella de acuerdo a la edad en que se encuentre su paciente.

Los valores cefalométricos de algunas de las variables utilizadas en el ADMM. Por edad y sexo, se muestran en las tablas VIII-1A, VIII-1B y VIII-2.

FICHA
VIII-1

MUESTRA DE FICHA PARA ANOTACIÓN DE LOS DATOS DEL ANALISIS ADDN

MEDIDAS	NORMAL	PACIENTE	CONTROL	CONTROL
BASE CRANEANA				
NS-Ar				
SAR-ArGo				
Long. base craneana ant.(BCA)				
MAXILAR-CRANEO				
SNA				
N perp. al pto A (mm)				
Co-A (mm)				
MANDIBULA-CRANEO				
SNB				
Fh-NPog				
N perp. al pto. Pog. (mm)				
Co-Gn (mm)				
Long. cpo mand. Go-Me (LCM)				
MAXILO-MANDIBULAR				
ANB				
NA-Pog				
Diferencia maxilo-mand.				
INTERDENTARIO				
1s-1i				
DENTARIAS MAXILARES				
1s-NS				
1s-ENA.ENP				
1s-NA (°)				
1s-NA (mm)				
DENTARIAS MANDIBULARES				
1i-GoMe				
1i-NB (°)				
1i-NB (mm)				
VERTICALES				
NS-Gn				
Fh-GoMe				
NS-GoMe				
Goniaco (Ar-Go-Me)				
Goniaco sup. (Ar-Go-Na)				
Goniaco inf. (N-Go-Me)				
AFAT (N-Me) mm				
AFP (S-Go) mm				
AFAI (ENA-Me) mm				
RELACIONES				
BCA-LCM 1:1				
AFP-AFAT %				

TABLA VIII-1A ANALISIS DINAMICO PARA LA DENTICIÓN MIXTA (ADDM)
 Valores desde los 7 hasta los 14 años (sexo masculino)

MEDICIONES	7 AÑOS		9 AÑOS		12 AÑOS		14 AÑOS	
	PROMEDIO	DE	PROMEDIO	DE	PROMEDIO	DE	PROMEDIO	DE
BASE CRANEANA								
NS-Ar					123	5	143	6
SAR-ArGo					143	6	143	6
Long. base craneana ant.(BCA)	73,9	3,1	75,9	3,3	78,3	3,3	80,5	4,1
MAXILAR-CRANEO								
SNA	80,7	3	80,6	3	81,1	3,3	80,7	3,4
N perp. al pto A (mm)			0		0		1	
Co-A (mm)	81,7	3,4	87,7	4,1	92,1	4,1	98,9	4,4
MANDIBULA-CRANEO								
SNB	75,7	2,8	76,4	2,5	77,3	2,7	77,3	3,1
Fh-NPog	81,7	3,4	81,9	3,6	82,6	3,8	83,3	3,7
N perp. al pto. Pog. (mm)	-8 a -6		-8 a -6		-8 a -6		-4 a 0	
Co-Gn (mm)	99,3		107,7	3,8	114,4	4,3	126,8	4,7
Long. cpo mand. Go-Me (LCM)	63,3	3	67,7	3,1	73,1	3,5	77,4	3,9
MAXILO-MANDIBULAR								
ANB	5	2,3	4,2	1,9	3,9	2,1	3,4	2
NA-Pog	10,6	4,9	8	4,5	6,7	4,8	5,2	4,8
Diferencia maxilo-mand.	17,5	2,2	20	2,6	22,2	3,1	27,9	3,3
INTERDENTARIO								
1s-1i	134,6	13,2	126,3	9,2	127,1	9,7	129,6	10,8
DENTARIAS MAXILARES								
1s-NS	98,7	8,4	104,3	5,1	104	5,5	102,6	6
1s-ENA.ENP	104,6	8,2	110,7	5	110,5	5,5	109,9	5,4
1s-NA (°)	18	8,3	23,8	4,9	22,8	5,7	21,9	5,6
1s-NA (mm)	1	2,2	3,7	2,1	4,3	2,7	4,3	2,8
DENTARIAS MANDIBULARES								
1i-GoMe	90,5	6,5	94,7	5,7	95,1	5,9	94,8	7,2
1i-NB (°)	22,1	7,1	25,8	5,9	26,1	6,4	25,1	7,1
1i-NB (mm)	2,9	2,3	4,5	2,4	5,2	2,6	4,9	2,8
VERTICALES								
NS-Gn	67,5	3,1	67	3	67,1	3	67,6	3,5
Fh-GoMe	30,1	5,9	29,5	5,5	29,4	5,5	27,7	5,8
NS-GoMe	36	4,9	34,7	4,6	33,8	4,9	33,2	5,1
Goniaco (Ar-Go-Me)	130,5	4,7	128,5	4,7	126,5	5,2	124	5,3
Goniaco sup. (Ar-Go-Na)								
Goniaco inf. (N-Go-Me)								
AFAT (N-Me) mm	110,7	5,8	115,9	5,4	123,3	6,3	130,3	7,9
AFP (S-Go) mm	67,4	4,6	71,9	4,4	77,6	5,3	82,6	5,6
AFAI (ENA-Me) mm	58,4	3,1	61,1	3,6	64,3	3,6	69,7	4,3
RELACIONES								
BCA-LCM 1:1								
AFP-AFAT %								

* Fuente: McNamara JA: A method of cephalometric evaluation Am J Orthod 1984; 86:449-469. - Riolo ML, Moyers RE, McNamara JA and Hunter WS. An Atlas of craneofacial growth: Cephalometric standards from the University of Michigan. An Arbor. Center for Human Growth and development. Monograph Number 2. 1986. - Jarabak J., Fizzell J.: Aparatología del arco de canto con alambres delgados. Editorial Mundi Buenos Aires.

TABLA VIII-1B ANALISIS DINAMICO PARA LA DENTICIÓN MIXTA (ADDM)
 Valores desde los 7 hasta los 14 años (sexo femenino)

MEDICIONES								
	7 AÑOS		9 AÑOS		12 AÑOS		14 AÑOS	
	PROMEDIO	DE	PROMEDIO	DE	PROMEDIO	DE	PROMEDIO	DE
BASE CRANEANA								
NS-Ar					123	5	123	5
SAR-ArGo					143	6	143	6
Long. base craneana ant.(BCA)	70,6	2,6	72,6	2,7	74,9	3	76	2,9
MAXILAR-CRANEO								
SNA	81,9	3	80,5	3,2	81,4	3,6	81,3	3,5
N perp. al pto A (mm)			0		0		1	
Co-A (mm)	79,8	2,2	85	2,3	89,6	2,4	92,7	3
MANDIBULA-CRANEO								
SNB	76,3	3,1	76,5	3,4	77,7	3,4	77,9	3,8
Fh-NPog	83,4	3,1	84,3	3	85	3	86,7	3,7
N perp. al pto. Pog. (mm)	-8 a -6		-8 a -6		-8 a -6		-4 a 0	
Co-Gn (mm)	97,7	3,4	106,1	3,4	113,3	3,6	120	3,4
Long. cpo mand. Go-Me (LCM)	62,7	4	66,5	4,4	71,5	4	74,8	4,4
MAXILO-MANDIBULAR								
ANB	5,7	2,7	4	2,6	3,7	2,4	3,4	2,5
NA-Pog	12	5,4	7,6	5,6	6,4	5,5	5,3	5,9
Diferencia maxilo-mand.	17,9	8,1	21	2,7	23,4	3	27,3	3
INTERDENTARIO								
1s-1i	135	13,6	125,5	9,7	125,5	10	128	9,5
DENTARIAS MAXILARES								
1s-NS	98,8	9,8	105,3	6,4	105,6	6,3	104	6,2
1s-ENA,ENP	105,4	10	113	6,6	113,9	5,9	112,1	6,1
1s-NA (°)	16,9	9,9	24,8	6	24,2	6,5	22,7	5,4
1s-NA (mm)	-0,2	2,6	3,8	2,4	4,3	2,8	4,1	2,5
DENTARIAS MANDIBULARES								
1i-GoMe	89,4	8,1	93,9	7,2	94,7	6,5	94,3	6,8
1i-NB (°)	22,4	7,9	25,7	7	26,5	6,7	25,9	7,1
1i-NB (mm)	2,8	2,1	4,2	2,3	5	2,5	4,7	2,6
VERTICALES								
NS-Gn	67,8	3,1	67,6	3,8	67	3,5	67,1	4,4
Fh-GoMe	29,7	3,7	28,4	4,9	28,1	5,2	24,8	5,8
NS-GoMe	36,7	4,9	35,3	5,3	34,1	5,3	33,7	6,2
Goniaco (Ar-Go-Me)	130	4,3	127,3	4,7	126,2	4,2	125	4,7
Goniaco sup. (Ar-Go-Na)								
Goniaco inf. (N-Go-Me)								
AFAT (N-Me) mm	107,8	5,3	112,1	5,7	118,3	6	122,3	5,9
AFP (S-Go) mm	64,6	4,4	68,5	4,4	73,7	5,1	76,6	5,5
AFAl (ENA-Me) mm	57,9	3,7	60	2,9	62,6	4,5	66,1	4,3
RELACIONES								
BCA-LCM 1:1								
AFP-AFAT %								

* Fuente: McNamara JA: A method of cephalometric evaluation Am J Orthod 1984; 86:449-469. - Riolo ML, Moyers RE, McNamara JA and Hunter WS. An Atlas of craneofacial growth: Cephalometric standards from the University of Michigan. An Arbor. Center for Human Growth and development. Monograph Number 2. 1986. - Jarabak J., Fizzell J.: Aparatología del arco de canto con alambres delgados. Editorial Mundi Buenos Aires.

TABLA VIII-2 Valores promedios para algunos ángulos que caracterizan el perfil facial en una muestra de niños venezolanos (Por sexo y edad) (*)

EDAD	7 AÑOS			8 AÑOS			9 AÑOS			10 AÑOS						
	FEMEN.	MASC.		FEMEN.	MASC.		FEMEN.	MASC.		FEMEN.	MASC.					
VARIABLE	PROM.	D.E.	D.E.	PROM.	D.E.	D.E.	PROM.	D.E.	D.E.	PROM.	D.E.	D.E.				
NAP	11.28	6.43	10.3	4.86	10.73	3.26	8.12	3.32	8.51	3.77	7.84	4.27	7.57	3.51	2.39	5.93
SNA	79.25	1.63	80.25	1.63	80.27	1.63	81.30	1.65	80.25	1.63	81.86	4.82	80.34	4.4	81.06	4.2
SNB	78.22	3.56	78.53	2.88	78.52	1.97	77.04	2.71	78.89	2.47	77.58	4.58	76.26	4.9	78.87	3.12
ANB	5.23	2.59	5.41	1.7	4.97	1.4	4.3	1.84	4.41	1.75	4.39	2.29	4.08	1.36	1.17	2.69
NS-Gn	67.24	3.45	66.0	2.48	65.97	1.8	66.85	2.78	67.08	2.14	66.89	3.44	69.05	6.15	65.79	3.44
NS-Pm	36.13	4.86	35.35	3.49	34.84	2.19	35.79	4.53	35.06	2.37	35.44	4.97	38.12	6.57	35.05	4.92
Fh- Pm	32.97	4.61	32.4	5.98	31.08	2.32	31.38	3.38	33.96	4.87	30.20	4.15	35.3	5.86	34.2	4.4
SND	74.91	3.33	75.23	3.19	74.38	1.6	74.5	2.65	76.1	2.48	74.98	4.55	73.55	5.02	76.51	3.07
1s-NS	100.43	6.3	99.99	7.22	102.66	8.57	101.28	6.81	103.78	6.82	103.84	6.11	99.29	4.79	104.38	6.25
1s-Ii	133.51	7.29	135.32	12.32	129.4	12.8	135.26	13.17	130.61	5.85	128.37	6.79	129.71	5.2	132.94	9.13
1i-Pm	84.95	3.78	86.66	5.33	86.37	5.56	83.89	4.19	87.25	2.91	86.7	5.98	89.63	3.74	85.27	4.26
NS-Op	20.82	4.0	18.12	3.55	20.09	2.68	17.91	3.29	18.3	2.97	18.96	4.17	20.64	6.0	17.56	4.29
1s-NA (°)	15.93	3.26	16.42	3.57	18.8	3.28	18.39	3.99	19.9	6.39	21.75	4.04	19.07	3.02	23.34	6.49
1i-NB (°)	25.32	6.0	23.53	3.25	26.81	5.68	21.9	6.42	24.71	3.17	25.42	5.63	26.71	3.17	21.61	6.26
1s-NA (mm)	1.25	1.3	0.67	1.94	1.94	3.3	0.89	2.08	2.88	1.7	3.09	1.16	2.86	1.17	4.67	2.82
1i-NB (mm)	4.62	2.36	3.88	2.48	5.09	1.65	3.62	2.1	5.17	1.82	5.28	1.98	4.87	1.83	4.45	2.51
1s-NP	7.13	2.43	2.67	2.67	8.25	3.13	5.84	2.11	7.81	2.04	7.99	2.25	7.59	2.21	6.21	3.2
1i-NP	4.42	2.34	3.77	2.91	5.27	2.26	2.91	1.95	4.65	1.83	4.43	2.07	4.18	2.4	3.15	2.34
NS-Ba	128.48	4.47	125.9	3.61	126.84	4.1	127.48	3.97	128.9	4.51	127.95	5.16	131.88	4.76	126.21	3.9
A perp. Fh	1.97	3.45	2.07	2.16	2.37	3.42	1.53	3.26	1.39	1.74	1.55	3.38	-1.57	4.26	-0.87	3.15
Pog perp. Fh	-4.5	5.49	-5.48	5.79	-4.26	5.82	-4.57	6.52	4.33	-4.25	-3.93	5.59	-9.24	9.02	-3.33	4.84
Co-A (mm)	85.63	4.34	87.89	4.43	88.29	3.86	88.25	3.56	88.03	2.85	90.72	3.78	89.17	5.94	88.79	3.72
C-Gn (mm)	104.8	3.45	107.65	5.4	106.69	4.27	109.22	4.14	109.54	6.88	112.4	6.3	109.65	5.8	114.16	4.9

* Fuente: Rojas I. Estudio de las características cefalométricas en niños venezolanos de 7 a 10 años. Rev Venezol Ortod 1983; 1: 14-26. Estos valores fueron revisados y completados en 1992 en la Cátedra de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela.

A. ANÁLISIS DEL PERFIL ÓSEO

a. BASE CRANEANA

- **Ángulo de la silla (NS - Ar)²²**

Es el ángulo formado por la unión de la base craneana anterior (NS) con la posterior (SN - Ar) Fig. VIII-11

La sincondrosis esfenooccipital, es un centro importante de crecimiento situado en la base craneana media y tiene influencia notable en la flexión de ambas bases y como la fosa condilar que alberga al cóndilo de la mandíbula se encuentra en el hueso temporal, obviamente también recibirá la influencia de dicha sincondrosis.

Norma: $122^\circ \pm 5^\circ$

Interpretación:

Un ángulo mayor, nos indicará que la línea S-Ar es más horizontal; si es menor, mayor verticalidad y se producirá también una distinta variación de la cavidad glenoidea, lo que influirá por lo tanto en la posición anteroposterior de la mandíbula.

Influencia de este ángulo si consideramos el crecimiento: en los casos donde es más pequeño que la norma, el

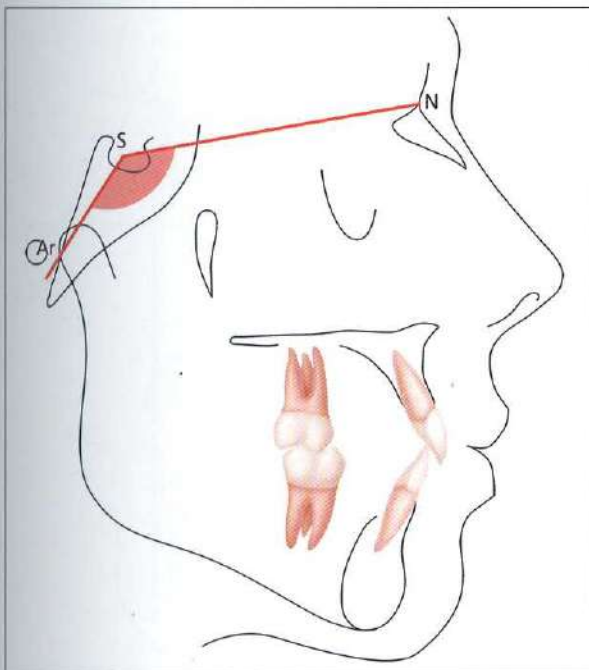


Fig. VIII-11. Ángulo de la silla (NS - Ar).

desplazamiento de la cavidad articular es hacia abajo y levemente hacia atrás, lo que resultará en una implantación más adelantada de la mandíbula. Contrariamente cuando el ángulo está más abierto, con el crecimiento la fosa articular se ubicará hacia abajo y más hacia atrás, provocando una implantación más distal de la mandíbula.

Relación de este ángulo con el tipo facial: clínicamente una mandíbula colocada más distalmente que la norma, deberá crecer para alcanzar un perfil ortognático; pero, una implantación adelantada del cóndilo podrá provocar, aun si el crecimiento se observa que puede tener medidas mayores o menores que la norma en los tres biotipos faciales pero, en general son más abiertos frecuentemente en los dolicofaciales, mientras que los más cerrados se les asocia a los braqui y mesofaciales.²³

Está claro que este ángulo no puede ser modificado por ningún tratamiento ortodóncico, sin embargo, debe ser tenido en cuenta en los pronósticos de crecimiento.

- **Ángulo articular. (SAr - ArGo)²²**

Formado por la base craneana posterior (S-Ar) y una tangente al borde posterior de la rama ascendente de la mandíbula (Ar-Go) Fig. VIII-12

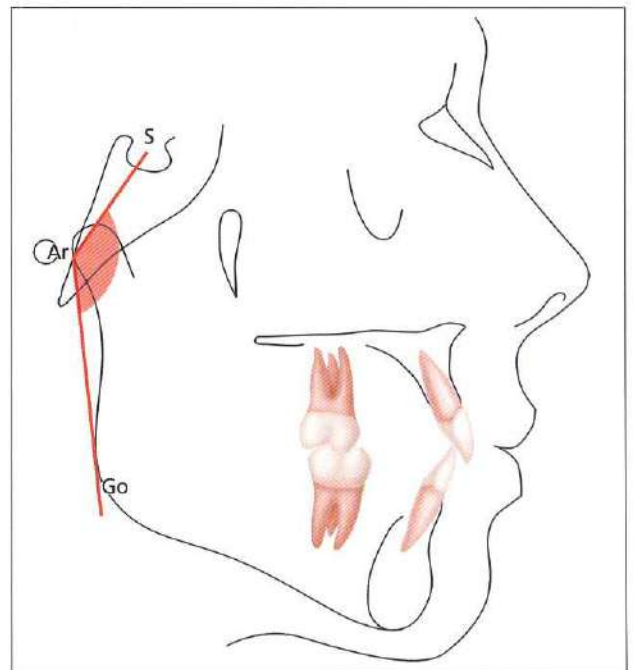


Fig. VIII-12. Ángulo articular (SAr-ArGo).

Norma: $143^{\circ} \pm 6^{\circ}$

Interpretación:

Se presenta aumentado cuando la rama tiene una dirección más vertical y si son menores, se corresponden con una rama inclinada desde atrás y arriba hacia adelante y abajo.

Un valor disminuido tiende a favorecer el prognatismo mandibular y contrariamente, en los mayores se inclinan hacia el retrognatismo. Referido al crecimiento, cuanto más hacia adelante esté orientada la línea Ar-Go, cerrando por tanto el ángulo, se verá favorecida la proyección sagital de la sínfisis.

• Longitud de la base craneana

Es la distancia comprendida entre los puntos silla y nasion (S-N) Fig. VIII-13

Norma: 71 mm

Interpretación:

La importancia de esta medida está en su relación con otras estructuras (longitud del cuerpo mandibular de la

que hablaremos más adelante) Los valores mayores a la norma indican una base craneana anterior larga, los menores indican base craneana corta. Fig. VIII-13

b. RELACIONES MAXILAR-CRÁNEO

• Ángulo S - N - A

Este ángulo relaciona la base craneana con el maxilar. El punto A representa el extremo anterior del hueso maxilar y el plano SN se toma como referencia para éste y otros ángulos mas, por ser aceptable desde el punto de vista antropológico y filogenético ya que completa su desarrollo tempranamente. El nos muestra el grado de prognatismo o retrognatismo del maxilar⁷. Fig. VIII-14.

Norma: $82^{\circ} \pm 2^{\circ}$

Interpretación:

Valores aumentados representan un posible avance maxilar, disminuidos una tendencia hacia una deficiencia maxilar. Sin embargo, debe ser cuidadoso en éste diagnóstico, ya que ella puede ser modificada por la inclinación y longitud del plano SN. Fig. VIII-14

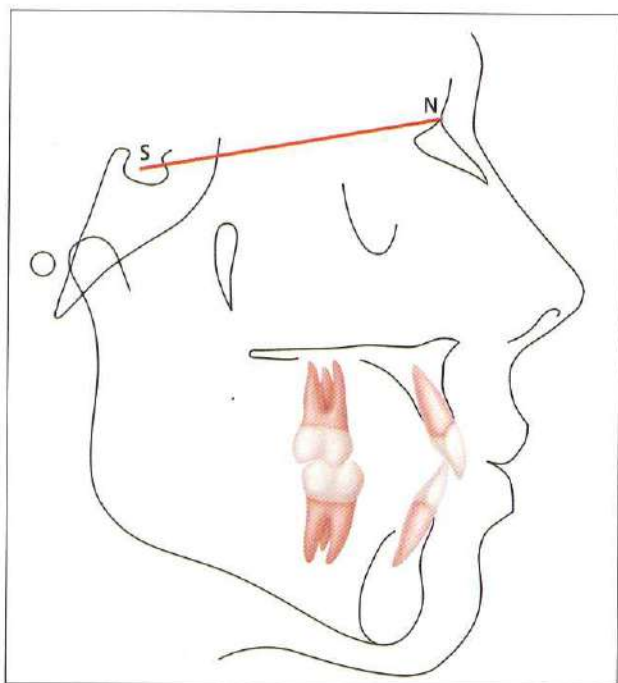


Fig. VIII-13. Longitud de la base craneana (S - N).

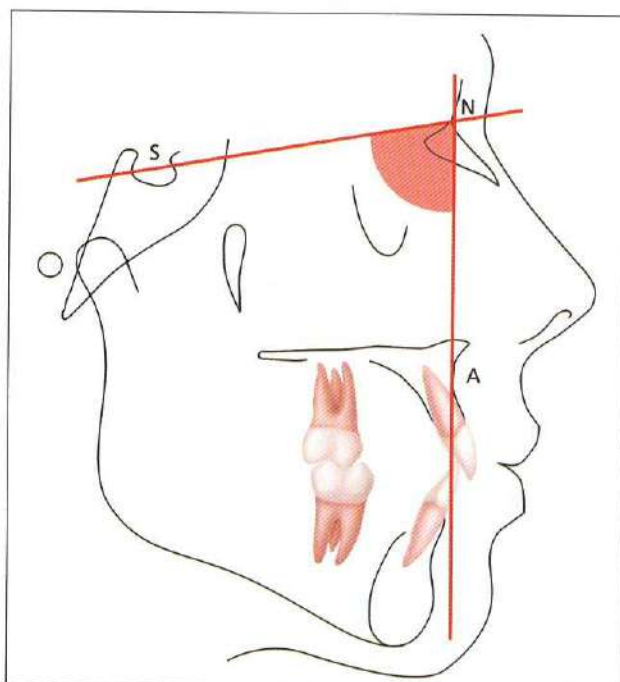


Fig. VIII-14. Ángulo S - N - A.

- **Punto A - Perpendicular o vertical McNamara.**⁸

Relaciona el maxilar con la base craneana, es la medida lineal entre esas dos referencias.

Norma: para pacientes en dentición mixta: 0 mm

Interpretación:

La vertical debe pasar por el punto A, si éste se encuentra por delante la medida tendrá valor positivo indicando una protrusión del maxilar, correspondiendo los valores negativos a los casos en los que se encuentra situado por detrás, indicando un maxilar retrognático. Permanece prácticamente estable con el crecimiento Fig. VIII-15

- **Longitud efectiva del maxilar: condilion al punto A (Co-A)**

Es la distancia desde los puntos condilion y A.

Norma: Para un paciente en dentición mixta su valor promedio es de 85 mm

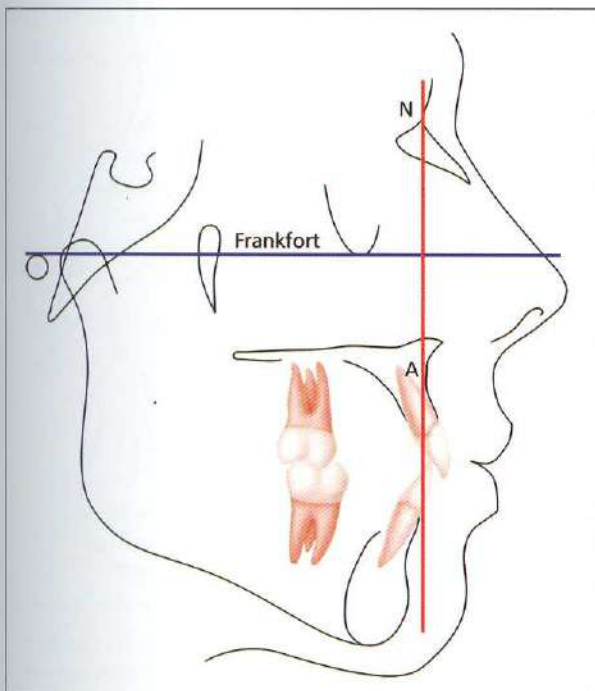


Fig. VIII-15. Punto A – perpendicular o vertical de McNamara.

Interpretación:

Esta medida no se utiliza aisladamente, sino en conjunto con la longitud mandibular y la altura facial inferior, una vez conocida esta dimensión. Hablaremos de ellas más adelante. Fig. VIII-16

c. RELACIONES MANDÍBULA - CRÁNEO

- **Ángulo S - N - B**⁷

Formado por la unión de los planos de la base craneana anterior y el punto B

Norma: 80°

Interpretación:

Indica la ubicación anteroposterior de la mandíbula con relación a la base del cráneo, la cual puede estar en una posición normal o posicionada anterior o posteriormente, es decir, como el maxilar, puede estar prognática o retrognática si su valor se presenta superior a la norma de 80°, o si está por debajo respectivamente.

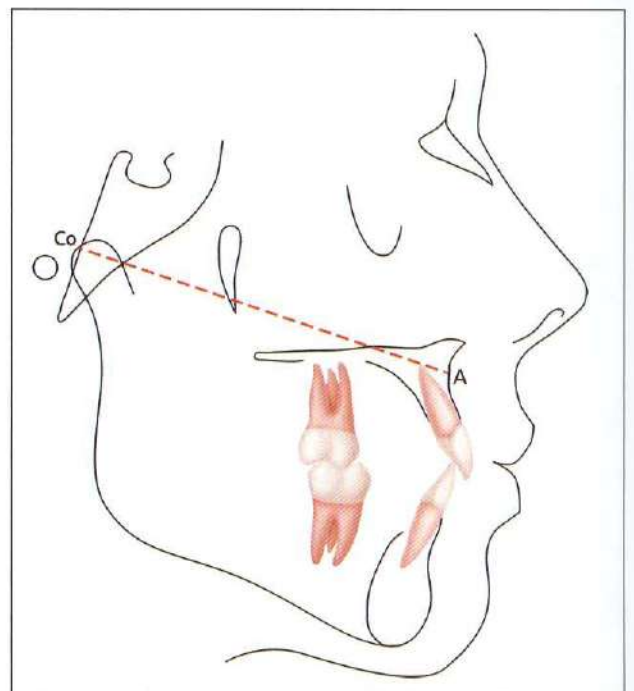


Fig. VIII-16. Longitud efectiva del maxilar.

Cuando existe alguna alteración en la longitud e inclinación de la base del cráneo debido a la ubicación de sus componentes, el ángulo se puede abrir o cerrar ligeramente, sin que ello sea indicativo propiamente de una alteración en la relación base craneana mandíbula. En caso de alguna duda relacionada con el diagnóstico debe recurrirse a otras mediciones. Fig. VIII-17.

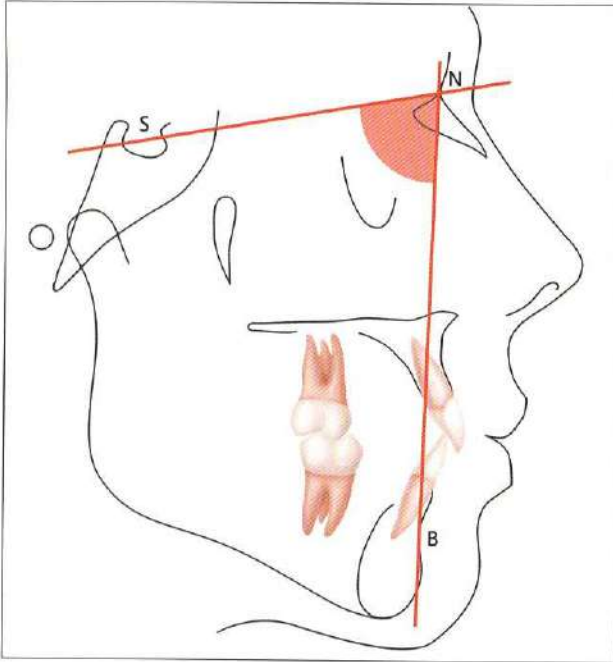


Fig. VIII-17. Ángulo S - N - B.

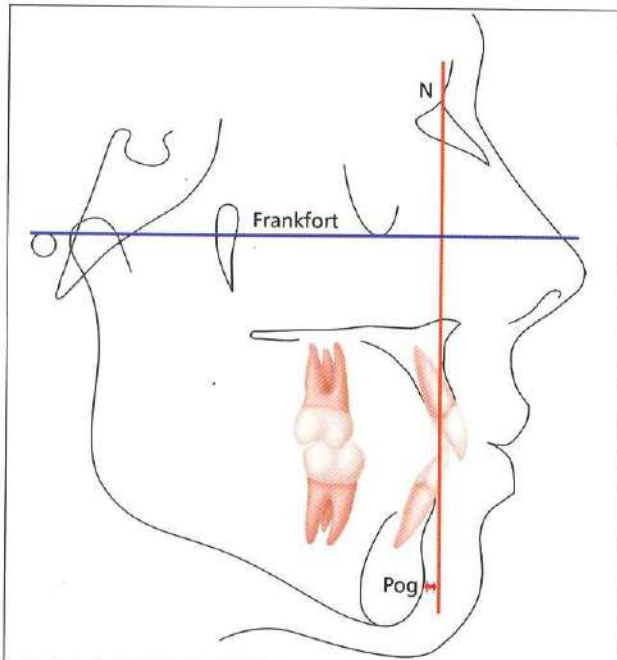


Fig. VIII-18. Distancia de pogonion a la perpendicular de nasion.

◦ **Pogonion - Vertical o perpendicular de McNamara**

Es la distancia lineal entre estas dos referencias y relaciona la sínfisis mandibular con la base craneana.

Norma: - 8 a - 6 mm de la vertical para un niño en dentición mixta con perfil bien balanceado.

Interpretación:

Cuando Pog está por delante de la vertical se le da un valor positivo y si está por detrás es negativo. No se presenta ninguna norma constante, debido a que los incrementos del crecimiento mandibular anual tienen diferencias con los que suceden en la base del cráneo. Fig. VIII-18

Sin embargo, no siempre es una línea de orientación confiable para determinar la posición del maxilar; la excepción es en los casos de maloclusiones Clase III en los cuales hay una base craneana anterior corta, por lo que, la posición posterior del nasion resulta en la construcción engañosa de dicha perpendicular y, por lo tanto, da la apariencia de unos maxilares colocados más anteriormente de lo normal. Fig. VIII-19

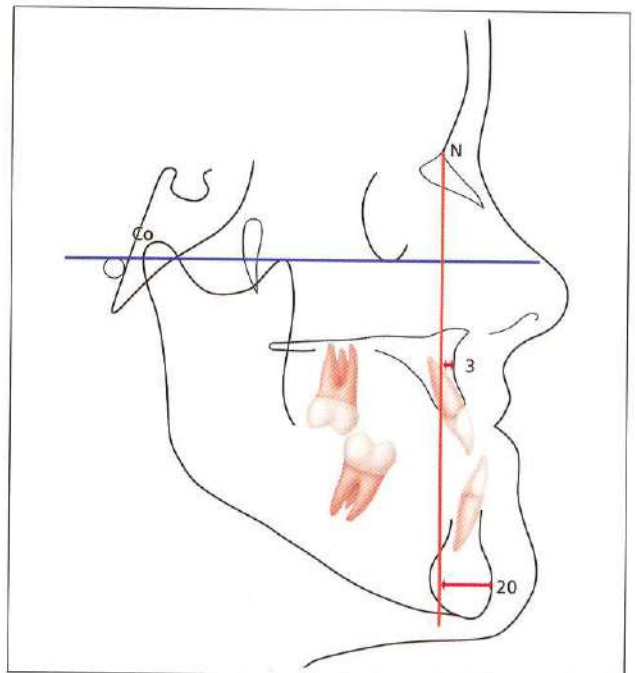


Fig. VIII-19. Paciente con maloclusión de Clase III con un nasion colocado posteriormente debido a una base craneana corta, dando la apariencia de que tanto el maxilar como la mandíbula se encuentran posicionados anteriormente con respecto a dicha perpendicular.

- **Longitud mandibular: condilion a gnation. (Co-Gn)**

Es la distancia entre los puntos condilion y gnation anatómico.

Norma: Se le considera normal una distancia de 105-108 mm en una dentición mixta. (Normas compuestas).

Interpretación:

Tanto esta medida como la longitud del maxilar se utilizan para establecer una relación geométrica entre el largo del maxilar y el de la mandíbula; lo que significa, que para una longitud maxilar dada, corresponde una determinada longitud mandibular. Fig. VIII-20.

- **Longitud del cuerpo mandibular (Co - Me)**

Es la distancia comprendida entre los puntos gonion y mentón. Fig. VIII-21

Norma: 71 mm \pm 5

Interpretación:

Al detectar una discrepancia antero posterior maxilo-mandibular es necesario establecer su origen, es decir,

cual de los maxilares es el implicado en el problema. Con esta medida se puede determinar si el cuerpo mandibular es el culpable de dicha discrepancia. Una medida menor a la norma indicará un cuerpo corto y una Clase II esquelética provocada por una deficiencia en el crecimiento longitudinal del cuerpo mandibular. Por otro lado, si está aumentada indicará un cuerpo largo y una Clase III esquelética producto de un crecimiento longitudinal excesivo del cuerpo mandibular. Fig. VIII-21

- **Relación del cuerpo mandibular - base craneana anterior**

Se ha descrito la existencia de una determinada proporción entre estas dos contrapartes que determinan el crecimiento antero posterior del complejo cráneo facial.

Norma: 1:1

Interpretación:

Si el valor observado es este o uno muy cercano, indica que la longitud del cuerpo mandibular aumentará de 1 a 1.5 mm por cada milímetro de crecimiento de la base craneana. Si no existe esa relación se genera una discrepancia esquelética antero posterior; así, cuando la distancia Go-Me es mayor que S-N se pierde esta relación por ejemplo de 3 a 5 mm y si no existiere alguna

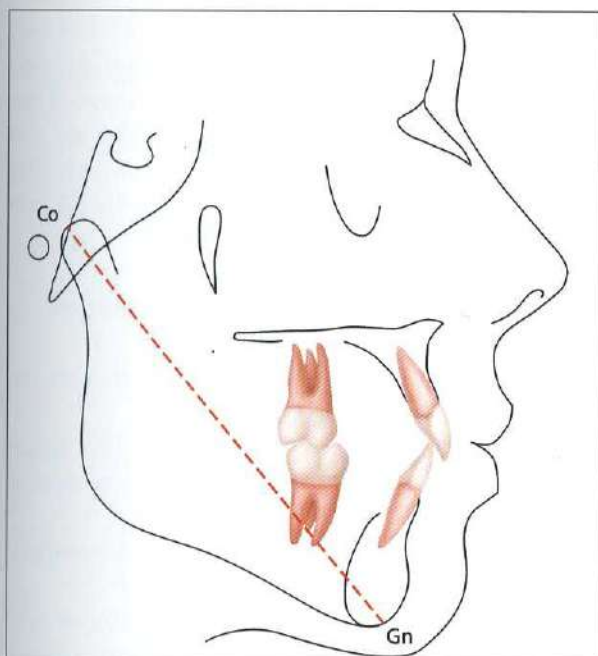


Fig. VIII-20. Longitud efectiva mandibular.

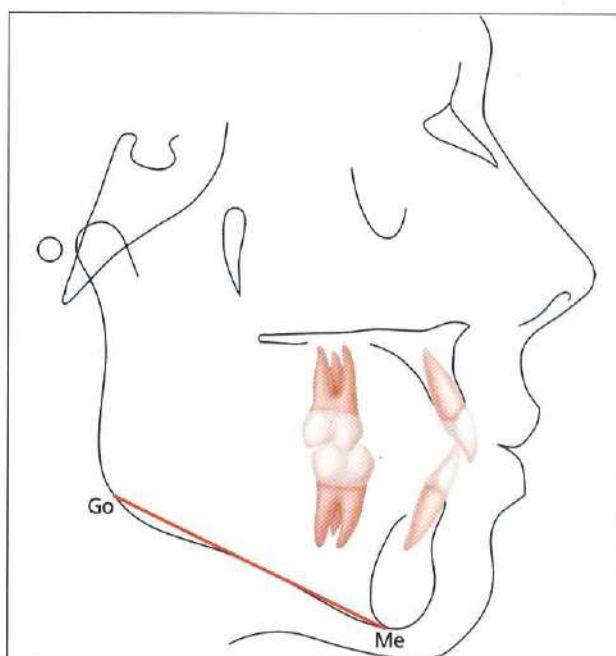


Fig. VIII-21. Longitud del cuerpo mandibular.

actividad en el crecimiento vertical que compense esta desproporción, se desarrollará un perfil cóncavo y una Clase III esquelética. En una relación de contraria se presentará un perfil convexo y una Clase II esquelética. Fig. VIII-22

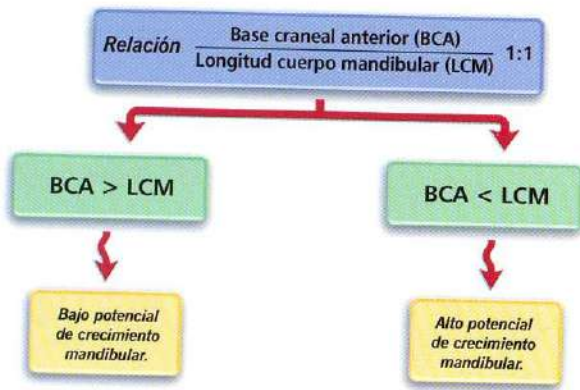


Fig. VIII-22. Esquema de la relación de la Base craneana anterior y la longitud del cuerpo mandibular.

• **Ángulo facial (Fh - NPg)**

Formado por la unión de los planos Frankfort y nasion-pogonion. (Fk-NPog) Fig. VIII-23

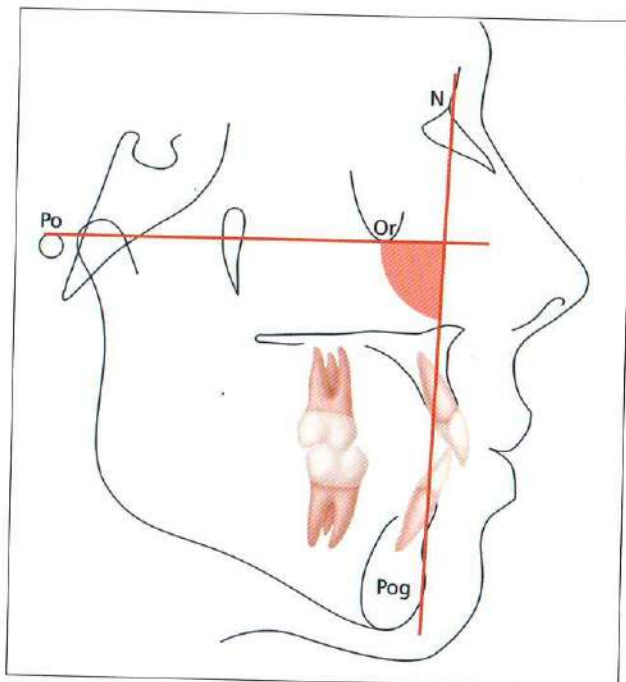


Fig. VIII-23. Ángulo facial.

Norma: valor promedio de 87.8° con un rango entre 82° a 95°

Interpretación:

Nos permite relacionar horizontalmente la mandíbula con respecto al plano de Frankfort, es indicador de la profundidad facial. En la práctica se mide el ángulo inferior formado entre dichos planos e indica la intensidad de una protrusión o retrusión de la mandíbula con relación a la cara superior. Fig. VIII-23

d. MAXILAR-MANDÍBULA

• **Ángulo A - N - B¹²**

Formado por la unión de los planos NA y NB. Fig. VIII-24

Norma: 2°

Interpretación:

Relaciona el maxilar con la mandíbula a través del punto N, e indica la relación antero posterior entre ambos. En la medida que su valor supere esa norma, será mayor la separación entre las bases óseas maxilares y por tanto la discrepancia, la cual podría ser atribuida tanto a un

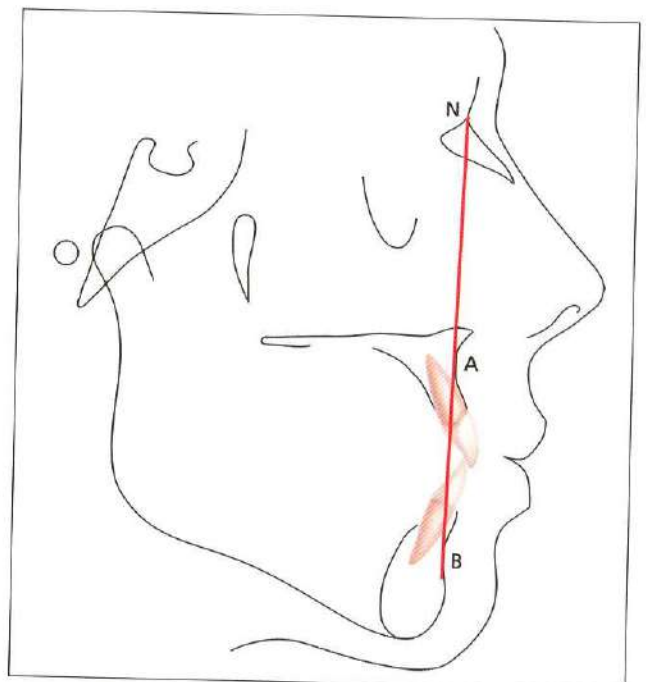


Fig. VIII-24. Ángulo A - N - B

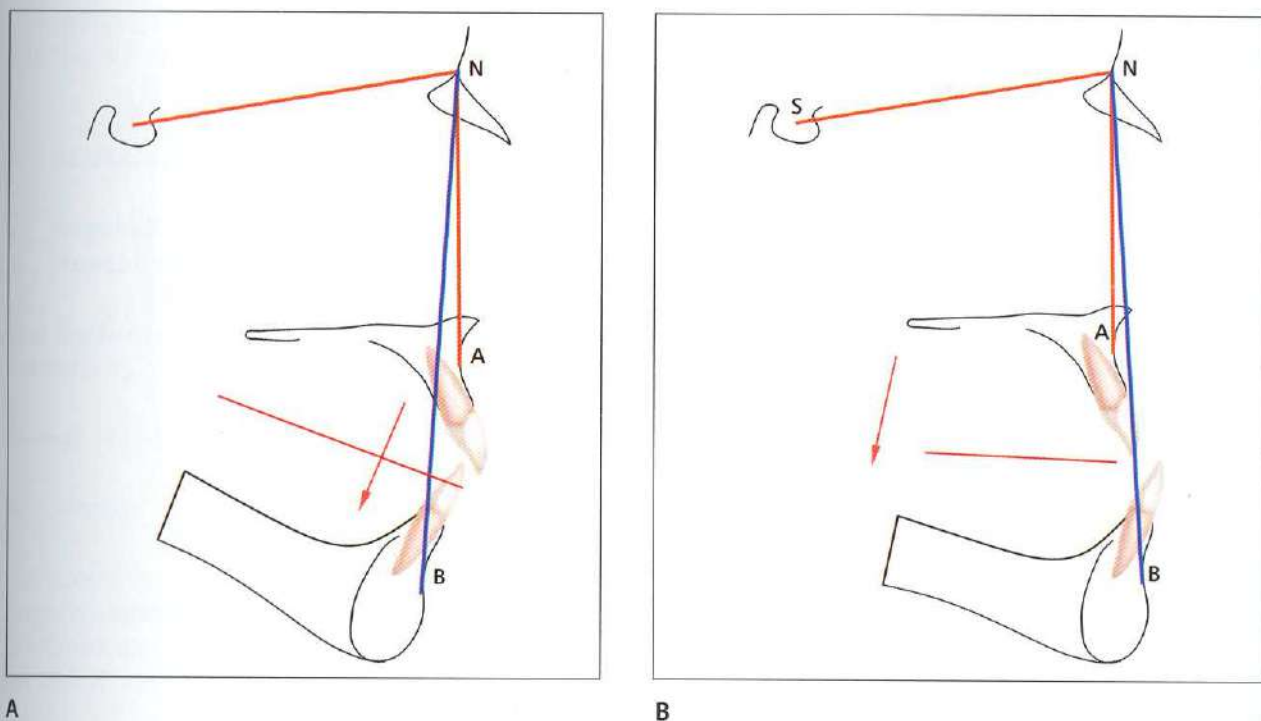


Fig. VIII-25. Variaciones del ángulo ANB. **A.** El punto B se encuentra por detrás del punto A indicando una relación entre las bases óseas maxilares de Clase II esquelética. **B.** El punto B se encuentra por delante del punto A característico de relaciones Clase III.

exceso maxilar como a una deficiencia mandibular. Los ángulos aumentados indican una maloclusión de Clase II, los negativos se dan cuando el plano NB se encuentra por delante del NA y estaremos en presencia de una Clase III. Este ángulo nos da la relación maxilo-mandibular, pero sin indicar en cual de ellos radica el problema; para ello, debemos recurrir a otros indicadores y su relación con la inclinación de la base craneana ya mencionada. Una vez más, ningún ángulo, generalmente es, por sí solo, determinante en el diagnóstico de una maloclusión. Fig. VIII-25 A y B.

• **Ángulo de la convexidad facial. (NA - Pog)**

Resulta de la unión de los planos: NA y A-Pog.

Norma: Su valor debe ser igual a 180° o comúnmente indicado como 0°.

Interpretación:

Es el ángulo de la convexidad facial, medido en tejido óseo y lo describe como cóncavo o convexo, sin determinar su origen, es decir, si la anomalía se origina en el

maxilar o en la mandíbula.⁷ (En la práctica se mide el ángulo complementario con base en la prolongación de la línea NA) Fig. VIII-26

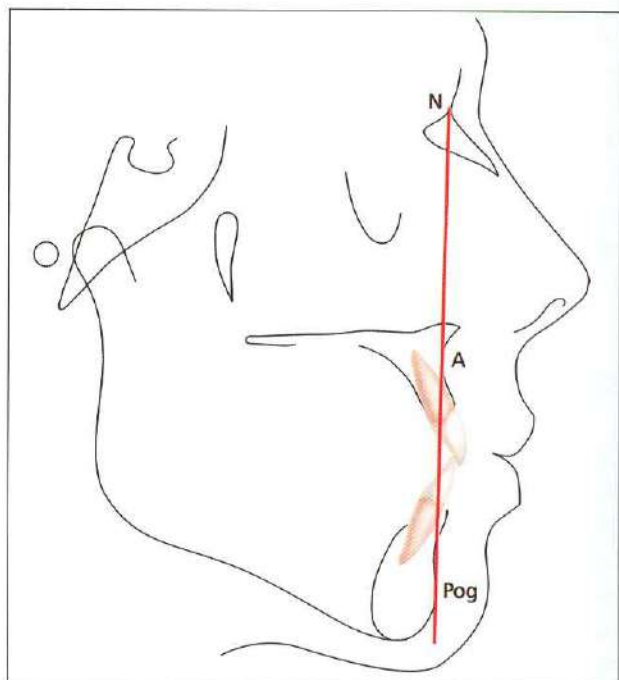


Fig. VIII-26. Ángulo de la convexidad facial.

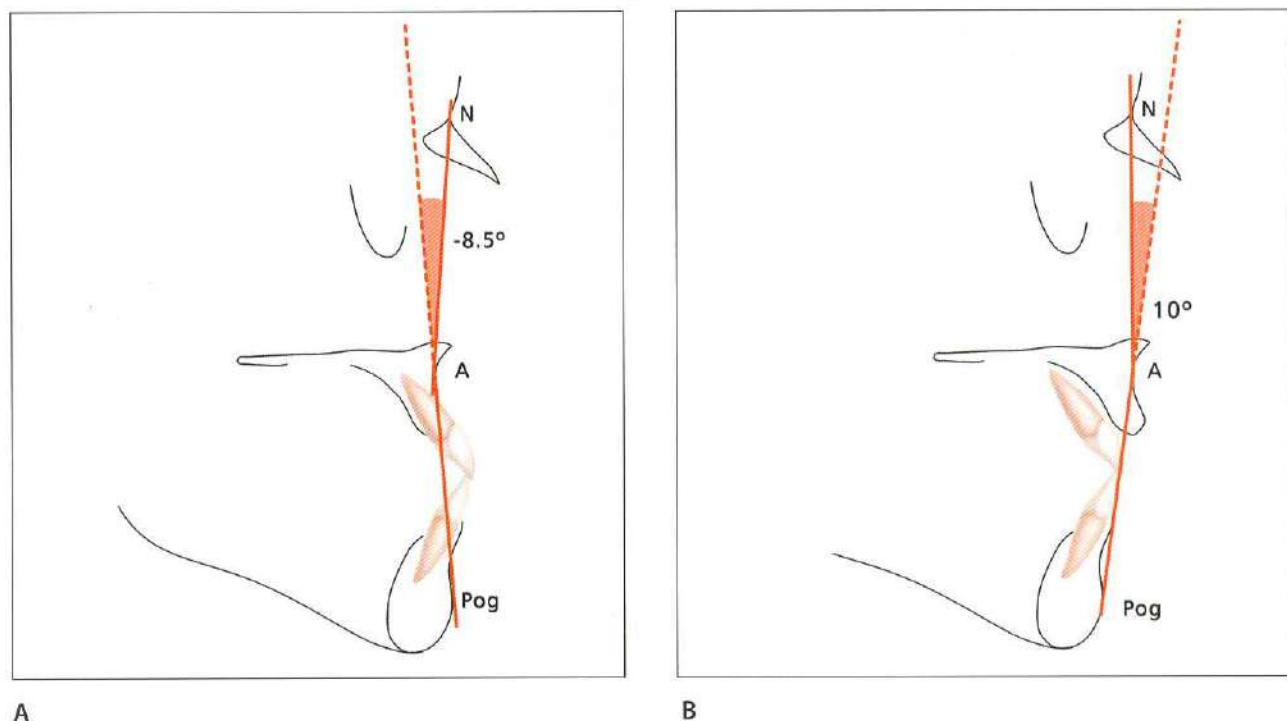


Fig. VIII-27. Angulo de la convexidad facial. **A.** El punto Pog se ubica por delante del punto A, proyectándose la línea A-Pog por detrás de este dando valores negativos correspondientes con un perfil óseo cóncavo. **B.** El punto Pog se ubica por detrás del punto A, proyectándose la línea A-Pog por delante del punto A dando valores positivos correspondientes con un perfil óseo convexo.

Para su interpretación, prolongando la línea A-Pog hacia arriba, observamos el comportamiento de la línea N-A con respecto a ella: si el pogonion queda por detrás de la prolongación, formando un ángulo abierto en sentido horario el valor se considera positivo, produciéndose un perfil convexo y una maloclusión esquelética Clase II. (Fig. VIII-C) Pero, contrariamente, si queda por delante, el ángulo formado se abre en sentido antihorario y se consideran sus valores como negativos, caracterizando el perfil esquelético cóncavo de Clase III. (Fig. B) Fig. VIII-27 A y B.

Diferencia máxilo-mandibular

Una vez establecida la longitud facial media efectiva, puede determinarse el rango de longitudes mandibulares comparables. En una dentición mixta un paciente de cara balanceada tiene una longitud media de 85 mm, dentro de las normas compuestas el rango de valores normales para la mandíbula es de 105-108. Al restar la longitud facial media efectiva de la longitud mandibular efectiva se puede entonces determinar la diferencia maxilomandibular, la cual para este caso sería de 20 a 23 mm.

e. INTERDENTARIAS

Dentición superior-inferior

- **Ángulo interincisal ($1s - 1i$) (Dentición superior / dentición inferior)**

Relaciona entre sí los ejes mayores del incisivo central maxilar y mandibular y se toma la imagen más prominente.

Norma: 135°

Interpretación:

Los valores mayores a la norma indican retroinclinación, los menores, contrariamente se presentarán protruídos o vestibularizados. Sin embargo, esta medida no precisa cual de los dientes es el causante de la variación en cualquiera de los sentidos. El ángulo está aumentado o disminuido por causa de uno o de ambos incisivos y hay que identificar cual de ellos es, y por ende el responsable. Es común encontrarlo abierto asociado a pacientes

con perfiles planos y cerrado en la biprotrusión dentaria.^{3,7} Fig. VIII-28

f. DENTARIAS MAXILARES

• **Ángulo del incisivo maxilar a la base craneana (Is - NS) ¹⁸**

Es el ángulo formado por el eje axial del incisivo maxilar y el plano NS.

Normal: 103°

Interpretación:

Es indicador del grado de inclinación de los incisivos con respecto a la base del cráneo (NS). Los valores mayores a la norma indican su protrusión mientras que los menores indican retrusión dentaria. Sin embargo, la inclina-

ción de la base craneana debe ser considerada, en cuyo caso, la posición debe ser comprobada con otra variable como es relacionarlo con su propia base ósea: el plano palatino. Fig. VIII-29

• **Ángulo incisivo maxilar a plano palatino (Is - ENA-ENP) ^{4,13}**

Ángulo Incisivo maxilar con el plano maxilar o palatino. Indica la presencia de prognatismo o retrognatismo alveolar maxilar.

Norma: 106° a 112° o lo que es igual 109° ± 3°

Interpretación:

Debido a la tendencia natural de los incisivos a buscar la compensación mediante su protrusión o retroinclinación se recomienda utilizar esta medida como referencia

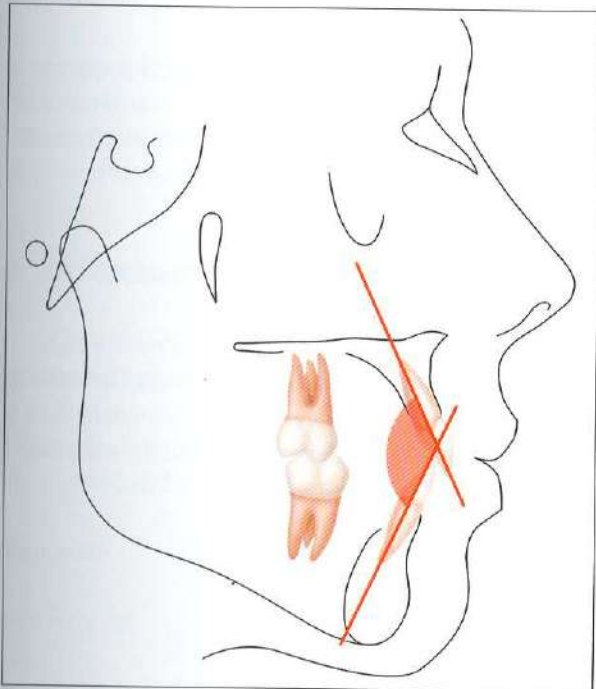


Fig. VIII-28. Ángulo interincisal.

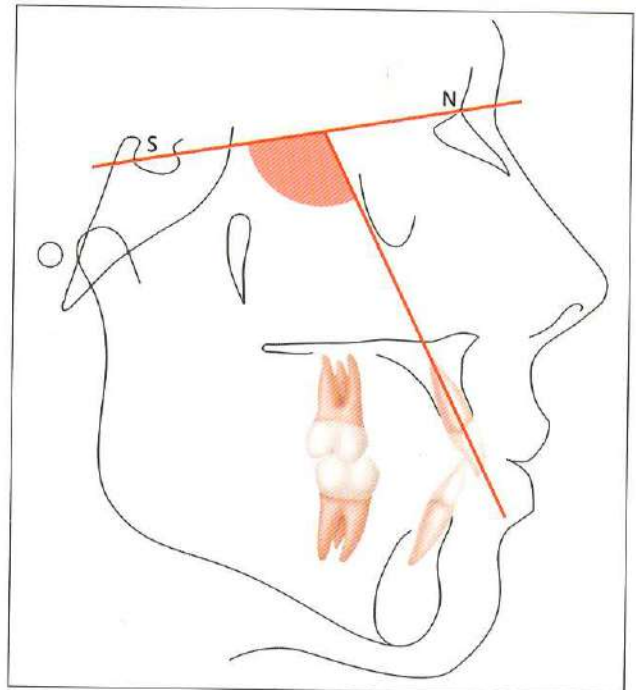


Fig. VIII-29. Ángulo del incisivo maxilar a la base craneana. Is - NS

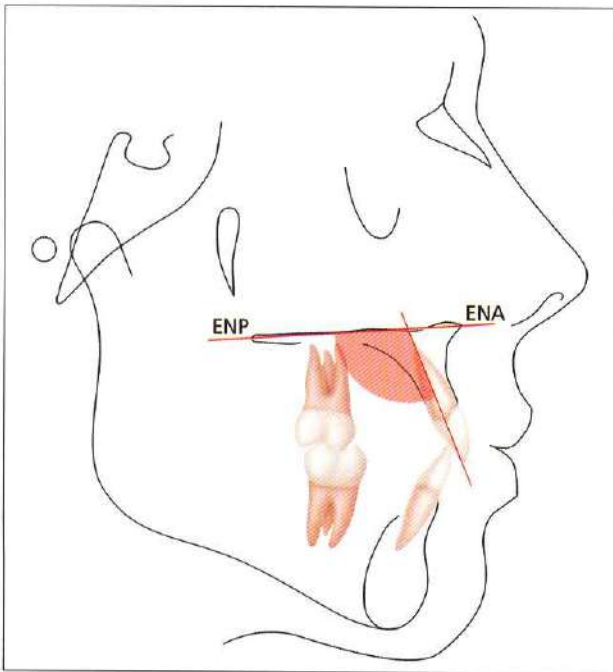


Fig. VIII-30. Ángulo Is – ENA-ENP

ya que la estamos comparando con su propia base ósea. Se puede relacionar con los ángulos Is - NS. Fig. VIII-30

- **Ángulo incisivo maxilar plano NA (Is - NA).⁷**

Es el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo maxilar y el plano NA

Norma: 22°

Interpretación:

Indica la inclinación anteroposterior del incisivo maxilar con relación al tercio medio facial. Si se presenta aumentado los tendremos protruidos pero si los valores son menores indicarán una retroinclinación. Fig. VIII-31

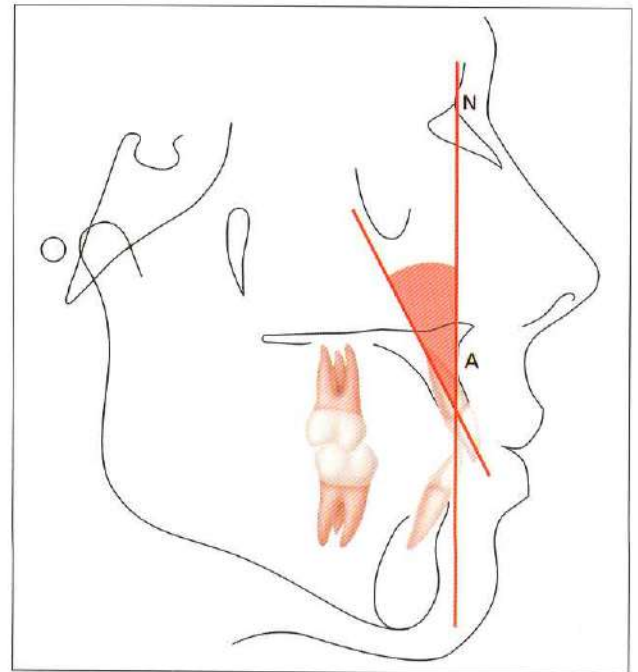


Fig. VIII-31. Ángulo Is – NA

Como en todas las mediciones que se relacionan con la base craneana, hay que considerar la ubicación del punto nasion: si es corta (nasion se ubica más atrás) este ángulo disminuye y en el caso contrario aumenta.

- **Distancia incisivo maxilar plano NA (Is - NA)⁷**

Es la distancia en mm entre el borde incisal del incisivo maxilar y el plano NA. Se refiere a una medida lineal y nos da también la ubicación anteroposterior del borde incisal del incisivo superior.

Norma: 4 mm

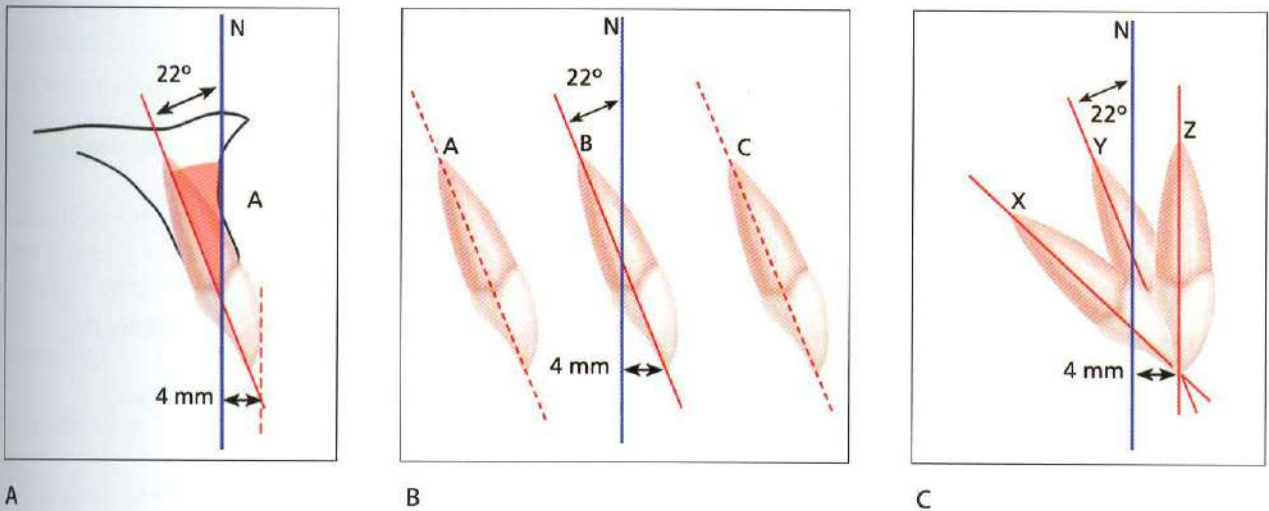


Fig. VIII-32. Distancia incisivo maxilar NA en mm. **A.** Tanto la angulación del eje longitudinal de 22° como la distancia de 4 mm son necesarias para la localización del central superior. **B.** El central superior debe estar a una norma de 22° con respecto a la línea N-A, pero puede variar la localización horizontal de todo el diente. **C.** Puede estar también a un ideal de 4 mm de la parte más anterior de la superficie facial de la corona con respecto a NA, pero varían en la angulación del eje longitudinal.

Interpretación:

Los valores aumentados indican protrusión del incisivo por ubicación de la corona, independientemente de cual sea su inclinación axial, mientras que los disminuidos indican una retrusión del incisivo. Fig. VIII-32 A, B y C

g. DENTOALVEOLAR-MANDIBULAR

• **Ángulo incisivo mandibular - plano mandibular. (li - Go.Me)**

Es el ángulo formado por el eje longitudinal del inferior y el plano mandibular.

Norma: 90°

Interpretación:

Indica la inclinación del incisivo inferior con respecto a su base ósea. Los valores mayores a la norma indican retrusión. Valor aumentado nos indica protrusión mayor del incisivo inferior y valor disminuido contrariamente estará recto o retruido. Fig. VIII-33

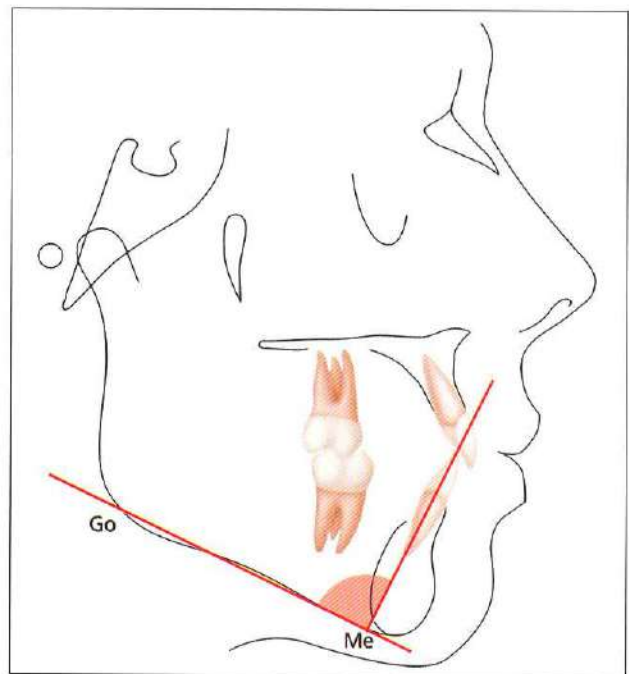


Fig. VIII.33. inclinación de los incisivos mandibulares.

- **Ángulo incisivo mandibular – plano NB (Ii – NB)**

Es el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo inferior y el plano NB.

Norma: 25°

Interpretación:

Proporciona la inclinación antero posterior del incisivo mandibular. Su aumentado indica su proclinación mientras que si está más cerrado están retroinclinados. Fig. VIII-34

- **Distancia incisivo mandibular - plano NB (Ii - NB).⁷**

Es la distancia en mm desde el borde incisal del incisivo mandibular al plano NB

Norma: 4 mm

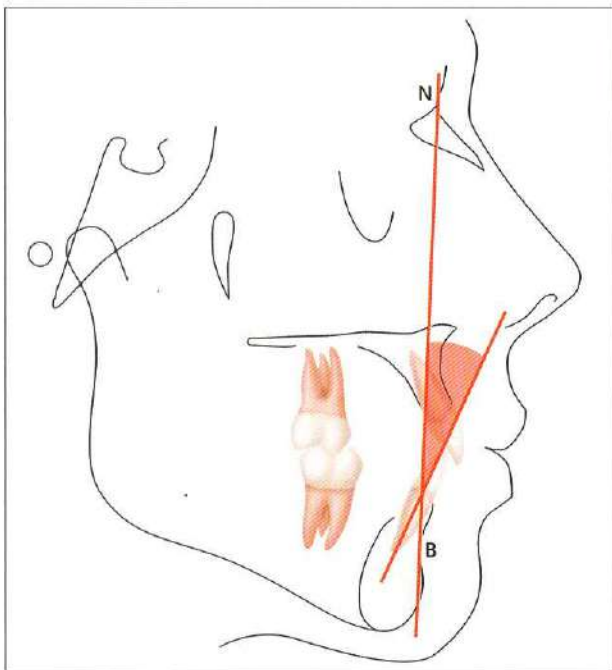


Fig. VIII-34. Ángulo Ii – NB.

Interpretación:

Indica la ubicación anteroposterior del borde incisal. Los valores aumentados indican su protrusión, mientras que los disminuidos indican su retrusión. Fig. VIII-35

h. VERTICALES

- **Ángulo NS – Gn (Eje de crecimiento)³**

Indica la dirección del crecimiento de la cara.

Norma: 67°

Interpretación:

Los valores disminuidos indican un crecimiento aumentado en el sentido horizontal, lo que quiere decir que el mentón se encuentra en una posición más hacia arriba y hacia adelante, contrariamente, valores aumentados son indicativos de una mordida abierta y retrusión mandibular con un patrón de tipo dolicofacial. Su valor también puede estar afectado por la inclinación de la

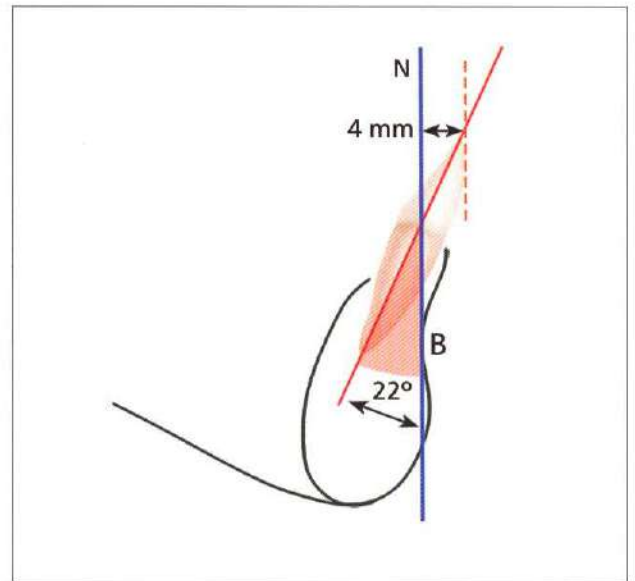


Fig. VIII-35. Distancia incisivo mandibular – plano NB. Al igual que el incisivo superior el inferior debe cumplir con una medición de 4 mm y una angulación de 25°.

base craneana anterior (NS) y eventualmente afectar el diagnóstico. Fig. VIII-36

• Ángulo NS - GoMe

Esta medida nos permite relacionar el plano mandibular con respecto a la base craneana. Es un indicador de la dirección de crecimiento.

Norma: 31°

Interpretación:

Un ángulo aumentado refleja un crecimiento vertical, mordida abierta, retrusión mandibular común en los pacientes dolicofaciales; contrariamente, si es cerrado indica un crecimiento horizontal braquifacial pudiendo también estar presente en pacientes con una mordida profunda. ⁷ Fig. VIII-37

• Ángulo Frankfort-plano mandibular (Fh-GoMe)

Formado por la unión de los planos Frankfort y mandibular.

Norma: 22°

Interpretación:

Refuerza la medición anterior. Fig. VIII-38

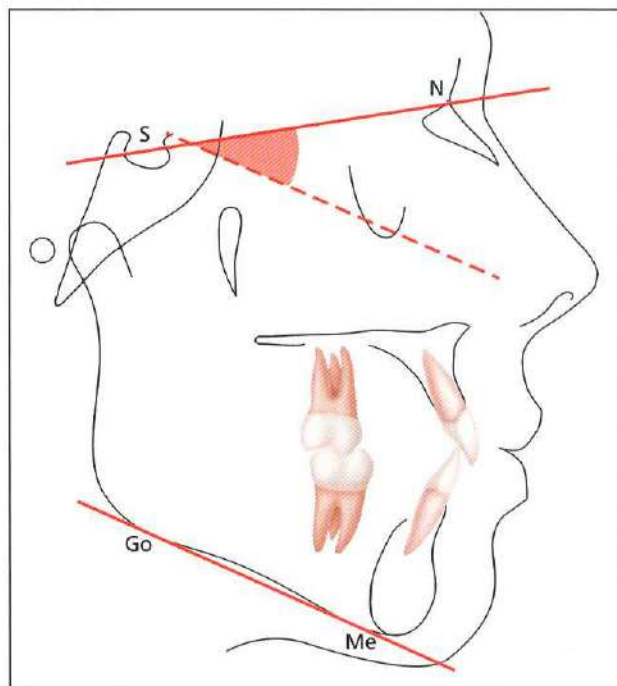


Fig. VIII-37. Ángulo NS - GoMe.

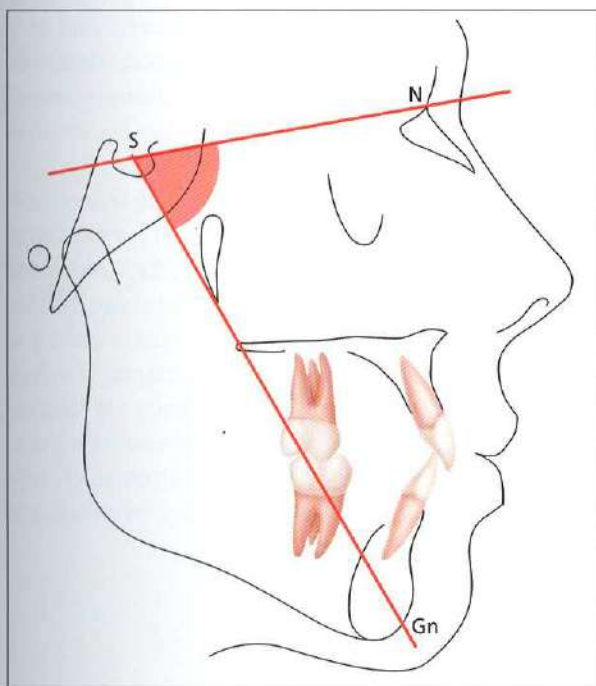


Fig. VIII-36. Ángulo NS - Gn. Eje de crecimiento.

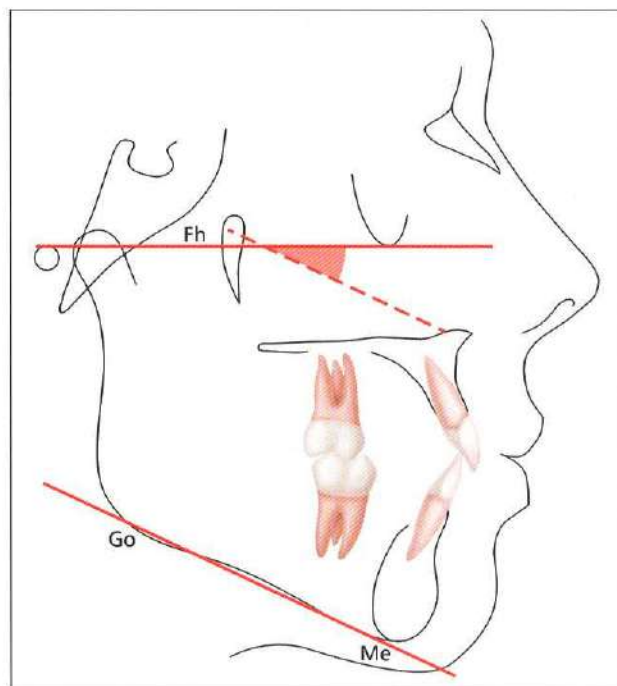


Fig. VIII-38. Ángulo Frankfort - plano mandibular. (Fh - GoMe).

• **Ángulo goniaco (Go Me).¹⁸**

Esta formado por las tangentes al borde posterior de la rama ascendente de la mandíbula (Ar Go) y el borde inferior del cuerpo de la misma (Go-Me).

Norma clínica: (Reportada por Bjork): 120 a 130°

Interpretación:

Su valor aislado describe la morfología mandibular y relaciona entre sí el cuerpo y la rama. Es la determinante de la dirección de crecimiento de la parte inferior de la cara; cuando está aumentado indica que el paciente presenta hipergonia (mandíbula cuadrada, escotadura antegonial poco marcada) que se debe generalmente a la disminución en el crecimiento de la rama ascendente, o hipogonia, que es lo contrario.¹⁸ Fig. VIII-39

Es importante en la edad de crecimiento, se le considera un punto de referencia para el pronóstico del tratamiento; si esta disminuido (menor de 120°), hay tendencia a crecimiento horizontal y si esta aumentado (mas de 130°) la tendencia es hacia el vertical, lo que nos puede dar una idea aproximada del crecimiento futuro del paciente. Es un indicador de la profundidad facial.

Cuando presenta valores mayores que la norma, indican una mandíbula dolicofacial, con arco mandibular pequeño, marcada escotadura antegonial, perfil convexo y eje facial abierto. Un valor disminuido indicaría la presencia de una mandíbula cuadrada, escotadura antegonial poco marcada, que se corresponden en general a biotipos braquifaciales y perfiles ortognáticos.

Es común con su alteración encontrar alterado también el ángulo SN-GoMe, lo cual es lógico y de allí la importancia de interpretar los datos relacionándoles entre si.

Para su análisis se le divide en dos partes a través de una línea trazada de gonion a nasion, formándose así dos ángulos: uno superior y otro inferior, el primero representa la inclinación de la rama, y el inferior la del cuerpo de la mandíbula. Fig. VIII-40 A y B

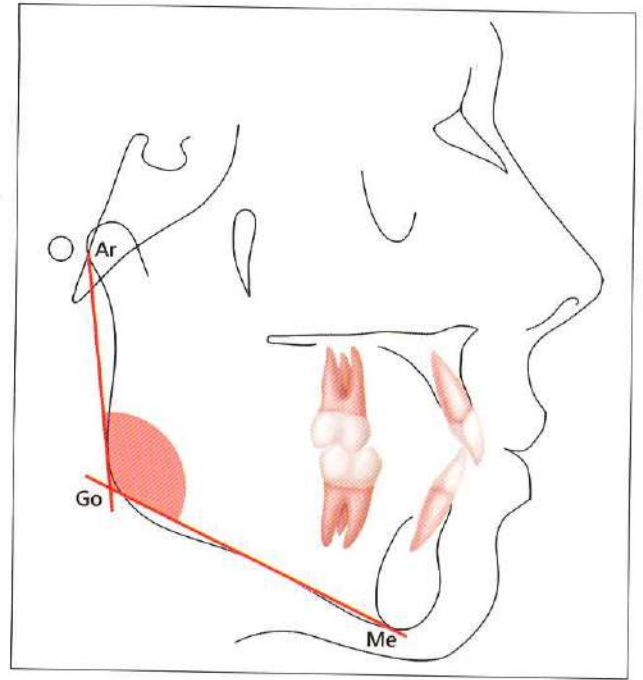


Fig. VIII-39. Ángulo Ar – Go Total.

- El *superior*, formado por la tangente al borde posterior de la rama (Ar - Go) y la línea gonion-nasion (Go-N) resultando el ángulo Ar-GoN. Con un *valor promedio de 52 a 55°* y describe la oblicuidad de la rama. Su aumento indica una proyección de la sínfisis hacia adelante; contrariamente, valores menores pronostican poco avance del mentón. Fig. VIII-40-A
- El *inferior*, constituido por la unión de la línea GoN con la tangente al borde inferior del cuerpo GoMe, resultando el ángulo N-GoMe, describe la oblicuidad del cuerpo y su norma: 70 a 75°. Su aumento indicará una mayor inclinación del cuerpo hacia abajo y el crecimiento se manifestará proyectando la sínfisis en ese sentido, es decir, una tendencia a la mordida abierta. Por el contrario si está disminuido, mostrará un cuerpo mandibular más horizontal, el crecimiento vertical será escaso y habrá tendencia a la sobremordida. Fig. VIII-40-B²³

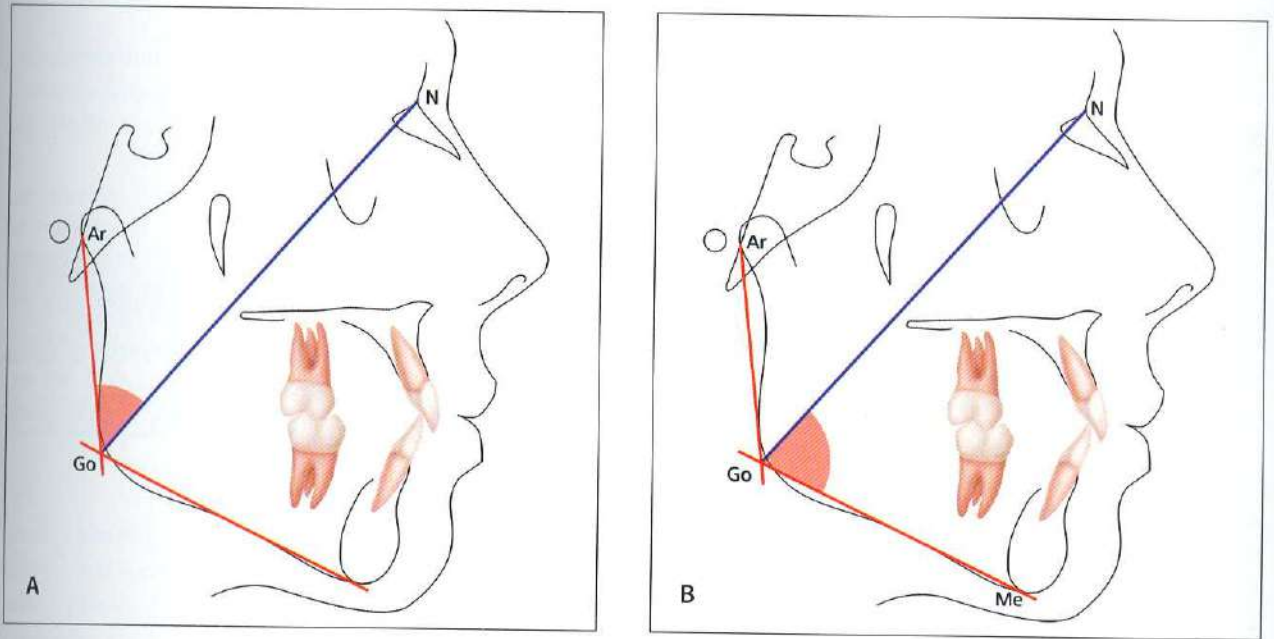


Fig. VIII-40. A. Ángulo Goniaco superior (ArGo-Go.Na). **B.** Ángulo Goniaco inferior (Na.Go-Me).

• **Altura facial anterior total (AFAT)**

La altura facial anterior total (AFAT), es la distancia tomada desde el punto N a Me ésta a su vez, puede ser dividida en: altura facial anterior superior AFAS, la cual generalmente no es considerada con propósito clínico, medida

desde el punto N a ENA y altura facial anterior inferior AFAI, desde el punto ENA a Me; su valor total corresponde al 100%, en donde el 46% representa la primera y el 54% a la segunda Bjork y Jarabak le asignan el valor de 105 a 120 mm.^{22,23} Fig. 41 A -B

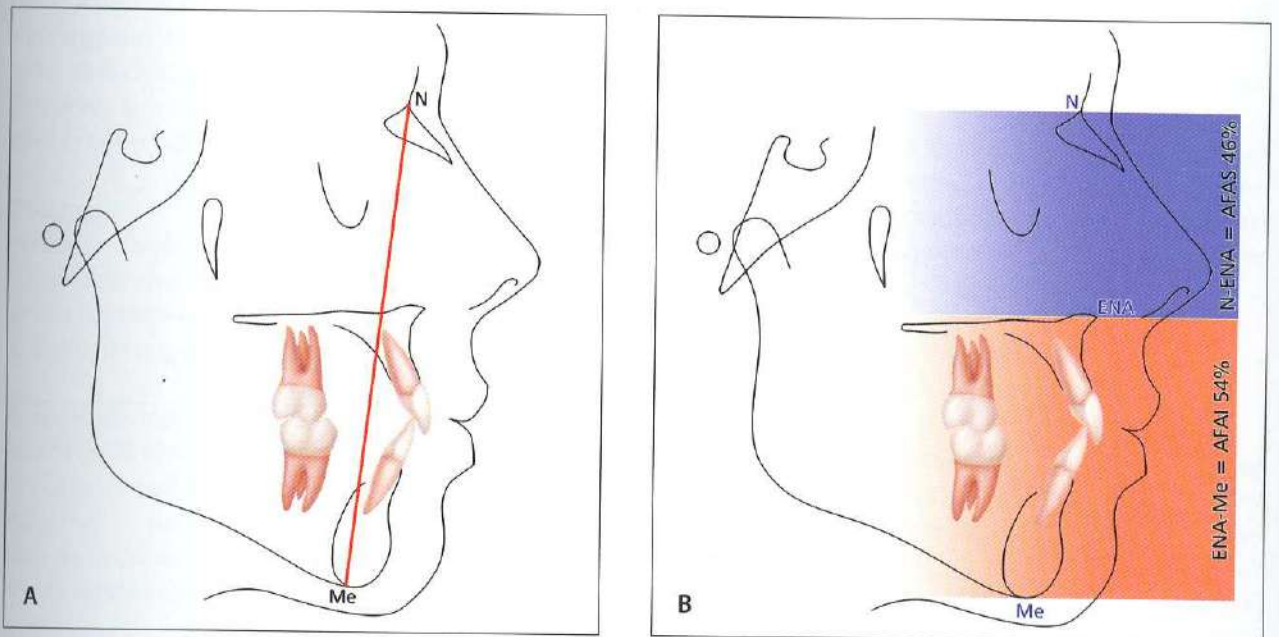


Fig. VIII-41. A. Altura facial total. (N-ENA-Me) **B** Altura facial anterior superior N-ENA 46 % e inferior ENA-Me. 54 %. Localización en el perfil óseo.

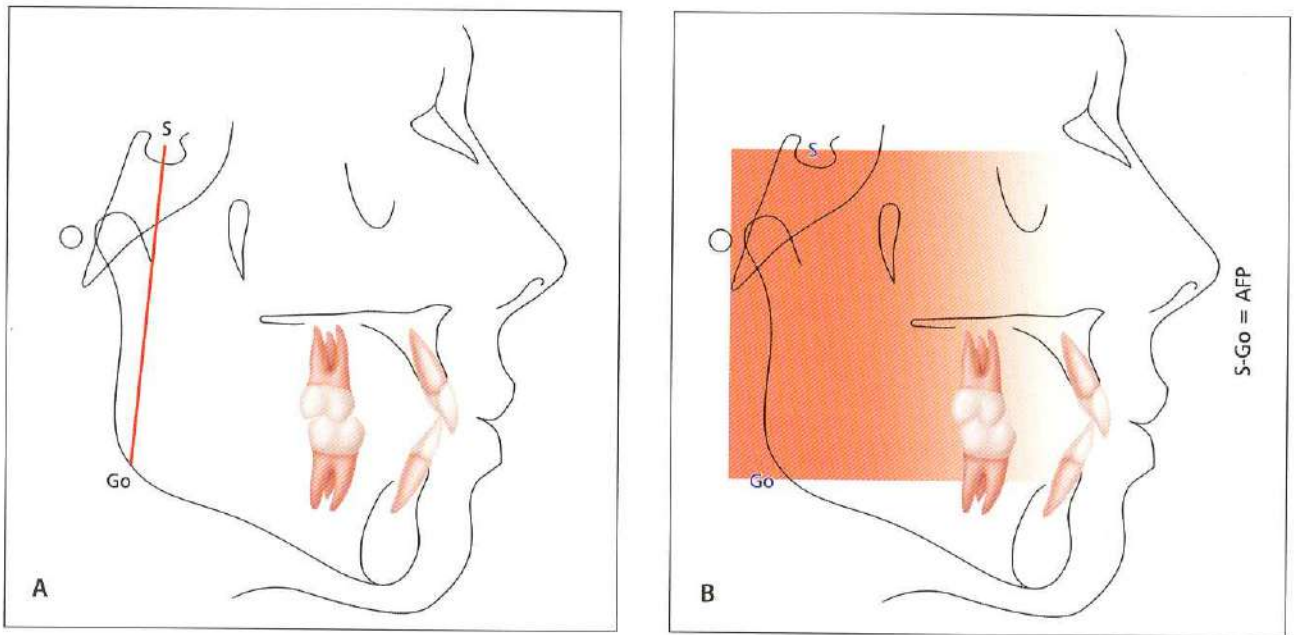


Fig. VIII-42. A y B Altura facial posterior.

- **Altura facial posterior**

Es la distancia tomada desde el punto S al punto Go, se corresponde aproximadamente al 65% de la altura facial anterior total. ^{22,23} Fig. VIII-42 A y B

Norma: 70-85 mm

Interpretación:

La dimensión vertical esquelética de un individuo, básicamente esta comprendida por la relación de la altura facial posterior con la anterior. Por lo que no se contemplan medidas lineales sino relaciones porcentuales. ^{18,22,23}

- **Relación de la altura facial posterior y anterior**

Se refiere a la relación entre ambas mediciones. Su valor se determina midiendo la distancia S-Go y N-Me; por medio de la siguiente regla matemática se obtiene el valor porcentual, indicando así cual será el tipo de crecimiento de la cara. Fig. 43.

Interpretación:

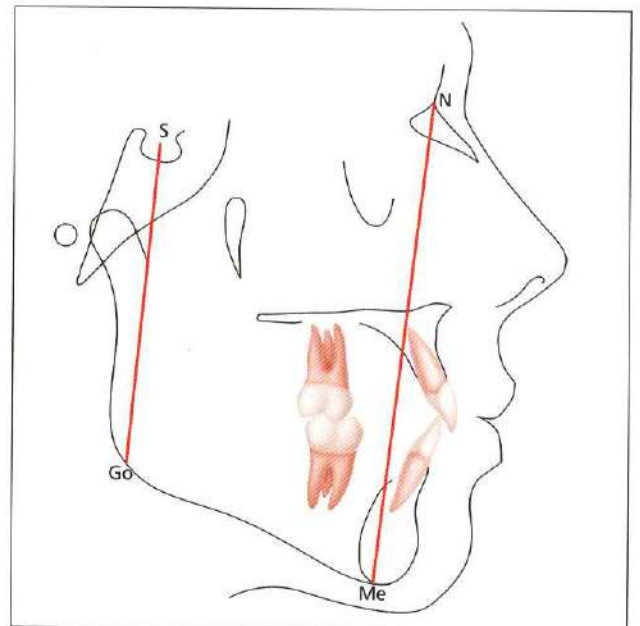


Fig. VIII-43. Se señalan la altura facial anterior y la posterior.

Para comprender esta relación conviene refrescar algunas consideraciones básicas sobre el crecimiento y desarrollo facial.

Los estudios de Bjork y Skiler, son muy útiles para comprender cómo se realiza el crecimiento en la parte an-

Relación	$\frac{\text{Altura facial posterior}}{\text{Altura facial anterior}} \times 100$
54-58% crecimiento en sentido de las agujas del reloj	
64-80% crecimiento en sentido contrario a las agujas del reloj	
59-63 % crecimiento directo hacia abajo	

terior y posterior de la cara y el desplazamiento que se origina en las diferentes estructuras faciales en los diferentes planos. Esos estudios sugieren que en un patrón promedio, el crecimiento anterior de la cara se realiza por el incremento vertical que tiene el complejo maxilar, el cual desciende, 0.7 mm por año, el aumento de la altura dentoalveolar maxilar de aproximadamente 0.9 mm y el dentoalveolar mandibular de 0.7 mm por año. Sumando estos tres valores el *incremento vertical anterior esperado en un año sería de 2.3 mm aproximadamente.*^{18,22}

El equilibrio entonces es logrado en la parte posterior por un descenso de la cavidad glenoidea de 0.3 mm y un crecimiento condilar de 2.6 mm aproximadamente por año para un total de 2.9 mm anuales, lo que supera en una pequeña magnitud al crecimiento de la parte anterior de la cara. Siendo estos valores promedios, podemos inferir que es posible alguna variación en alguna de ellas, lo que resultaría en la posición de la sínfisis.^{22,24}

Debemos tener en cuenta que estos son valores promedio que explican cómo el plano mandibular puede ser horizontalizado y lograr una posición anterior de la sínfisis dependiendo del incremento vertical en la parte posterior de la cara con respecto a la anterior.

Conociendo todos estos valores podemos predecir la dirección del crecimiento en ciertas áreas del complejo craneomaxilofacial, pero, no en lo que respecta a su magnitud; utilizando esta información al elaborar el plan de tratamiento. Observando su relación encontraremos algunas respuestas.

Se señalan entonces tres tipos de crecimiento de acuerdo a su dirección: a) *en sentido contrario a las agujas del reloj*, b) *en el sentido de las agujas del reloj* y c) *directo ha-*

cia abajo. (nombres que se han dado arbitrariamente para referirse a su dirección)

De acuerdo al tipo facial del paciente podemos ver que en los *braquifaciales* existe un aumento de la altura facial posterior, un marcado crecimiento en "*sentido contrario a las agujas del reloj*" (rotacional anterior) por lo tanto mayor avance de la sínfisis. La relación *altura facial posterior / anterior* estará comprendida entre 64-80%. Con relación al crecimiento normal de la cara podemos decir que es "*en sentido contrario a las agujas del reloj*", porque el desarrollo vertical glenoidea es menor que el crecimiento de la cavidad glenoidea y el cóndilo. Fig. VIII-44

Contrariamente, en los pacientes de tipo *dolicofacial* el crecimiento vertical del maxilar y ambos procesos alveolares son mayores que el de la zona posterior, el desplazamiento de la sínfisis será hacia abajo con un crecimiento "*en sentido de las agujas del reloj*" (rotacional posterior); la *altura facial posterior* (S-Go) tendrá un promedio entre 54 y 58% de la *altura facial anterior* (Na-Me) con una cara de tipo *retrognático*. Fig.VIII-45

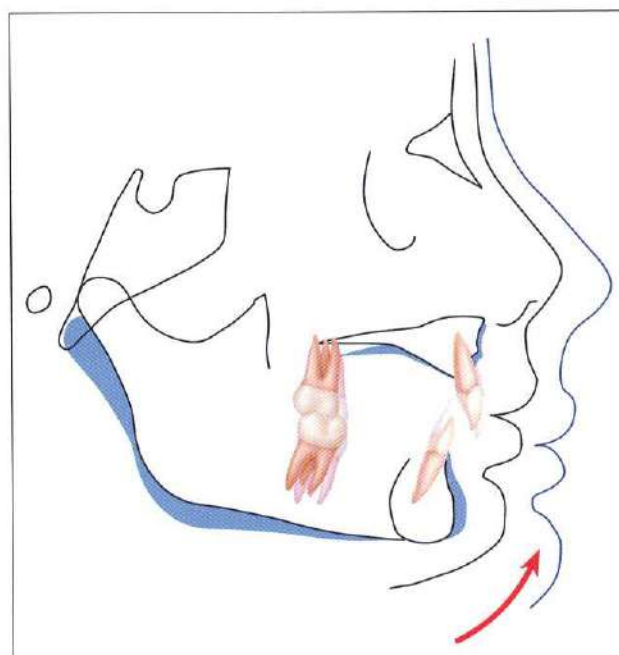


Fig. VIII-44. Crecimiento contrario a las agujas del reloj. Rotación anterior.

En ambas relaciones porcentuales, 54 a 58% y 64 al 80%, existe un rango de 59 a 63%, correspondiente a un cre-

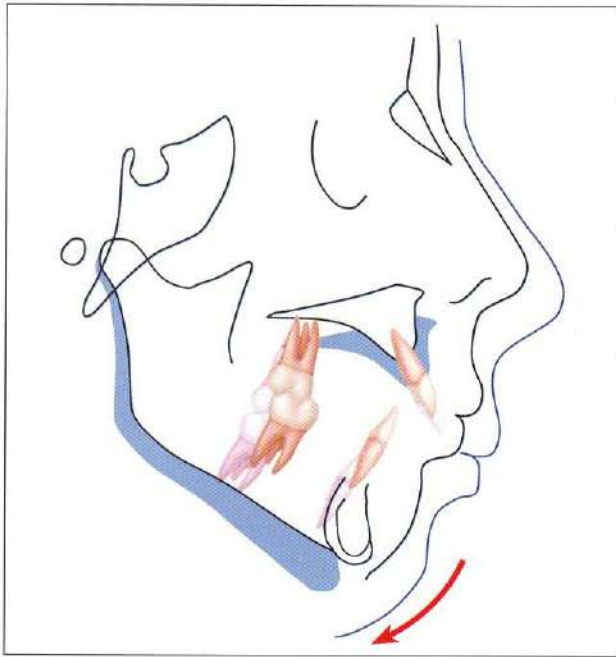


Fig. VIII-45. Crecimiento en sentido de las agujas del reloj. Rotación posterior.

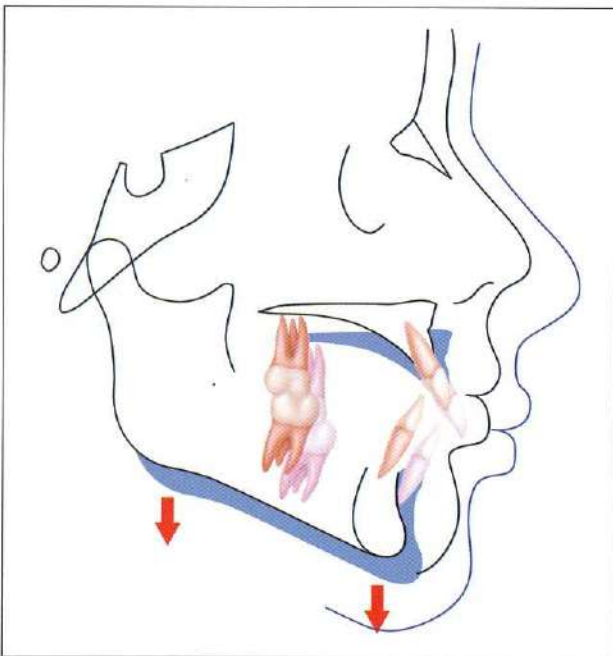


Fig. VIII-46. Crecimiento directo hacia abajo.

cimiento óseo neutral, directamente hacia abajo sin ninguna rotación.

El crecimiento "directo hacia abajo" sólo es posible si existe un equilibrio de los incrementos en ambas zonas, es decir, cuando sean exactamente iguales. Fig. VIII- 46

Es en la relación porcentual entre la altura facial posterior y la anterior donde vamos a encontrar respuestas precisas para realizar un estudio de cual será el tipo de crecimiento que se manifestara en nuestro paciente.

• **Altura facial anteroinferior**

Con relación a ésta dimensión, hemos adoptado la propuesta en el análisis de McNamara,⁸ por considerar que se adapta bien a nuestros objetivos cuando se trata de analizar el patrón esquelético de un paciente en período de crecimiento. Se mide desde la espina nasal anterior al mentón (ENA-Me) Fig. 47, aumenta con la edad y se correlaciona con la longitud efectiva de la cara media (maxilar) y la mandibular.

Norma clínica

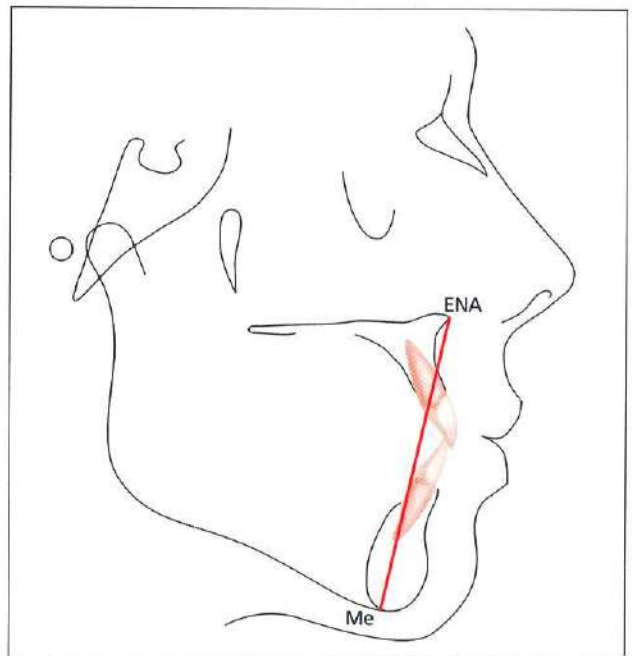


Fig. VIII-47. Altura facial anteroinferior ENA-Me.

La altura facial anteroinferior para un individuo en *dentición mixta*, con una longitud efectiva del maxilar de 85 mm es de 60–62 mm. Pero, obviamente, el maxilar es más grande en un adulto, aun si es masculino o femenino.

Interpretación

Esta medición no se utiliza aisladamente sino en conjunto con la longitud mandibular y la maxilar. Es importante destacar, que el estudio de McNamara presenta los promedios por edad y sexo para cada una de ellas, a partir de los cuales se extrapolan las *normas compuestas* que representan una *relación geométrica entre esas tres medidas*.⁸ Fig. VIII-48 Tabla VIII-3 y 4

La apariencia clínica de la relación intermaxilar viene determinada en gran medida, por la altura facial anteroinferior, su incremento resulta en una posición postero-inferior del mentón; mientras que su disminución puede causar una autorotación del mentón en una dirección anterosuperior. Por ejemplo, si la mandíbula está rota hacia abajo y atrás, junto a un incremento de 15 mm en la altura facial, la punta del mentón se mueve alejándose de la perpendicular-nasion. Es decir, si la altura fa-

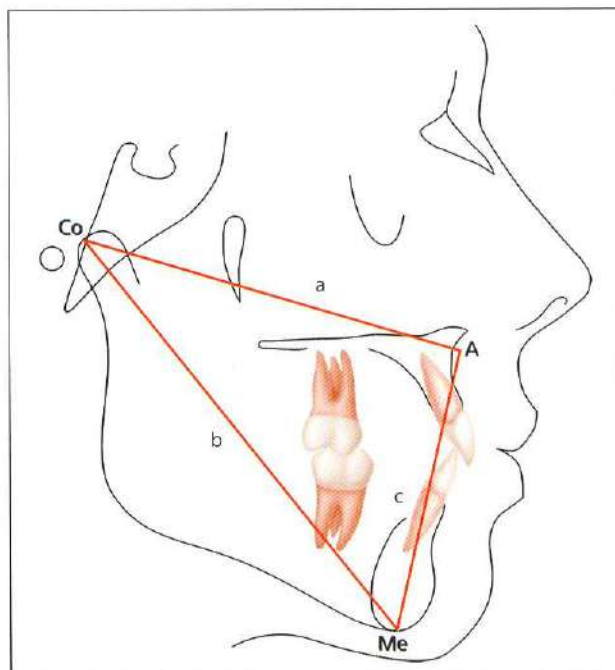


Fig. VIII-48. La medida de la altura facial anteroinferior complementa a las dos longitudes efectivas maxilar y mandibular para el estudio proporcional de las normas compuestas. Se señalan las tres mediciones a correlacionar donde **a** señala la *longitud efectiva del maxilar*, **b** *Longitud mandibular* y **c** *Altura facial anteroinferior*.

TABLA VIII-3 Valores promedios para: longitud maxilar, longitud mandibular y altura facial anteroinferior. JA. McNamara. (Por edad y sexo)						
EDAD	9 años		12 años		14 años	
	Prom.	D.E	Prom.	D.E	Prom.	D.E
NIÑAS						
Longitud mandibular (Co-Gn)	106.1	3.4	113.3	3.6	120.0	3.4
Longitud maxilar (Co-Punto A)	85.0	2.3	89.6	2.4	92.7	3.0
Diferencia maxilo-mandibular	21.0	2.7	23.4	3.0	27.3	3.0
Altura facial anteroinferior	60.0	2.9	62.6	4.5	66.1	4.3
NIÑOS						
Longitud mandibular (Co-Gn)	107.7	3.8	114.4	4.3	126.8	4.7
Longitud maxilar (Co-Punto A)	87.7	4.1	92.1	4.1	98.9	4.4
Diferencia maxilo-mandibular	20.0	2.6	22.2	3.1	27.9	3.3
Altura facial anteroinferior	61.1	3.6	64.3	3.6	69.7	4.3

* Datos tomados de McNamara JA Jr. A method of cephalometric evaluation. Am J Ortho 1984; 86: 449-469 (Muestra de Ann Arbor)

Tabla VIII-3. Valores promedio tanto para la longitud maxilar y mandibular como para la altura facial inferior por edad y sexo.

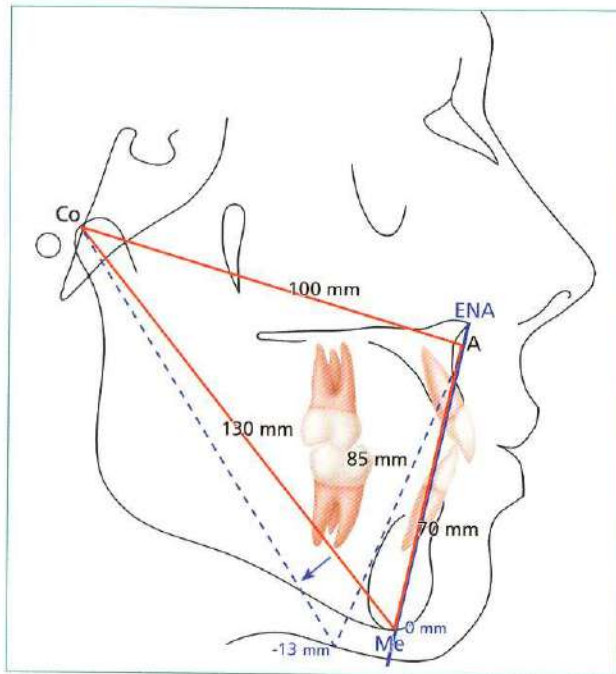
TABLA VIII-4 Normas compuestas de McNamara (Medidas en mm)		
Longitud maxilar	Longitud mandibular	Altura facial anteroinferior
80	97-100	57-58
81	99-102	57-58
82	101-104	58-59
83	103-106	58-59
84	104-107	59-60
85	105-108	60-62
86	107-110	60-62
87	109-112	61-63
88	111-114	61-63
89	112-115	62-64
90	113-116	63-64
91	115-118	63-64
92	117-120	64-65
93	119-122	65-66
94	121-124	66-67
95	122-125	67-69
96	124-127	67-69
97	126-129	68-70
98	128-131	68-70
99	129-132	69-71
100	130-133	70-74
101	132-135	71-75
102	134-137	72-76
103	136-139	73-77
104	127-140	74-78
105	138-141	75-79

Tabla VIII-4. Normas compuestas según el análisis de McNamara.

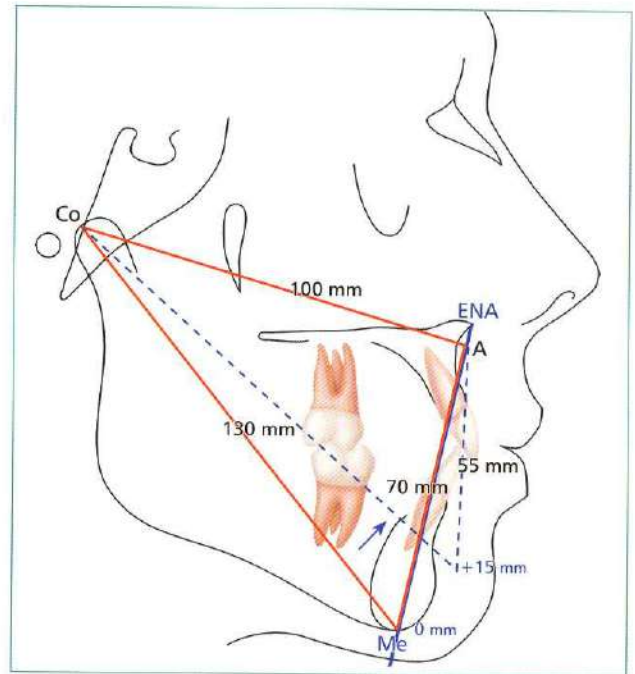
cial inferior se incrementa, la mandíbula aparecerá más retrognática y si disminuye, contrariamente, aparecerá más prognática. En un individuo en crecimiento, un incremento en la altura facial anteroinferior ocultará un incremento similar en la longitud mandibular, dando la

impresión de que el mentón está en la misma relación anteroposterior con respecto a las estructuras de la base craneana. Fig. VIII-49 A, B, C y D.

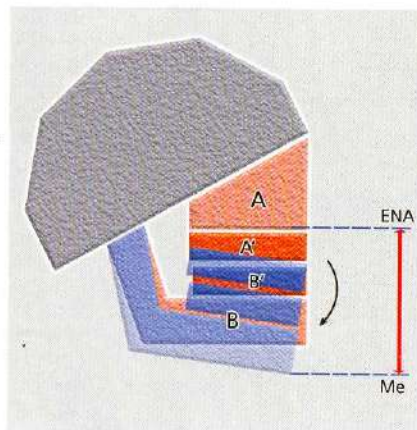
Relación de la mandíbula con el maxilar



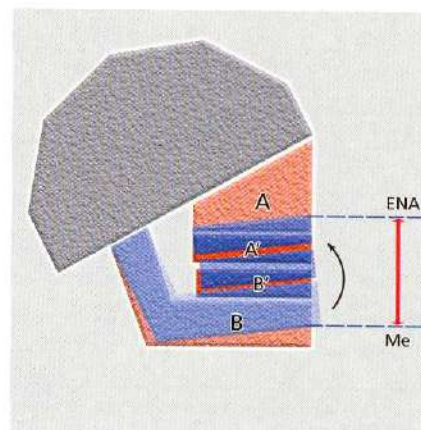
A



B



C



D

Fig. VIII-49. Relación entre la altura facial anteroinferior y la longitud mandibular efectiva. Un incremento o una disminución de altura facial inferior provocan una protrusión o retrusión del mentón de igual proporción. **A.** Altura facial aumentada y rotación hacia atrás. **B.** Altura facial disminuida produce el efecto contrario. **C.** Esquema explicativo del exceso vertical maxilar resultando en una posición hacia abajo y hacia atrás de la mandíbula, creando un excesiva altura facial inferior. **D.** Esquema explicativo de la deficiencia dentoalveolar vertical maxilar causando una posición hacia arriba y adelante de la mandíbula y una altura facial antero inferior deficiente.

Este es un dato bastante importante y trata de la relación entre las longitudes del maxilar y la mandíbula. Para el efecto, se considera la *longitud efectiva*, (Co-A) no la anatómica de la cara media y desde condilion al gnation anatómico (Co-Gn). Existe una relación geométrica entre la longitud efectiva del maxilar con respecto a la mandíbula, significando que, cualquier longitud del maxilar corresponde una longitud mandibular efectiva dentro de un rango.^{8,25} Fig. VIII-48

Una vez medida la longitud maxilar se puede determinar el rango de la longitud mandibular normal. Por ejemplo: si un individuo en dentición mixta y una cara equilibrada tiene una longitud maxilar efectiva de 85 mm, el rango de valores normales para la mandíbula es de 105 a 108 (Tabla VIII-4). Si la longitud maxilar es sustraída de la mandibular, podemos determinar la diferencia maxilo-mandibular. En este caso esta diferencia es de 20 – 23 mm.. La concordancia de estas dos longitudes no significa una correcta posición de la sínfisis en el plano sagital, ya que su ubicación está afectada por la altura facial anteroinferior. Por lo tanto, las normas compuestas se completan con los valores de ésta última que correspondan a los valores de las primeras.

Si conocemos la longitud maxilar, (Co-A) se puede estimar la mandibular (Co-Gn) correspondiente. Tabla VIII-3

Los datos de estas tres mediciones se sugieren sean colocadas en una la Ficha 2 confeccionada para facilitar la aplicación de los diferentes valores

• Ángulo nasolabial

Está formado por una línea que conecta la columela (septum nasal inferior) (Cm), subnasal (Sn), y el punto anterior del labio superior (Ls)

Norma: $102^\circ \pm 8^\circ$ ⁸⁻²⁶

Interpretación:

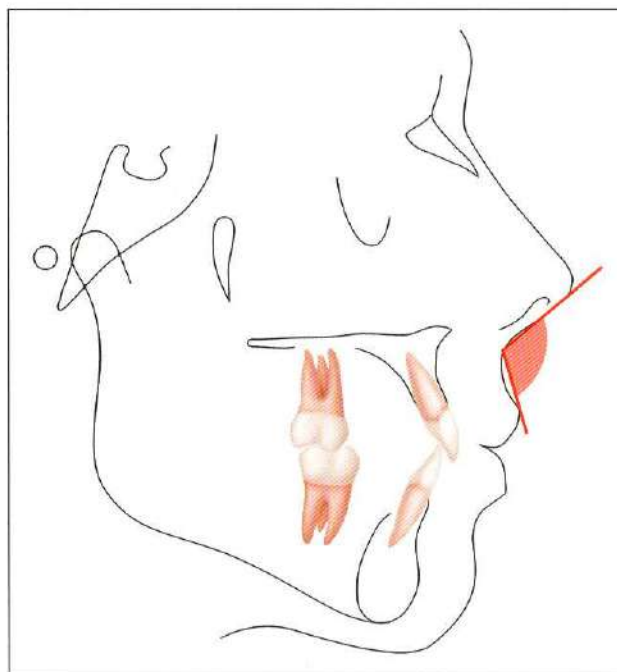


Fig. VIII-50. Ángulo naso-labial.

i. PERFIL BLANDO

FICHA VIII-2	Ficha para la anotación específica de las normas compuestas del análisis de McNamara		
MEDIDAS	NORMAS COMPUESTAS	VALORES PACIENTE	CONTROL
Longitud maxilar			
Longitud mandibular			
Altura facial anteroinferior			

A pesar de que está sujeto a las variaciones de la columela nasal, sigue teniendo valor ya que puede indicar protrusión alveolar superior. Fig. VIII-50

- **Plano estético de Ricketts o Línea "E"**⁵

Va desde la punta de la nariz al pogonion blando. Nos permite evaluar la relación de los labios con respecto a este plano.

Norma: El labio superior debe encontrarse a una distancia promedio de - 4 mm. y el labio inferior con respecto al plano E debe ser - 2.mm. Fig. VIII-51

B. UTILIDAD DE LA CEFALOMETRÍA

Hasta ahora hemos hecho el análisis del paciente desde todos sus ángulos: la parte dentaria, mediante la utilización de los modelos de estudios y ahora el del patrón esquelético utilizando la radiografía cefalométrica; es

decir, que ella nos proporciona el análisis estático de la morfología craneofacial. Necesitamos ahora analizar la utilidad que nos proporciona ese conocimiento.

Cuando hacemos el diagnóstico de un problema ortodóncico en un niño, debemos hacer un enfoque diferente de si se tratara de un adulto y la diferencia radica en una característica especial que tiene, su crecimiento no ha terminado, lo que es mas, podemos estar cercano al "pico de crecimiento" que conviene aprovechar a su favor. Podríamos considerar que se trata de un *diagnóstico dinámico*, muy diferente de cuando el paciente es un adulto en el cual tenemos unas dimensiones craneofaciales ya establecidas, incambiable al menos por procedimientos ortodóncicos puros: podríamos decir que es un *diagnóstico estático*.²⁷

Al respecto, proponemos seguir un esquema que desarrollaremos a manera de interrogantes.

¿Qué es lo primero que observamos en una

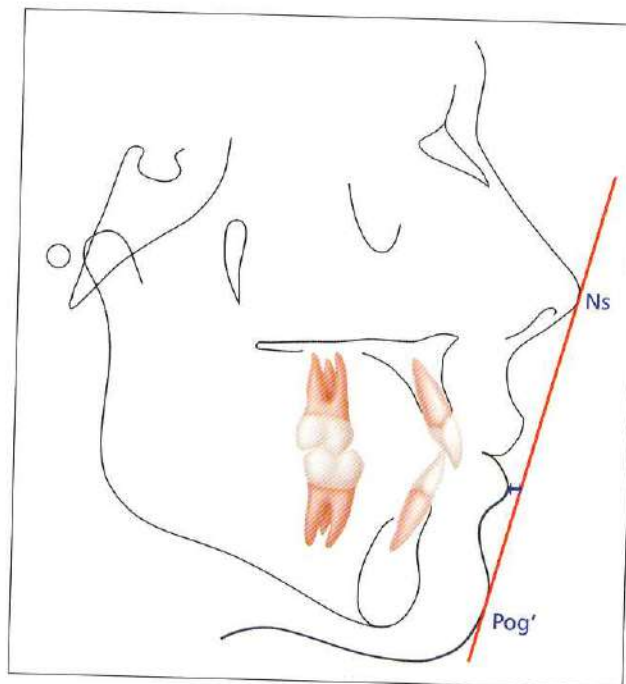


Fig. VIII-51. Línea "E" Plano estético de Ricketts.

radiografía cefalométrica?

Simplemente, a primera vista: los diferentes componentes esqueléticos y dentales del complejo craneofacial del individuo; es decir, sus relaciones entre si y con las estructuras craneanas. Este punto lo intentamos esquematizar de manera muy simple, y partiendo de cuál sería la posición de los maxilares y los dientes normalmente posicionados. Fig. VIII-52A. Pero, basándonos en los conocimientos anteriormente expuestos observamos que estamos en presencia de un prognatismo esquelético

maxilar, esquematizado en la Fig. VIII-52 B y la acción debe ir dirigida hacia ese componente; considerando la edad del paciente, ya sabemos cual sería la vía más indicada: fuerzas ortopédicas extraorales. Sin embargo, debemos llamar la atención en el sentido de diferenciarla con un problema de protrusión dentaria simplemente, sin que estén afectados los componentes esqueléticos. Fig. VIII-52C o si estuvieren afectados ambos: dentales y esqueléticos. Fig. VIII-52 D.

Cada caso requiere una estrategia de tratamiento diferente y de manera muy especial si estamos en presen-

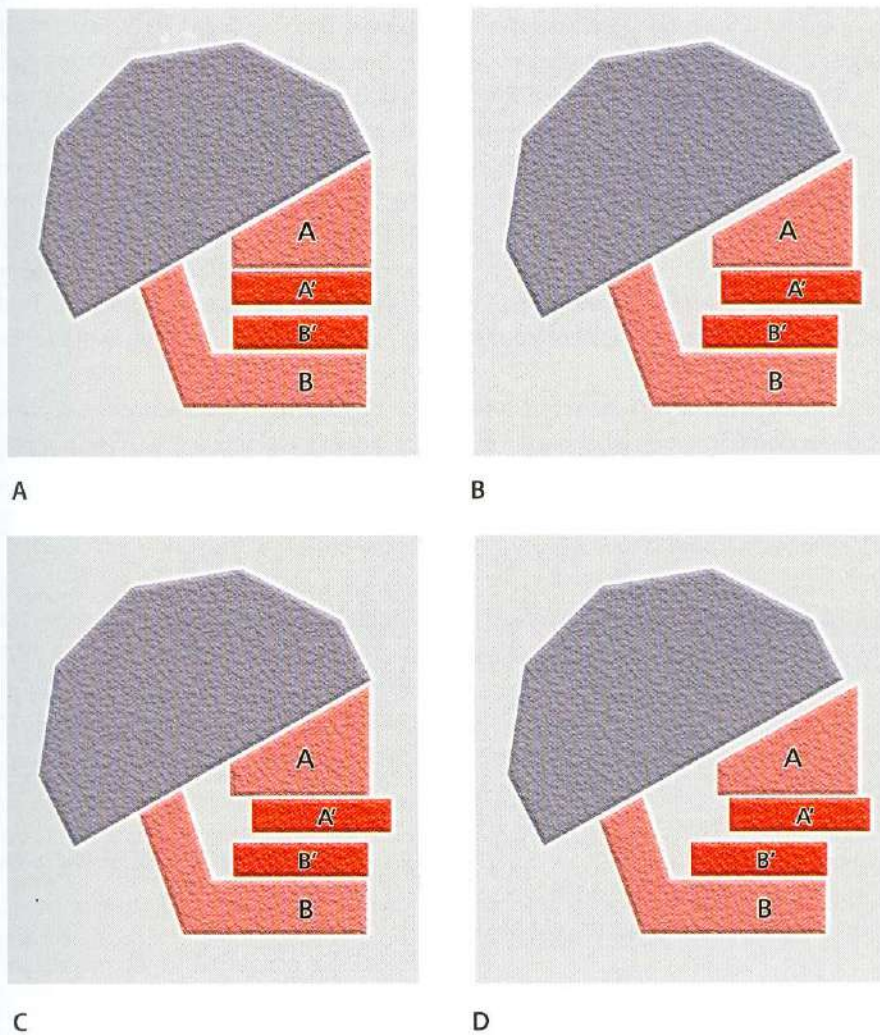


Fig. VIII-52. Componentes esqueléticos y dentales de la cara. **A.** Las relaciones ideales, esqueléticas y dentales, donde A representa el hueso basal maxilar, **A'**. El hueso alveolar maxilar. **B.** El hueso basal maxilar y **B'**. el hueso alveolar mandibular. **B.** Una protrusión maxilar esquelética. **C.** Protrusión dentoalveolar maxilar y **D.** Protrusión dental y esquelética maxilar.

cia de un paciente niño, en el que podemos contar aún con un remanente de crecimiento. Además, debe considerarse la posición y tamaño de la mandíbula, pues el problema puede involucrar los dos maxilares y a la dentición, también puede ser un problema muy complejo que requerirá la atención inmediata para aprovechar la etapa de máximo crecimiento. Podría ser necesario tratar de redirigirlo, frenarlo o corregir la protrusión dentaria, casos en los que, el diagnóstico correcto es de importancia definitiva.

Hemos descrito las diferentes mediciones angulares y lineales que consideramos más significativas, para un diagnóstico apropiado de las relaciones entre el complejo nasomaxilar y el cráneo y entre los dos maxilares; anunciando el significado de sus valores normales; estamos claros en qué clase de displasia debemos atender; con esos conocimientos en mente estamos en condiciones de diagnosticar o localizar la naturaleza del problema y plantearnos algunas preguntas:

1. **¿Existe una desarmonía en las relaciones maxilares? ¿Cuál es el patrón esquelético?**

La *relación anteroposterior de las bases apicales*, que a su vez son portadoras de la dentición, con el cráneo, pudiendo ser en pequeña cantidad influenciadas por la ortodoncia, pero en mayor por las fuerzas ortopédicas, nos revela información necesaria para la terapia.

Si observamos cuidadosamente la "Ficha de recolección de los datos" podemos responder a este primer planteamiento:

Para ello en las mediciones que nos orientan **la posición del maxilar con el cráneo** están: el ángulo SNA, con valores promedio observados en las Tablas VIII-1A, VIII-1B y VIII-3, los cuales al estar aumentados o disminuidos nos dan la imagen de un maxilar adelantado, en posición posterior o normal con respecto a la base craneana.

Si tenemos en cuenta que la base craneana anterior (S-N) aumenta 1 a 2 mm cada año durante el periodo de crecimiento más activo, el maxilar migra en una medida muy semejante manteniéndose relativamente constante.

Obviamente que este ángulo puede estar influenciado por la inclinación de la base craneana cuando el punto S

se encuentre por debajo del N, haciéndolo no tan fiable, para lo cual reforzamos esta medición adicionando la distancia del punto A a la perpendicular propuesta por McNamara, con la cual podremos determinar la relación antero posterior de dicho punto. Al mismo tiempo que podremos determinar la longitud maxilar del paciente (Co-A) mediante el método descrito previamente (Fig. VIII-16) Utilizando las normas compuestas y la longitud mandibular determinaremos quién presenta el problema. Tabla VIII-3

Igualmente que para el maxilar la **mandíbula también se relaciona con la base craneana** de manera similar con el ángulo SNB, se han asignado valores numéricos promedio para cada edad (Tabla VIII-1A, VIII-1B y VIII-2) en los cuales al estar aumentados o disminuidos o dentro de su promedio nos indicará la posición antero posterior de la misma. Al igual que para el maxilar adicionamos allí la distancia del punto Pog a la perpendicular de McNamara, para obtener una visión anteroposterior de la misma. Además, la distancia Co-Gn para determinar la longitud mandibular efectiva la cual ayudara a señalar, a través de las normas compuestas, de las dos bases óseas es la que esta involucrada en el problema. Tabla VIII-4

La diferencia antero posterior entre las dos bases apicales se determina a través del ángulo ANB. Además de establecer la relación del punto Pog con el plano NA, se adicionó la diferencia maxilo-mandibular de McNamara anteriormente descrita.

Quedan así puntualizadas las mediciones con las cuales pretendemos determinar cuál es el patrón esquelético de nuestro paciente teniendo distintas opciones que pueden aclarar nuestras dudas cuando con una de ellas no tengamos claro el diagnóstico.

2. **¿Cuál o cómo es la tendencia o la dirección del crecimiento?**

Es posible predecir la dirección del crecimiento en ciertas áreas del complejo craneomaxilofacial, pero, no lo es tanto en lo que respecta a su magnitud. Así que conociendo la dirección del crecimiento en las regiones, podemos utilizar esa información al elaborar el plan de tratamiento.

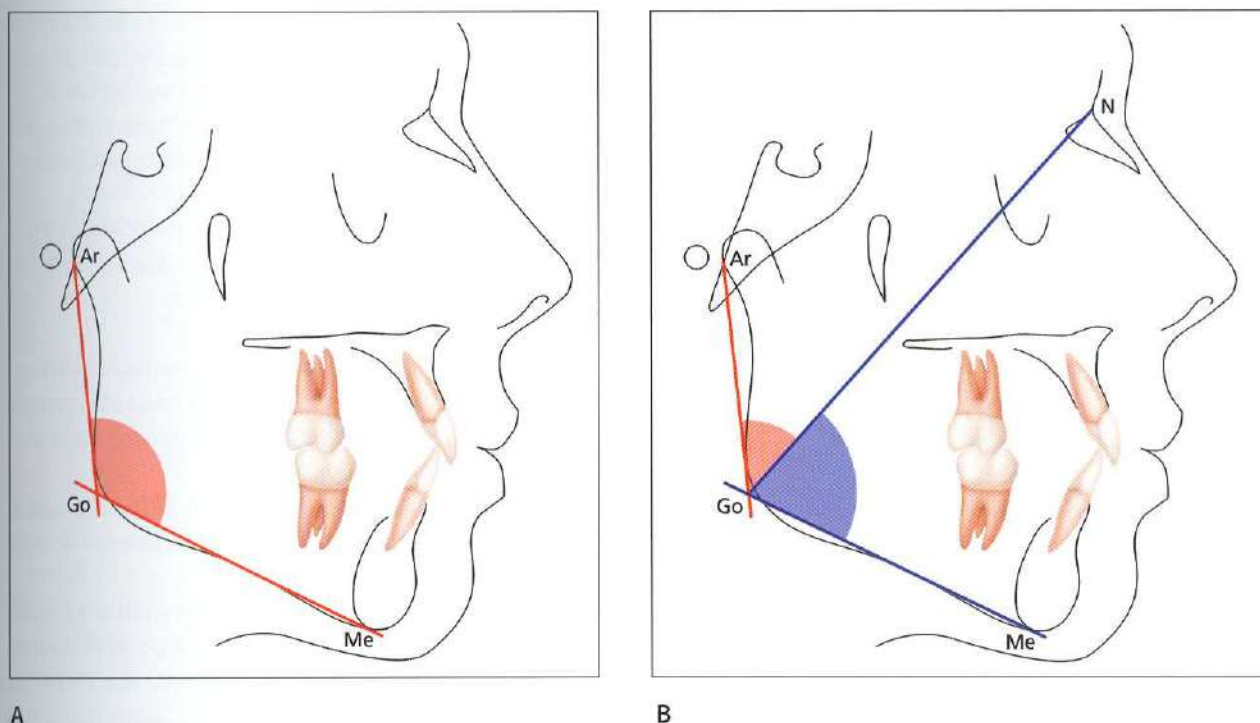


Fig. VIII-53. **A.** Muestra el ángulo goniaco. **B.** Muestra el ángulo dividido en superior e inferior.

Cuando observamos la relación entre el crecimiento de la altura facial anterior y la posterior, de la que hablamos anteriormente, podemos encontrar algunas respuestas.

Los tipos de crecimiento de la cara de acuerdo a su dirección pueden enunciarse de la siguiente manera: *a) en sentido contrario a las agujas del reloj, b) en el sentido de las agujas del reloj y c) directo hacia abajo*. Podemos decir entonces que el crecimiento normal de la cara es "en sentido contrario a las agujas del reloj", porque el desarrollo vertical anterior es menor que el crecimiento de la cavidad glenoidea y el cóndilo (posterior) y por lo tanto, la sínfisis se desplaza hacia adelante. Para el efecto, nos remitimos a la proporción entre la altura facial posterior y altura facial anterior.

Otro elemento de importante consideración es el *ángulo goniaco*.

La morfología mandibular en gran medida depende de la forma en que se relacionan entre sí el cuerpo y la rama, no es exagerado decir que es el centro alrededor de cual gira el resto de la cara. Fig. VIII-53 A y B

Con el conocimiento del *ángulo goniaco*, (descrito en páginas anteriores y el cual ha sido dividido en dos partes: superior e inferior) pueden presentarse diferentes alternativas:

Si tenemos un *ángulo goniaco* superior grande (58° a 65°), el incremento remanente de crecimiento será hacia adelante, el crecimiento en la rama hará que la parte inferior de la cara sea más prognática. El conocimiento de la dirección de este incremento de crecimiento en esta área es muy importante si estamos planeando corregir una maloclusión Clase II División 1. Con un *ángulo goniaco superior aumentado*, el incremento remanente de crecimiento será sagital en estructuras mandibulares con un *ángulo goniaco inferior* entre 60° - 70° .

Por lo tanto es recomendable, al completar el tratamiento, cederse espacio para permitir el crecimiento, dejando una sobremordida horizontal (resalte) en cierta medida más grande, dando a la zona incisiva cierta libertad entre los dientes anteriores hasta que el incremento de crecimiento mandibular remanente haya sido alcanzado. Si no es tomada la precaución de dejar ese espacio li-

bre para permitir el crecimiento sucederán dos posibles eventos:

- Apiñamiento incisivo mandibular
- Los incisivos mandibulares se ubican en una relación de Clase III o mordida invertida.

Una redistribución de los dientes anteriores del tipo de Clase III, postratamiento, se desarrollara con el crecimiento cuando ambas mitades, superior e inferior, del ángulo goníaco, son grandes, permitiendo la aparición de una mordida abierta a medida que el tratamiento recidiva y el crecimiento facial continua.

En las estructuras faciales en las cuales la mitad superior del ángulo goníaco es pequeña: 43 - 48° el incremento remanente del crecimiento mandibular será hacia abajo o hacia abajo y atrás. En algunos casos, en los cuales al incremento de crecimiento de la rama, se agrega una altura considerable a la parte posterior de la cara, cuando

la longitud de la rama es corta, es poco lo que se agrega al crecimiento vertical a pesar de que la divergencia de la parte posterior de la cara aumenta en tamaño. Las variaciones en los valores de estos ángulos tienen influencia específica en la dirección del crecimiento mandibular:

Se presentan algunos ejemplos de variaciones que pueden presentarse en los valores de los ángulos y su influencia en la dirección del crecimiento.

- Un ángulo goníaco superior aumentado debe interpretarse como un crecimiento hacia adelante de la sínfisis siempre y cuando el inferior esté disminuido. Fig. VIII-54
- Aumento en ambas partes del ángulo goníaco, indicativo de la aparición o el incremento de una mordida abierta. Fig. VIII-55
- Mitad superior disminuida con relación a la norma pero el inferior aparece normal. Se observa la rama en dirección vertical, indicando que son menores

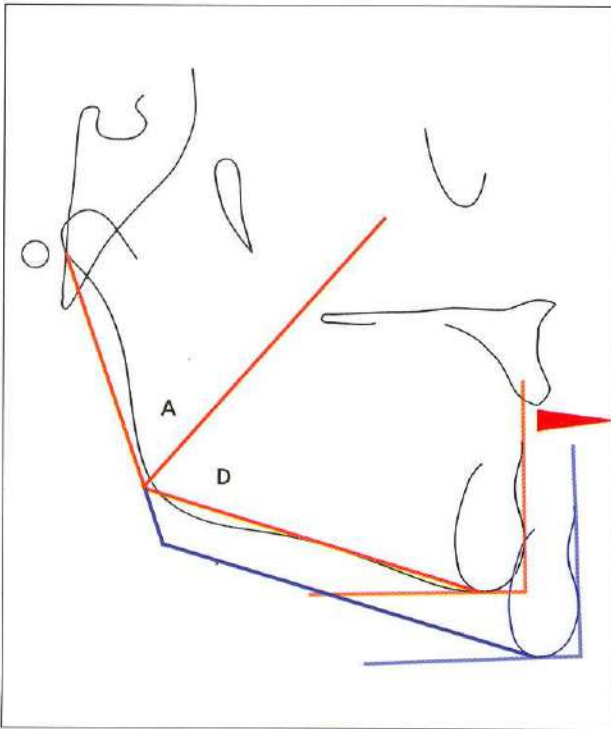


Fig. VIII- 54. Se presenta el ángulo goníaco superior aumentado y el inferior disminuido. Con el crecimiento, el mentón se proyecta hacia adelante.

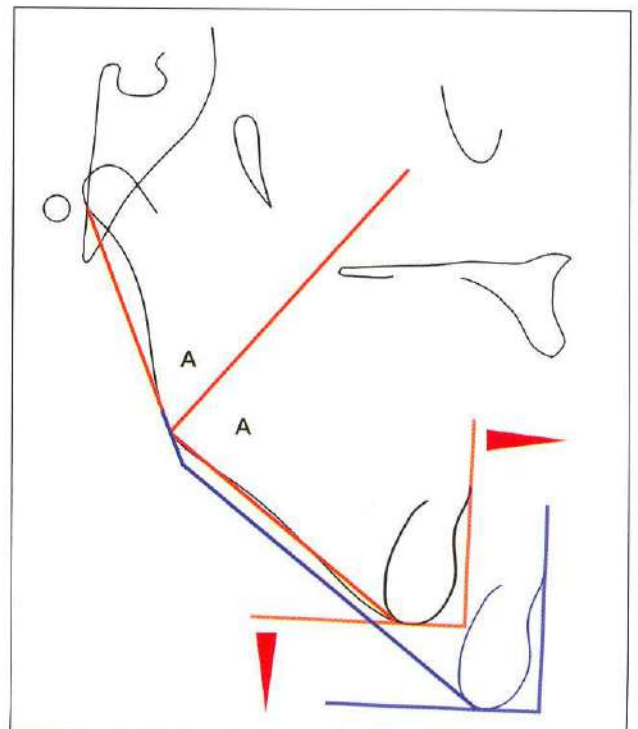


Fig. VIII-55. Ambas partes del ángulo goníaco están aumentadas. Se observa crecimiento vertical mayor.

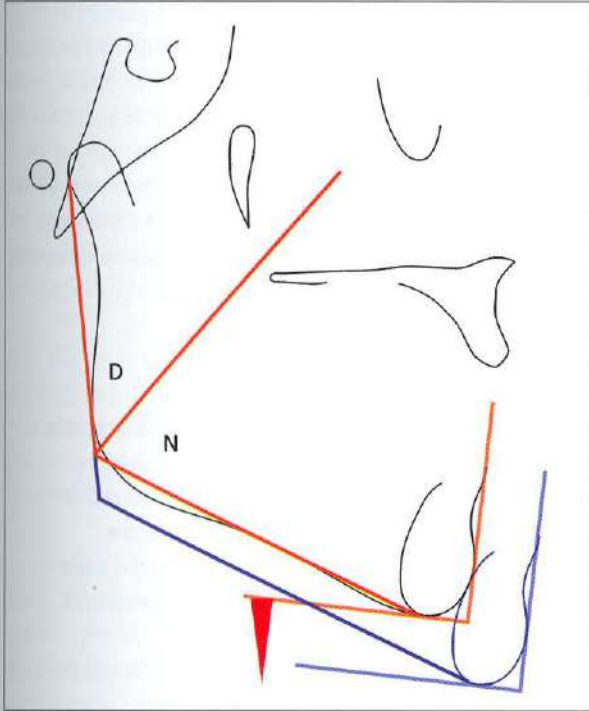


Fig. VIII-56. Se presenta disminuido la mitad superior del ángulo goníaco y la inferior normal. El crecimiento se expresa más en sentido vertical.

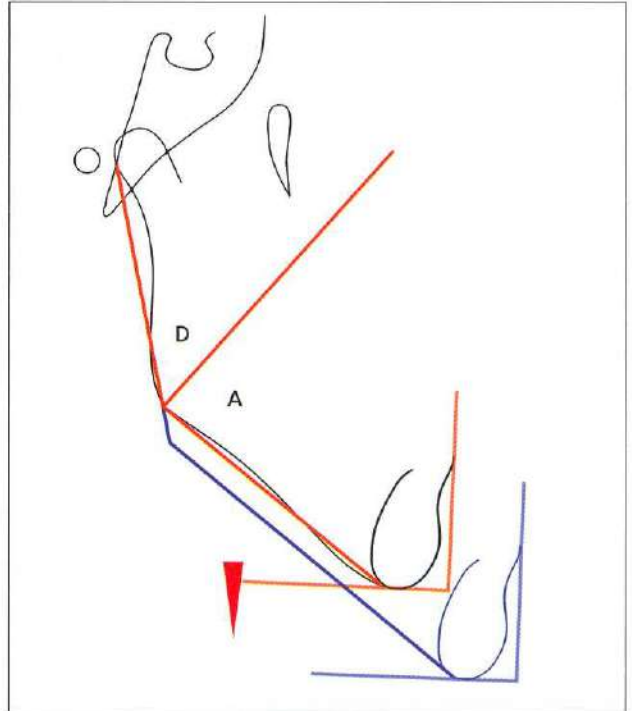


Fig. VIII-57. Si la mitad superior del ángulo goníaco está disminuida y la inferior aumentada, se observa una marcada tendencia hacia el crecimiento vertical.

las posibilidades de que el crecimiento remanente sea hacia adelante. El incremento se manifestará más hacia abajo. Fig. VIII- 56

- d. Si contrariamente, se observa un aumento notable del inferior, en presencia de un superior disminuido, nos indicará una tendencia de crecimiento mandibular en sentido vertical. Situación obviamente muy desfavorable en perfiles retrognáticos al no producirse el avance de la sínfisis y una tendencia a agravarse la mordida abierta anterior. Fig. VIII -57

3. ¿Es posible predecir la aparición de un prognatismo mandibular?

Se ha reportado que a los 10 u 11 años de edad, la proporción entre la base craneana anterior y el largo del cuerpo mandibular es de 1:1. Ahora bien, la longitud del cuerpo mandibular aumentara, en un termino medio, de 1 a 1½ mm por año por cada milímetro de crecimiento en el largo de la base craneana anterior (S-N). La base seguirá aumentando en tamaño mientras los senos frontales continúen su desarrollo. Ahora bien, *comenzando a*

*los 11 años, el aumento total en los varones oscilara entre 2 y 7 mm, dependiendo de la estatura corporal, mientras que en las niñas es de 2 mm de extensión en la base craneana anterior.*²³

En los casos en los cuales la longitud del cuerpo mandibular es 3 a 5 mm más grande que la base craneana anterior a los 10 u 11 años de edad, el incremento de crecimiento mandibular es de 1.2 mm por año en las neutroclusiones, de 1.5 mm en maloclusiones Clase II, y de 2 mm en la Clase III.

Cuando el incremento mandibular de crecimiento es 1,2 a 1,4 mm por año más grande que el largo de la base craneana anterior en las neutroclusiones y en las maloclusiones de Clase II, donde la altura de la rama es de más de 46 mm y el ángulo goníaco superior es mayor y el inferior menor, la maloclusión debe ser tratada hacia una sobremordida horizontal (resalte) de 2 a 3 mm, para prevenir así el crecimiento posterior al tratamiento, que conllevaría a un apiñamiento anteroinferior cuando entren en contacto funcional con los anterosuperiores, si no se dejara libre este espacio.

4. **¿Cuál es la dirección del crecimiento?**

Una interrogante se nos presenta: estamos en presencia de un niño que no ha finalizado su crecimiento, que posiblemente ni siquiera ha entrado en su "pico de crecimiento". Es obvio que, para instaurar la terapia adecuada debemos tener claro cuál es la dirección de su crecimiento.

También en este aspecto tenemos la respuesta: se encuentra en una serie de mediciones de ángulos como:

Todas las verticales que indican la dirección del crecimiento.

Habíamos mencionado anteriormente que los tipos de crecimiento facial eran en *sentido de las agujas del reloj*, *directo hacia abajo* y en *sentido inverso al de las agujas del reloj*. Podemos predecir las direcciones de crecimiento en áreas específicas del complejo dento craneofacial, pero es difícil predecir cuales serán los incrementos exactos. Por lo tanto tratamos en lo posible de extrapolar la información para que nos sirva en el plan de tratamiento, a partir de las direcciones en las cuales se va a realizar el crecimiento y como éstas van a caer dentro del plan general.

Para establecer una definición podremos decir que el término en *sentido de las agujas del reloj* significa que la parte anterior de la cara esta creciendo hacia abajo (abajo y adelante o hacia abajo y atrás) en una proporción mucho mayor que la parte posterior, lo inverso se aplicará a la que crece en sentido contrario a las agujas del reloj; la altura facial posterior y la profundidad facial esta creciendo hacia abajo y adelante o hacia abajo y atrás en una proporción más rápida que la parte anterior de la cara. El crecimiento directo hacia abajo ocurre cuando la altura de la parte anterior de la cara es igual en magnitud al de la parte posterior.

Si la parte posterior de la cara es corta, podemos esperar una cara retrognática. Sus incrementos faciales posteriores serán también menores que en la cara ortognática con un crecimiento inverso al de las agujas del reloj en la cual la diferencia entre la altura facial anterior y posterior es menor que en una cara con crecimiento en sentido de las agujas del reloj y donde la longitud de la rama ascendente contribuye en mayor forma a la altura de la parte posterior de la cara.

Para ello utilizamos las mediciones del patrón vertical como son la altura facial anterior total (AFAT) y la altura facial posterior (AFP), los incrementos de crecimiento en altura de la parte anterior y posterior de la cara pueden ser averiguados midiendo desde S-Go y de Na a Me. De su relación porcentual obtendremos el porcentaje dentro del cual se encuentra este niño y podremos así determinar cual es la dirección de su crecimiento y planear cual será nuestra terapia.

5. **¿Los cambios observados con la terapia implementada fueron debidos a los procesos del crecimiento normal del individuo o producto de la terapia aplicada? ¿Existe una combinación de estos factores y cual su participación?**

Una utilidad importante del análisis cefalométrico radica en la posibilidad de comparar varias placas radiográficas de un mismo individuo especialmente durante el período de crecimiento y poder separar así los que son producto de la terapia utilizada o por el crecimiento normal del individuo.

Es un hecho comprobado que la cabeza humana no crece de manera homogénea, sino que cada región tiene su dirección, tiempo e intensidad específicos para desarrollarse. Ello hace difícil encontrar estructuras fijas que puedan ser tomadas como puntos de referencia para medir en el tiempo los diferentes cambios dimensionales que suceden en el complejo dentofacial durante el período de la niñez y la adolescencia, etapas en las que suele ser necesaria la intervención ortodóncica.²⁸

Es así que, estando todos los huesos creciendo a la vez y cambiando por los proceso de remodelado, se hace difícil encontrar estructuras que no se modifiquen y permanezcan estables, en cuyo caso, se ha recurrido a las que son menos afectadas por el crecimiento, las menos inestables o las que alcancen más tempranamente su crecimiento local.

La superposición de los calcos radiográficos proporciona a la cefalometría un aspecto dinámico, al integrar los factores espacio y tiempo en el desarrollo de las diferentes estructuras craneofaciales de un individuo en particular. Según su utilización podemos diferenciar:^{14,18,21}

1. Los cambios debidos al crecimiento esperado naturalmente y
2. Aquellos que son productos de la terapia ortodónica aplicada.

Se han propuesto diferentes planos para realizar la superposición de los calcos cefalométrico para determinar los cambios que se suceden en el individuo durante la terapia ortodónica.

Hay diferentes métodos de superposición; presentamos el propuesto por Ricketts²⁴ por considerar que se adapta bastante bien a nuestros objetivos cuando se trata de pacientes en los períodos tempranos del desarrollo de la dentición.^{2,12}

El método de superposición de Ricketts para evaluar en cantidad y dirección los cambios en las estructuras dento-faciales por el crecimiento y la terapia ortodónica, consta de cinco áreas de superposición: dos esqueléticas, dos dentarias y una a nivel del tejido blando del perfil facial.

Sin embargo, cabe destacar aquí lo más importante y original de éste método de superposición: el trabajo realizado por su autor para cuantificar los cambios de-

bidos al crecimiento natural, que permite conocer y diferenciar de manera rápida los cambios inducidos por la terapia ortodónica.²⁴

Cuando se trata de evaluar los progresos de un tratamiento ortodónico, debemos tener presente que, se trata de diferentes períodos, y como se trata de superponer trazados cefalométricos realizados en etapas sucesivas, es imprescindible utilizar en los trazados colores que identifiquen cada una de ellas.

Área UNO de superposición: Ba -N en Cc Área de evaluación: mentón

Su finalidad: evaluar los cambios en la posición del mentón. El plano de superposición utilizado es el basocraneal (Ba-Na), registrando en el punto Cc (punto localizado en la intersección del plano basocraneal y el eje facial) es una referencia de estabilidad comprobada.

Se puede dividir en base craneana anterior (Cc-N) y posterior (Ba-Cc) teniendo un crecimiento anual de 0.8 a 1 mm por año de ambas partes. Permite evaluar el comportamiento del eje facial, cuya angulación es considerada constante con la dirección del crecimiento de la sínfisis mandibular, tiene un crecimiento de 2.5 y 3 mm por año, por tanto que es considerado una medida gnomónica y cualquier cambio en su dirección debe ser consecuencia de la terapia. Fig VIII-58

Norma clínica: 90° para los 8 y ½ años de edad y sigue igual en el adulto, pero, sin embargo existe una DE que va de ± 0.7° a un año de edad, ± 1.5 a los 5 años y ± 2.2 para los 10 años de edad y que eventualmente deben ser considerados. Con estos cambios tan pequeños e impredecibles, generalmente se considera la posibilidad de cero cambios en esta medición.

En resumen, la sínfisis crece a lo largo del eje facial (Pt - Go), el cual forma un ángulo recto con el plano basocraneal. *Este ángulo no presenta alteraciones con la edad*, aunque se considera normal una variación de 0.5° por año y en casos extremos (2.5 % de la población) puede llegar a 1.5°

De allí que, cualquier variación anual mayor de lo indicado debe ser efectos terapéuticos o crecimiento patológico.

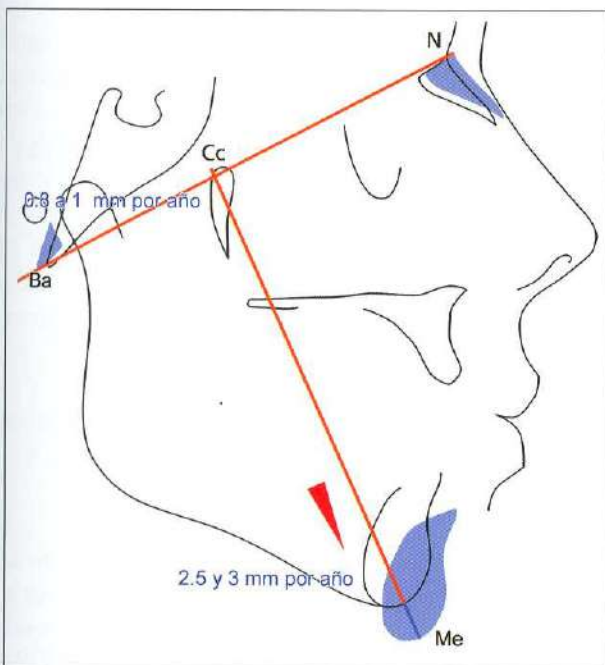


Fig. VIII-58. Área de evaluación de la mandíbula.

Área DOS de superposición: Ba – N en N.
Área de evaluación: maxilar Punto A

Se realiza sobre el plano basion-nasion, con registro en el punto nasion. Indica los cambios producidos en la posición espacial del maxilar. El ángulo basion-nasion-punto A no varía durante el crecimiento natural; es decir, la relación del maxilar con la base craneana suele ser constante, según lo reportado por Bjork,²² Steiner⁷ y Brodie²⁹ entre otros.¹² Por tanto, *cualquier alteración en este ángulo se considera como consecuencia del tratamiento.* Fig. VIII-59

Su valor promedio ha indicado que se comporta, en sentido sagital en forma similar al punto N durante el crecimiento (Aproximadamente 0.8 a 1 mm por año)

Cualquier modificación en este ángulo debe ser efecto del tratamiento sobre el punto A, lo que puede ser debido a diferentes causas como: a) remodelado óseo en la base alveolar, b) por efecto ortopédico sobre el maxilar, que se obtiene deteniendo el crecimiento maxilar mientras el N sigue con su incremento normal de 1 mm por año. En la superposición se observa un aparente retroceso del punto A.

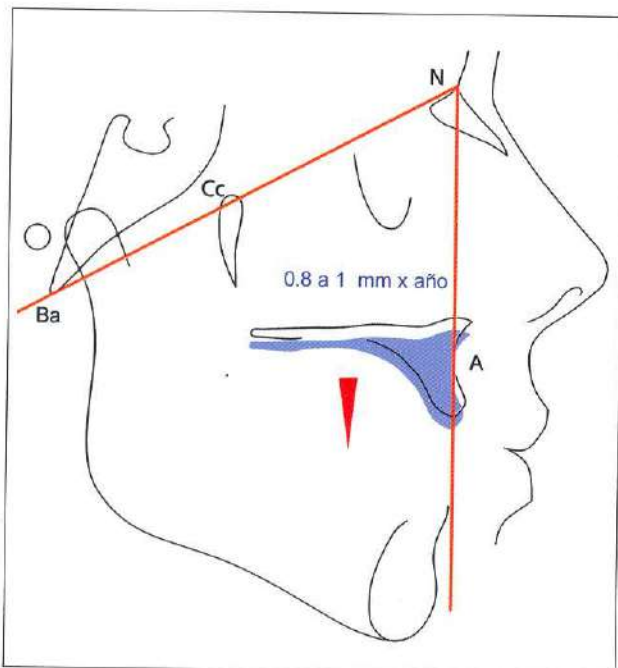


Fig. VIII-59. Área dos: evaluación del maxilar.

Área TRES de superposición: Eje del cuerpo mandibular (xi – Pm en Pm)
Área de evaluación molar e incisivo inferior

Se valúan los incisivos y los molares mandibulares.

La valoración de los cambios en la arcada inferior se realiza sobre el eje del cuerpo mandibular (Xi-Pm), registrado en el punto suprapogonio (Punto localizado en la convergencia de la lámina cortical externa con la interna del mentón óseo, a nivel del plano sagital medio de la sínfisis mandibular)¹²⁻³⁰

Ricketts eligió la referencia del eje del cuerpo mandibular para esta evaluación por considerarlo más estable para ser usado en el plano vertical, para el estudio de la erupción dentaria natural tanto como de los cambios debidos al tratamiento. Crece 1.6 mm por año. Fig. VIII-60

Con el crecimiento natural se observa que el plano oclusal funcional (formado por la unión de los puntos de máximo entrecruzamiento de los molares, premolares y caninos) se desplaza uniformemente hacia arriba, permaneciendo constante el ángulo eje del cuerpo-plano oclusal. Los dientes mandibulares hacen erupción hacia arriba alrededor de 0.8 mm por año y no se observan cambios en la posición e inclinación del incisivo inferior, excepto cuando hay un gran componente horizontal de la mandíbula cuando los incisivos se enderezan. La constancia en la posición del incisivo se observa también con relación al plano dentario (A - Pog).

Se pueden evaluar los cambios en sentido vertical y anteroposterior de ambos dientes de esta arcada.

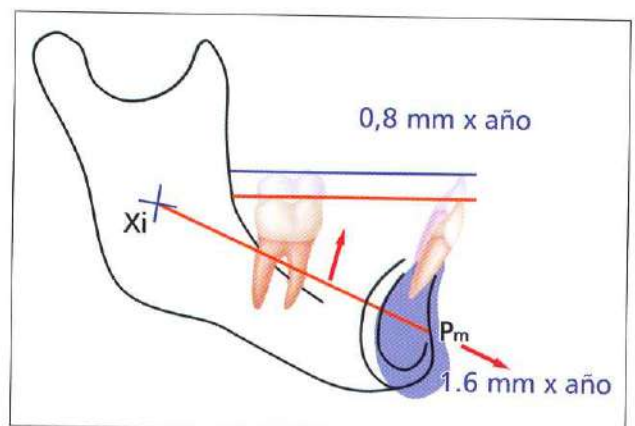


Fig. VIII-60. Área tres: arcada dentaria mandibular.

Área CUATRO de superposición: paladar en ENA
Área de evaluación: molar e incisivo superior.

Se realiza sobre el plano palatino (ENA-ENP), con registro en la espina nasal anterior (ENA) y permite valorar los cambios dentarios de la arcada superior Fig. VIII-61

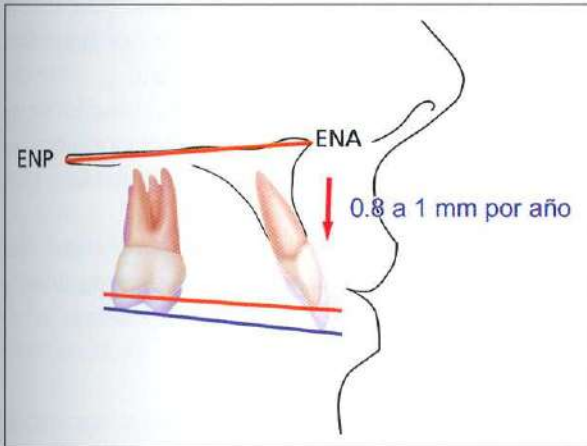


Fig. VIII-61. Área cuatro: arcada dentaria maxilar.

Se verifica la erupción por crecimiento y se le diferencia de los cambios por tratamiento

En el crecimiento natural se observa una proyección en sentido inferior y ligera protrusión de los incisivos de unos 0.2 a 0.3 mm por año con relación a la base apical superior. Si se observa cualquier desviación antero-posterior de los molares e incisivos que sobrepase esos límites debe ser atribuido al tratamiento, excepto si se ha producido la pérdida prematura del segundo molar primario superior con el consiguiente deslizamiento mesial del molar permanente.

La evaluación correspondiente a los molares, se podrá determinar el tipo de movimiento: si se han mantenido en su lugar y si se han distalizado o mesializado.

Área CINCO de superposición: Plano estético en la comisura.

Área de Evaluación: perfil blando

Se realiza sobre el plano estético de Ricketts (En-Dt) registrado en el punto estomiun (Em) punto más anterior

de la comisura labial. Permite evaluar el efecto del tratamiento sobre la posición de los labios. Fig VIII- 62

El crecimiento normal de la nariz es de aproximadamente 1 mm por año, el punto subnasal 0.5 mm por año, el labio superior e inferior 0,3 mm por año y el mentón de 0.25 mm por año.

En el crecimiento normal el perfil se hace menos protrusivo con relación al plano estético en los patrones braquifaciales y en menor grado en los mesofaciales. Al hacer la superposición se debe tener en cuenta que los cambios debidos al crecimiento en más o menos 2 años son mínimos, por lo que los cambios observados deben ser atribuidos exclusivamente a efectos del tratamiento.

Debemos tener en cuenta que en un niño en crecimiento vamos a tener cambios en las estructuras dentarias y craneofaciales hasta que este alcance la adultez, estos son variables de un sujeto a otro, siendo algunas veces coadyuvantes del tratamiento facilitando las maniobras y en otras serán quizá una interferencia en el progreso del mismo. Por tanto debemos incorporar al diagnostico y plan de tratamiento herramientas dinámicas que nos llevaran a evaluar expectativas del crecimiento, como se modificaran con el tratamiento y la combinación de ambas.

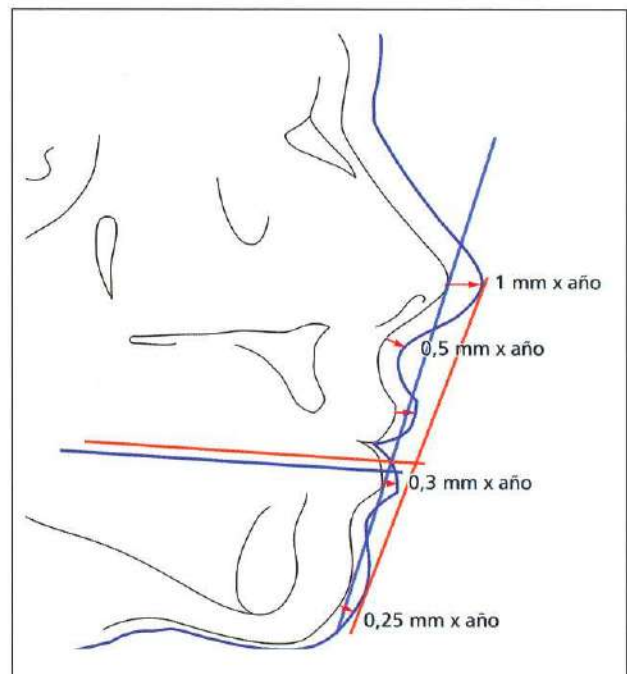


Fig. VIII- 62. Área cinco: perfil facial.

ANÁLISIS TRANSVERSAL

La cefalometría frontal, no es un estudio que se realiza de manera rutinaria en un niño. Se reserva para aquellos casos de asimetrías muy evidentes e interesar establecer diferencias relacionadas con su naturaleza y diagnosticar malformaciones que puedan afectar las diferentes estructuras del complejo maxilofacial.

Para analizar el patrón esquelético en sentido transversal, nos valemos de la radiografía cefálica posteroanterior. En ella, la cabeza es rotada 90°, de manera que el rayo central sea oblicuo al eje transversal y es de suma importancia que el plano de Frankfort sea exactamente horizontal porque si la cabeza está inclinada todas las mediciones verticales estarán alteradas. Sin embargo, este medio de diagnóstico no es rigurosamente indispensable en estas edades y sólo estaría indicada si se sospecha de una discrepancia transversal grave.

Para el efecto hemos seleccionado sólo algunas de las mediciones realizadas en el análisis de Ricketts^{30,11} que conciernen directamente a los procesos maxilares y los arcos dentarios y sus relaciones. Hemos obviado de dicho estudio, las proporciones faciales, ya que no las consideramos necesarias en este momento del crecimiento del niño, sus proporciones faciales están muy lejos de ser establecidas. Sin embargo, remitimos al lector a la bibliografía correspondiente en caso de que le fuera necesario.

Tal como se hizo con el análisis del perfil, lo que primero se hace es el trazado de las estructuras anatómicas e igualmente valiéndonos de un papel de acetado adherido a la placa. Algunas de ellas pueden presentar confusión para su ubicación^{6,28} Fig. VIII-63

Se trazan las siguientes estructuras anatómicas y dentarias:

1. La apófisis cristagalli del etmoides que constituye la referencia sagital del cráneo medio.

2. Las órbitas, derecha e izquierda. Trazar todos sus cuatro bordes. Identificar en el borde externo el punto Z, en la sutura frontomalar
3. Las apófisis cigomáticas y sus prolongaciones superior e inferior
4. Las fosas nasales con su línea media y los cornetes. En especial su borde inferior externo y por debajo del septum nasal la espina nasal anterior
5. El contorno de los maxilares derecho e izquierdo. La pared lateral externa que sube por la apófisis maxilo-malar y limita la fosa temporal
6. El contorno de la mandíbula con los cóndilos derecho e izquierdo, la apófisis coronoides y sus bordes superior e inferior. La escotadura antegonial
7. Los cóndilos derecho e izquierdo.
8. Los incisivos superiores e inferiores, centrales y laterales si existen (Trazar los que sean posibles) y localizar el punto medio y los cuatro caninos.

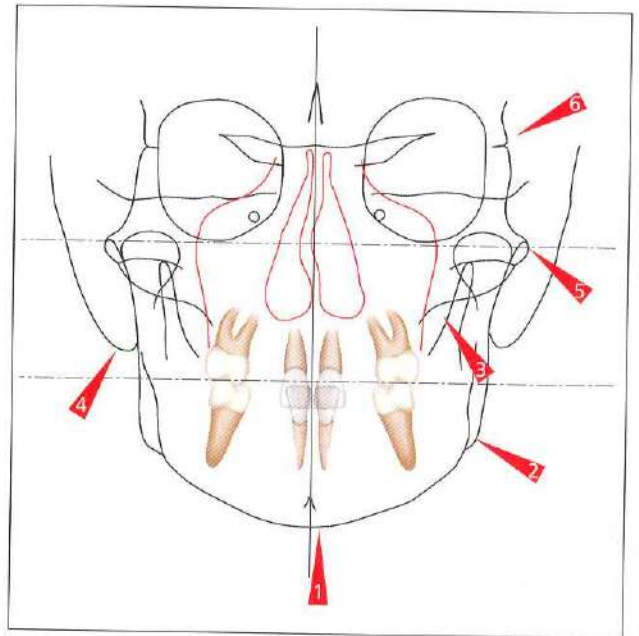


Fig. VIII-63. Se señalan las estructuras anatómicas más resaltantes: 1 Mentón, 2 Gonion, 3 Punto Jugal (maxilar). 4 Mastoides 5 Arco cigomático 6 Sutura cigomáticofrontal.

1. Puntos cefalométricos

Señalaremos sólo los puntos que utilizaremos para el diagnóstico específico de los problemas dentarios. ^{6, 11, 24} Fig. VIII- 64

Definición de los puntos

Se ha adoptado parcialmente la nomenclatura descrita por Langlade ^{6,31}, reservando la señal (') para el lado izquierdo.

Canino inferior (B3 – B3') Derecho e izquierdo. Localizado en la punta del canino mandibular.

Molar mandibular (B6 – B6') Derecho e izquierdo. Se toma el punto más vestibular de la corona del primer molar permanente llevado perpendicularmente sobre el plano oclusal.

Molar superior (A6 – A6') Derecho e izquierdo. Se toma el punto más vestibular del primer molar permanente superior llevado perpendicularmente sobre el plano oclusal.

Antegonial (AG – AG') Derecho e izquierdo. En la parte más cóncava por delante de la protuberancia gonial Se considera que este punto es muy estable, aún más que el gonion por no estar sometido a la acción de las inserciones musculares.

Jugal (J – J') Derecho e izquierdo. Es el punto más cóncavo de la tuberosidad del maxilar. Se localiza en la intersección de la tuberosidad del maxilar y el contorno infero-externo del hueso malar.

Mentón (Me) Punto medio situado sobre el borde inferior de la sínfisis, justo en la depresión de la foseta del borde del mentón.

Nasal (NC – NC') Derecho e izquierdo. Corresponde al punto más externo del contorno de la cavidad nasal considerado en su parte más ancha.

Cigomático orbitario (Z – Z') Derecho e izquierdo. Es el punto de intersección de la sutura frontomalar y el contorno del borde interno de la orbita Se sitúa en el punto más interno de la sutura frontocigomática, en el margen externo del reborde orbitario.

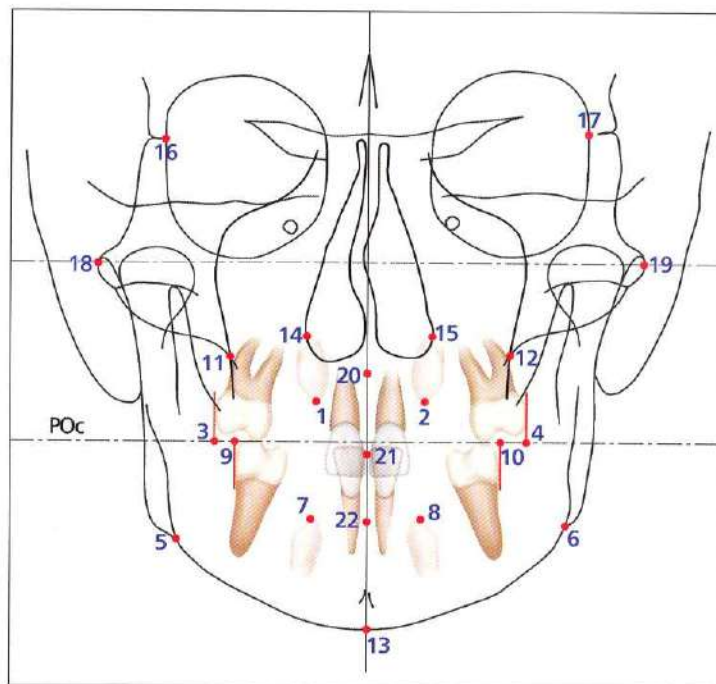


Fig. VIII- 64. Localización de las referencias o puntos utilizados para el análisis.

1 – 2 Punto canino superior izquierdo y derecho. 3 – 4. Molar maxilar izquierdo y derecho. 5 – 6 Antegonial izquierdo y derecho. 7 – 8. Canino inferior izquierdo y derecho. 9 – 10. Molar mandibular izquierdo y derecho. 11 – 12. Jugal izquierdo y derecho. 13. Mentón. 14 – 15. Nasal izquierdo y derecho. 16 – 17. Cigomático-orbitario izquierdo y derecho. 18 – 19 Cigomático medio izquierdo y derecho. 20. Espina nasal anterior. 21. Incisivo maxilar. 22. Incisivo mandibular. 23 Plano oclusal.

Cigomático externo o cigomático medio (ZA – ZA') (Derecho e izquierdo). Se localiza en el centro del contorno externo de la apófisis cigomática. En el centro de la raíz del arco cigomático.¹¹

Espina nasal anterior (ENA) Es la punta de la espina nasal anterior. Localizado entre la sutura media de la cavidad nasal y encima del paladar duro.

Incisivo maxilar (1A) Es el punto medio inter-incisivo. Situado sobre la papila inter-incisiva, en la unión de la corona y la encía

Incisivo mandibular (1B) Es el punto medio inter-incisivo inferior, situado sobre la papila inter-incisiva en la unión de la corona y la encía.

2. Planos y líneas horizontales Fig. VIII-65

- *Plano oclusal. POc*

La línea de intersección de los primeros molares maxilares y mandibulares y define la línea de oclusión de los molares.

- *Plano orbito-frontal o plano "Z" (Z – Z')*

Formado por la unión de los puntos cigomático-orbitario derecho e izquierdo y constituye la línea base de referencia horizontal para la ubicación de la cabeza.

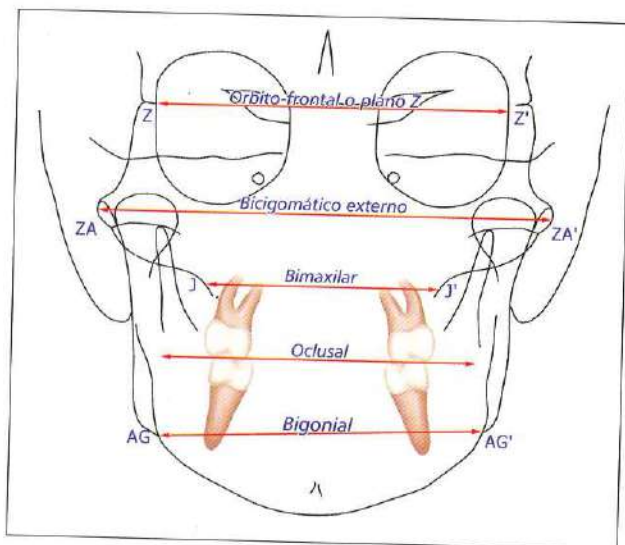


Fig. VIII-65. Muestra los diferentes planos, horizontales utilizados para el análisis.

- *Plano bicigomático externo o cigomático medio (ZA – ZA')*

Formado por la unión de los puntos cigomáticos medio derecho e izquierdo, es el centro del contorno externo de la apófisis cigomática. Se encuentra a nivel de los cóndilos y corresponde al plano horizontal de Frankfort.

3. Planos verticales. Fig VIII-66

Se señalan los planos verticales utilizados en el análisis.

- *Plano medio sagital*

Es una línea que desciende desde la apófisis crista-galli y parte superior del septum nasal, perpendicular al plano Z – Z' pasando también a través de los puntos inter-incisivo y mentón en una cara simétrica. Es la línea de referencia para definir los problemas de asimetrías y desviaciones de la línea media de laterognasias de laterodesviaciones.^{6, 11, 26}

- *Plano fronto-facial (Z – AG y Z' – AG')*

Formado por la unión de los puntos cigomático-orbitario y antegonial derecho e izquierdo. Es el plano de referencia descriptivo para el ancho de las bases maxilares y permite la discriminación de las mordidas cruzadas de origen dentario.

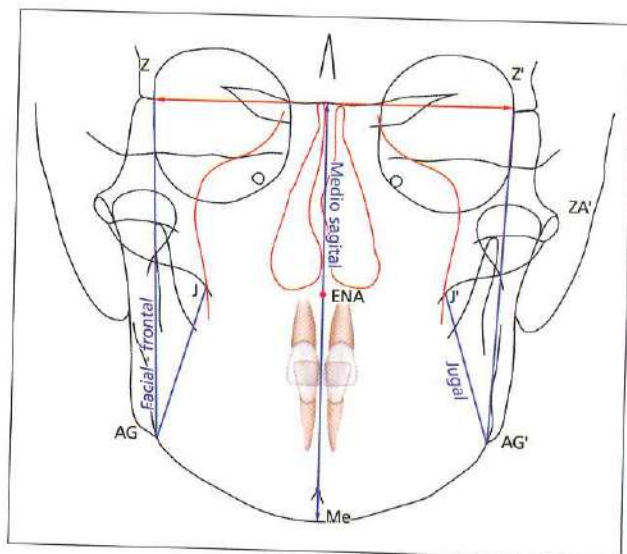


Fig. VIII-66. Los planos verticales. Se señalan los planos verticales utilizados en el análisis.

• Plano dento-maxilar, frontal o jugal ($J - AG$ y $J' - AG'$)

Formado por la unión de los puntos jugal y antegonial, derecho e izquierdo. Es la referencia descriptiva para el ancho de las bases maxilares y mandibulares. Equivale al plano A - Pog en el estudio del perfil facial.⁶

ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO TRANSVERSAL

El análisis transversal lo realizamos siguiendo la secuencia de la Ficha VIII-3

Los datos de la Tabla VIII-5 proceden del estudio de Saturno,³³ realizado en una muestra de niños venezolanos,

FICHA VIII-3		FICHA PARA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS DEL ANALISIS FRONTAL		
		Norma clínica - D.E.	PACIENTE	CONTROL
		8 1/2 a 9 años		
CAMPO I PROBLEMA DENTARIO				
Relación molar izquierda		1.5 mm ± 1.5 mm		
Relación molar derecha		1.5 mm ± 1.5 mm		
Ancho intermolar		55 mm ± 2 mm		
Ancho intercanino		22.7 ± 3.2/+ 0.8		
Línea media dentaria		0 mm ± 1.5 mm		
CAMPO II. PROBLEMA ESQUELÉTICO				
Ancho maxilomandibular izquierdo		10 mm ± 1.5 mm		
Ancho maxilomandibular derecho		10 mm ± 1.5 mm		
Línea media-maxilomandibular		0° ± 2°		
CAMPO III. DENTUESQUELÉTICO				
Molar a maxilar izquierdo		6.3 mm ± 1.7		
Molar a maxilar derecho		6.3 mm ± 1.7		
Inclinación del plano oclusal		0 mm ± 2 mm		
CAMPO IV. RELACIÓN CRANEOFACIAL				
Simetría postural izquierda		0° ± 2°		
Simetría postural derecha		0° ± 2°		
CAMPO V. ESTRUCTURAL INTERNO				
Ancho facial		116 mm ± 3 / 2.4		
Ancho maxilar		62 mm ± 3 / + 0.6		
Ancho mandibular		76 mm ± 3 / 1.4		
Altura facial total		97.88 ± 5.48		

TABLA VIII-5 Valores promedios para las variables cefalométricas transversales (mm) (Masculino y femenino) (*)

EDAD	7 AÑOS		8 AÑOS		9 AÑOS		10 AÑOS	
	Prom.	D.E	Prom.	D.E	Prom.	D.E	Prom.	D.E
Ancho intermolar	54.88	2.14	54.88	1.61	54.50	2.12	53.88	2.16
Ancho intercanino	20.88	1.26	22.00	2.44	22.20	2.30	23.00	2.4
Ancho max-mand	10.88	1.96	10.44	1.59	11.00	1.94	11.66	1.80
Ancho max-molar	6.44	1.66	6.53	1.00	6.66	0.96	6.66	2.34
Ancho interorbital	92.22	3.76	93.11	3.98	93.40	2.75	99.60	5.93
Ancho bicigomático	113.55	4.30	113.77	4.20	116.00	2.49	114.77	7.24
Ancho maxilar	59.66	2.50	61.00	2.10	60.70	2.94	60.55	3.28
Ancho bigonial	76.88	4.37	75.22	2.58	76.30	3.56	78.22	4.96
Altura facial	97.88	5.48	99.55	6.72	98.90	5.21	102.11	6.75

* Fuente: Saturno LDE Característica cefalométrica frontales en una muestra de niños venezolanos de 7 a 10 años. Rev Iberoa Ortod 1994; 13: 11-21

TABLA VIII-6		VARIABLES DEL ANÁLISIS TRANSVERSAL POR EDAD (Sexo masculino y femenino)			
EDAD	7 AÑOS	8 AÑOS	9 AÑOS	10 AÑOS	
VARIABLE	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	
Ancho intermolar	55.0	55.0	55.0	55.0	
Ancho intercanino	21.7	22.5	23.3	24.1	
Ancho maxilomandibular	10.0	10.0	10.0	10.0	
Distancia molar-maxilar	5.20	6.0	6.8	7.6	
Simetría postural	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ancho bigonial	72.7	74.0	75.35	76.6	

* Fuente: Ricketts 1986

los cuales presentan algunas diferencias con las utilizadas usualmente para el grupo caucasoideo, y la Tabla VIII-6 son reportadas por el estudio de Ricketts

CAMPO I. PROBLEMA DENTARIO ^{11,32}

1. Relación molar (Derecha e izquierda)

Es la distancia entre la superficie bucal de los primeros molares maxilares y mandibulares, medido a lo largo del plano oclusal. Describe la relación molar en el plano transversal. Fig. VIII-67

Su norma clínica: molar superior 1.5 mm (DE 1.6 mm) hacia vestibular, o bucalmente con relación al inferior.

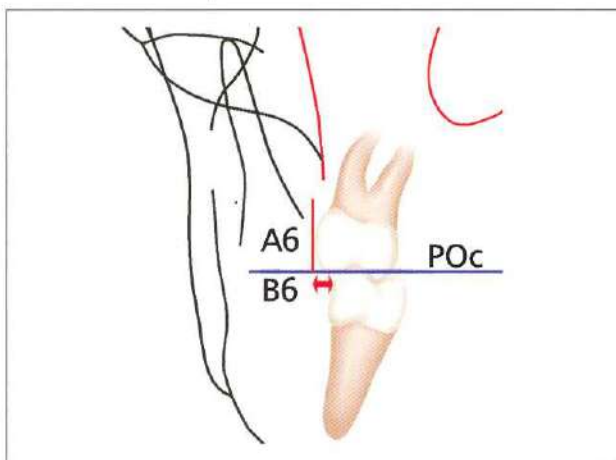


Fig. VIII-67. Se señala la relación molar derecha: A6 – B6 POc

Interpretación: Describe la relación molar en el plano transversal. Valores menores o negativos indican un molar cúspide-cúspide o mordida cruzada lingual respectivamente. Valores mayores de +3 mm que la norma son indicativos de una mordida cruzada vestibular.

2. Ancho intermolar

Es la medida absoluta del ancho del arco a través de los molares. Se toma la distancia entre los dos primeros molares mandibulares. (B6 – B6') medido a lo largo del plano oclusal. Fig. VIII-68

Su norma clínica: a los 8 años de edad: niños 55.0 mm, niñas 54.0 mm (ED: ± 2mm)

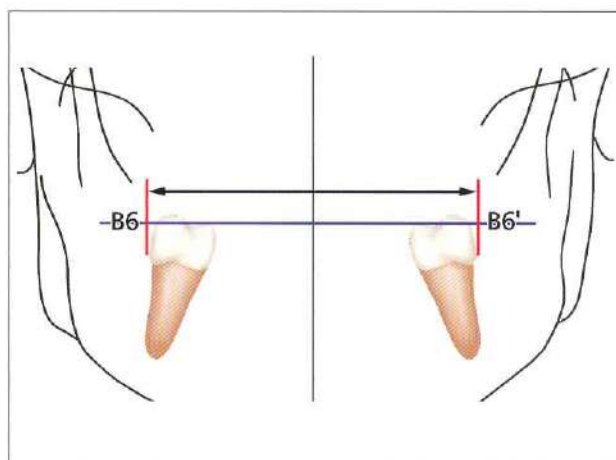


Fig. VIII-68. Ancho intermolar mandibular: B6 – B6' Medido sobre el plano oclusal.

Interpretación: Mide el ancho de la arcada dentaria inferior en milímetros.

3. Ancho intercanino

Se obtiene tomando la distancia entre las cúspides de los caninos mandibulares. (B3 – B3') Fig. VIII-69

Norma clínica: 22.7 mm (A los 7 años, no erupcionado). Aumenta 0.8 mm por año hasta los 13 años de edad, llegando así a 2 mm, o sea en total 27.5 mm

DS.: ± 3.2 mm a los 7 años, disminuyendo 0.2 mm por año hasta la edad de 13 años. (Llega a 27.5 mm)

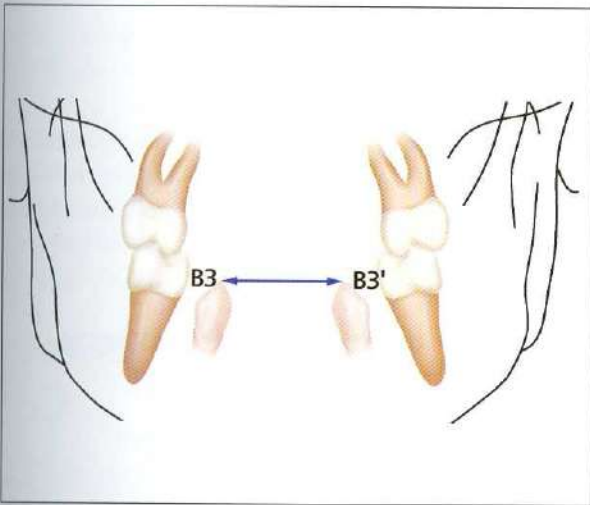


Fig. VIII-69. Ancho intercanino. Distancia B3 – B3'

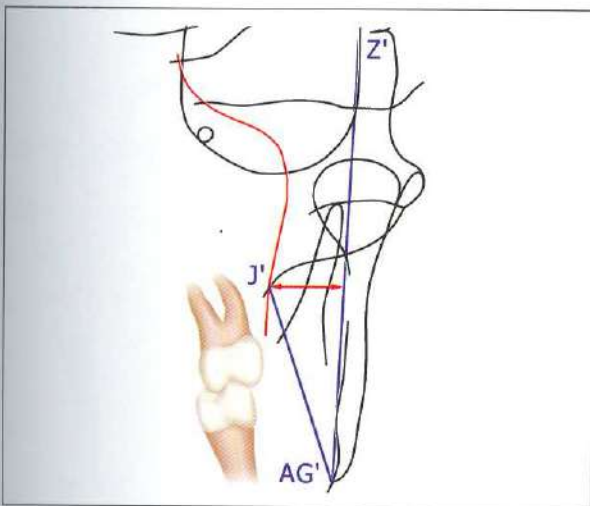


Fig. VIII-70. Ancho maxilomandibular. Z-AG - Z'-AG'

Interpretación: Es útil para el diagnóstico precoz de los problemas de espacio en la mandíbula. Se utiliza para detectar tempranamente problemas con la erupción de los caninos y tamaño de la base apical anterior y con ello, el diagnóstico precoz de los problemas de espacio

CAMPO II. RELACIÓN MAXILAR-MANDÍBULA

4. Ancho maxilomandibular (Derecho e izquierdo)

Es la distancia entre el proceso jugal del maxilar J y J' y el plano frontofacial. (Z-AG - Z'-AG') Fig. VIII- 70

Su valor promedio 10 mm (DE: ± 1.5 mm) a los 8 ½ años de edad. para un niño normal.

Interpretación: Indica el desarrollo transversal del maxilar y determina la naturaleza de la mordida cruzada, es decir, si es esquelética. Valores mayores indican una mordida cruzada esquelética lingual, por el contrario, valores menores son de una mordida cruzada bucal.

5. Línea media maxilo-mandibular

Es el ángulo formado entre el plano medio sagital y el plano ENA – Me. Fig. VIII-71

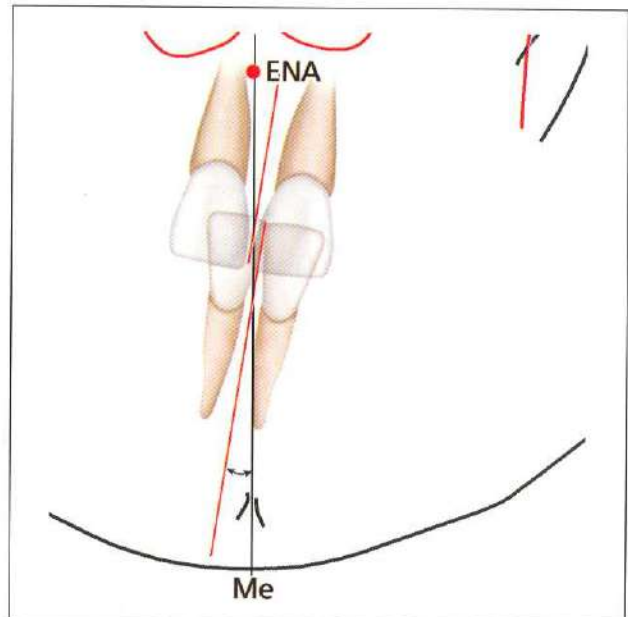


Fig. VIII-71. Línea media maxilomandibular.

Valor normal: 0° DE: $\pm 2^\circ$

Interpretación: Determina la desviación de la línea media mandibular con relación al plano medio sagital. Indica si la asimetría es debida a tamaño de los dientes o a un deslizamiento funcional.

CAMPO III. RELACIÓN DENTOSQUELÉTICA

6. Distancia molar maxilar (Izquierdo y derecho)

La distancia entre la cara bucal del primer molar maxilar y el plano dentomaxilar frontal o jugal. (J-AG - J'-AG').

Su norma clínica: 6.3 mm (DE. 1.7 mm para un niño de tamaño promedio de 8 y ½ años de edad. Fig. VIII-72

Norma clínica: 6.3 mm (DE: ± 1.7 mm) Para un niño de tamaño normal de 8 y ½ años de edad.

Interpretación: Una distancia mayor indica posibilidad de una expansión maxilar en sentido vestibular bucal; distancia pequeña, no hay espacio para expandir.

7. Inclinación del plano oclusal

Esta dada por la diferencia entre las medidas tomadas desde el plano Z - Z' al plano oclusal a nivel de los molares derecho e izquierdo. Fig. VIII-73

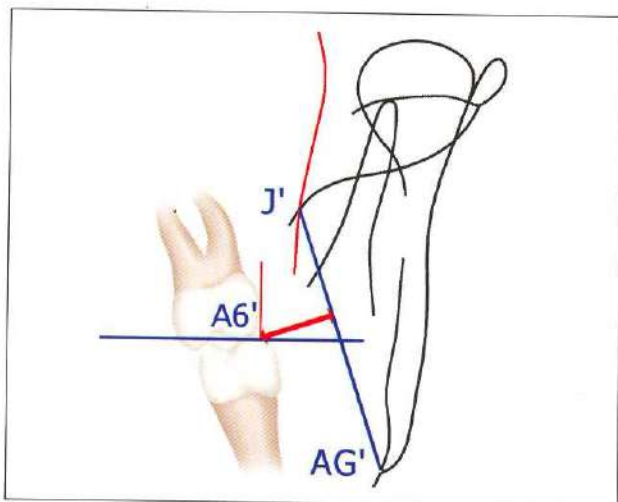


Fig. VIII-72. Distancia molar J' - AG'

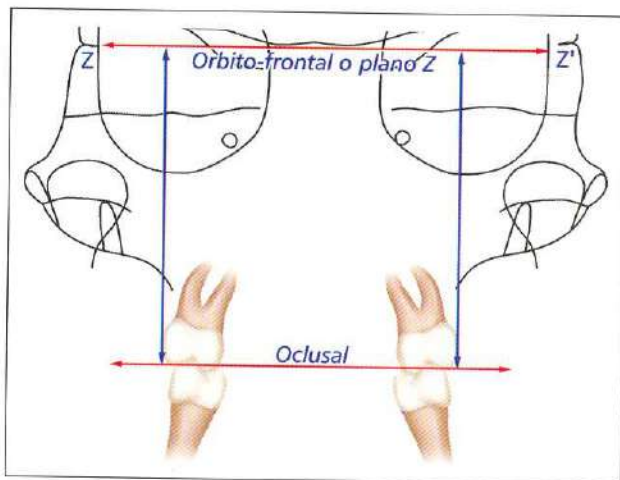


Fig. VIII-73. Inclinación del plano oclusal.

Valor normal: 0 mm DE: ± 2 mm

Interpretación: Un valor fuera de la norma se debe a una inclinación del plano oclusal que debe ser tenido en cuenta, ya que advierte sobre posibles problemas de la ATM.

CAMPO IV. RELACIÓN CRANEOFACIAL

8. Simetría postural

Es la diferencia entre los ángulos Z - AG - ZA y Z' - AG' - ZA'. Indica la armonía en el ancho del arco maxilar y la posibilidad de realizar expansión del arco dental maxilar. Fig. VIII-74

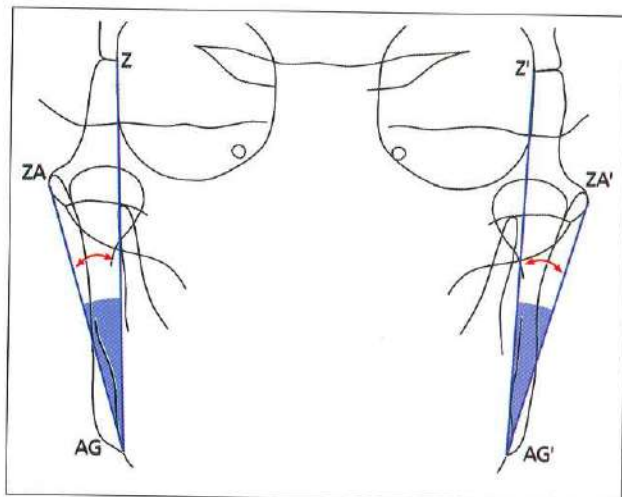


Fig. VIII-74. Simetría postural. Ángulo Z-AG-ZA y Z'-AG'-ZA'

La norma clínica: $0.^\circ$ DE.: $\pm 2^\circ$

Interpretación: Ayuda a explicar la naturaleza de las asimetrías. Hay que ser muy cuidadosos, pues puede ser afectado por defectos en la colocación del paciente. (Rotación sentido lateral)

CAMPO V. ESTRUCTURAL INTERNO

9. Ancho facial. (ZA - ZA')

Considerado el "ancho de la cara superior", es la distancia entre los bordes externos de las apófisis cigomáticas derecha e izquierda. Se utiliza para la descripción de la morfología facial ³⁴ Fig. VIII-75

Valor normal: 116 mm. A los 9 años de edad. (DE: ± 3 mm). Aumenta 2.4 mm por año.

Interpretación: Se utiliza para la descripción de la morfología facial

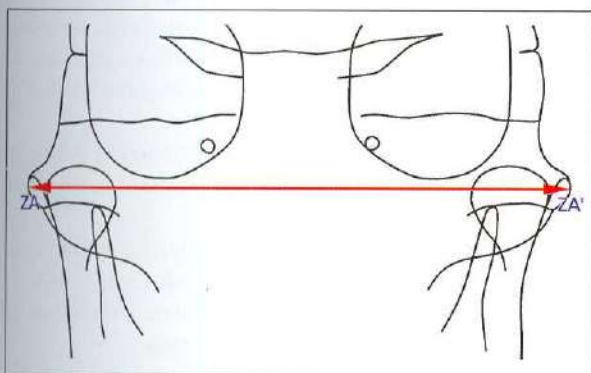


Fig. VIII-75. Ancho de la cara superior: ZA - ZA'

10. Ancho maxilar (J - J')

Corresponde a la distancia entre los puntos jugal izquierdo y derecho. (J - J') Constituye el ancho real del hueso maxilar. Fig. VIII-76

Valor normal: 62 mm (DE ± 3 mm) a los 9 años. Aumenta 0.6 mm por año.

Interpretación: Indica el desarrollo transversal del maxilar y debe ser considerado en la evaluación de la disyunción palatina.

11. Ancho mandibular o bigonial (AG - AG')

Considerado el "ancho de la cara inferior" y proporciona el ancho máximo de la cuerpo de la mandíbula. Fig. VIII-77

Valor normal 76 mm (DE ± 3 mm) a los 9 años de edad. Aumenta 1.4 mm por año.

Interpretación: Se utiliza para la descripción de la morfología facial.

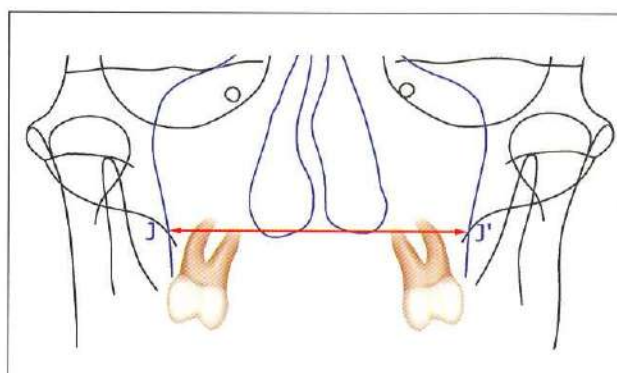


Fig. VIII- 76. Ancho maxilar (J - J')

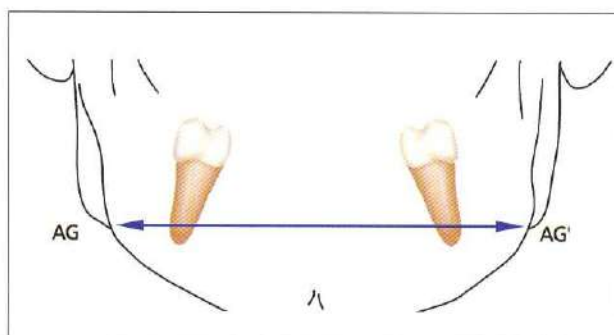


Fig. VIII-77. Ancho mandibular la unión entre antegonial derecho e izquierdo AG AG'

12. Altura facial total (Z - Z' punto medio - Me) Fig. VIII-78

Medido sobre el plano medio sagital. Se toma la distancia desde el punto medio del plano Z - Z' al punto mentón. Fig. VIII-78

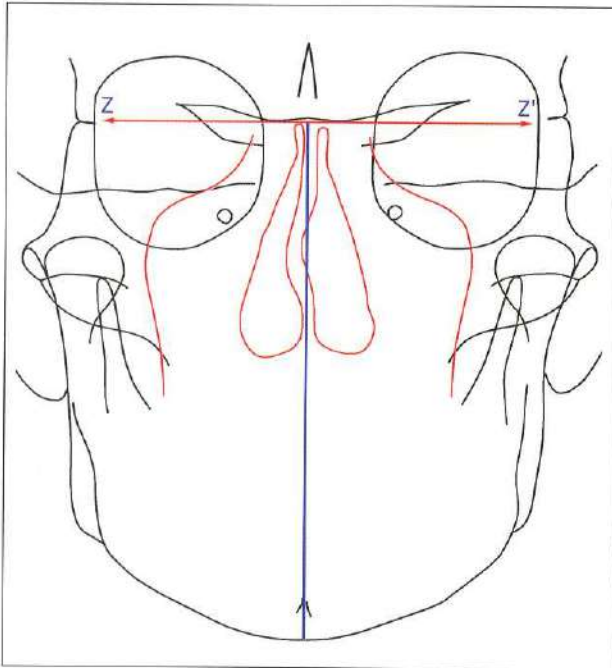


Fig. VIII-78. Altura facial total. Z - Z' / Me.

RECOMENDACIONES

El diagnóstico cuidadoso del patrón esquelético de un paciente es importante a cualquier edad, pero cuando se trata de un niño en dentición mixta, la importancia posiblemente es mayor, ya que se muestra de un análisis dinámico, en los cuales no sólo interesa el diagnóstico para ese momento preciso, sino que también interesa predecir, aunque sea dentro de ciertos límites su proceso evolutivo y cuales son las expectativas relacionadas con su crecimiento normal y que podríamos obtener con el tratamiento.

BIBLIOGRAFIA

1. Fifty years of cephalometric radiography. Editorial. Angle Orthod 1981; 51: 89-91

2. Canut JA Ortodoncia Clínica. Salvat Editores. Barcelona 1988.
3. Downs WB. Variations in facial relationships: Their significance in treatment and prognosis. Am J Orthod 1948; 34: 812-40
4. Aguila FJ Manual de cefalometría. Editorial Eguiran. Barcelona 1993
5. Ricketts RM Syllabus for advanced course in Orthodontic philosophy and technique. California. Foundation for Orthodontic Research. 1996.
6. Langlade M. Céfalométrie orthodontique. Maloine S.A. Editeur. Paris 1978
7. Steiner C. Cephalometric for you and me. Am J Orthod 1948; 34: 812-840.
8. McNamara JA: A method of cephalometric evaluation Am J Orthod 1984; 86:449-469.
9. Broadbent BH. The face in the normal child. Angle Orthod 1937; 7: 183-207.
10. Jacobson A. : Radiografic cephalometry. Quintessence.1995.
11. Gugino CF. An Orthodontic Philosophy. R.M. Communicators Division of Rocky Mountain Associates International. California. 1977.
12. Krogman W and Sassouni V. Syllabus in Roengenographic Cephalometric. Philadelphia. 1957.
13. Toronovitsky L.: Cefalometría clínica. Editorial Mundi. Buenos Aires
14. Riolo ML, Moyers RE, McNamara JA and Hunter WS. An Atlas of craniofacial growth: Cephalometric standards from the University of Michigan. An Arbor. Center for Human Growth and development. Monograph Number 2. 1986
15. Mayoral J, Mayoral G y Mayora P. Ortodoncia. Principios fundamentales y práctica. Editorial Labor S A. Barcelona 1986.
16. Witzig J. Ortopedia maxilofacial clínica y aparatología Tomo II. Ediciones científicas y técnicas. España.1993.
17. Moyers RE. Manual de Ortodoncia. Editorial Médica Panamericana. 4ª Edición. Buenos Aires. 1988
18. Gregoret J. Tuber E. Ortodoncia y cirugía ortognática. Espaxs Publicaciones Médicas. Barcelona. 1997
19. Tweed Ch. Clinical Orthodontic. St Louis. The C.V. Mosby Company. 1966
20. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. Am J Orthod 1975;67: 125-137.
21. Broadbent BH Jr, Broadbent BH Sr and Golden WM. Bolton standards of dentofacial development growth. St Louis 1975. The C.V. Mosby Company
22. Bjork A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children. Method and application. Am J Phys Anthropol 1968; 29: 243-254.
23. Jarabak J., Fizzell J.: Aparatología del arco de canto con alambres delgados. Editorial Mundi Buenos Aires.

24. Ricketts RM. A four-step method to distinguish orthodontic changes from natural growth. *J Clin Orthod* 1975; 9: 208-228.
25. Águila FJ: Manual de cefalometría. Editorial Eguiran. Barcelona 1993.
26. Ricketts RM. Syllabus advanced orthodontics seminar. Ricketts and Bench seminars. Inc. Edit. Pacific Palisades (USA) 1876.
27. Ricketts RM :Planning treatment on the basis of facial pattern and estimate of its growth. *Angle Orthod* 1957; 27:14-37.
28. Enlow DH. Handbook of facial growth. Saunders Company. Philadelphia. 1975.
29. Brodie AG. On the growth patterns of the human head from the third month to the eight years of life. *Am J Anat* 1941; 68: 209-262.
30. Ricketts RM Cephalometric analysis and synthesis *Angle Orthod* 1961;31;141-146.
31. Broadbent BH. Bolton standards and techniques in orthodontic practice. *Angle Orthod* 1937; 7: 209-233.
32. Engel S, Spolter BM. Cephalometric and visual norms for a Japanese population. *Am J Orthod* 1981; 80: 48-60
33. Saturno LDE. Características cefalométricas frontales en una muestra de niños venezolanos de 7 a 10 años. *Rev Iberoam Ortod* 1994. 13: 11-21
34. Woods CA (Jr) Changes in widths dimensions between certain teeth and facial pain during human growth. *Am J Orthod* 1950; 36: 670-700.

OTRAS LECTURAS SUGERIDAS

1. Moore AW. Cephalometric diagnostic tools. *J Am Dent Ass* 1971; 82, 4: 775-781.
2. Riedel RA. The relations of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. *Angle Orthod* 1952; 22: 142-145.
3. Wylie WL. The assessment of antero posterior dysplasia. *Angle Orthod* 1947; 17, 97.
4. Tweed CH. The Frankfort -mandibular incisor angle (FMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning, and prognosis. *Angle Orthod* 1954; 24: 121-169.
5. Downs WB. The role of cephalometric case analysis and diagnosis. *Am J Orthod* 1952; 38: 162-182.
6. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 1969; 55: 109-123.
7. Sassouni V. Roentgenographic cephalometric of cephalofacial-dental relationships. *Am J Orthod* 1955; 41: 735-764
8. McNamara JA Jr. Components of Class II malocclusions in children 8-10 years of age. *Angle Orthod* 1981; 51: 170-207.
9. Steiner CC. The use of Cephalometric as an aid to planning an assessing orthodontic treatment. *Am J Ortho* 1960; 46: 721-735
10. Holdaway RA A soft tissue Cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning part II *AJO* 1984; 85: 279-293.

SECCIÓN III

BIOMECÁNICA

DEL MOVIMIENTO ORTODÓNCICO

En los cambios reales en las posiciones de los dientes deben considerarse no sólo las respuestas a la aplicación de los diferentes tipos e intensidades de las fuerzas aplicadas, sino también la ecuación del sistema multifactorial sobre el cual va a actuar ese sistema de fuerzas.

R..A. GREENSPAN (1970)

BIOMECÁNICA DEL MOVIMIENTO ORTODÓNCICO

Se explican los principios biomecánicos del movimiento ortodóncico. Se describen los diferentes tipos de movimientos ortodóncicos, así como las fuerzas, su magnitud y dirección, su acción sobre los tejidos de soporte y la reacción de esos ante la magnitud de los diferentes tipos de fuerzas.

Luz d' Escriván de Saturno y Martha Torres ()*

Para entender la biomecánica del movimiento ortodóncico debemos suponer que el clínico que se va a abocar a mover dientes tiene claros los conceptos básicos concernientes a los diferentes aspectos biológicos e histológicos de los tejidos que les rodean y por tanto, el significado de términos como osteoblastos o células especializadas en la reconstrucción del tejido óseo y osteoclastos, cuando hay destrucción de hueso, simplemente porque, para mover los dientes se requiere de ambos procesos.

En un breve recorrido por los antecedentes relacionados con el estudio del movimiento dentario, encontramos que el primero que investigó sobre el fue Sandsted en 1904 (trabajando en perros) quien explicó los cambios histológicos que sufren las estructuras de soporte del diente; describió los lados de tensión y presión que se forman según la dirección de la fuerza, así como el proceso de "resorción minante" que se produce cuando se aplica una fuerza pesada lo que hace que el movimiento sea más lento.¹

En 1932 se publican los resultados de los estudios de Schwartz² relacionados con los cambios que se suceden en los tejidos de soporte de los dientes (ligamento periodontal y hueso alveolar) por efecto de la aplicación de fuerzas, indicando que: cuando se aplica una fuerza sobre la corona de un diente, se produce un movimien-

to de inclinación según su dirección, lo que hace que se crean áreas de presión y de tensión en las diferentes partes de su raíz. Las primeras se crean en la dirección de la fuerza y tiende a empujarlo contra la pared alveolar, comprimiendo el ligamento periodontal, ocurriendo la resorción del tejido óseo en esa zona. Al mismo tiempo, en el lado contralateral, el diente es halado lejos de la pared alveolar creando un área de tensión, el espacio del ligamento periodontal se amplía y así, en ésta área se forma hueso. De manera que, se produce un proceso de remodelado estimulado por la aplicación de la fuerza permitiendo al diente su movimiento, al tiempo que se mantiene la integridad del hueso alveolar.^{1,3,4,5}

El ligamento periodontal. Su papel en la producción del movimiento dentario

Haremos en primer lugar un breve recuento del elemento principalmente involucrado en el proceso del movimiento dentario como es el ligamento periodontal.

El *ligamento periodontal* cumple en prime lugar, con la misión de unir el diente a su alvéolo, es esencialmente el elemento de soporte del diente; pero, como complemento, tiene una función muy compleja como es el que le permite resistir las fuerzas ambientales naturales, derivadas de la masticación así como también las indu-

cidas artificialmente. Está compuesto por dos tipos de elementos: el ligamento propiamente, constituido por haces de *fibras colágenas* que al insertarse en las paredes óseas y dentarias mantienen unidas ambas estructuras pero proporcionándoles cierta movilidad. Su orientación permite que la mayoría de ellas se opongan a las fuerzas intensas que se ejercen sobre la corona, dependiendo del tipo de movimiento. Por otra parte está el componente líquido, con funciones nutricionales: vasos sanguíneos, tejido conectivo de relleno, lo que hace que dicho espacio sea una mezcla heterogénea de líquidos de diversas viscosidad que en conjunto forman una barrera que se opone a la acción de las fuerzas externas. La acción combinada de todos contribuye a amortiguar su efecto, de manera que, cuando sobre un diente se ejerce una fuerza para desplazarlo, el componente fibroso actúa como resorte o muelle que amortigua el impacto y lo sostiene en su posición relativa.^{3,4}

Parte importante de la función del ligamento periodontal, además de las nutricionales, es que en el abundan los elementos proliferativos que responderán a los diferentes estímulos procedentes tanto de las funciones normales como de otras fuerzas externas. Se trata precisamente, del proceso de remodelado que está a cargo de células especiales, los osteoblastos y los osteoclastos entre otros, las cuales proceden del ligamento y también de los vasos sanguíneos y cuya formación es estimulada por efecto de las fuerzas ejercidas sobre el diente. Es hecho conocido que estas células responden ante las fuerzas ortodóncicas con incremento de su proliferación y actividad; pero el mecanismo para convertir esas fuerzas en actividad biológica no está completamente entendido.⁵

Independientemente del mecanismo que inicia el proceso de resorción y aposición ósea, el movimiento dentario depende de la vitalidad del ligamento periodontal y el tipo de respuesta va a depender de la magnitud de la fuerza aplicada.

¿Cómo es el proceso en la producción del movimiento dentario?

El movimiento dentario ortodóncico es un proceso muy complejo en el cual participan diferentes factores: mecánicos, piezoeléctricos, celulares, inflamatorios, neurológicos, inmunológicos, entre otros que interactúan

entre si con la finalidad de transformar la fuerza aplicada al diente en una respuesta capaz de desencadenar el movimiento. La respuesta no es conocida totalmente pero se han descrito varias teorías o hipótesis.⁶

Entrando un poco más en la explicación del proceso o la naturaleza del movimiento dentario, algo de porque se produce el movimiento, puede decirse que al respecto, se han sugerido diferentes teorías que tratan de explicarlo.¹⁷

Antes de entrar a hablar en detalle de la respuesta de los tejidos al movimiento dentario, es necesario hacer algunas consideraciones acerca del mecanismo por el cual, el estímulo producido por la fuerza sobre un diente, tiene como respuesta su movimiento. Al respecto, se habla de dos posibles elementos de control: la electricidad biológica y la presión-tensión en el ligamento periodontal y que afectan el flujo sanguíneo.

En un intento por tratar de explicar el proceso, está la *hipótesis hidroneumática*, propuesta por Bien⁷ que plantea que cuando se aplica una fuerza ortodóncica sobre un diente, se provoca un estrechamiento de las fibras periodontales trayendo una estenosis, las venas se dilatarán formando un pequeño microaneurisma; es esa estenosis vascular la que condicionará la salida de las moléculas de oxígeno de los vasos, que se situarán entre las espículas del hueso alveolar y que es el medio favorable para el mecanismo de resorción. Como se observa, según el planteamiento de Bien, son los vasos los que sirven como vehículo transmisor para el mecanismo de la resorción ósea: *las moléculas de oxígeno*.⁸

La *teoría de la bioelectricidad* relaciona el movimiento dentario con los cambios en el control del metabolismo óseo, debido a las señales eléctricas producidas cuando el hueso alveolar se flexiona y dobla. La *teoría de la tensión-presión* relaciona el movimiento dentario a los cambios celulares producidos por mensajeros químicos, generados a través del flujo sanguíneo procedente del ligamento periodontal¹ ya que el puede ser alterado por la presión y la tensión dentro del ligamento. Ambas teorías no son incompatibles ni mutuamente excluyente, vistas a la luz de diferentes estudios, parece que ambos mecanismos juegan un papel importante en el control de movimiento dentario.⁹

Las señales eléctricas que inician con el movimiento dentario se pensó que fueran de piezoelectricidad^{10,11}

Así, la aplicación de la fuerza puede crear una *presión hidroneumática* por presión del ligamento contra los vasos y el tejido intersticial que puede deformar la superficie curva de la cortical alveolar, las placas corticales se mueven y el hueso deformado se hace menos cóncavo, lo que *se asocia con resorción*, fenómeno este que puede ser relacionado a un estímulo eléctrico ya que el hueso deformado genera una corriente eléctrica. O sea que, la presión iniciada por la fuerza ortodóncica induce una carga que se refiere como una *respuesta piezoeléctrica*.

12, 13, 14, 15

Epker y Frost¹⁶ también habían reportado que los cambios en la curvatura de las superficies del hueso, causados por la acción de la carga estaba correlacionado con una respuesta celular específica. Los estudios in vitro y en vivo indicaron que las áreas que habían sido descritas como predominantemente osteoblásticas fueron electronegativas y las positivas o eléctricas neutrales se caracterizaban por elevada actividad osteoclástica.¹⁶

Parece haber evidencias de que la reacción celular ante las fuerzas también puede estar influenciada por factores externos al ligamento, como la *hipótesis mecánico-químico* y el *efecto piezoeléctrico*, los que pueden ser factores importantes en la producción y actividad de los osteoclastos y osteoblastos.¹⁷

La *hipótesis mecánico-química* para el remodelado del tejido óseo sugiere que la fuerza física alterada en el hueso cambia la estabilidad de los cristales de hidroxipatita, la cual a su vez induce la actividad osteoblástica y osteoclástica lo que conducirá al remodelado óseo.^{1, 18}

MOVIMIENTOS DENTARIOS

Básicamente, los dientes están sometidos a dos tipos de movimientos: los fisiológicos, que ocurren durante toda la vida y los inducidos, cuando son movidos de sus posiciones por fuerzas ortodóncicas aplicadas sobre su corona. Nos ocuparemos separadamente de ambos tipos

1. Movimientos dentarios fisiológicos

En el Capítulo VI hablamos, de los factores que mantienen los dientes en sus posiciones: una combinación del efecto de diferentes fuerzas, lo que hace imprescindible el conocimiento y comprensión del comportamiento de

las fuerzas en sus diferentes tipos, cuando queremos introducir modificaciones en sus posiciones y relaciones.

Generalmente se piensa que los dientes son estructuras rígidamente estables, es decir, inamovibles y que sus movimientos están limitados al producto del desgaste por la función (moviendo eruptivo compensatorio) pero este concepto está superado, ya que a través de la vida se ven sometidos a diferentes presiones procedentes de los tejidos vecinos o de fuerzas externas que causan movimiento por lo que se mueven bajo la acción de esas fuerzas que actúan sobre ellos; en ocasiones de manera constante, tales como las producidas por la elasticidad de la musculatura vecina y de los líquidos que les circundan, pero también pueden recibir la acción de fuerzas externas como las procedentes de hábitos orales de presiones anormales y aún también de aparatos ortodóncicos.⁴

Durante las funciones normales como la deglución, masticación, el habla, etc. se generan fuerzas que pueden ser consideradas como casos especiales de fuerzas aplicadas intermitentemente, la mayoría de las cuales no son mantenidas por un número de horas suficientes por días como para tener un efecto significativo en la posición de los dientes.⁹

El hueso alveolar, como tejido vivo que es, está sometido a procesos continuos de reorganización, procedentes de diferentes fuerzas, que aunque muy ligeras pueden estimular cambios, lo que hace que los dientes en él alojados también se muevan constantemente. Entre esos factores mencionamos:⁴

1. El desgaste de sus cúspides, producto de la función *hace que el diente erupcione continuamente*, aunque de manera más lenta, pero que eventualmente, ante la ausencia de su antagonista, puede acelerarse en busca de la oclusión.
2. Los puntos de contacto se desgastan, también por la función masticatoria transformándose en "superficies de contacto" lo que se compensa con su *deslizamiento hacia mesial*.
3. La pérdida de dientes acelera su *desplazamiento hacia el espacio edéntulo*.
4. La *aparición de contactos prematuros* y con ellos fuerzas funcionales anormales que provocan inclinaciones y el desplazamiento dentario en diferentes direcciones con el fin de evitar el contacto indeseado y restablecer el equilibrio.

2. Movimientos dentarios ortodóncicos

A la ciencia de la ortodoncia concierne el estudio del movimiento de los dientes, tanto, natural como inducidos con todas sus causas asociadas, considerando también el estudio de las fuerzas y su ordenamiento, ya que ellas inciden continuamente sobre cada diente desde su histodiferenciación temprana hasta su exfoliación o muerte.

En este sentido, es importante diferenciar entre dos tipos de movimientos dentarios: el "ortodóncico" definido comúnmente como "el desplazamiento de los dientes dentro de la matriz ósea", mientras el "ortopédico" es el que ocurre como "una consecuencia secundaria del desplazamiento de la matriz ósea en sí". La diferencia entre estos dos tipos de movimientos es de importancia en el planeamiento del tratamiento, ya que cada uno de ellos se considera deseable en algunas circunstancias e indeseable en otras.¹

Existe acuerdo en los reportes en que la *magnitud de la fuerza* varía para producir los diferentes movimientos; de tal manera que para el movimiento ortodóncico es suficiente e indicado aplicar "fuerzas ligeras". Por ejemplo, cuando queremos trasladar un canino hacia el espacio de la extracción de un premolar como meta en la terapia, el se mueve dentro de la matriz ósea pero, contrariamente, si vamos a mover no sólo los dientes sino también las estructuras que los contienen, ya será necesario aplicar "fuerzas pesadas" y se tratará entonces de movimientos ortopédicos. Así, cuando el clínico intenta corregir una protrusión maxilar en una dentición mixta utilizando la tracción extraoral, lo que se propone y desea obtener es el desplazamiento distal de todo el hueso y la fuerza necesaria será *pesada*. De allí la importancia de tener en mente la magnitud de la fuerza y considerar en todo caso, el tipo de movimiento que se propone obtener.^{1,18}

Queremos indicar con ello que, diferentes niveles de fuerza producen efectos diferentes siendo los mecanismos biológicos involucrados en el proceso específico para cada movimiento dentario. Las fuerzas utilizadas son considerablemente diferentes en cada caso y deben ser establecidas cuidadosamente si se quieren obtener los resultados óptimos.^{12,13}

A. CONSIDERACIONES SOBRE LAS FUERZAS

Los problemas ortodóncicos son el resultado de fuerzas mecánicas y de ellas depende también su corrección; de tal manera que, la comprensión de los fundamentos de la mecánica debe ser el punto de partida para su entendimiento y aplicación a la ortodoncia.¹⁷

Por definición, fuerza (F): es la acción de un cuerpo sobre otro, o definida también como todo aquello que cambia o tiende a "cambiar la posición de reposo de un cuerpo o su movimiento uniforme en una línea recta". Los recursos utilizados para producir movimientos dentarios (aparatos ortodóncicos) incluyen elementos activos y pasivos. Los primeros pueden ser: alambres de diferentes calibres y materiales, resortes en espiral, elásticas, etc. que ejercen su acción durante períodos variables y su papel es producir y mantener la fuerza aplicada. Los segundos son las bandas, tubos, brackets, casquetes craneales, etc. que son los medios de fijación de los elementos activos.^{2,17}

Ahora bien, los elásticos y los alambres tienen una "memoria" quiere decir que, ellos pueden ser distorsionados hasta su límite elástico y retomar luego su configuración original. Cuando son distorsionados acumulan un potencial de energía, la cual se convierte en energía cinética y como el diente está atado al alambre o al elástico, es arrastrado con él a otra posición.

Para mover un diente generalmente se usan dos sistemas de fuerzas distintas: la primera, es la llamada "simple" con "un punto de contacto" o de "inclinación", como la aplicación de una fuerza de contacto sobre un canino o un molar, por ejemplo, ellos se inclinarán según la dirección de la fuerza Fig. IX-1A La segunda, denominada "par de fuerzas" (*coupla* o *binario*) que es la aplicación de dos fuerzas, iguales y paralelas que actúan simultáneamente en direcciones opuestas. Cuando ella es aplicada a un diente, este rota alrededor de su centro de resistencia pudiendo producir un giro. Fig. IX-1 B, C y D.^{1,19,20}

Sin embargo, para comprender y realizar cualquier movimiento ortodóncico es necesario puntualizar el conocimiento de ciertos conceptos relacionados con las

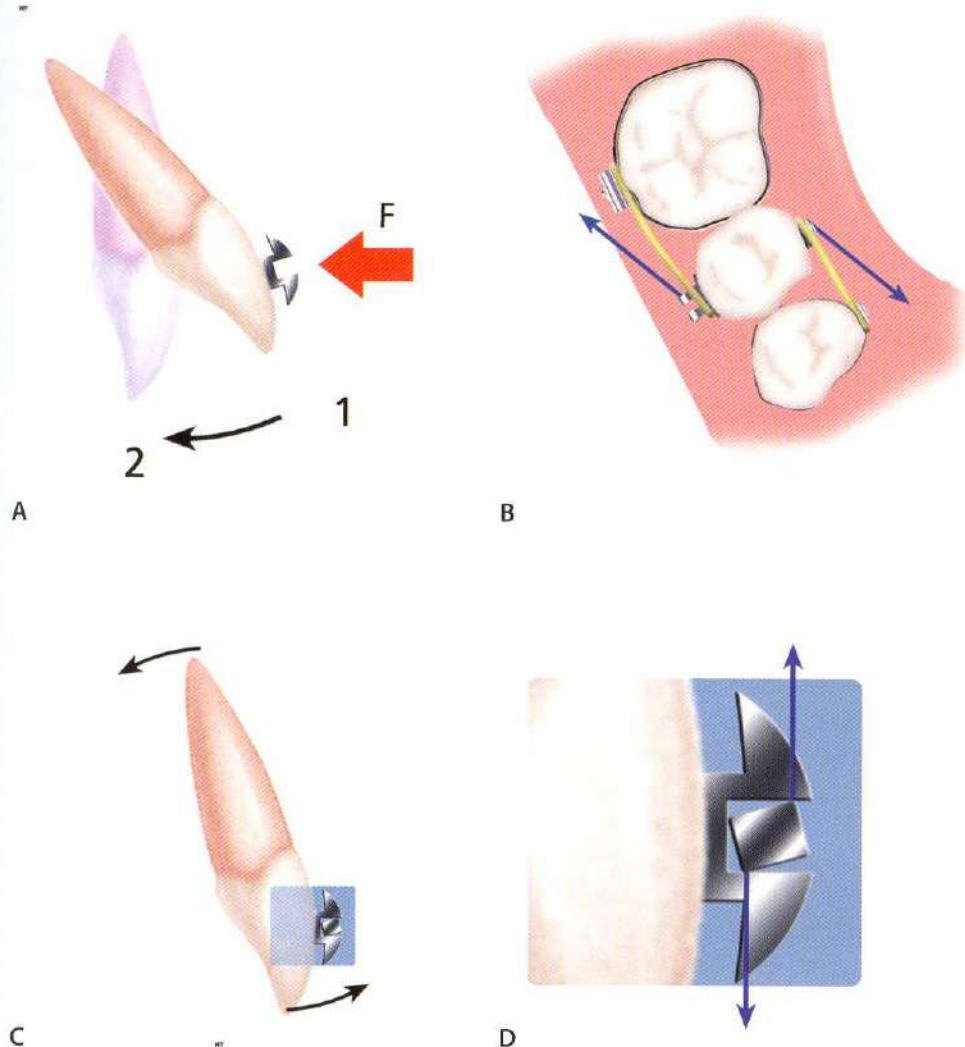


Fig. IX-1. Tipos de fuerza. **A.** *Fuerza simple* aplicada en un punto del diente. Donde un central maxilar pasa de la posición 1 a la 2. **B.** *Par de fuerzas* (Coupla) aplicada para desrotar un premolar deben descansar sobre el mismo plano pero no tener el mismo punto de aplicación pudiendo producir un giro. **C.** Obtención de una coupla de fuerzas, mediante la utilización de brackets cementado a la superficie vestibular del diente y alambre rectangular indicando la dirección del movimiento. **D.** Ampliación del brackets, y las flechas indicando la dirección de las fuerzas.

fuerzas como: magnitud, dirección, duración, vector, que pueden influir en el movimiento dentario.

Magnitud y duración de la fuerza

La *Intensidad o magnitud de la fuerza*: es la cantidad de fuerza aplicada a través de los aparatos ortodóncicos, son ellos los que dictaran el nivel de la fuerza. La unidad de medida es gramos / fuerza o kilogramo / fuerza.

La *magnitud* de la fuerza es detalle de primera importancia; es considerada por unidad de área de la raíz y debe ser suficiente para desencadenar una respuesta del ligamento periodontal de manera que ella sea de estímulo a una resorción frontal. Por ejemplo, si se aplica una fuerza de 100 grs. a una superficie de raíz pequeña, no tendrá igual respuesta si se distribuye en una superficie mayor.^{1,19,21}

Al considerar la magnitud de la fuerza es esencial incluir la longitud de tiempo durante el cual ella es aplicada y

con ello es importante considerar algunas características: a) el rango de la fuerza en la cual el diente se movería más eficientemente, b) la fuerza óptima necesaria para mover el diente, c) el tiempo o duración durante el cual debe ser aplicada la fuerza y por último, d) características de la fuerza si debe ser: continua o intermitente. Desarrollaremos brevemente cada uno de estos puntos.^{4,22}

a. Rango de valores de la fuerza

Con relación al rango del valor de la fuerza aplicada, la mayoría de ellas se encuentra entre los 50 y los 400 grs. Se consideran ligeras aquellas que son menores de 50 grs. y pesadas las que sobrepasan los 150 grs. Sin embargo, antes de atribuirle algún calificativo se debe considerar el número de dientes incluidos en el mecanismo, ya que no es lo mismo una fuerza de 100 grs. para mover un diente que cuando son cuatro simultáneamente: la superficie de raíz sobre la que va actuar es mucho mayor. A ello debe añadirse el tipo de movimiento que se desea conseguir, algunos requieren de mayor fuerza que otros. Es decir, que al analizar la magnitud de la fuerza a aplicar debe considerarse el número de dientes incorporados al mecanismo y el tipo de movimiento a realizar.^{1,23}

Al efecto, Reitan¹⁷ reporta que a veces, no se obtienen resultados con fuerzas ligeras (15 a 20 grs. por diente) por lo que dice que, invariablemente, el movimiento dentario va acompañado de cierto grado de hialinización en algunas áreas al incrementar la fuerza aplicada.^{8,9,21}

b. Fuerza óptima

La fuerza óptima ha sido definida como aquella con la que "se produce el movimiento deseado rápidamente, con daño mínimo al tejido y poca molestia clínica. No debe dañar la vitalidad del ligamento periodontal y provocar un eficiente remodelado óseo" Idealmente debe llevar a la resorción frontal y el movimiento suave e interrumpido del diente.^{1,8,9}

Al respecto, los trabajos realizados por Schwartz² aplicando diferentes rangos de fuerzas concluyeron que el más favorable era el que se conseguía aplicando fuerzas no mayores que la de la presión de los vasos sanguíneos capilares y que con esa intensidad el ligamento periodontal no colapsaba. También describió el comportamiento del hueso alveolar dependiendo de la intensidad de la

fuerza. En sus estudios concluyó que la fuerza óptima para producir el movimiento dentario era aquella que inducirá una presión de 15 a 20 grs./cm² de superficie de raíz.

En todo caso, la magnitud de la "fuerza óptima" depende del tipo de movimiento que deseamos realizar y del tipo de diente sobre el cual se aplica. Así, un movimiento de inclinación para un incisivo está entre los 20 y 30 grs. y para un canino sería entre 50 y 75 grs. (Fuerzas ligeras) pero, para un movimiento de raíz o de traslación puede estar entre los 120 y 150 grs. siempre dependiendo del tamaño de la raíz. Por ejemplo, para la extrusión dentaria son 25 a 30 grs. y los intrusivos 15 a 50 grs.^{24,25}

De nuevo, aunque algunos están en desacuerdo, la mayoría de los ortodontistas consideran que las fuerzas "ligeras" son óptimas para mover los dientes dentro del hueso, mientras que las "pesadas" son las indicadas para el movimiento de ambos, los dientes y estructuras que lo rodean como una unidad.^{13,21,26}

Idealmente la fuerza no debe molestar al ligamento periodontal para producir un eficiente remodelado óseo y debe ocurrir una resorción frontal del hueso y el diente se moverá suave y progresivamente de manera ininterrumpida progresando a través de tres estados o etapas:^{16,24,22,27}

1. Inmediatamente después de la aplicación de la fuerza y en los pocos días siguientes, el diente se mueve rápidamente, a una distancia corta, posiblemente, hacia el espacio periodontal, se deforma el hueso alveolar y se detiene el movimiento. La reacción es la misma si la fuerza aplicada es ligera o pesada.
2. Luego un período retardado o de reposo, durante el cual ocurre poco o ningún movimiento, posiblemente atribuible a que está ocurriendo la resorción del hueso alveolar en las zonas de presión.
3. Ocurre luego un gran movimiento dentario, debido al hecho de que el hueso ha sido removido.

Estos dos últimos estadios pueden variar en la cantidad de movimiento obtenido de acuerdo con el patrón de resorción, ya que si la fuerza aplicada se encuentra en el rango apropiado, se producirá una "resorción frontal" el tiempo de acción es relativamente corto y el proceso resortivo rápidamente activado e igualmente el diente cambiará su posición sin problemas hemorrágicos del ligamento periodontal.

Si la fuerza aplicada produce una *respuesta resortiva directa*, el periodo de retardo puede ser relativamente corto, debido a que el hueso inmediatamente adyacente al ligamento puede ser rápidamente removido en unos 3 a 5 días y el diente se moverá hacia el pequeño espacio dejado por el hueso resorbido y espera hasta continuar la resorción. Debido a la resorción frontal producida, el diente se moverá luego rápidamente a la aplicación de nueva fuerza y así, las dos etapas siguientes serán muy suaves, dando la impresión de que el movimiento no se ha detenido.^{9,14,17}

c. Tiempo o duración durante el cual debe ser aplicada la fuerza.

La duración de la fuerza es un aspecto importante de considerar y relacionada a cómo cambia la respuesta del diente según la magnitud de la fuerza.^{8,9}

El otro factor importante a considerar es la *duración de la aplicación de la fuerza*, la cual debe ser analizada y relacionada con: *la magnitud de la fuerza aplicada*, la respuesta cambia según el sistema o aparato utilizado.

Según su duración la fuerza es clasificada en:

- Continua* si la fuerza es mantenida por una cantidad de tiempo apreciable, como entre una cita y la siguiente
- Interrumpida*: cuando el nivel de la fuerza aplicada disminuye a cero entre los intervalos.
- Intermitente* cuando el nivel de la fuerza declina repentinamente a cero intermitentemente. Es la que se aplica por medio de placas activas o las fuerzas extraorales procedentes de aparatos de tracción extraoral que son removidas por el paciente. Esta puede ser igualmente en una interrumpida, cuando el aparato es nuevamente ajustado.^{1,9,24,28}

En todo caso, la duración de la fuerza depende de las necesidades del tratamiento.

d. Características de las fuerzas

A este respecto hay que considerar que hay una fuerte interacción entre la magnitud de la fuerza y la rapidez de cómo disminuye según la respuesta del diente. Así, si la fuerza aplicada es *continua pero ligera* se producirá

un suave movimiento producto de una resorción frontal o directa; pero si fuera continua y pesada, se retrasa el movimiento del diente hasta que se produzca una resorción minante que remueva el hueso lo necesario para permitir el movimiento del diente hacia una nueva posición.

Respuestas de los tejidos ante diferentes intensidades de fuerzas

Con relación a la respuesta de los tejidos ante la aplicación de una fuerza, hay una serie de *factores imprevisibles e incontrolables* que lo condicionan o modifican. Entre ellos podemos citar: la distribución de las fuerzas, la densidad del tejido óseo, la celularidad del ligamento y la forma de la raíz.

Volviendo un poco atrás, vamos a ubicarnos en los elementos que nos ocupan: el diente, ubicado en el medio de dos estructuras duras, y entre ellas el ligamento periodontal. De manera que, si aplicamos una fuerza sobre un diente, la irrigación sanguínea en la zona comprimida del ligamento se verá afectada en mayor o menor grado; de allí que, cuando se trata de aplicar fuerzas hay que considerar dos posibilidades: a) que la presión aplicada no produzca la oclusión vascular del ligamento y b) contrariamente, que ello suceda.^{23,29}

Reacción de las estructuras de soporte del diente ante la aplicación de fuerzas ligeras y continuas (Resorción frontal o directa)

Si la fuerza aplicada es *ligera*, pero no llega a bloquear totalmente la irrigación sanguínea ligamento periodontal. El proceso es el siguiente:^{6,8}

- Compresión de los vasos sanguíneos dentro del ligamento periodontal en el área de la presión y dilatación en el área de tensión.^{1,9,26}
- Hay un aumento de sus elementos celulares que, como tejido conectivo joven, tienen capacidad para diferenciarse en células formativas (osteoblastos) y resortivas. (osteoclastos)
- Ocurre resorción ósea en la pared alveolar en el área del lado de la presión, acompañada de actividad osteoclástica y al eliminar la resistencia del hueso, el diente se desplazará rápidamente en la dirección de la fuerza aplicada.

4. Aposición de tejido osteoide en la superficie del hueso alveolar en el área de tensión, acompañada de actividad osteoblástica. A los pocos días el tejido se calcifica para formar hueso maduro.
5. El diente y el alvéolo se mueven a través del hueso alveolar, ocurre el remodelado y se restablece la integridad del alvéolo. Ese proceso involucra depósito de hueso en la superficie endosteal, vecina al área de la presión y resorción en la superficie endosteal cercana al área de la tensión, para mantener la integridad de la cortical.
6. Luego las fibras del ligamento se adhieren al diente y el hueso se reorganiza progresivamente, debido posiblemente a la producción de nuevas fibras.^{24, 26}
7. Por último, cuando la fuerza es removida, las fibras se reorganizan y se produce la remodelación de la pared alveolar.

Reacción de las estructuras de soporte del diente ante la aplicación de fuerzas excesivas o intensas. (Resorción minante, indirecta o socavante)

Se trata ahora de conocer el proceso cuando se aplica una fuerza de intensidad tal que es capaz de producir la oclusión vascular dejando prácticamente paralizada la actividad vital en la zona.^{6, 16, 22, 27}

1. Oclusión de los vasos sanguíneos en el área de la presión, con paralización de la actividad celular en la zona impidiendo la resorción del hueso alveolar de manera frontal o directa. y dilatación de los vasos en el área de la tensión. Se rompen los vasos produciéndose una necrosis.
2. Cambios regresivos a nivel del periodonto, que empieza a las 36 horas de aplicada la fuerza y dura de 3 a 5 semanas. Caracterizada por la desaparición de la organización fibrilar cesando toda actividad celular. Fenómeno denominado hialinización del tejido. Características: degeneración pínica de los núcleos del tejido conectivo, desaparición de los capilares y las fibras periodontales formando una masa de aspecto hialino, de allí su nombre¹⁷
3. Al no producirse la resorción directa del hueso en la pared periosteal, aparecen los osteoclastos procedentes de otras zonas lejanas que aun conservan su vitalidad.
4. Se observa un fenómeno histológico de "resorción en túnel" debido a que la actividad de los osteoclastos, procedentes de los espacios medulares in-

ternos, socavan una verdadera mina o túneles que acaba provocando la resorción de la zona más interna de la lámina ósea.

5. Si la fuerza fuera demasiado intensa, que incluso impide la llegada de los osteoblastos de emergencia, es posible que se produzca la resorción de la raíz del diente en lugar del hueso circundante.
6. Luego de la osteolisis de la lámina alveolar por la resorción indirecta, es cuando se inicia el proceso reparativo a nivel del periodonto, el cual se realiza en dos fases una primera, para eliminar material necrótico y una segunda de reorganización fibrilar y celular del espacio periodontal.^{18, 22, 27}
7. Por último, cuando la fuerza es removida, las fibras se reorganizan y se produce la remodelación de la pared alveolar.

Todo este largo proceso descrito nos permite ver claramente que en este caso el desplazamiento se ha realizado en dos fases ya que la hialinización significó un detenimiento del movimiento. Como se describió para todo tipo de movimiento, en el período inicial el diente se mueve hacia el lado de la presión al comprimir el espacio periodontal, hasta que aparece la hialinización, luego vendrá el largo proceso de la resorción minante hasta que se reanude de nuevo el movimiento.^{16, 21, 27, 29}

Sin embargo, es conveniente hacer algunos comentarios relacionados con la hialinización y la resorción minante, ya que estudios de Buck y col²⁵ aseguran que ese tipo de resorción se produce aún con fuerzas ligeras que en algunos casos podían resultar en una compresión del ligamento con isquemia y pérdida de los elementos celulares en los primeros estadios del proceso pero que sin embargo, no podían ser considerada como una verdadera hialinización. Por su parte, Storey¹³ ha sugerido que con fuerzas ligeras repetidas también se produce la *resorción minante*³⁰

Realmente no está clara la relación entre la *velocidad en el movimiento* del diente y la magnitud de la fuerza aplicada, debido a que hay una serie de *factores impredecibles e incontrolables* que la influyen y que incluyen: la distribución de la fuerza, la densidad del hueso, la celularidad del ligamento y la forma de la raíz que modifican la respuesta al movimiento de la fuerza aplicada. *En otras palabras, no existe una relación lineal entre el movimiento dentario y la magnitud de la fuerza aplicada.*^{21, 27}

Tipos de movimientos

Antes de entrar a hablar propiamente de movimientos dentarios y sus diferentes tipos, es conveniente clarificar ciertos conceptos relacionados directamente con ellos.

Centro de masa y centro de resistencia

Todo cuerpo libre tiene un punto conocido y señalado como "centro de masa" o "centro de gravedad" que es simplemente un punto situado en su centro y se dice que siempre que la línea de acción de una fuerza pase por su centro, se trasladará según la dirección de la fuerza y su centro de resistencia (CR) será el mismo centro de la masa.³¹ Para nuestro ejemplo hemos tomado un dado moviéndose por la aplicación de una fuerza aplicada con un taco de madera, justo en el centro de su masa. Fig. IX-2.

Cuando se trata de un diente, el cual no está libre ni en el espacio, como el es el caso de nuestro ejemplo, sino que se encuentra unido al hueso a través del ligamento periodontal, hablamos de "centro de resistencia" en lugar de "centro de masa" y como resulta imposible en un

diente que la acción de la fuerza pase por el centro de resistencia, se requerirá de un sistema de fuerzas para hacer una traslación en masa.

El centro de resistencia en un diente monoradicular se sitúa entre el tercio cervical y del tercio medio de la raíz y en los multiradicales a 1 o 2 mm apicalmente a la furcación. Este no puede ser alterado mediante la aplicación de una fuerza externa.^{9,31} Así como los dientes aislados, las unidades dentarias, los arcos dentarios y los maxilares, tienen cada uno su centro de resistencia. Fig. IX-3 A, B, C y D.

El centro de resistencia de un diente depende de la longitud y la morfología radicular, de la cantidad de raíces y del nivel del soporte por parte del hueso alveolar.³²

Centro de rotación o fulcro (Cr)

Es un punto alrededor del cual el cuerpo rota o se inclina y contrariamente al centro de resistencia, puede ser cambiado, dependiendo de la forma como se aplique la fuerza externa.

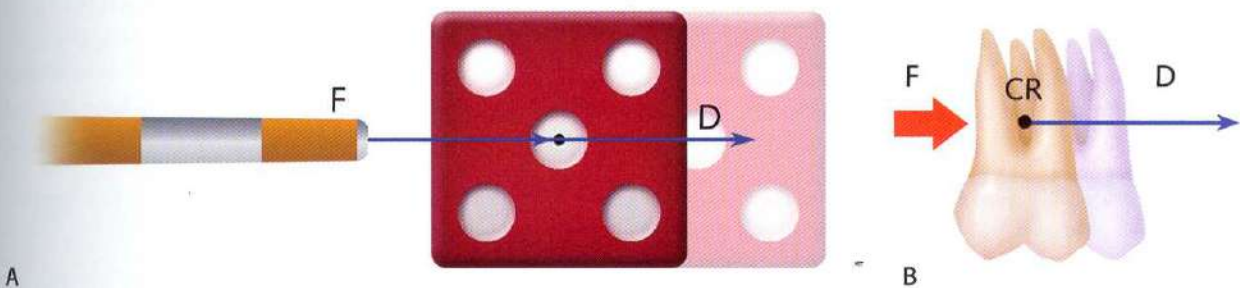


Fig. IX-2. A. Esquema de una fuerza (F) incidiendo directamente en el centro de resistencia de un cuerpo libre, lo que resulta en que la dirección del movimiento será de *desplazamiento o traslación*, rectilíneo. (D). **B.** Si se tratara de un molar, sería más difícil aplicar la fuerza simple y conseguir el movimiento de traslación, al menos con una fuerza simple.

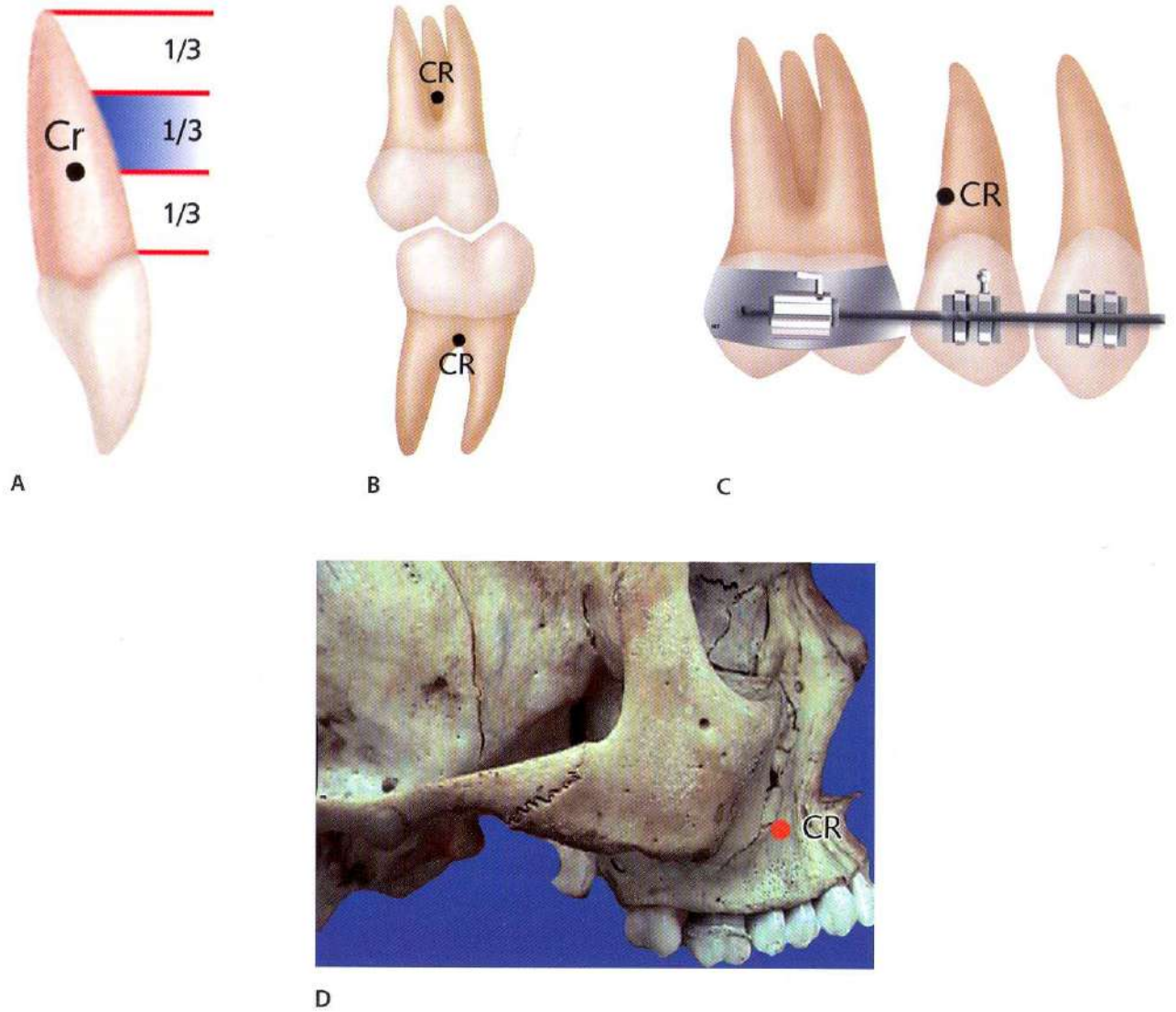


Fig. IX-3. Situación del centro de resistencia. **A.** Diente monoradicular. **B.** En un molar maxilar y en el mandibular. **C.** Centro de resistencia en un grupo de dientes. **D.** Representado en el maxilar



Fig. IX-4. Si la línea de acción de la fuerza pasa distante del centro de resistencia se genera una tendencia hacia la rotación del cuerpo.

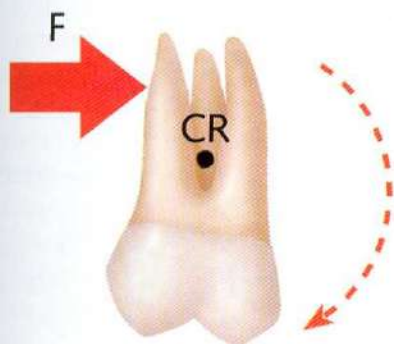


Fig. IX-5. Línea de acción de la fuerza pasando lejos del centro de resistencia, el molar tiende a rotar y se desplaza con un movimiento combinado de rotación y traslación.

Tomamos ahora el ejemplo con una bola de billar; si le aplicáramos la fuerza distante al centro de resistencia, se generará un *movimiento* provocando una combinación de traslación y rotación. Fig. IX-4

Cuando una fuerza es aplicada a un diente y su línea de acción no pasa a través del centro de resistencia, ocurrirá una inclinación alrededor del centro de rotación, el cual puede estar ubicado en cualquier parte entre el centro de resistencia del diente y el infinito. ^{1,8,23} Fig. IX-5

Su localización variará dependiendo de la línea de acción de la fuerza: cuanto más cerca del centro de resistencia pase la fuerza, más alejado estará el fulcro (Cr) pero, si pasa lejos del centro de resistencia sucederá lo contrario.

Línea de acción de la fuerza

Está normalmente representada por una flecha que nos revela la dirección en la cual actúa la fuerza. ³¹

Momento de la fuerza (M)

El momento de una fuerza respecto a un punto fijo es una medida de la tendencia de dicha fuerza de rotar o inclinar un cuerpo alrededor de ese punto. El valor del momento de una fuerza es el producto de esa fuerza por la distancia perpendicular desde el centro de resistencia a la línea de acción de la fuerza. En otras palabras, cuando la línea de acción de una fuerza pasa distante del centro de resistencia genera una tendencia de rotación, lo que hace que el movimiento producido sea una combinación de rotación y traslación. ^{22, 26, 31} Fig. IX-6

Cuanto más intensa sea la fuerza y más distante del centro de resistencia pase su línea de acción, más grande será la magnitud del momento de rotación. ³¹

La unidad de medida para el momento es gr. x mm. (gramo-milímetro) se representa mediante una ecuación: $M = F \times D$

M = Momento

F = Magnitud de la fuerza aplicada

D = Distancia perpendicular entre al línea de acción de la fuerza y el centro de resistencia. ^{31, 32}

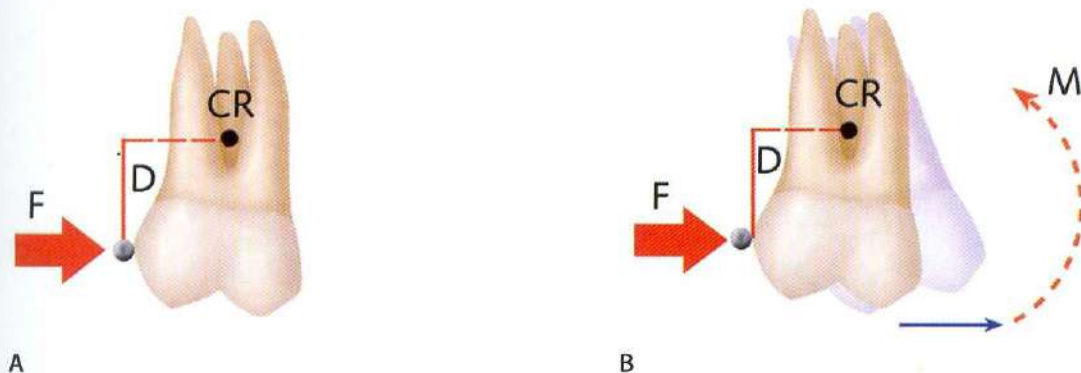


Fig. IX-6. Cuando la línea de acción de la fuerza pasa a una distancia (D) lejos del centro de resistencia el cuerpo tiende a rotar y se desplazará con un movimiento combinado de rotación y traslación el cual se denomina momento (M).

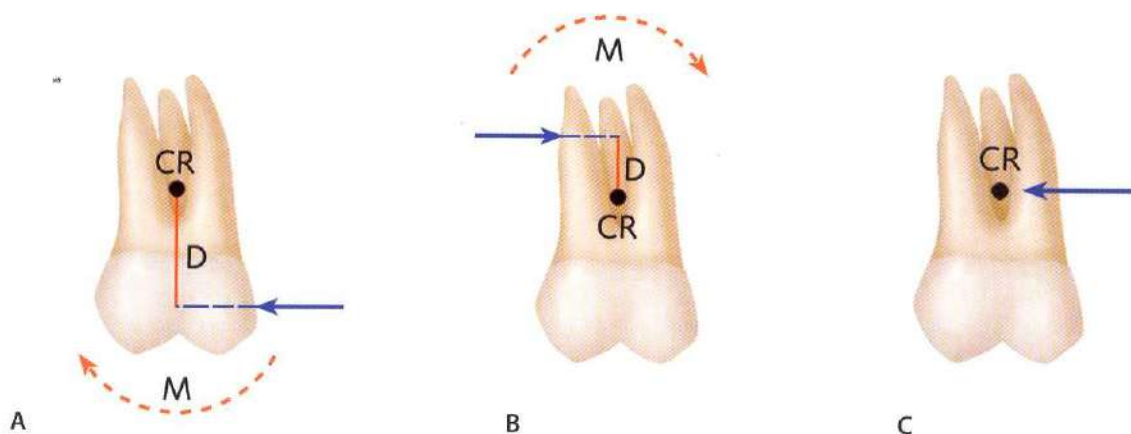


Fig. IX-7. Representación esquemática del momento que puede ser horario y antihorario. (Se prolonga el vector de la fuerza alrededor del centro de resistencia) Sentido: línea punteada de la fuerza. **A.** Sentido horario, para un movimiento de inclinación hacia mesial. **B.** Sentido antihorario con un movimiento intrusivo. **C.** La fuerza pasa a través del centro de resistencia y no se genera ningún movimiento de inclinación o momento.

Su representación grafica es una flecha curva, en sentido horario o antihorario. Fig. IX-7

En ortodoncia, las características importantes de una fuerza son: su punto de aplicación, línea de acción, dirección y magnitud.⁸

B. Tipos de movimiento dentario

Cuando se trata de realizar movimientos ortodóncicos, debemos considerar que ellos pueden ser realizados en diferentes direcciones, debido precisamente a la naturaleza del mecanismo que los une al hueso alveolar, pudiendo ir desde los más simples a los más complejos.

Los dientes pueden moverse en las tres direcciones del espacio; pero, básicamente hay dos *formas puras de movimiento*: 1) rotación pura y traslación y también una combinación de esos que hemos denominado puros.

1 Movimiento de rotación pura

Este es un movimiento complejo, en el cual el *centro de rotación* es el centro de resistencia en el eje vertical. Para lograrlo es necesario aplicar un "par de fuerzas" apropiadamente colocadas así que el diente literalmente gira alrededor de un punto. Si la forma de la raíz fuera perfectamente redondeada siempre habrá la misma distancia del centro de rotación a cualquier punto de ella

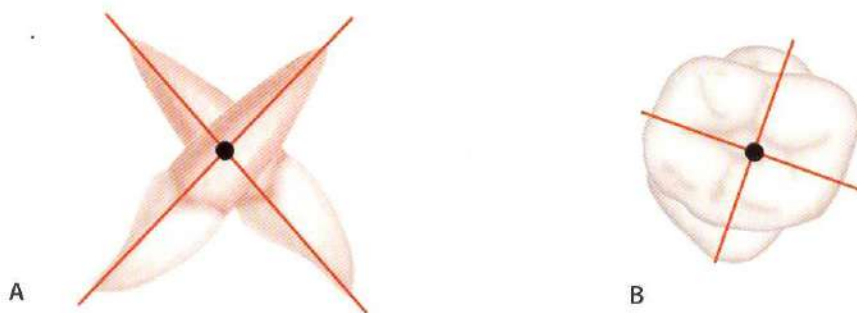


Fig. IX-8. Rotación pura, el diente rota sobre su centro de resistencia. La corona se mueve hacia un lado y la raíz hacia otro. **A.** Rotación de un incisivo central **B.** Rotación en sentido disto-mesial de un molar inferior.

y el diente girará dentro de su alvéolo sin movimientos lateral o posteroanterior. Pero, como las raíces generalmente son ovaladas, se crean dos sitios de presión y de tensión, con las correspondientes resorciones y aposiciones. Pero, lo que es de principal consideración cuando se trata de este movimiento, es el papel de las fibras periodontales para la fase de retención. En todo caso, los cambios de remodelado óseo dependen de la forma de la raíz y del dispositivo empleado para lograr el movimiento.^{3,20} Fig. IX-8

Según reporta Reitan¹⁷ el comportamiento de las fibras que unen el diente al hueso (marginales, medias y apicales), juegan diferentes papel: mientras las medias y apicales se adhieren al hueso y al cemento, en el tercio coronal compuesto principalmente de encía libre y el grupo de fibras transversales, no lo hacen. Con el movimiento de rotación, se produce un desplazamiento marcado y estiramiento de las fibras gingivales libres, las cuales están orientadas oblicuamente a la superficie de la raíz y son más difíciles de reorganizar; por lo que una vez distorsionadas permanecen así por un largo tiempo, lo que hace tan inestables los movimientos de rotación dentaria y se recomienda su retención por largos períodos de tiempo o que se realice una fibrotomía supra-crestal.^{21, 23, 26} a fin de evitar la aparición de la recidiva de este movimiento tan frecuentemente reportado. Es por ello también que se sugiere que se sobrecorrija, a fin de obtener la posición deseada una vez las fibras se hayan afianzado en su nueva posición y que se realice la fibrotomía.^{4, 21}

2. Movimiento de traslación pura

Se considera como "movimiento en masa o cuerpo" cuando el diente se desplaza en su totalidad de manera uniforme, y se produce si se aplica una fuerza simple que pase por el centro de resistencia. Todos los puntos del diente se desplazan a igual distancia y en la misma dirección, (Ver Fig. IX-2 B)

Es uno de los movimientos más deseados en ortodoncia pero también el más difícil de lograr, es necesario aplicar una fuerza simple en su centro de resistencia ubicado en la raíz, lo cual es anatómicamente imposible, de manera que, forzosamente hay que colocar los dispositivos en la corona clínica, parte visible del diente y en ese caso se produce una complicación, ya que la aplicación de la fuerza traerá también un movimiento de inclinación y/o de rotación que en algunos casos no es deseable. Entonces, está claro que debemos utilizar otro tipo de fuerzas compuestas para lograr los movimientos deseados.^{1, 8} Es difícil de conseguir porque se requiere movimiento tanto de la corona como de la raíz en la misma dirección de la fuerza sin que cambie su inclinación axial. En estos casos, el centro de rotación se sitúa en el infinito y si se aplicara una fuerza en el centro de resistencia, la corona del diente y su raíz se moverían en la misma dirección y en igual proporción. Fig. IX-9^{8, 14, 26}

En la práctica, el movimiento en masa o traslación pura, es difícil de lograr, ya que el centro de resistencia es clínicamente inaccesible, por tanto, no se puede conseguir

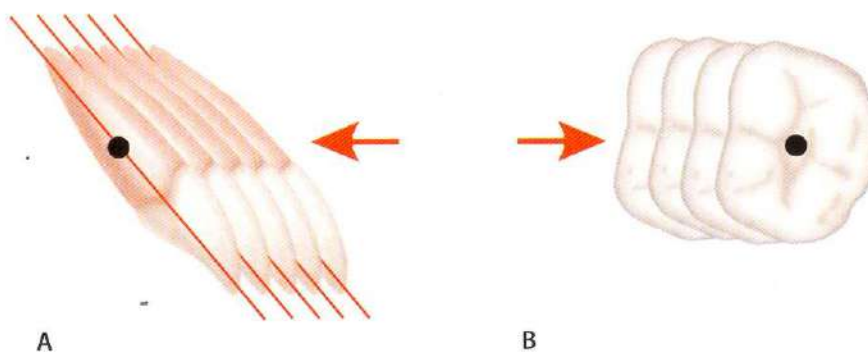


Fig. IX-9. Movimiento de traslación pura, mediante la aplicación de una sola fuerza. **A.** Traslación de un Incisivo maxilar **B.** Traslación de un molar mandibular, se observa la dirección de la fuerza dirigida directamente al centro de resistencia.

aplicando una fuerza simple, sino que debe usarse un sistema de fuerzas (par de fuerzas).⁴

Representa la traslación del diente en el plano horizontal, es decir, la corona y la raíz se mueven en una misma dirección y en la misma proporción y clínicamente se obtiene aplicando simultáneamente un par de fuerzas y una fuerza de inclinación de la corona todo el aspecto distal de su raíz es movida cerca de la pared alveolar comprimiendo el ligamento en toda el área produciendo resorción ósea.^{1,30} Fig. IX-10

Este movimiento sólo puede ser realizado con aparatos fijos, con los que se puede aplicar la combinación de par de fuerzas y fuerza simple simultáneamente. Esencialmente representa la traslación en sentido horizontal, donde la raíz y la corona se mueven en la misma dirección y en igual proporción.

3. Movimientos Inclinación

Los movimientos de inclinación son también en el plano horizontal, es más común y fácil de lograr. Las fuerzas requerida para realizar este movimiento generalmente es menor que la necesaria para cualquier otro.

En este caso el diente gira alrededor de un centro de rotación que se ubica apical o muy cerca a su centro de re-

sistencia. Se produce cuando se aplica una fuerza simple en su corona que hace que ella se mueva en la dirección de la fuerza y la raíz en sentido contrario. Puede ocurrir en cualquier plano y se establecen áreas contralaterales u opuestas de presión y tensión a lo largo de la raíz con las consiguientes resorciones y aposiciones óseas respectivamente.^{1,16,20}

Con relación al movimiento de inclinación de la corona dentaria se puede conseguir dos tipos: el movimiento incontrolado y el controlado.

a. Inclinación incontrolada de la corona

En este caso el diente gira alrededor de un centro de rotación que se ubica apical a su centro de resistencia. Se produce cuando se ejerce una fuerza simple en su corona que hace que ella se mueva en la dirección de la fuerza y la raíz en sentido contrario y se establecen áreas de presión y tensión a lo largo de la raíz con las consiguientes resorciones y aposiciones óseas respectivamente.¹⁶

Se origina con la acción de una fuerza simple sobre la corona. Se utiliza de preferencia en presencia de una protrusión dentaria, cuando la corona se encuentra mal posicionada pero no la raíz, lo que permite llevar los ápices un poco hacia adelante sin arriesgar la integridad de

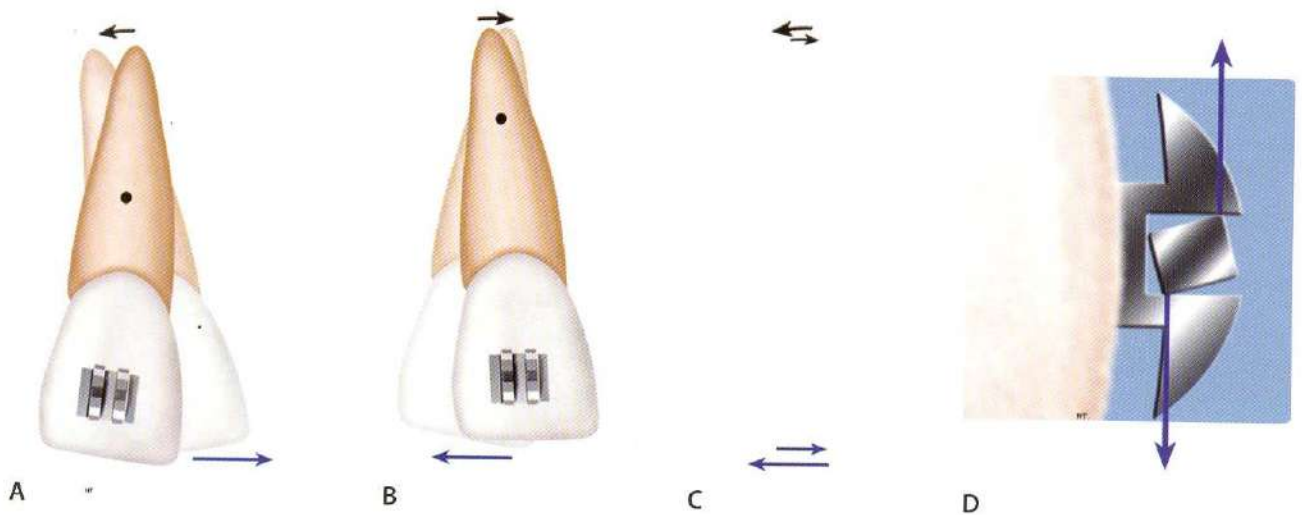


Fig. IX-10. Movimiento en masa de un incisivo maxilar. **A.** Aplicación de un par de fuerzas y el diente rota alrededor del centro de resistencia; la raíz es movida distalmente y la corona en dirección mesial. **B.** Representa el patrón del movimiento resultante de la aplicación simultánea de la fuerza simple de inclinación y la corona se mueve en dirección distal y el ápice radicular se mueve en dirección mesial. **C.** Ilustra el movimiento resultante. **D.** Se señala en aumento el brackets y alambre rectangular para producir el par de fuerzas.

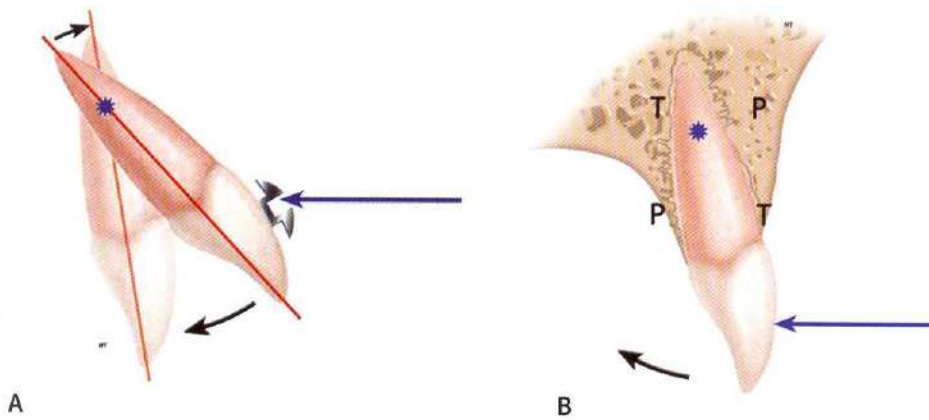


Fig. IX-11. Una fuerza simple sobre la corona de un incisivo maxilar para ser movido lingualmente, lo inclina con un centro de rotación cercano a su tercio apical. De manera que, su aspecto lingual se acerca a la pared alveolar y el ligamento se hace más angosto en esa zona ocurriendo resorción ósea. En el lado opuesto, por vestibular, al alejarse el diente se forma una zona de tensión, así que ocurrirá aposición ósea en ese lado. **B.** En los lados contralaterales, a nivel apical, y de la cresta alveolar suceden cambios opuestos. De esa forma, el diente será desplazado dentro de su espacio periodontal, podría decirse de manera fisiológicamente normal.

la cortical ósea. En estos casos, el fulcro se localiza apical al centro de resistencia y es el que generalmente se obtiene con la utilización de placas removibles (Placas de Hawley) Fig. IX-11

Ese proceso de remodelado que sucede en el hueso alveolar se presume que sea provocado por células especializadas, los osteoclastos, osteoblastos y otros que se encuentran presentes en el ligamento periodontal.

b. Inclinación controlada de la corona

En este tipo de movimiento se mueve todo el diente, manteniendo en posición el ápice radicular; es decir que, el fulcro del movimiento coincide con el ápice. Este movimiento se necesita específicamente cuando lo que está mal posicionado es la corona y queremos evitar la migración (vestibular o lingual) de la raíz. Igual que el anterior, este movimiento se puede realizar tanto en el plano frontal como lateral. ^{8, 20} Fig. IX-12

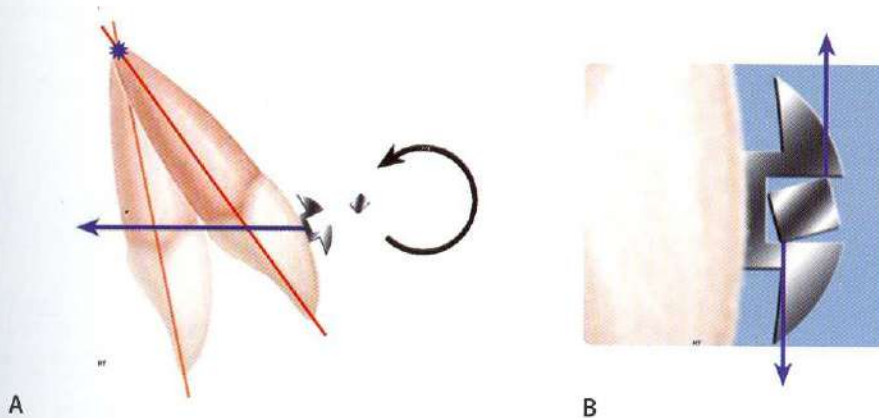


Fig. IX-12. Movimiento controlado de la corona. **A.** El fulcro se sitúa a nivel del ápice radicular. Es necesario el uso de aparatos cementados (brackets y alambres rectangulares). **B.** Se necesita la colocación de brackets para conseguir la aplicación de la coupla de fuerzas, pues con una simple no se conseguirá.

c. Movimiento controlado de la raíz o torque

Se trata del movimiento de la raíz con poco o ningún movimiento apreciable de la corona. El centro de rotación está situado en la punta de la corona, la raíz rota a su alrededor y se moverá en la dirección de la aplicación de la fuerza, por tanto se producirá resorción ósea en toda su longitud.³ Es un movimiento prácticamente imposible de conseguir con placas removibles ya que para obtenerlo se necesita un sistema de fuerzas; es decir, un par de fuerzas se aplica al bracket para mover la raíz en dirección deseada y rota el diente alrededor del centro de resistencia transversal, el ápice se mueve en dirección distal. Fig. X-13

4. Movimientos verticales: extrusión e intrusión

Se consideran dos tipos de movimientos verticales: intrusión y extrusión y representan los movimientos de translación en el plano vertical. Son esencialmente movimientos en masa.

- a. El *extrusivo puro*, es el movimiento del diente en la misma dirección de su erupción y su centro de ro-

tación descansa en el infinito. Como en la vía que va a recorrer no hay tejido óseo, no se realiza resorción alguna, a menos que la forma de la raíz sea ondulada, pero siempre será en poca proporción. Los cambios óseos incluyen extensa aposición especialmente en la zona apical y en la cresta alveolar. De los dos éste es el más fácil de conseguir, posiblemente debido a que no hay resistencia del hueso al movimiento, por lo que debe utilizarse fuerzas ligeras, ya que si se excede a los 30 grs. podría producirse resorción del ápice radicular y problemas pulpares. Ocurre aposición ósea en el área apical y en la cresta alveolar.^{29,30} Fig. X-14

- b. El *movimiento intrusivo puro* es el opuesto: mueve el diente verticalmente dentro de su alvéolo estimulando la resorción ósea, los cambios óseos incluyen: resorción en el área apical del alvéolo, y la aposición tiene un papel menor. Puede ser obtenido por una fuerza simple y directa y no hay centro de rotación. Es más difícil de conseguir, posiblemente debido a la resistencia que le ofrece las fibras oblicuas del ligamento y el diente se mueve sólo después de considerable resorción ósea y la formación de grandes zonas de presión en la mayor parte de la zona apical con gran riesgo de formación de zonas hialinizadas,

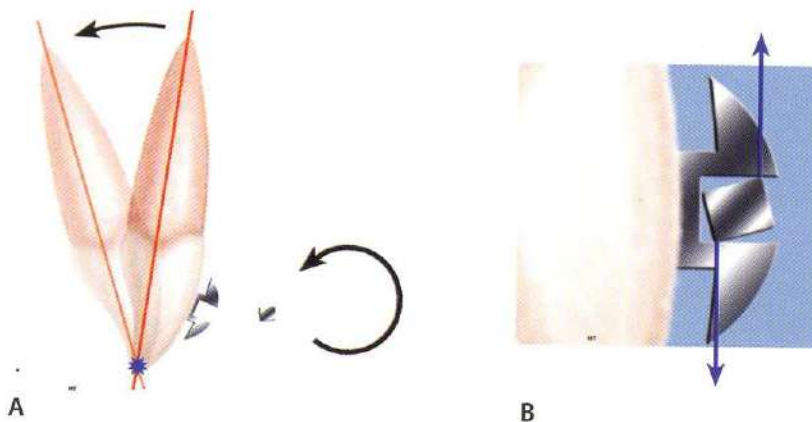


Fig. IX-13. A. Representación esquemática del movimiento controlado de raíz. (Torque) donde, la punta de la corona permanece en posición y todo el diente rota alrededor de ese punto. **B.** Se señala la forma como debe insertarse el alambre rectangular dentro de la ranura para obtener el movimiento utilizando la aplicación de la coupla de fuerzas.



Fig. IX-14. Representación esquemática del movimiento extrusivo. El diente se mueve verticalmente sin cambio neto en su inclinación axial. El remodelado óseo: aposición ósea en el área apical y en la cervical, manteniendo la relación alvéolo-diente.



Fig. X-15. Representación esquemática del movimiento intrusivo de un diente. Resorción ósea en el área apical para permitir el movimiento dentario.

por lo que no deben usarse fuerzas pesadas.^{3,4} Fig. X-15

RECOMENDACIONES

Cuando se va a mover dientes mediante la utilización de fuerzas ortodóncicas se debe hacer un estudio muy cuidadoso tanto del tipo de fuerza que debemos emplear como su magnitud, duración y dirección, a fin de que no se produzcan reacciones indeseadas en los tejidos de soporte que podrían conducir a pérdida de unidades dentarias por resorción de sus raíces y del soporte óseo. En todo caso, ello debe ser planificado al establecer el plan de tratamiento definitivo.

(*) Capítulo revisado por la Prof. Irama Rojas Dávila

BIBLIOGRAFIA

1. Gianelly AA and Goldman HM. Biologic basis of orthodontics. Lea and Febiger. Philadelphia, 1971.
2. Schwartz AM. Tissue changes incident to orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1932; 18: 331-352
3. Tenenbaum M. Fuerza extraoral con aparatos fijos y removibles. Editorial Mundi. Buenos Aires. 1969
4. Graber TM and Swien BJ. Ortodoncia. Principios generales y técnicas. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires 1988.
5. Reitan K. Some factors determining the evaluation of force in orthodontics. Am J Orthod 1957; 43: 32-45
6. Hixon EH, Atcian H, Calow GE, MacDonald HW. Optimal force, differential force and anchorage. Am J Orthod 1969; 55:437-457
7. Bien S. Fluid dynamic mechanisms which regulate tooth movement. Arch Oral Biol 1966; 2: 173-201
8. Canut JA. Ortodoncia Clínica. Salvat Editores. Barcelona 1988
9. Proffit WR. Contemporary Orthodontics. Second Edition. Mosby. 1993
10. Bonucci E. New knowledge on the origin, function and fate of osteoclas. Clin Orthod 1981; 158: 252-289
11. Stark TM, Sainclair PM. The effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1987; 91: 91-104
12. Baumrind S. A reconsideration of the property of the pressure tension hypothesis. Am J Orthod 1969; 55: 12-22.
13. Storey E. The nature of tooth movement. Am J Orthod 1973; 62: 292-314
14. Grimm FM. Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1972; 62: 388-394.
15. Shapiro E. Orthodontics movement using pulsed forces induced piezoelectricity. Am J Orthod 1979; 91:91-104

16. Epker NB and Foster H. Correlations of bone resorption and formation with physiological behavior of loaded bone. *J Dent Res* 1965; 44: 33-44
17. Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. *Angle Orthod* 1959; 29: 105-113.
18. Moyers RE and Bowen JL. Periodontal response to various tooth movement. *Am J Orthod* 1950; 36: 572-580
19. Weinstein S. Minimal forces in tooth movement. *AM J Orthod* 1967; 53: 881-903
20. Marcotte RM. *Biomecánica en Ortodoncia*. Masson – Salvat Odontología. Barcelona 1992.
21. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1960; 46: 881-900.
22. Gianelly AA. Forced induced changes in the vascularity of the periodontal ligament. *Am J Orthod* 1969; 55: 5-11
23. Burstone CF and Groves MH. The biomechanics of tooth movement . In *Vistas in Orthodontics*. BS Kraus, and RA Riedel (Eds) Lea & Febiger, Philadelphia 1962.
24. Christiansen RL and Burstone CJ. Center of within the periodontal space. *Am J Orthod* 1969; 55: 353-369.
25. Buck D and Church DH. A histological study of tooth movement. *Am J Orthod* 1972; 62: 507-516.
26. Reitan KR. The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement. *Act Odont Scand* 1951; 9 sup 6.
27. Utley RK. The activity of alveolar bone incident to orthodontic tooth movement as studied by oxytetracycline produced fluorescence. *Am J Orthod* 1969; 54: 167-201
28. Kraw AG and Enlow DH. Continuous attachment of the periodontal membrane. *Am J Anat* 1967; 120: 133-148.
29. Jarabak JR, Fizzell JA. *Aparatología del arco de canto con alambre delgado*. Editorial Mundi. Buenos Aires. 1975.
30. Vellini-Ferreira F. *Ortodoncia. Diagnóstico y Planificación Clínica*. Ed. Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo (Brasil) 2002
31. Nanda R. *Biomecánica en Ortodoncia Clínica*. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires 1998.

APARATOS DE ANCLAJE EXTRAORAL: MOVIMIENTOS ORTODÓNICOS Y ORTOPÉDICOS

Para realizar movimientos otodónticos generalmente se requiere de anclaje intrabucal; pero en algunas maloclusiones éste no es suficiente, es por ello que en ocasiones se deberá recurrir a las fuerzas extraorales para reforzarlo. Veremos aquí cómo están conformados estos aparatos y su forma de actuar. Su adecuada escogencia requiere de bases biomecánicas racionales que permitan entender y controlar tanto la dirección como la magnitud de las fuerzas producidas que nos lleven a resultados exitosos. Podemos a través de ellos producir movimientos de tipo ortodóntico y ortopédicos que pueden ser de ayuda en los pacientes en crecimiento.

Martha Torres C. y Luz d'Escriván de Saturno

El interés actual por las fuerzas extraorales fue iniciado por Kloehn en 1947, quien reportó el aparato de tracción occipital unido mediante ganchos a un arco superior de 0.045" insertado en los molares maxilares y consideraba que así la acción del aparato era bastante bien controlada ¹. Este que fue luego modificado por otros investigadores, especialmente en lo relacionado con la confección del arco facial y el uso de una banda cervical como las realizadas en el arco interno, dirigidas siempre en la búsqueda de un movimiento más controlado de los molares y tendente a disminuir su inclinación, es decir un movimiento más en masa. ²

APARATOS DE ANCLAJE EXTRAORAL

Los aparatos extraorales han sido definidos como "aque- llos que tomando punto de apoyo en elementos anató- micos ubicados fuera de la cavidad bucal, aplican su fuer- za en forma directa sobre un maxilar o sus dientes" ²

La terapia con fuerzas extraorales ha sido aplicada a los pacientes en crecimiento que presentan discrepancias, sea maxilares más grandes o posicionados anteriormen- te; es decir, cuando el tratamiento implica la corrección de las relaciones esqueléticas entre el maxilar y la man- díbula, de allí que últimamente se haya incrementado el estudio del remodelado del crecimiento de las estructu- ras óseas y la importancia de comprender la respuesta tanto del hueso alveolar como del resto de los diferentes componentes del complejo dentofacial ante la acción de esas fuerzas. ³

Antecedentes

Se reporta su uso desde comienzos del siglo XIX, en for- ma de casquete y mentonera, aunque no eran precisa- mente con fines ortodónticos sino más bien para preven- nir accidentes. Fue por el 1822 cuando se usó con fines ortodónticos en la corrección de protrusión mandibular

y en 1855 Kingsley usó por primera vez el anclaje occipital para retruir incisivos superiores protruidos. Luego Angle, en 1877 recomienda su uso y reporta los resultados exitosos de 16 casos tratados con ese método y puntualiza la excelencia del anclaje extraoral en el tratamiento de la protrusión maxilar en maloclusiones Clase II y lo recomienda ampliamente en la edición de su libro de 1877.²

Por muchos años fue desechado el mecanismo, aparentemente debido a que no eran muy práctico, bastante incomodo y doloroso por la fuerza excesiva que debía ser aplicada por largos períodos de tiempo (generalmente 24 horas).

En 1934 Oppenheim de Viena lo reactualiza y vuelve a hablar de su excelencia apoyado en las técnicas radiográficas y una serie de trabajos publicados que trataban del uso de las elásticas intermaxilares y sus resultados nocivos en el mantenimiento del anclaje inferior y así se recomiendan los extraorales como anclaje nocturno para neutralizar la acción de las elásticas. Desde entonces, estos aparatos han sido usados en diferentes alternativas de tratamiento para las maloclusiones Clase II y Clase III.⁴

Funciones de los aparatos extraorales

Se considera que son varias las posibles funciones de los aparatos extraorales:^{2, 5, 6.}

1. *Como fuerza efectiva de desplazamiento.* Para realizar movimientos dentarios individuales o en grupo. Se puede regular la fuerza ejercida por el aparato de manera que sus presiones puedan ejercer una amplia gama, desde muy suave a muy pesadas; es decir, para desplazar desde una pieza dentaria hasta incluir toda la arcada.
2. *Como inhibidora o frenadora del crecimiento,* al provocar modificaciones craneofaciales. Aunque ello es tomado con reserva por muchos científicos. Se utiliza en el tratamiento temprano de las maloclusiones Clase II y Clase III para aprovechar los picos de crecimiento puberal. Por ejemplo, cuando se trata de una *maloclusión Clase III* por deficiencia maxilar, con fuerzas ortopédicas actuando sobre el

maxilar, podemos traccionar hacia adelante (n cara facial) y sobre la mandíbula se puede cambiar la dirección del crecimiento vertical y hacerlo horizontal (mentonera).

En los casos de *maloclusiones Clase II*, fuerzas ortopédicas pesadas actuando de manera intermitente podrá restringir el movimiento hacia adelante mismo, disminuyendo así la protrusión dental inclinando el plano palatino hacia abajo, aumentando la altura anterior de la cara y el ángulo nasal labial. (Tracción cervical).^{2, 6}

Por último, una tracción parietal dirigida más verticalmente puede producir la intrusión de los molares maxilares; dependiendo de la dirección de la fuerza con relación al centro de resistencia del hueso, si pasa por encima del centro de resistencia del maxilar, puede ocurrir una inclinación del plano palatino, por consiguiente la mandíbula rotará en sentido contrario de las agujas del reloj y así se corrige la mordida abierta. (Ver Capítulos IX, XIV, XV, XVI)^{6, 7}

3. *Como refuerzo de anclaje.* En casos de discrepancia severa, cuando debemos utilizar cada milímetro de espacio dejado por las exodoncias para corregir la discrepancia dentaria y esquelética. En estos casos su utilización es muy indicada, para contrarrestar las fuerzas producidas por otros aditamentos como elásticos y resortes.
4. *Como retención activa:* El uso de las fuerzas extraorales en caso de severas discrepancias antero-posteriores se pueden combinar con los retenedores tipo arco de Hawley para evitar la recidiva. La fuerza se va dejando de usar paulatinamente después de terminado el tratamiento.²

Componentes del aparato extraoral

Cada aparato extraoral puede tener o no arco facial de apoyo en la región inferior, posterior o superior de la cabeza, elásticos y resortes para la tracción. Los aparatos de sujeción se denominan según el punto en el que se usan: apoyo cervical, occipital, parietal, mentonera e

1 Aparato extraoral con arco facial

A. El arco facial

El arco facial de Kloehn consta de un arco externo y uno interno soldados en la parte media. El arco interno se inserta en unos tubos vestibulares soldados en las bandas de los primeros molares maxilares y dispone de unos ganchos distales, en forma de omega, que actúan como tope. El externo va sujeto por medio de una cinta elástica al cuello.⁷

Con el apoyo cervical se pueden emplear dos tipos de arco facial:

Arco de tipo interno-externo. El arco interno puede ser de 0.045 o, 0.051 pulg., el externo de 0.072 pulg.⁸

Ganchos tipo "J". Construidos con alambre 0.072 pulg. contorneado para ajustarse sobre un pequeño tope soldado en el arco, por lo general entre el incisivo lateral y el canino superior e inferior.

B. El apoyo extraoral

Esta constituido por tiras o bandas flexibles de plástico, de cuero o de tejidos diversos, ajustadas a la cabeza en la región cervical, occipital o parietal. Fig. X-1

C. Elásticos o resortes

Son los que proporcionan tanto la dirección como la intensidad de la fuerza, haciendo la conexión entre el arco externo o brazo externo con el apoyo de la cabeza. La fuerza es medida en gramos mediante un dinamómetro.

2. Aparato extraoral sin arco facial

Existen otros aparatos extraorales cuyo diseño no posee arco facial como la máscara facial y la mentonera. La máscara facial posee diferentes diseños según la casa comercial, pero básicamente son un apoyo colocado en la frente y el otro en el mentón unidos por una barra metálica. La mentonera es un aparato extraoral colocado en la mandíbula, con el apoyo en el mentón de tejido, acrílico o plástico) donde se ubica el punto de aplicación de la fuerza y un casquete colocado en la parte superior, un resorte que provoca la tracción y regula la fuerza aplicada.^{6,9}

Clasificación de los aparatos extraorales

Considerando el sitio desde donde se realiza la tracción; pueden ser clasificados:^{2,10}

1. **Aparatos de tracción posterior colocados en la parte posterior del maxilar:** Ejemplo de ello es el arco facial, cuya tracción puede ser:

- a. Alta o parietal
- b. Media u occipital.
- c. Baja o cervical.
- d. Vertical¹¹

2. **Aparatos de tracción anterior.**

Entre los usados más comúnmente se citan:

- a. Máscara de Delaire.
- b. Casquete reverso.

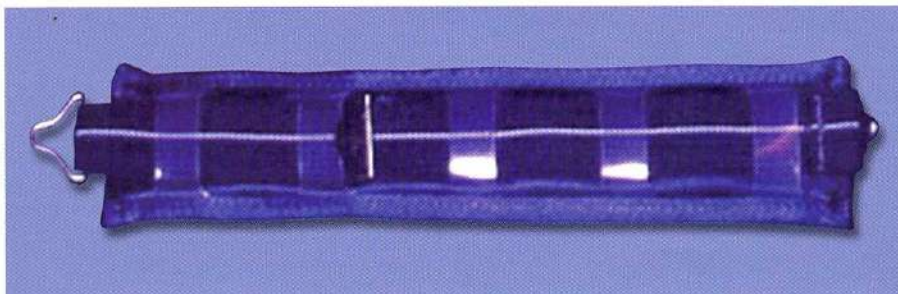


Fig. X-1. Ejemplo de banda de tela elástica utilizada para la tracción cervical.

3. Aparatos de tracción vertical y anteroposterior

Aplicados a la mandíbula, a nivel del mentón lo constituyen las mentoneras y estas pueden ser de:¹²

- Tracción vertical.
- Tracción oblicua.
- Tracción horizontal.¹²

Aparatos de tracción posterior colocados en la parte posterior del maxilar (Arco facial, tipo Kloehn)

Su componente esencial activo es el arco facial tipo Kloehn, por lo que lo describiremos más detalladamente

El *arco facial de Kloehn* consta de un arco externo y uno interno soldados en la parte media. El interno se inserta en unos tubos vestibulares soldados en las bandas de los primeros molares maxilares y dispone de unos doblescés distales, en forma de bayoneta que actúan como topes. El externo va sujeto al cuello por medio de una cinta elástica.⁷

El arco interno puede ser confeccionado en alambre de calibre 0.045 o, 0.051 pulg., y el externo de 0.072 pulg.⁸ Para su confección, se adapta directamente sobre el paciente, se hace una marca mesial al tubo del molar para posteriormente hacer el doblez en bayoneta sobre el arco interno; el cual actúa como tope y permite asentarlos sin tocar los premolares de manera que la fuerza se transmita directamente a los molares. En su lugar este doblez puede ser remplazado por un anillo en forma de omega o de U, la cual tiene la ventaja de que permiten aumentar su extensión anteroposteriormente y realizar los ajustes necesarios durante el tratamiento; como cuan-

do se distalizan los molares superiores y para liberar de presión al segmento incisivo.

El arco interno debe ser adaptado sobre el modelo, para que descansa en los tubos de los molares de manera pasiva. Se ajustan los topes o las ansas en U sin que el arco toque los incisivos o cualquier otro diente que no sean los molares. La unión de los elementos externos e internos debe situarse entre los labios de manera natural cuidando de que el arco externo no presione la cara del paciente ni moleste los tejidos blandos internos.⁸ Fig. XI-2

Clasificación del arco facial

Lo podemos clasificar desde varios puntos de vista:¹⁰

- Según la dirección de la tracción pueden ser: cervical (baja), alta (parietal), recta (occipital) y vertical.¹²
- Según la longitud del arco externo: largo, medio y corto
- Según la angulación del arco externo: alto, medio y bajo
- Según la geometría: simétrico y asimétrico

1. Según la dirección de la tracción:

a. Tracción cervical. Tracción baja o Kloehn

Características

- La línea de acción de la fuerza pasa por debajo del plano oclusal 25° a 30°.

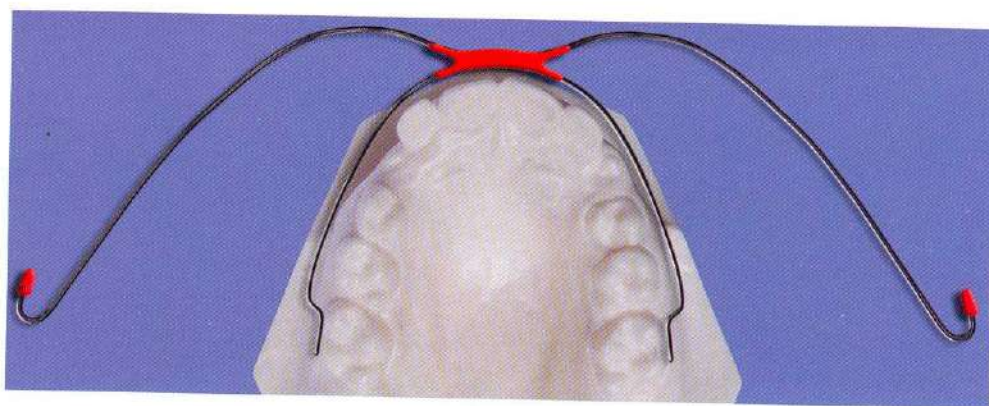


Fig. XI-2. Arco facial colocado sobre el modelo para su adaptación. Se observa la unión del arco interno con el externo.

2. Los componentes de la fuerza son de extrusión y distalización.
3. El apoyo extraoral esta dado por la cinta colocada en el cuello a nivel de la tercera vértebra cervical.^{13,14,15}
4. Con la angulación del brazo externo del aparato por encima del plano oclusal se anula el movimiento de inclinación del molar. Fig. X-3 A y B

Indicaciones:

Está indicado en el tratamiento de las maloclusiones Clase II División 1 y 2 para inhibir el desplazamiento anterior del maxilar o de los dientes del maxilar, en patrones braquifaciales, con dirección de crecimiento horizontal y fuerte musculatura, FMA bajo y mordidas profundas donde se desea la extrusión de los molares superiores. La acción ortodóncica sobre el molar maxilar (distalización y extrusión) y la acción ortopédica (rotación mandibular).

b. Tracción occipital

Es una combinación de tracción alta y cervical. Su principal ventaja es que produce traslación pura, esto se logra

colocando el arco externo al mismo nivel que el centro de resistencia (CR). El utilizado más frecuentemente es el casquete de Interlandi, el apoyo extraoral se localiza en la región posterior de la cabeza.

Características

Las características principales son:

1. La línea de acción de la fuerza esta localizada 5° a 10° por encima del plano oclusal, por tanto, a la altura del centro de resistencia del primer molar maxilar.
2. El vector de la fuerza es de distalización.
3. El apoyo extraoral se localiza en la región posterior de la cabeza. Este tipo de casquete Interlandi tiene la posibilidad de ubicar las elásticas en varias graduaciones y así la fuerza resultante puede ser inclinada hacia arriba.^{13,14}

Indicaciones:

Indicado en las maloclusiones Clase II, en patrones mesofaciales o dolicofaciales leves (altura anterior de

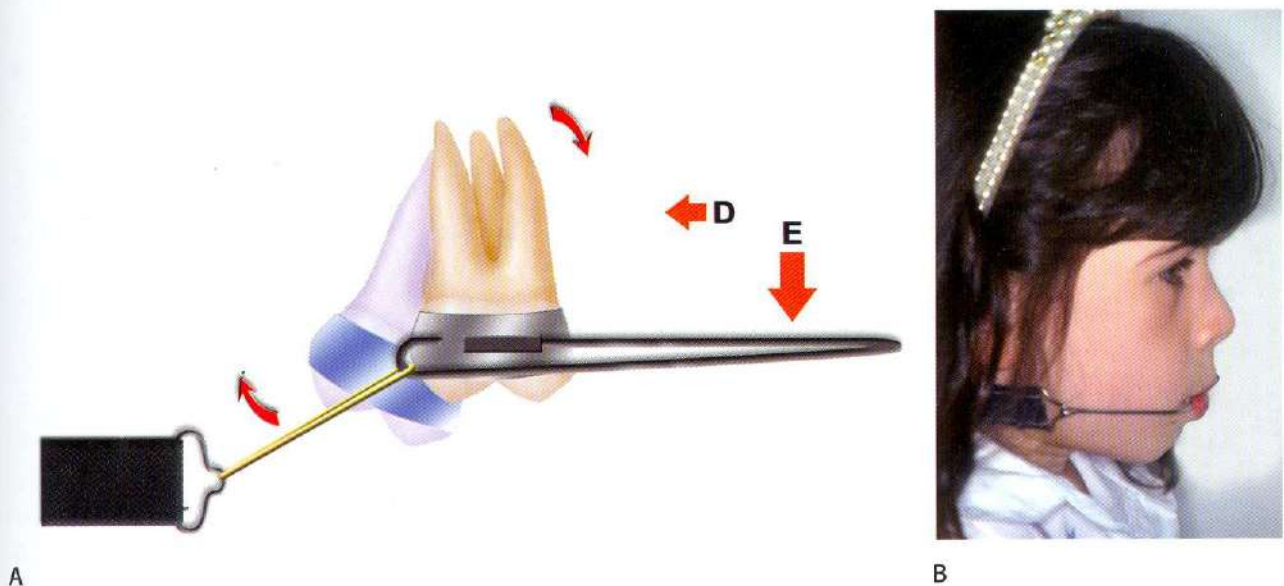


Fig. X-3. Aparato de tracción cervical. **A.** La fuerza pasa por debajo del centro de resistencia. **B.** El aparato de tracción cervical colocado en posición en una niña.

la cara normal y moderada intrusión o extrusión de los molares maxilares). Si el crecimiento es más vertical la tracción se hará más oblicua. Fig. X-4

c. Tracción parietal. Tracción alta o superior

Características:

1. La línea de acción de la fuerza esta 30° a 35° por encima del plano oclusal con el objeto de anular el movimiento de inclinación del molar.

2. La fuerza se descompone en dos vectores: intrusivo y distal.
3. Corrección de la sobremordida
4. El apoyo extraoral esta localizado en la parte superior de la cabeza, en la región parietal. ^{12,14} Figs. X-5 A y B y 6 A y B.

Indicaciones:

Indicado para los patrones dolicofaciales severos, (crecimiento vertical) para la corrección de la mordida abierta

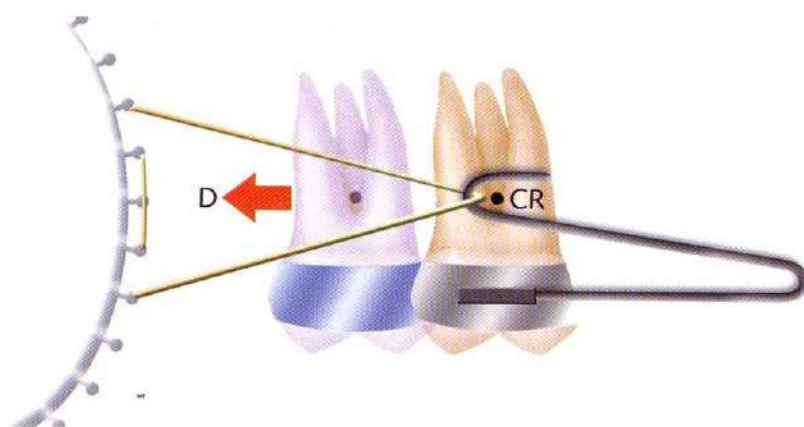


Fig. X-4. Aparato de tracción occipital. El movimiento resultante es de distalización.

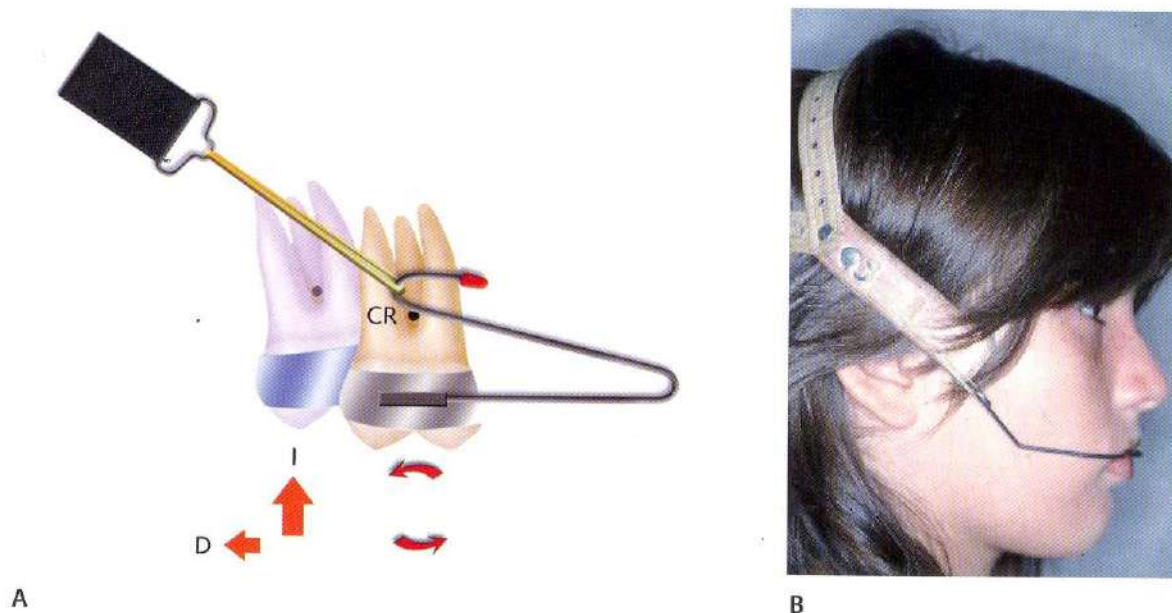


Fig. X-5. Tracción parietal. **A.** La fuerza pasa por encima del centro de resistencia. **B.** Aparato colocado en posición.

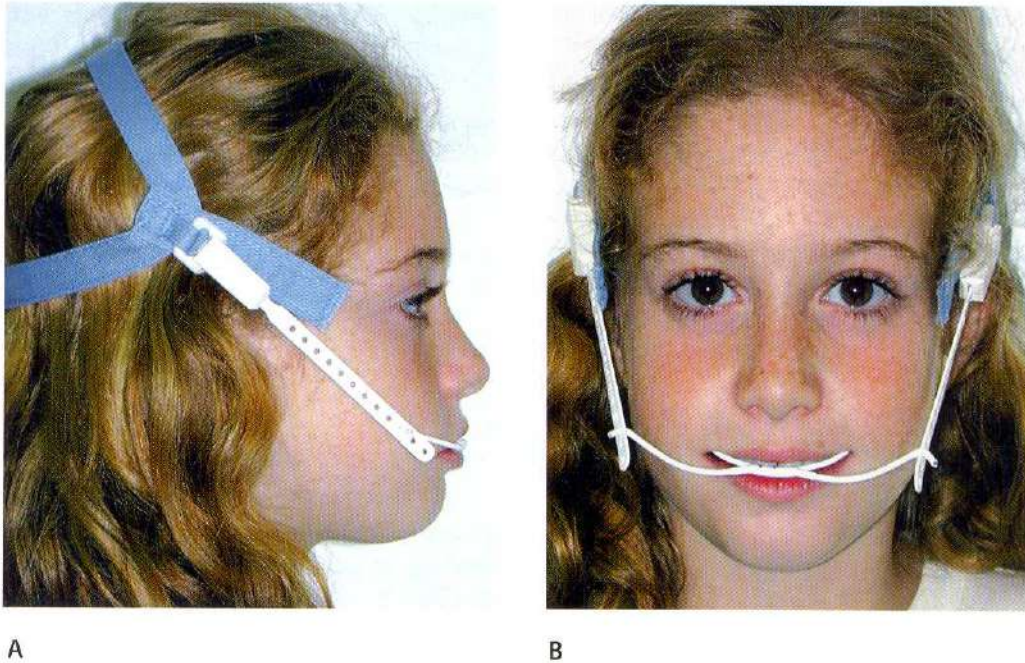


Fig. X-6. Aparato de tracción parietal en posición. **A.** Vista lateral. **B.** Vista de frente.

cuando es aplicado en la parte posterior y dirigida por encima del centro de resistencia del molar, dando como resultante una fuerza intrusiva.

d. Tracción vertical

El propósito de este aparato es producir una fuerza intrusiva a los dientes maxilares con fuerzas posteriores pequeñas. No es de uso muy común, sin embargo es muy útil en los casos en que se necesita intrusión pura de los segmentos bucales como por ejemplo: maloclusiones Clase I.¹¹ Fig. X-7

2 y 3. Según la longitud y angulación del arco externo

Puede ser: a) largo, b) medio y c) corto y según la angulación: a) alto, b) medio y c) bajo. Para obtener resultados óptimos en la aplicación de la fuerza, debe ser previamente determinada ambas, la longitud y la angulación del brazo externo, de manera que la línea de acción de

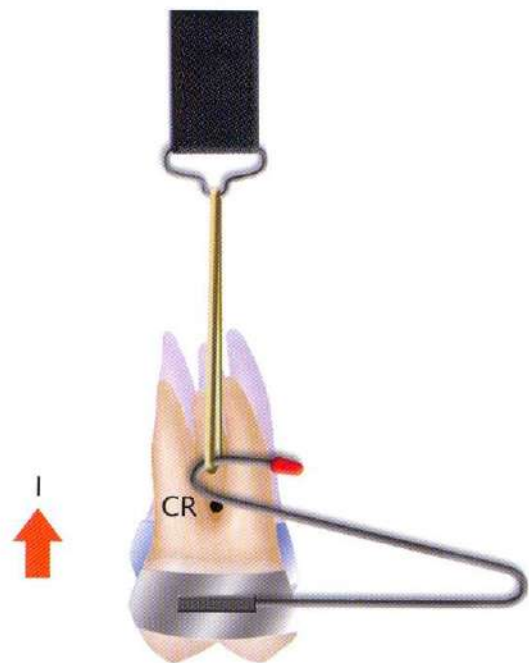


Fig. X-7. Se muestra la tracción vertical en la cual la línea de acción de la fuerza pasa a través del centro de resistencia produciendo un movimiento de intrusión puro.

la fuerza pase por el centro de resistencia del molar, de manera de anular la inclinación. Fig. X-8

4. Según la geometría del arco externo.

Puede ser:

- a. Simétrico y
- b. Asimétrico.¹⁶

Con el aparato de tracción extraoral, con arco facial también es posible ejercer una acción asimétrica sobre los molares. Para ello debemos hacer dos modificaciones que alteran la ubicación de las resultantes de las fuerzas aplicadas a cada lado, de manera que la línea de acción de la resultante final esté más cerca del molar que queremos desplazar mas. Para ello, alargamos y separamos el brazo externo del arco facial del lado que queremos ejercer mayor presión; en todo caso, este dependerá de

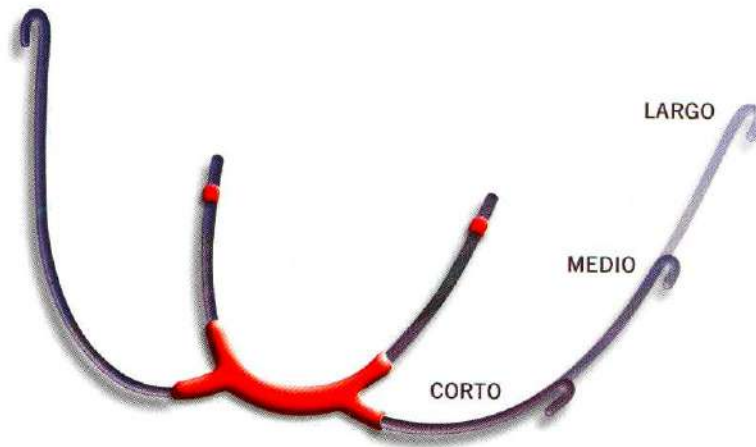


Fig. X-8. Muestra la longitud de los brazos externos del arco facial: el *largo* se extiende distal a los primeros molares, los *medios* llegan hasta los tubos de los molares y los *cortos* anteriores a los molares.

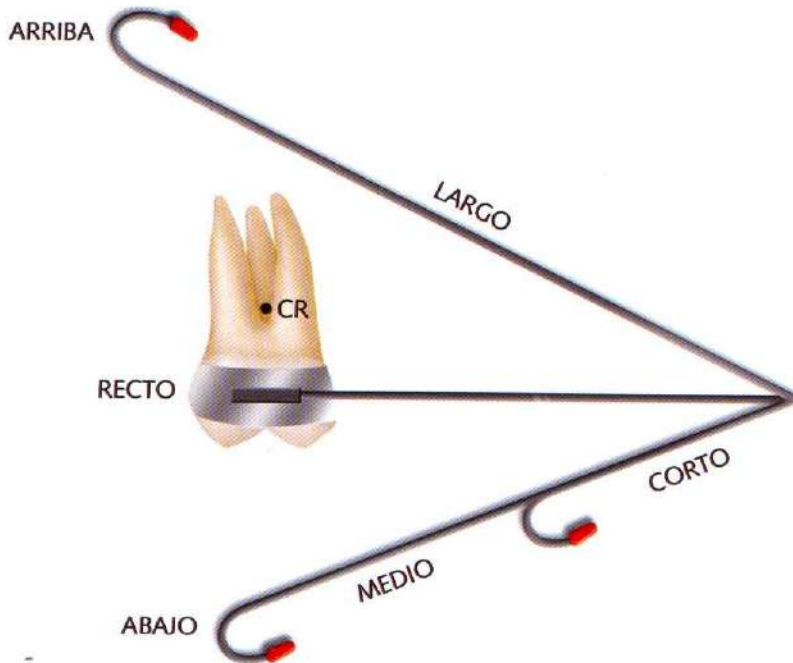


Fig. X-9. Señala en esquema las diferentes posiciones de la angulación del brazo externo del arco facial: arriba, recto y abajo, conjuntamente con su longitud: largo, medio y corto.

la dimensión facial, de la tolerancia del paciente y del grado de acción asimétrica buscada. ² Fig. X-10

Este tipo de dispositivo es usado en casos de maloclusiones Clase II División 1 subdivisión en el cual el molar de un lado esta en una posición más adelantada que el otro lo que nos indica que hay que aplicar una fuerza hacia distal mayor en ese lado; es decir, una fuerza asimétrica. En tales casos, debemos diseñar un dispositivo de tracción excéntrica. ^{16, 17}

Para obtener una acción asimétrica efectiva se recomienda: un desplazamiento lateral aproximado de 1.8 cm. y un alargamiento de unos 5 cm más que el brazo corto ya activado (aunque se ha comprobado en la práctica que puede ser menos). Por lo tanto, para obtener una tracción cervical excéntrica clínicamente, el brazo

del arco facial debe ser más largo en el lado donde se desee una fuerza mayor, un radio de fuerzas óptimo que sea comunicada a los molares podría ser de dos a uno.

En resumen: el problema es, aplicar fuerzas a través de la tracción cervical, para que la acción sobre el molar que requiere mayor movimiento sea de mayor magnitud que la que actúa sobre el derecho. Para poder lograr esto, se usa una palanca de tracción cervical en la cual un brazo del arco facial es más largo que el otro y la conexión entre ambos arcos (facial y labial) es sólida.

Aparatos de tracción anterior colocados en la parte anterior de la cara

De uso más frecuentemente: la máscara de Delaire: Fig. X-11 A y B

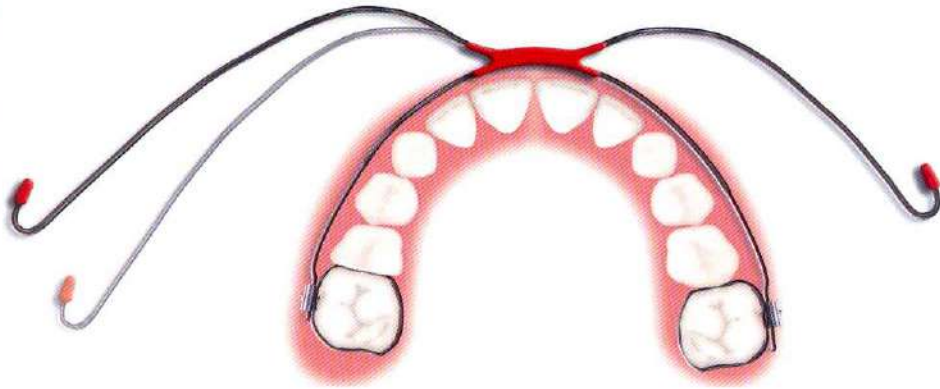


Fig. X-10. Cuando se requiere aplicación asimétrica de las fuerzas sobre los molares permanentes se debe cambiar la longitud de los brazos externos.

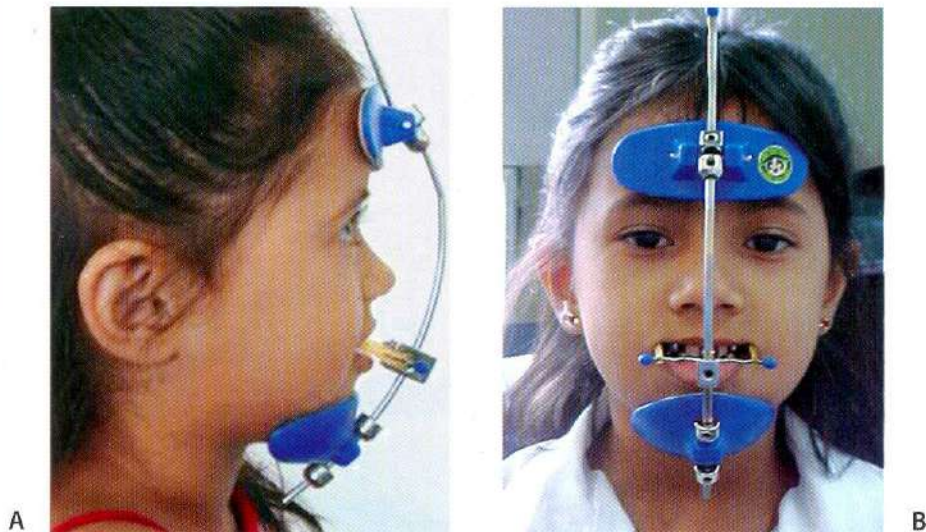


Fig. X-11. Máscara de tracción anterior tipo Delaire. **A.** Vista lateral **B.** Vista de frente.

Indicaciones

La fuerza de tracción anterior es utilizada en el tratamiento de las maloclusiones Clase III por deficiencia maxilar.

Aparatos de tracción vertical y antero posterior

Dentro de este grupo se encuentran la mentonera con sus diferentes tracciones según sea la necesidad del caso. Fig. X-12 A, B y C

PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS DE LAS FUERZAS EXTRAORALES.

Las fuerzas extraorales tienen muchas ventajas cuando son usadas apropiadamente; pero también pueden producir efectos desfavorables cuando no se dominan los principios básicos de las fuerzas aplicadas y no son dirigidas apropiadamente.

Antes de proceder a explicar los efectos que ejercen las fuerzas extraorales sobre los molares, se debe entender y definir ciertos principios mecánicos básicos, ya que la

clave para entender los efectos que este tipo de fuerzas ejercen sobre los molares reside en interpretar la relación existente entre la línea de acción que tiene una fuerza con respecto al centro de resistencia de un diente. (Ver Capítulo IX)

Para entender los diferentes mecanismos biomecánica que emplearemos en el desarrollo de este capítulo deberemos remitirlo al capítulo IX, donde se explican claramente los conceptos de: fuerza y todas sus características (intensidad, magnitud, fuerza óptima, centro de resistencia y de rotación^{5, 8}, duración, intensidad, momento). Previamente al hablar de la mecánica y de los aparatos debemos aclarar algunos principios directamente relacionados con ellos y que nos permitirán entender el proceso.^{6, 18}

Aplicación clínica de los principios biomecánicos

Los dientes pueden ser movidos en los tres planos del espacio: sagital, coronal y transversal. En los movimientos ortodóncicos pueden incluirse uno o más planos, sin embargo para facilitar su comprensión se analizarán separadamente. Fig. X-13

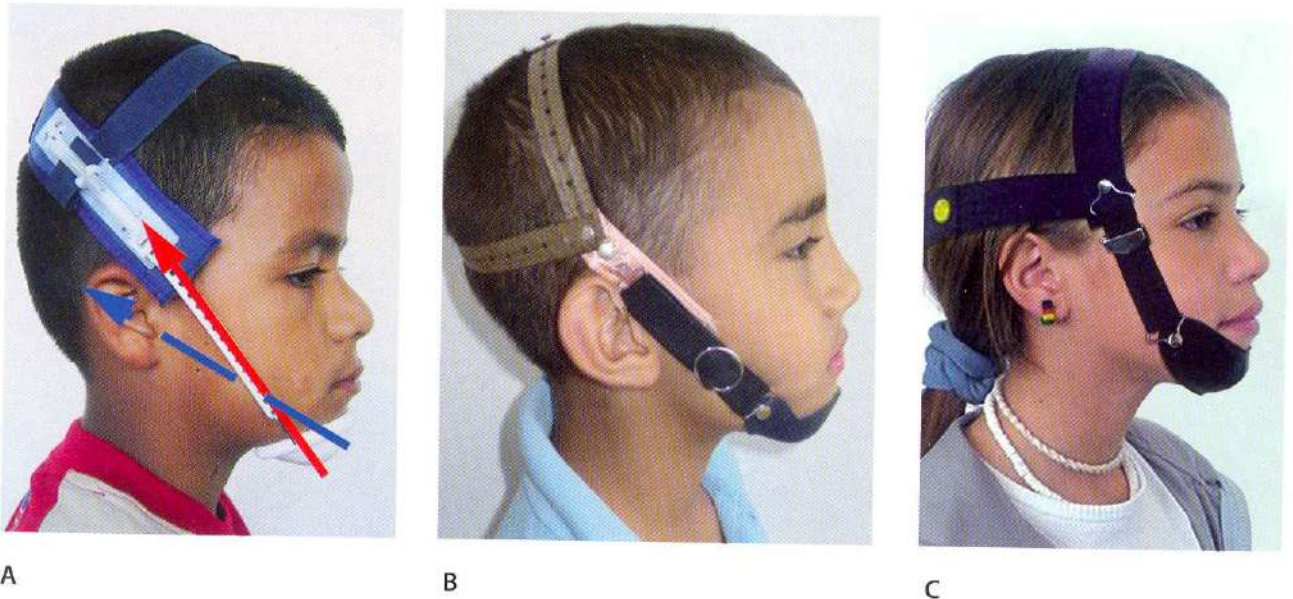


Fig. X-12. Diferentes tipos de mentoneras. Para tratamiento de maloclusión Clase III por exceso mandibular **A.** Indicando la dirección de la fuerza. **B.** Mentonera de tracción oblicua. **C.** Mentonera para tracción vertical en una mordida abierta.

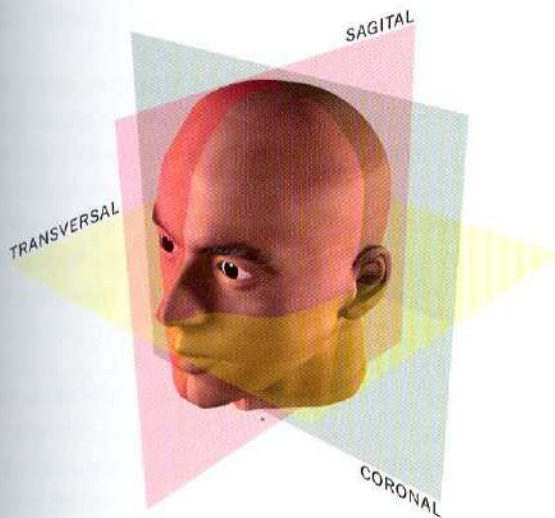


Fig. X-13. Se señalan los tres planos del espacio en que puede ser movido un diente: sagital, transversal y coronal.

1. Plano sagital

En el *plano sagital*, la fuerza resultante será la aplicada directamente por el aparato extraoral a los molares; dicha fuerza tiene una dirección en la cual, su línea de acción es la que conecta al punto de origen de la fuerza, (cuello o en la cabeza) que es el gancho del extraoral con apoyo en el cuello y la cabeza, con el punto de unión ubicado en el gancho del arco externo. *La fuerza resultante será*

*entonces la relación entre la línea de acción de la fuerza y el centro de resistencia del diente, el cual permanece constante.*¹⁵

Las variables a considerar son:

- a. La distancia entre la línea de acción y el centro de resistencia y
- b. La inclinación de la línea de acción.¹⁹

a. **Distancia entre la línea de acción y el centro de resistencia.**

Cuando la línea de acción de la fuerza (F) pasa a través del centro de resistencia de un diente (CR) no se produce movimiento de inclinación (momento) y el centro de rotación (Cr) coincide con el centro de resistencia (CR) Fig. X-14 A. Pero, contrariamente se inclinará si esta línea no pasa por del centro de resistencia, la inclinación se realiza alrededor del centro de rotación (Cr) (Fig. X-14B). Este varía y depende de la relación de la línea de acción al centro de resistencia del diente.¹⁹

Si la línea de acción de la fuerza (F) pasa a través del centro de resistencia, D debe ser cero y en ese caso no habrá momento. (Fig. X-14- A) es decir que, la línea de acción y el centro de resistencia del diente están en una línea recta. Pero, si es movida lejos, sea por arriba o por debajo, si se producirá un momento.

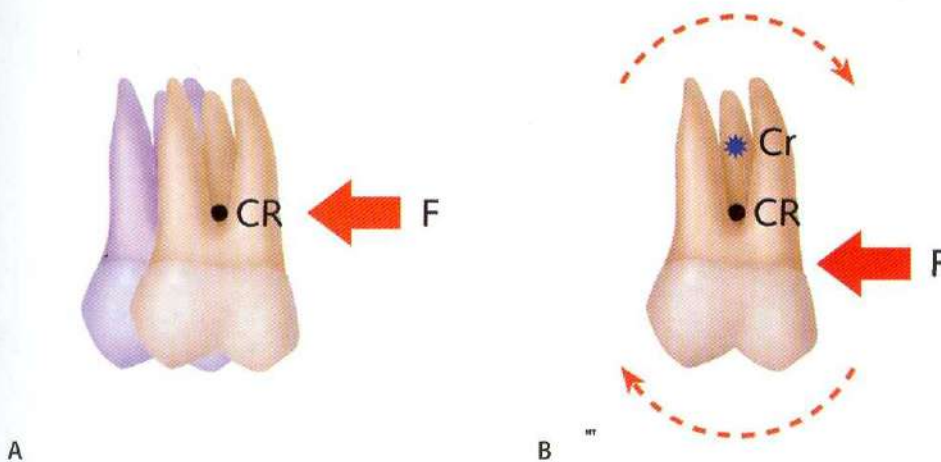


Fig. X-14. A. La línea de acción pasa directo por el CR y el diente se traslada en masa. **B.** Se muestran en un molar los diferentes puntos de referencia: CR. Centro de resistencia, Cr. Centro de rotación. F. Línea de acción de la fuerza pasa directo por el CR. La línea de acción de la fuerza pasa lejos de CR y el diente se traslada con un componente de inclinación.

Si la línea de acción pasa por encima del centro de resistencia se creará un centro de rotación y el movimiento de inclinación que se produce será en sentido antihorario (Fig. X-15- A) y en sentido horario si pasara por debajo de este. (Fig. X-15-B) Entre mayor sea la distancia (D) entre la línea de acción de la fuerza y el centro de resistencia mayor será la inclinación, debido a la fórmula $M = F \times D$.^{13, 18, 19}

b. La inclinación de la línea de acción

La inclinación de línea de acción de la fuerza puede variar y depende de: su punto de origen y su punto de unión.

Punto de origen de la fuerza

Depende del tipo de tracción que se utilice y puede clasificarse en:

- Cervical: anclaje logrado desde la nuca (parte posterior) del cuello.
- Occipital: anclaje logrado desde la parte de atrás de la cabeza.
- Parietal: anclaje logrado usando la parte posterior superior de la cabeza. (Ver Figs. X-3, 4 y 5)

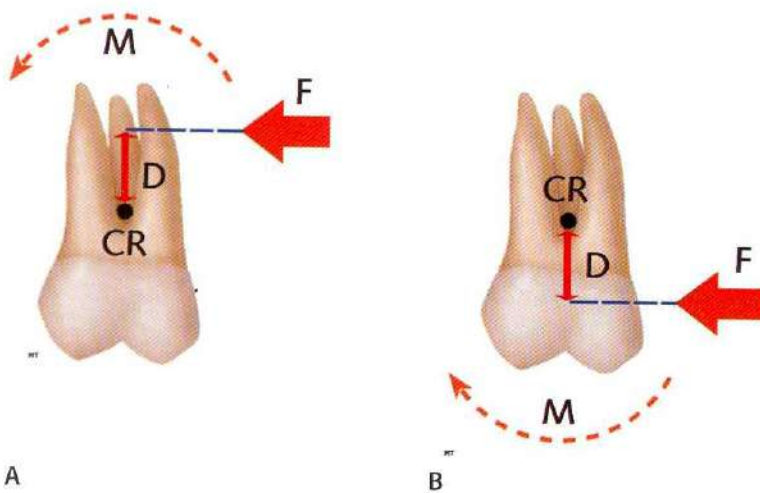


Fig. X-15. Representación esquemática del proceso: **A.** La línea de acción pasa por encima del CR. **B** Línea de acción de la fuerza pasando por debajo del CR. (D. Distancia del centro de resistencia a la línea de acción y M Momento) (Basado parcialmente en el esquema de Jacobson)¹⁵

Punto de unión de la fuerza

Es el gancho del arco externo del dispositivo extraoral: si lo colocamos dentro de un rectángulo este, podría ubicarse en diferentes formas dentro de él. En el plano sagital podría estar colocado anteroposteriormente en cualquier parte a lo largo del eje AP en donde: **A** representa el punto de unión anteriormente de un arco externo corto y **P** el punto de unión posterior de un arco externo largo.^{15, 18}

Verticalmente, considerando el mismo rectángulo la colocación del gancho del arco externo podría extenderse desde cualquier punto del eje V V₁ donde estos puntos representan los extremos verticales del punto de unión situados por encima y por debajo de los primeros molares y son creados mediante la angulación de los brazos del arco externo. En conclusión, el punto de unión de la fuerza (gancho del arco externo) podría estar situado en cualquier parte del rectángulo formado por los ejes AP y V V₁.

Estos puntos de unión del gancho son variables y pueden fijarse en cualquier parte de este rectángulo sagital así: (1) variando la longitud del arco externo, (2) variando el ángulo que se forma entre los arcos internos y externos y (3) cambiando la longitud y la angulación del arco externo.¹⁵ Fig. X-16

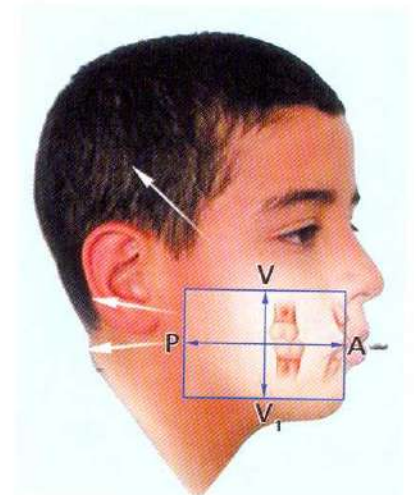


Fig. XI-16. Esquema del rectángulo sagital donde, teóricamente el brazo externo se localiza en algún lugar a lo largo de los ejes A P y V V₁, con la ubicación del arco externo según su longitud y angulación. Según esquema de Jacobson.¹⁵

2. Plano coronal

En el plano coronal, los molares pueden ser movidos verticalmente (intruidos o extruidos) y/o lateral o medialmente. Si el origen de la línea de acción de la fuerza esta colocado por encima del centro de resistencia (tracción parietal), el efecto sobre el molar será intrusivo; pero si su origen esta por debajo (tracción cervical), el efecto será extrusivo,^{5,18} mientras mayor sea su inclinación más intrusivas o extrusivas será el componente de la fuerza vertical. Las fuerzas horizontales no tienen ninguno de estos efectos sobre los molares.²⁰

Como el arco interno del dispositivo extraoral encaja ajustado dentro del tubo bucal del molar, es obvio que la línea de acción no pasa a través de su centro de resistencia (colocado en alguna parte a lo largo de su línea media entre el ápice radicular y la cresta alveolar). Debido a que durante la intrusión o la extrusión la línea de acción de la fuerza pasa bucalmente al centro de resistencia de los molares, estos dientes tiende a "girar", y sus coronas rotarán bucalmente y las raíces lingualmente durante la intrusión y palatinamente y las raíces bucalmente durante la extrusión.^{5,13,18} Fig. X-17.

Debemos considerar que, debido a que tanto el tubo como el arco son redondos éste puede tender a girar dentro de el; por lo tanto, si queremos utilizar una trac-

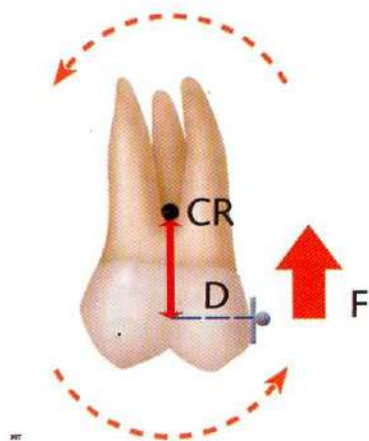


Fig. X-17. Fuerza intrusiva en el plano coronal, en este caso actuando sobre el tubo bucal de un molar maxilar; se produce: inclinación bucal o lingual en el plano coronal. **CR** Centro de resistencia del diente. **D** Distancia perpendicular desde el tubo bucal al centro de resistencia. Se observa inclinación bucal o lingual del plano coronal producida por la expansión o contracción del arco facial.

ción alta el movimiento intrusivo no es puro, la raíz tenderá a irse hacia palatino y la corona hacia vestibular, de manera que si queremos lograr un movimiento *puro de intrusión* se recomienda colocar una barra traspalatina soldada a la banda de los molares. Fig. X-18^{17,21}

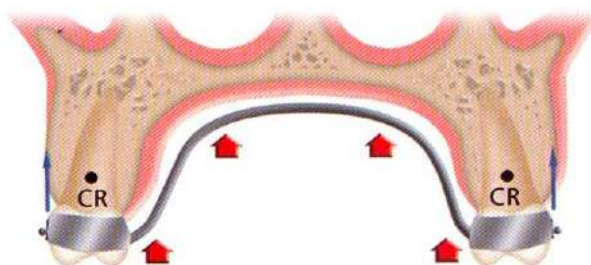


Fig. X-18. Barra traspalatina, recomendada para evitar movimientos indeseados del diente; es decir, para conseguir el movimiento intrusivo puro.

3. Plano transversal

Los molares pueden ser movidos distal y/o medial o lateralmente mediante la expansión o contracción del arco interno. Las fuerzas aplicadas pueden ser de la misma magnitud si se usan aparatos extraorales simétricos, sin embargo algunas situaciones clínicas requieren de la aplicación de fuerzas mayores a un lado del arco en cuyo caso se usarán los arcos faciales asimétricos o unilaterales. Fig. X-19

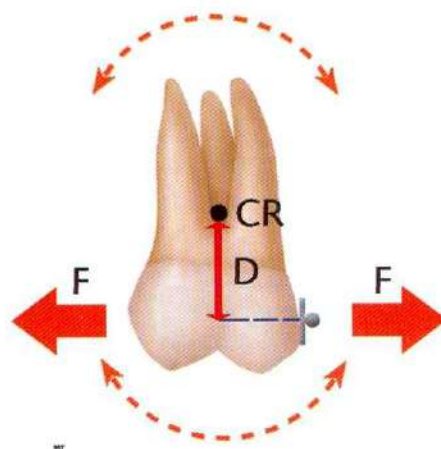


Fig. X-19. Movimiento de inclinación bucal o lingual en el plano coronal, por expansión o contracción del arco lingual. (Basado parcialmente en el esquema de la Fig. 15).

El movimiento de traslación *horizontal radicular-coronal* depende de la relación entre la línea de acción y el centro de resistencia de esos dientes. Así, si la línea de acción de la fuerza esta alineada con el centro de resistencia se producirá una traslación en sentido distal sin que se produzcan efectos de inclinación de la corona o de la raíz. (Ver Fig. X-14 A)

Acción de las fuerzas extraorales sobre los molares maxilares

Según los principios enunciados por Gould¹⁸ la dirección en la cual los molares se inclinan esta en función de la posición que adoptan las fuerzas aplicadas con relación al centro de resistencia de los dientes. Solamente ocurre una cantidad mínima de inclinación cuando la línea de acción de las fuerzas aplicadas se aproxima a su centro de resistencia. La inclinación aumenta proporcionalmente con la distancia que separa a esta línea del centro de resistencia.

Un detalle importante descrito por Gould¹⁸ es su demostración de que las alteraciones en *longitud e inclinación que describa el arco facial* del aparato cervical o casquete deciden cual va a ser la dirección que tome la fuerza y por lo tanto la dirección del movimiento dental. La *longitud del brazo externo* excesivamente larga o corta dirige la fuerza más allá del centro de resistencia del diente produciendo así, una inclinación excesiva y doblando los brazos del arco facial hacia arriba o hacia abajo la fuerza se dirige hacia o lejos del centro de resistencia, dependiendo de la dirección de la tracción precedente del casquete.^{7,19}

También el *tipo de tracción extraoral* es el indicador de cuales son los componentes de la fuerza, de manera que, una *tracción cervical producirá una fuerza extrusiva* mientras que las que son colocadas *en un casquete en la cabeza ejercen una tracción alta y por tanto, fuerzas de tipo intrusivo* sobre los primeros molares permanentes.

Si se desea un *movimiento de traslación de los molares* se requiere de un diseño que describa un sistema de fuerzas óptimo ajustando así la longitud e inclinación del arco externo, podemos tomar una radiografía lateral del paciente con el arco facial puesto para poder precisar la dirección de la fuerza.

Greespan¹⁹ diseñó tres "*cuadros de referencias*", con el fin de orientar al clínico de la acción sobre los molares maxilares según la modificación, tanto de la longitud como de la angulación del arco externo y según los diferentes tipos de tracción. Fig. X-20

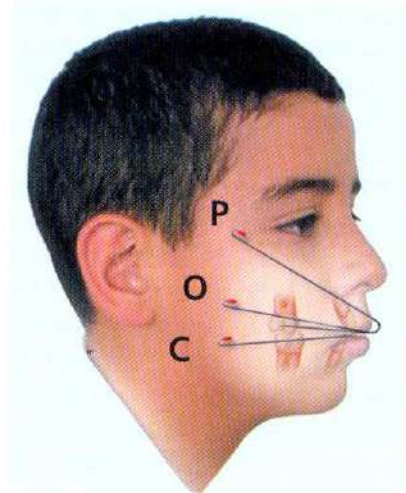


Fig. X-20. Tipos de tracción: P. Parietal, O. Occipital, C. Cervical.

"CUADROS DE REFERENCIA" PARA EL DISEÑO DEL APARATO EXTRAORAL

El diseño del aparato extraoral

Con el fin de proveer una guía para el clínico Greenspan¹⁹ ha elaborado tres "*cuadros de referencia*" para ilustrar el efecto de la *longitud e inclinación del arco externo del aparato extraoral* sobre el movimiento del molar para cada uno de los tres diferentes tipos de anclaje extraoral. Incluye todas las combinaciones posibles al menos en teoría, de la longitud e inclinación del brazo externo del arco facial.

Se recomienda seguir las siguientes señas para entender los cuadros:

Flechas rectas: indican la dirección del movimiento esperado del diente.

Flechas gruesas: movimientos más predominante.

Flechas curvas muestran la cantidad y dirección de la inclinación. Siendo su número y tamaño proporcionales a la extensión del movimiento de inclinación transmitido al primer molar permanente.

Al evaluar los sistemas de fuerzas se considera: la longitud de los brazos externos. El tamaño de los brazos externos considerados en los cuadros de Greenspan son: los *cortos* cuando llegan antes del primer molar los *medios* alcanzan el nivel de los tubos molares y los *largos* cuando sobrepasan el nivel de los molares. (Ver Figs. X-8 y X-9)

Los "Cuadros de referencia" de Greenspan¹⁹ muestran el movimiento del molar permanente que se obtiene con el uso de los aparatos extraorales, según el modelo de Gould, quien ha demostrado que las alteraciones en longitud e inclinación del arco facial afecta la dirección de la fuerza y consecuentemente la dirección del movimiento dentario.

Para el uso clínico de esos "cuadros" debe ser definido primero el movimiento dental deseado y luego referirse a ellos para facilitar el diseño apropiado. Igualmente, ellas también sirven para chequear la efectividad del aparato extraoral que ya esta siendo usado por el paciente en tratamiento activo.

A continuación presentamos las tres "cuadros de referencia" diseñados por Greenspan¹⁹ según el modelo de Gould.¹⁸

a. Aparatos de tracción cervical

Los *aparatos cervicales* producen *extrusión* de los dientes, movimiento este que puede ser deseable cuando queremos corregir una mordida profunda, especialmente en pacientes con un FMA bajo, no siendo así para los que tienen un FMA alto, perfil convexo. Con el brazo externo largo y doblado hacia abajo, (hasta donde sea tolerado por el paciente) (Fig. X-21 3-C), la fuerza se dirige directo hacia el eje de rotación, causando ambos, *distalización e intrusión*; igualmente que un brazo de longitud media doblado hacia arriba. (Fig. X-21 2-A).

La cantidad de inclinación también puede ser controlada con la tracción cervical variando la longitud y dirección de los brazos externos. (Fig. X-21)


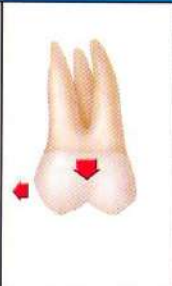







Longitud Angulación	1 - CORTO	2 - MEDIO	3 - LARGO
A - ARRIBA			
B - RECTO			
C - ABAJO			

Fig. X-21. Cuadros de referencia para la *tracción cervical*. Indica los movimientos de los molares maxilares cuando se utiliza ese tipo de aparato y la variación en longitud e inclinación del arco externo. *Los vectores de fuerza resultante de las nueve posibles combinaciones de estas dos variables pueden ser encontradas uniendo el número de fila (inclinación) y la letra de la columna (longitud)*. El tamaño y grosor de las flechas curvas indican además la relativa cantidad de inclinación producida.

b. Aparatos de tracción occipital

Los aparatos de *tracción occipital* transmiten fuerzas *distalizadoras, extrusivas e intrusivas*. Si el arco externo es flexionado hacia arriba se produce movimiento extrusivo como se observa en la Fig. X-22 1-A, 2-A y 3-A y contrariamente, si es hacia abajo, Fig. X-22 1-C, 2C y 3-C

Un movimiento *puro de distalización* es difícil de obtener aún con la tracción occipital debido a que es inevitable cierto grado de inclinación. Fig. X-22- 1-B, 2B y 3-B

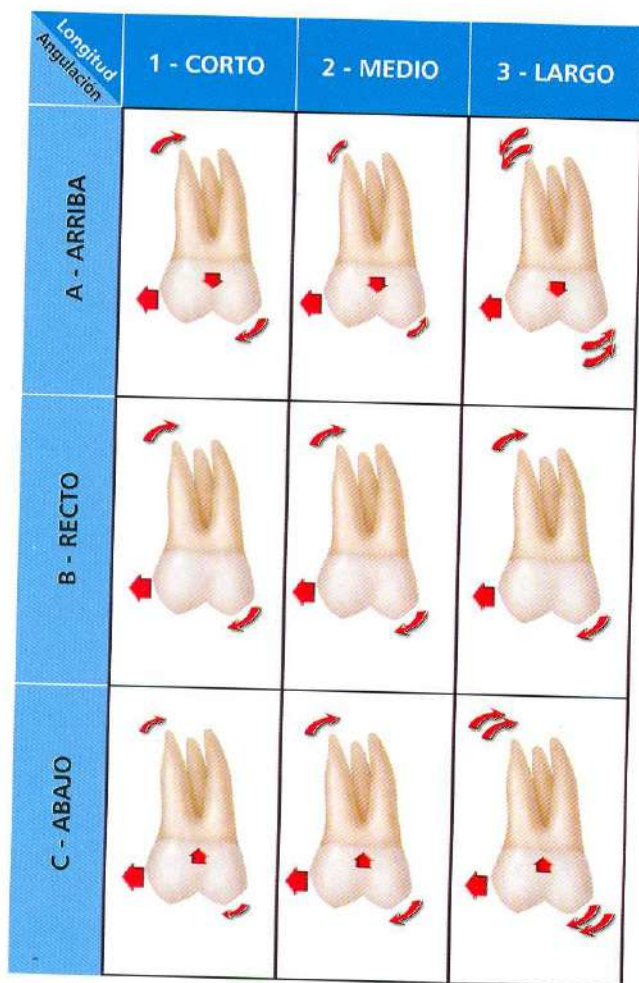


Fig. X-22. Cuadro de referencia que indica el movimiento de los molares maxilares cuando se usa un casquete occipital y tracción recta. (Ver leyenda inferior de la figura X-21 para explicaciones adicionales).

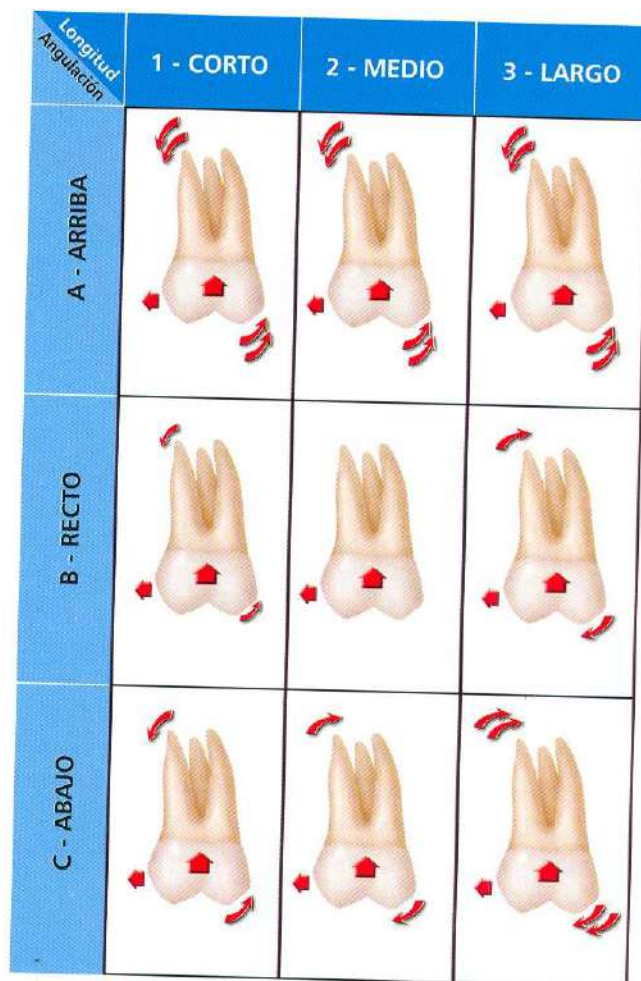


Fig. X-23. Cuadro de referencia indicativa del movimiento de los molares maxilares cuando se aplica una tracción alta. (Ver leyenda inferior de la figura X-21 para explicaciones adicionales)

c. Aparato de tracción alta

La tracción alta es el aparato de elección para inducir un componente de fuerza intrusiva a los molares superiores, a la vez que puede liberar fuerza distal como una tracción cervical.

Una tracción alta con los brazos externos del arco recto y longitud mediana logramos transmitir una fuerza hacia arriba y atrás. (Fig. X-23 2-B). Los cambios en la longitud de los brazos externos con este tipo de tracción resultan en una inclinación de los molares además de su distalización y la producción de una fuerza intrusiva. Puede

ocurrir ligera inclinación distal de la raíz con los brazos externos cortos. (Fig. X-23 1-B) y la cantidad de inclinación puede ser aumentada doblando los brazos hacia arriba. (Fig. X-23 1-A, 2-A y 3-A)

El tipo de tracción extraoral es el principal componente de la fuerza: la tracción cervical ejerce una fuerza extrusiva, mientras que la alta produce una fuerza intrusiva sobre los primeros molares permanentes. Los brazos del arco facial largo o corto dirigen la fuerza lejos del centro de resistencia y producen excesiva inclinación. Doblando los brazos del arco facial hacia arriba o hacia abajo dirige la fuerza hacia o lejos del eje de rotación, dependiendo de la dirección o tracción del extraoral.

El movimiento en cuerpo o traslación de los molares, requiere del diseño de un sistema óptimo de fuerzas, lo cual incluye un cuidadoso ajuste de la longitud e inclinación del arco externo. Si se desea chequear aproximadamente la dirección de la fuerza, se sugiere tomar una placa radiográfica lateral de la cabeza con el aparato en posición.^{14, 19}

También, les suministramos los reportes de diferentes investigadores relacionados con la materia, donde señalan los resultados obtenidos con el uso de los extraorales, con el fin de inducirlos hacia su correcta utilización, ya que, a través de ellos hemos deducido que su utilidad es recomendable, siempre que se observen las especificaciones para cada caso.

RESPUESTAS DE LAS ESTRUCTURAS DENTOMAXILARES ANTE LAS FUERZAS EXTRAORALES

El mayor objetivo del tratamiento de las maloclusiones esqueléticas Clase II es obtener una correcta relación maxilomandibular. La mayoría de las veces el método de tratamiento es utilizar fuerzas ortopédicas sobre el maxilar a fin de redirigir el crecimiento del complejo dentofacial; para ello es utilizada la tracción maxilar extraoral, con lo que mejoran tanto las relaciones dentarias como esqueléticas entre ambos maxilares.

Los aparatos más usados para el anclaje extraoral son el arco facial cervical y el de tracción alta, sin embargo, el primero tiene algunos aspectos adversos en la mayoría de las Clase II División 1, debido a que, la línea de acción de la fuerza a menudo pasa por debajo del centro de resistencia del primer molar maxilar produciendo un momento que mueve la corona distalmente y la raíz mesialmente.

La literatura provee controversial evidencia de los cambios resultantes del uso de la terapia con el extraoral cervical, muchos de los cuales son realmente indeseables, pero que en sus juzgamientos debemos considerar ciertos detalles importantes como: características de las muestras con variados regímenes de tratamiento, la mayoría de los cuales no siguieron los principios básicos propuestos por Kloehn: cantidad de fuerza, longitud y tiempo de aplicación, uso restringido a 14 horas diarias y longitud del arco externo ajustado hacia abajo y arriba sobre el plano oclusal.⁷

Con el fin de entender la contribución de cada componente del complejo maxilofacial en el resultado final del tratamiento, analizaremos separadamente el efecto de las fuerzas aplicadas sobre ellas por los distintos tipos de aparatos.

Cambios en el maxilar

Antes de hablar de cambios tanto ortopédicos como dentales productos de la terapia con aparatos extraorales, conviene puntualizar algunos conceptos relacionados con el crecimiento normal de la cara. Los estudios realizados por Broadbent²² reportan que, cuando la cara crece, los maxilares y los dientes se mueven hacia abajo, alejándose de la base craneana, lo que significa que el punto A (subespinal) se mueve también hacia abajo del nasion.²³ Este hecho ha sido observado en la superposición cefalométrica sobre el plano NS (registrando como referencia el punto N) Simultáneamente hay también un movimiento hacia abajo y paralelo al plano palatino; igualmente relacionado a NS, y reportado también por los trabajos de Klein y Roof.^{1, 24}

Es necesario tener dichos conceptos en mente cuando se habla de cambios y compararlos con grupos controles que permitan separar los que se hubieran realizado igualmente por efectos del crecimiento normal del niño y los que realmente son productos del tratamiento. Por nuestra parte, para mejor comprensión de los procesos de cambios los agruparemos, según sean ortopédicos o dentarios y para cada uno de los componentes del complejo maxilar-mandíbula.

Respuesta esquelética maxilar. Efectos ortopédicos

Protrusión maxilar

Es un concepto plenamente establecido que con el crecimiento normal el punto A se desplaza hacia abajo y adelante con relación a los planos NS y Fh, así que, podemos deducir que una reducción de alguna de esas medidas es interpretada como una reducción de la protrusión maxilar. Hay unanimidad en el hallazgo sobre el efecto del extraoral cervical sobre el punto A. Todas las medidas conectadas con ellos han indicado que *es reposicionado posteriormente con relación al resto de la cara.*^{14, 25, 26, 27, 28, 29, 30}

La disminución promedio de 2.1° del *ángulo SNA*, resultó altamente significativa, de acuerdo con muchos otros autores, este cambio puede ser causado por retracción del punto A o inhibición del crecimiento del maxilar como resultado del tratamiento; pero, la observación de Sandusky²⁸ acerca del movimiento hacia adelante del punto nasion como resultado del crecimiento con o sin desplazamiento distal del punto A podría también afectar una reducción en dicho ángulo. Por otra parte, se reporta, una reducción promedio del *ángulo ANB* de 1.62° también altamente significativa.

El efecto sobre éste ángulo fue estable y puede ser atribuido principalmente a la reducción del SNA, retracción del punto A, un ligero incremento de SNB e inclinación del plano palatino abajo y anteriormente con relación al crecimiento normal siendo muy estable en el período de postratamiento.^{31,32} Estos resultados están de acuerdo con Gianelli⁵ Baumrind,³³ Boecler,³⁴ Brown,³⁵ Cook³⁶ Cagliamosi,²⁶ Klein,¹ Melsen,³⁷ Ricketts.²³

Rotación maxilar

El efecto de rotación del maxilar esta en estrecha relación con los cambios que se suceden en el *plano palatino (ENA-ENP)* para el efecto debemos considerar los estudios relacionados con el crecimiento normal que reportan su descenso en forma paralela con los planos NS y Fh, de manera que para conocer su rotación se le relaciona con ellos como referencia, considerados relativamente estables.²³ Diferentes estudios demuestran su *descenso anterior*, estadísticamente significativo, con respecto a ambos planos de referencia.^{1, 26, 33, 35}

El significativo *incremento del ángulo (NS-PP)* con un rango de 1.03° a 1.75°^{1, 25} es una expresión de la *inclinación hacia abajo de la parte anterior del paladar*, lo que puede ser un efecto resultante de la fuerza distal ejercida sobre los primeros molares maxilares. Aunque no esta muy clara la forma exacta de cómo ocurre el efecto de inclinación, puede solamente asumirse que esa fuerza distal sobre los molares, aunque causa su erupción hacia abajo y atrás, inhibe el descenso de la parte posterior del paladar mientras la anterior continúa su descenso con el crecimiento.^{1, 14, 25, 26, 27, 30, 33, 24, 35}

Muchos investigadores han dicho que la *inclinación hacia abajo y atrás del plano palatino* es una secuela desfavorable de la terapia de la tracción cervical.^{13, 24, 38}

Sin embargo hemos de hacer notar que también se ha reportado que el incremento de este ángulo no fue estadísticamente significativo al relacionarlo con el grupo control.^{31, 36}

No se puede aceptar que el maxilar es una estructura inmutable; ya que fuerzas intensas de retracción sobre los dientes, especialmente paralelas al eje de las raíces, parece prevenir el crecimiento hacia adelante y aun dirigirlo hacia abajo y atrás.^{1, 8, 9, 23, 25, 27, 32, 39, 40} Aunque otros autores como Hubbard⁴¹ no reportan estos mismos hallazgos.

Con relación al comportamiento de la *fosa pterigomaxilar*, con frecuencia se han observado cambios en su posición por efecto de la terapia con la TC reportando algunos investigadores que el plano esenoideo presentó rotación en sentido del reloj con el tratamiento.^{23, 25, 28, 29, 42, 43} En contraste con estas observaciones, Moore y col³² dijeron que la fisura permaneció estable durante el tratamiento.

Respuesta dentaria maxilar. Efectos ortodóncicos

El molar maxilar puede ser movido por las fuerzas extraorales prácticamente en tres direcciones: hacia distal, verticalmente e inclinado mesialmente

Respuesta del molar maxilar

Era un hecho generalmente aceptado entre los ortodoncista que los primeros molares maxilares no podían ser *movidos distalmente* y que el tratamiento estaba limitado al proceso alveolar. Sin embargo, el movimiento posterior resultaría ser aquel por el cual una Clase II sería corregida con una fuerza extraoral dirigida solamente contra los molares.

Sin embargo, ha sido demostrado en numerosos estudios en animales que es físicamente posible producir absoluto desplazamiento distal del maxilar y de su dentición usando fuerzas pesadas con los aparatos extraorales por prolongados períodos de tiempo.³⁹

Se considera entonces que, desde el punto de vista del crecimiento serían tres las posibilidades de la corrección de la relación de Clase II, y pueden ser considerados uno o todos de los siguientes elementos: 1) el molar maxilar

puede efectivamente ser movido hacia atrás; 2) puede ser mantenido en su posición en el maxilar mientras el molar mandibular continúa un no inhibido curso hacia abajo y adelante y 3) puede ser alterado el desarrollo hacia adelante del hueso maxilar. De manera que, una de estas posibilidades o su combinación podrían resultar en el eventual establecimiento de la relación normal.¹

El mayor efecto de la tracción cervical es el movimiento distal de los molares maxilares. Klein¹ encontró 1 mm en promedio de movimiento distal y en ningún caso se movió hacia adelante. Sin embargo, Mills y col,³¹ en su estudio observaron una inclinación distal durante el tratamiento pero que recidivó después de la remoción del aparato, igualmente reportaron un movimiento mesial de los primeros molares maxilares.^{26, 31, 36, 41} La variabilidad en las observaciones de los diferentes autores podrían ser justificadas por: la cooperación del paciente y las metodologías en las diferentes mediciones utilizadas en la búsqueda de los cambios.

No hubo cambios *angulares axiales significativos* en el molar maxilar porque la aplicación de la TC indicaba que fue distalizado en cuerpo, lo que se observó cuando el arco externo del extraoral fue doblado hacia arriba 20°;³⁷ pero también Klein¹ documentó alguna inclinación distal de 1.2° pero no hizo comparación con grupo control.

El movimiento del molar superior en el plano vertical, ha sido ampliamente reportado,^{1, 27, 35} dicho movimiento hacia abajo es el resultado del efecto extrusivo y distalizador del aparato de tracción cervical, e incluso muchos investigadores han reportado de ser más allá de lo esperado normalmente,^{14, 28, 35, 42, 44} llegando a reportar que la magnitud es dos y tres veces mayor que con otras formas de aparatos extraorales. Por otra parte, Sandusky²⁸ dice que sus efectos pueden ser parcialmente anulados con tratamiento conjuntamente con el arco de canto.

Mills,³¹ en su estudio reportó un marcado efecto de *represión sobre su erupción normal hacia abajo y adelante*; pero que, en el período de postratamiento estos dientes erupcionaron más que en el grupo control, perdiendo algo de los efectos obtenidos.

Un resumen numérico de los resultados reportados son los siguientes: Klein,¹ quien usó sólo la tracción cervical, encontró, que el molar se movió *verticalmente* en un promedio de 2.3 mm en un período de tratamiento de 17 meses. Superponiendo como referencia el plano

palatino Canglialosi y cols,²⁶ por su parte presentan un movimiento vertical significativo de 2.77 mm del molar en 2 años 8 meses de tratamiento (ninguno de estos autores usaron grupo control) Reportes similares fueron presentados también por otros investigadores.^{35, 45, 46}

Pero, también hay reportes diferentes a estos, e importantes de considerar tal es el estudio de Cook,³⁶ quien encontró que la respuesta de los molares era contraria a la reportada por otros, ya que se espera una cierta cantidad de erupción del molar en un grupo en crecimiento activo (como suelen estar los pacientes con este tipo de terapia) y mostró que el promedio de cambio vertical en la posición del molar *en el grupo no tratado* puede esperarse en 1.3 mm en un período de 18 meses²³ de manera que, el molar en el *grupo tratado* podría parecer extruido con el tratamiento, demostrando con ello que la extrusión del molar que se observó parece ser un crecimiento normal y no puede ser atribuido a la tracción cervical por sí mismo. De allí la importancia del grupo control para la comparación respectiva en toda investigación y avalar los resultados.⁴⁷

Shevion⁴⁸ realizó un estudio para evaluar los cambios en el hueso basal, dentoalveolar y dentarios en pacientes Clase II División 1 con la tracción cervical y aparatos de arco de canto (estudio retrospectivo); los resultados reportaron que la corrección de la relación molar Clase II hacia la Clase I se produjo por mantenimiento del primer molar superior en su posición y reducción del crecimiento dentoalveolar del maxilar más que por cambios significativos del crecimiento de la base del hueso maxilar.

Cuando observamos las discrepancias entre los diferentes resultados debemos tener presente que una gran cantidad de variables pueden ser consideradas como posibles factores de tales discrepancias, tales como las diferencias metodológicas, la selección de las variables, el tipo de muestra, factores inherentes al paciente como la cooperación.²⁶

Respuesta de los incisivos maxilares

Con respecto al ángulo 1s-NS se observó una reducción significativa. Canglialosi²⁶ encontró una disminución de 3.08° la cual puede ser indicativo de que hubo una retracción por inclinación lingual de los incisivos maxilares, lo que en ocasiones puede ser un efecto indeseable en aquellos casos que presentan un ángulo bajo (Clase

II División 2)²³ En todo caso el efecto sobre los incisivos dependerá de su relación con el arco interno del extraoral y su ajuste en los periodos finales del tratamiento.

Cambios en la oclusión

Klein,¹ King,²⁷ Cangialosi,²⁶ y Hubbard,⁴¹ reportaron que la inclinación del *plano oclusal anatómico* se mantenía relativamente incambiable mientras otros encontraron su incremento en relación con la base craneana, Brown y col³⁵ reportaron su disminución con la tracción cervical. Sin embargo, Sandusky²⁸ Merrifield y col¹⁴ reportaron abertura del plano oclusal anatómico con la base craneana. Cuando se comparan estos cambios con los grupos controles algunos mostraron que se cierra con la edad, pero otros encontraron que sí cambia.^{49,50} Esto puede ser un resultado directo de la inclinación hacia abajo del PP con el tratamiento.

El plano oclusal funcional se cerró significativamente con el tratamiento cambiando de un valor de pretratamiento de 21.1° a 19.1° en el de postratamiento. Este apoya los hallazgos de Brown³⁴ y Boatwright^{49,35} quienes notaron su cierre seguido al tratamiento con tracción cervical, pero también lo mostraron como un proceso de crecimiento normal.^{49,51}

Cuando se estudiaron los cambios de las medidas lineales que *relacionan los dientes en el maxilar y la mandíbula* se encontró que la relación molar de Clase II mejoró 4 mm mientras mejoraron también la sobremordida en un promedio de 4.9 mm a 0.7 mm, y el resalte de 7.5 mm a 1.8 mm. No se encontraron diferencias significativas por sexo en estos resultados.^{41,42}

Cambios en la mandíbula

La discrepancia anteroposterior de los maxilares es frecuentemente el resultado de una retroposición de la mandíbula. Diferentes procedimientos ortodóxicos han intentado influenciar su dirección de crecimiento buscando su desplazamiento anterior, bajo la suposición de que la respuesta adaptativa del cóndilo estabilizará la resolución del problema mandibular. No hay evidencias clínicas significativas de mayor estimulación de su crecimiento con un subsecuente incremento de su tamaño; sin embargo, hay evidencias disponibles que tienden a

indicar un cambio en la dirección del crecimiento del maxilar hacia un patrón más posteroinferior siguiente al tratamiento con el extraoral, como lo hemos señalado antes.^{42,52}

Respuesta esquelética mandibular

Aunque la mecánica del tratamiento con aparatos extraorales es dirigida al arco maxilar, también ocurren cambios significativos en la mandíbula. Analizaremos separadamente lo que sucede en la parte esquelética y en la dentaria.

Con relación a los cambios que se suceden en la mandíbula, los reportes, tal como sucede con el maxilar son contradictorios, los cuales igualmente pudieran ser atribuidos a las diferencias metodológicas empleadas por los investigadores. De allí que trataremos de resumir y discutir los más relevantes.

De los cambios que se reportan en la mandíbula, una muy importante es la *rotación mandibular* debido a su significación clínica en la corrección de las maloclusiones Clase II. Analizaremos los diferentes reportes de los que dependen los cambios en su posición.

Klein¹ fue uno de los primeros que investigó sobre la relación entre la *extrusión de los molares maxilares y la apertura de la rotación mandibular* y cita una correlación entre ellas sustentada estadísticamente. Dada esta aparente correlación, los ortodoncistas han intentado controlar la extrusión del molar mediante la implementación de ciertos cambios en la dirección de la tracción y en las características del arco facial. Uno de los métodos propuestos para ello fue el cambio del vector de la fuerza, usando el extraoral de tracción alta en lugar de la cervical.³⁵

Kim y col.⁴⁷ evaluaron la dirección del crecimiento y la rotación mandibular antes y después del tratamiento con la TC y encontraron que en contradicción con la idea general de que hay una apertura de la rotación y aumento de la altura facial inferior^{23,42} la extrusión de los molares maxilares no afecta de manera significativa la cantidad de crecimiento mandibular; *Aunque el movimiento hacia adelante del pogonion en el grupo en tratamiento fue significativamente menor en comparación con el grupo control, el cambio total de la posición de la mandíbula no lo fue.*

Estudios recientes han demostrado que las maloclusiones Clase II están relacionadas con una deficiencia del ancho del maxilar, por lo que se ha recomendado su expansión, lo que hace que en casos de una Clase II moderada, a veces, se produzca espontáneamente su corrección, ya que este procedimiento favorece el reposicionamiento hacia adelante de la mandíbula durante el período de retención de 12 meses.

En el estudio de Cook y col.³⁶ utilizaron una tracción cervical con un arco externo largo, extendido hasta el tragus de la oreja y el arco interno expandido, evaluaron varios indicadores de la respuesta rotacional de la mandíbula como: el eje Y y el ángulo del plano mandibular (APM), *ninguno de ellos mostró una rotación de apertura ni cuando se les comparó con grupos no tratados*. Los autores sostienen que la TC como se usó en este estudio produjo significativa corrección ortopédica del maxilar y ortodóncica de la Clase II, *sin producir una apertura en la rotación de la mandíbula*.⁴⁹

Los resultados del estudio de Lima-Filho y cols.⁵⁴ son similares, reportan el método de tratamiento del Kloehn con iguales características que el utilizado por Cook,³⁶ tal como Kloehn^{8,9} recomendó: arco externo doblado hacia arriba prevenía la excesiva inclinación del molar. Con este procedimiento había un control excelente del plano mandibular con *mínimo afecto adverso sobre la dimensión vertical durante la corrección de las Clase II*, sugiriendo que el crecimiento condilar pudo haber mantenido el APM compensando la extrusión del hueso alveolar en la región molar, de acuerdo con los hallazgos de Shudy.³⁸ *El análisis del componente vertical demostró que los efectos del cervical no interfirieron en la posición anteroposterior de la mandíbula, como se muestra por las mediciones del ángulo SNB*.

Contrarios son los reportes de Baumrind y col.⁵⁵ Cangliosi y col.²⁶ y Shiavon y col.⁴⁸ quienes demostraron una *rotación de apertura* en algunas de sus medidas cefalométricas mandibulares; sin embargo, ambos estudios difieren en que fue usada terapia completa con arco de canto y elásticas Clase II durante el período experimental de tratamiento.²⁶ No está claro si la respuesta que estos investigadores observaron fue debida a la tracción cervical, a los aparatos adicionales colocados o a la mecánica de la Clase II.

Poulton⁴⁶ reportó reducido progreso hacia adelante del pogonion en los pacientes en tratamiento lo cual se podría atribuir a la tendencia general del aparato ortodóncico para extruir los dientes y causar la *rotación hacia abajo y atrás* de la mandíbula. Sin embargo, menciona la posibilidad de que como con el tratamiento de la Clase II se reduce el resalte, la guía incisal se convierte en un factor a considerar ya que el arco mandibular siendo el contenedor, una vez que el resalte ha sido reducido puede ser guiado en una dirección de crecimiento más hacia abajo y atrás.^{30,56}

Con relación al *ángulo del plano mandibular* muchos autores han reportado sobre su inclinación^{14,26,54,55} como resultado de la TC causada por la extrusión *del maxilar y el giro posterior de la mandíbula*, lo que tendría como resultado un *incremento excesivo en la altura facial anterior inferior*. Tanto como concierne al PM ni los pacientes con FMA alto mostraron incremento. Nanda⁵⁷ y Riolo⁵⁰ han mostrado en los casos de Clase I que el PM es reducido varios grados durante la edad; Hubbard⁴¹ observó que la mayoría de los cambios lineales y angulares que suceden en la mandíbula podrían ser explicados sólo por el crecimiento esperado para esos pacientes, señalando que no había cambios significativos en el ángulo del PM en toda la muestra o en alguna de las submuestras.

Los estudios de Baumrind y col.^{58,59} con relación a la *orientación del plano mandibular*, reportan evidencias de que su cambio promedio asociado con la aplicación de fuerzas para retraer el maxilar durante la dentición mixta en el tratamiento de las Clase II es mucho más pequeño de lo que se suponía e infieren que ello parece depender de la dirección precisa en la cual es aplicada la fuerza.

Con relación a lo que pasa con el *ángulo SNB*, los reportes son contradictorios, ya que se habla de ligera disminución con significación estadística (-0.2° en los niños y -0.1° en las niñas) en el grupo en tratamiento y en el control aumentó significativamente (+0.5° en niños y +0.6 en las niñas).³⁰ Pero otros contrariamente lo niegan y dicen que no lo fue, ya que pudo ser debido a que el movimiento lingual de la raíz del incisivo inferior podría tener efecto en la distalización del punto B cuando fue utilizado aparatos de arco de canto.²⁶ Sin embargo, el estudio de Lima-Filho y cols.⁵⁴ reportaron que sus pacientes siguieron el crecimiento anteroposterior normal que era esperado en la mandíbula.

Respuesta dental mandibular. Efectos ortodóncicos

Con relación a los cambios observados en los *molares mandibulares*, Cangialosi²⁶ reportó su extrusión como resultado del tratamiento, con incremento promedio de 3.08 mm. También observaron un cambio significativo en el movimiento mesial horizontal del molar, lo cual se atribuye al hecho de que, ante la ausencia de exodoncias como parte de la terapia ortodóncica podría ser un resultado de uno o ambos de los siguientes fenómenos: a) Inclinación lingual de las raíces de los incisivos y la concomitante labialización de la corona (por acción de movimiento de la raíz utilizando aparatos ortodóncicos completos) y b) como se trata de pacientes en dentición mixta, con edad aproximada de 11 años y medio, aún esta presente el *espacio libre*, que después de la exfoliación del segundo molar primario le puede proveer algún espacio para ese movimiento mesial.³¹

Pero, también se reporta situaciones diferentes: el molar mandibular en promedio no se deslizó mesialmente durante el período de uso continuo y permaneció recto, intercambiable o distalmente posicionado. Este es significativo estadísticamente, en concordancia con otros estudios^{60,61} los cuales demostraron respuesta similar de las denticiones mandibular y maxilar con la terapia del extraoral.⁴⁸

Arco lingual

Ocasionalmente se ha reportado la utilización de un arco lingual con resultados exitosos para prevenir el movimiento indeseado de los molares mandibulares. Al respecto, las observaciones publicadas por Singer⁶² habla de su versatilidad numerosas aplicaciones pero la aparente simplicidad de su diseño desmiente la complejidad de su maestría. Como es expresado por Singer puede parecer que el nombre de "arco lingual pasivo" es errado.

Efectos sobre la altura facial anterior

Tanto la altura facial anterior (AFAT), como la posterior, (AFP) están sometidas a la influencia de los cambios que se suceden en las estructuras maxilo-mandibulares con las cuales se relacionan.

Debido a que tanto la altura facial anterior (ENA-Me) como la anterior total (Na-Me) son medidas lineales que dependen ampliamente de la proporción de crecimiento de la persona según el período estudiado, deben ser consideradas cuando se trate de establecer los cambios debidos a la terapia^{36,63}

El estudio de Cangialosi²⁶ reporta cambios altamente significativos en la altura facial superior (AFAS), en la cual su incremento podría ser el resultado del movimiento hacia abajo de la ENA con o sin tratamiento, ya que, con el crecimiento normal, el paladar desciende paralelamente a SN incrementándose la distancia entre N-ENA. Al inclinarse el paladar por el tratamiento la distancia puede aumentar aún más.⁶⁴ De acuerdo con Root (5)²⁴ una vez que se ha inclinado, hacia abajo, nunca lo hará hacia atrás y arriba después del tratamiento y continuará el descenso desde esa posición de una manera similar a como lo hizo antes del tratamiento.

El incremento en la *altura facial inferior* puede ser relacionado a: 1) extrusión de los molares maxilares y mandibulares lo que incrementa la altura dentoalveolar o 2) el crecimiento normal hacia abajo y adelante de la mandíbula.^{26,31,35} Pero, contrariamente, Burke⁶⁵ y Hubbard⁴¹ reporta que no hubo incremento significativo en los pacientes tratados con la tracción cervical ni con la tracción alta.¹⁵

Efectos sobre la altura facial posterior

Las medidas lineales de la altura facial posterior inferior y total (Ar-Go:S-Go) no han reportado grandes cambios debidos a la terapia con la tracción cervical en los estudios reportados en la literatura sin embargo, Baumried y cols⁵⁸ encontraron que cuando se usó la TC había un aumento significativo en la altura de la rama y la distancia pogonion-condilion cuando los comparó con el grupo control y lo atribuyeron a una manifestación de incremento en el crecimiento condilar asociado con el tratamiento.

Después de la revisión de los conceptos relacionados con el uso de los diferentes aparatos de tracción extraoral, sacamos como conclusión importante, la selección apropiada del aparato extraoral

Al planificar el tratamiento individual del paciente deben considerarse las relaciones verticales; así, en pre-

sencia de un crecimiento vertical que consideramos es el adecuado o excesivo como se muestra con las medidas de la altura de la cara anterior, el ángulo del plano mandibular o erupción vertical de los molares maxilares, la tracción alta al molar es la terapia de escogencia para inhibir futuro desarrollo vertical. Pero, contrariamente en los casos en que se presente una deficiencia del crecimiento vertical, puede ser empleada la tracción con la banda cervical para mejorar el desarrollo vertical.³⁵

Efectos sobre el perfil facial

Los reportes en la literatura acerca de los efectos de los aparatos extraorales sobre el perfil facial son escasos. Así Moore³² Bleucher³⁰ y Sandusky²⁸ reportaron que los cambios concuerdan con el crecimiento hacia adelante de la mandíbula, y que por tanto, el perfil facial tiende a empeorar; incluso se reporta un incremento vertical dos veces mayor con la tracción cervical.⁴³ Por el contrario otros autores encontraron que los tejidos blandos incrementan en grueso relativamente con la edad, mientras el perfil del labio superior e inferior continúan su retracción desde el plano estético.⁴¹

Efecto sobre las suturas máxilo-faciales

El maxilar o de manera más apropiada, la región nasomaxilar está compuesta por una serie de huesos y un grupo de áreas, que incluyen: el arco maxilar, los procesos palatinos, el área premaxilar, la región nasal, los senos maxilares y el piso de la órbita. A diferencia de la mandíbula, el hueso membranoso que ocupa esta área no tiene un mecanismo endocondral asociado con su crecimiento lineal sino un proceso de crecimiento sutural que contribuye al alargamiento del hueso. Las suturas están presentes en la unión entre los huesos del complejo maxilar, los huesos craneales y faciales a los cuales está unido donde ordinariamente ocurren campos de tensión, presión o compresión los cuales representan diferentes sistemas de crecimiento.¹⁴

Previamente hemos señalado los cambios que se suceden en los diferentes componentes de los huesos maxilares y su reacción ante las fuerzas ortopédicas según su dirección e intensidad, pues no podemos aceptar que el maxilar es una estructura inmutable ya que se ha demostrado que fuerzas de retracción aplicadas sobre los dientes, especialmente paralelas al eje de las raíces, parecen evitar el crecimiento hacia adelante y aun hacer

que el maxilar crezca hacia abajo y atrás. Estas fuerzas pueden ser transmitidas a las suturas, las cuales son sitios de crecimiento en el maxilar y teóricamente responden a los fenómenos funcionales.^{9, 23, 40}

Ahora bien, ¿Cual sería el efecto de las fuerzas sobre el crecimiento de las suturas cuando usamos el extraoral cervical en un niño en crecimiento? el aparato causa una compresión sobre la sutura pterigopalatina, la cigomaticomaxilar presenta una acción de corte y la frontomaxilar es colocada bajo tensión; en otras palabras, la dentadura maxilar es movida hacia abajo y atrás, lo que se opone al crecimiento hacia adelante y mejora el crecimiento hacia abajo. El efecto indeseable del extraoral cervical se describe como sigue: 1) mejora el movimiento hacia abajo de la dentadura maxilar 2) mueve los dientes maxilares distalmente y 3) causa rotación mandibular.^{14, 42}

Chaconas⁶⁶ trato de estudiar la acción a distancia sobre las suturas y otras estructuras craneofaciales: placas pterigoideas del hueso esfenoides, arcos zigomáticos, la unión del maxilar con el hueso lagrimal y el etmoides y los dientes maxilares; demostrando que estos fueron afectados por ambos tipos de tracción, alta y cervical.

Con el objeto de esclarecer la naturaleza de la distribución de la fuerza (stress) en el sistema de las suturas del complejo craneofacial Tanne y col⁶⁷ realizaron una interesante investigación biomecánica; para el efecto, las suturas fueron divididas en dos grupos relacionados a cómo la localización anatómica resiste el desplazamiento vertical u horizontal. Esto hace fácil evaluar la respuesta de la fuerza a cada sistema sutural; así, si el complejo se desplaza hacia atrás de una manera transitoria, las suturas, resistiendo el desplazamiento posterior y hacia arriba deberían presentar una fuerza sustancialmente normal y de corte, respectivamente, con resultados opuestos para el desplazamiento hacia arriba.

En su investigación aplicaron 1 Kg. de fuerza a los primeros molares maxilares en dirección posterior, paralela y 30° hacia abajo del plano oclusal, mostrando que la distribución de la fuerza en las suturas varía en relación a su dirección. El complejo maxilar presenta desplazamiento posteroinferior con rotación en sentido del reloj con la fuerza horizontal; esto se hace más obvio cuando la dirección de la fuerza se hace más inferior.

ESTABILIDAD CON EL USO DE FUERZAS EXTRAORALES

Con relación a la estabilidad de los resultados obtenidos con el tratamiento de fuerzas extraorales, se citan los estudios de Wieslander y col,⁹ quienes reportaron que las fuerzas sobre el maxilar pueden influenciar el patrón de crecimiento facial en una dirección más posteroinferior, con un efecto notable sobre la localización de la fisura pterigomaxilar, tanto de la ENA como de los primeros molares maxilares; y que las estructuras anatómicas que rodean el maxilar también estaban influenciadas con un ligero cambio en el nasion, rotación del hueso esfenoides y moderada influencia sobre la posición de la mandíbula

^{29, 42}

Es gratificante documentar que los cambios en el movimiento posterior de los molares maxilares, y en el hueso basal maxilar revelados por el punto fisura pterigomaxilar y las estructuras anatómicas vecinas demostrado por la rotación del hueso esfenoides son relativamente estables. Los cambios en la posición del maxilar afectó la mandíbula y pudo ser notado un plano mandibular ligeramente inclinado postretención. El correspondiente desplazamiento posterior del pogonion sin embargo, no fue estadísticamente significativo.

Reportaron también que el molar maxilar, la base del maxilar y las estructuras faciales vecinas demostraron mínimo retorno después de seis años siguiente a los cambios por tratamiento.

TIEMPO ADECUADO PARA LA TERAPIA CON EXTRAORAL

El tiempo para el tratamiento es a menudo discutido con relación a la tracción cervical, donde puede ser necesaria una segunda fase de aparatos fijos completaos después de la erupción de todos los dientes. Usualmente ello ha sido considerado deseable si las fases del tratamiento coinciden. El reciente hallazgo de la relativa estabilidad de los cambios ortopédicos obtenidos¹⁵ y el hecho de que la corrección temprana de la Clase II puede dar una subsecuente mejoría del patrón de crecimiento facial puede eliminar la desventaja del tratamiento con el casquete que es seguido por un intervalo antes de que se haga un segundo período de tratamiento.^{15, 45}

Es un hecho comúnmente aceptado la importancia de considerar el factor crecimiento en el tratamiento ortodóncico, especialmente en los casos en los que nos planteamos como meta mejorar las relaciones antero-posteriores de los maxilares, es decir, la corrección temprana (dentición mixta) de las maloclusiones Clase II.

Con relación al momento más recomendado para comenzar a instaurar una terapia activa con aparatos extraorales, hay diversos factores que deben ser considerados. Así, mencionamos: 1) el estado del desarrollo de la dentición, 2) la edad esquelética con relación al pico puberal de crecimiento. Con relación al primer punto, se recomienda en la mixta temprana, simultáneamente con la erupción de los permanentes.

Tratando de establecer realmente el momento más adecuado, Wieslander y col⁴⁵ hicieron estudios comparativos entre la dentición mixta temprana y la tardía, basándose en el estado de desarrollo de la raíz. Los reportes al respecto son:

El movimiento distal de los primeros molares permanentes fue mayor en el grupo de pacientes cuyo tratamiento empezó más temprano que los que comenzaron más tarde y ha sido reportado que puede dar un mejor patrón de erupción de los segundos molares, con menos tendencia a la mordida cruzada, si estos dientes no han erupcionado o no están bajo erupción.²⁰ Además, hay más posibilidades de que en el futuro se desarrolle un patrón de erupción más favorable.^{14, 15, 21}

VARIABLES DETERMINANTES EN EL FRACASO O EXITO DE LAS FUERZAS EXTRAORALES

Cuando intentamos implementar una terapia mediante la utilización de fuerzas extraorales, una vez que hemos realizado el diagnóstico apropiado y decidimos que es la terapia adecuada, debemos tener presente que hay muchas variables envueltas en el proceso y que son determinante de su posible éxito o fracaso.³¹ Ellas son: 1) la magnitud, dirección y duración de la fuerza, 2) la edad fisiológica del paciente, 3) la cooperación en el cumplimiento de las instrucciones y 4) la respuesta biológica del paciente.

Magnitud de la fuerza aunque es un punto conflictivo, la mayoría de los investigadores han usado fuerzas ligeras, en un rango de 10 a 16 onzas^{1,8,14,17,42} pero otros, como Graber²¹ Armstrong¹³ contrariamente proponen el uso de fuerzas mucho más pesadas, en la categoría de 3 libras por lado para obtener efectos ortopédicos.⁶⁸

La *duración de la aplicación de la fuerza* es otro de los factores a considerar. La mayoría de los clínicos parecen estar de acuerdo en que el uso de fuerzas intermitentes aplicada (10 a 11 horas por día) resultarían en un menor movimiento mientras continua efectivamente reduciendo el crecimiento hacia adelante del maxilar; pero Armstrong¹³ reportó una corrección en sólo 3 meses de una Clase II marcada cuando se aplican fuerzas pesadas continuas, con un significativo reposicionamiento distal del maxilar y un movimiento distal en masa de los primeros molares superiores.

La *dirección de la aplicación de la fuerza*, aunque este es un punto bastante debatido y criticado debido a su potencial efecto extrusivo sobre los molares maxilares,^{15,26} hay bastante acuerdo en que la dirección ideal es aquella que es dirigida hacia arriba y atrás (anclaje occipital) para prevenir la extrusión del molar. Pero al respecto, Shudy y col³⁸ dicen que la fuerza aplicada sobre el molar tiende a inclinar el plano palatino anteriormente hacia abajo sin cuidarse de si la fuerza aplicada es hacia el occipital, hacia el cuello paralela al plano oclusal y así, los incisivos se mueven hacia abajo más que con el crecimiento natural.

Los *diferentes mecanismos de unión* para producir la fuerza cervical también influyen en los efectos del tratamiento. El método usado más comúnmente es la unión del arco facial del Kloehn cervical, enganchado a tubos bucales a los molares También se usa el gancho en J sobre el arco maxilar distal a los caninos o a los laterales.

Con *relación al tiempo, o edad ideal* para comenzar la terapia, los estudios indican que la *maduración física* también afecta la respuesta al tratamiento. Muchos clínicos intentan el uso del extraoral en el pico de crecimiento puberal; Graber²¹ recomienda comenzar en el estado transicional de la dentición (10 a 10 y ½ años) por su parte, Wieslander⁵³ encontró un respuesta más favorable en la dentición mixta temprana (8 años)²¹ para tiempo de tratamiento.

RECOMENDACIONES

Al planificar el tratamiento, debe considerarse también el sistema de fuerzas que deberá emplear, considerando muy especialmente su magnitud y dirección, ya que de ello depende el resultado deseado. ¿Queremos distalizar los molares maxilares? ¿Queremos instruirlos o extrudirlos? O ¿Debemos inducir una fuerza ortopédica para provocar el desplazamiento del maxilar como un todo?

BIBLIOGRAFIA

1. Klein PL. An evaluation of cervical traction on the maxilla and the upper first molar. *Angle Orthod* 1957; 27: 61-68.
2. Tenenbaun M. Fuerza extraoral con aparatos fijos y removibles. Editorial Mundi Buenos Aires. 1969
3. Tanne K, Matsubara S, Sakuda M. Stress distribution in the maxillary complex from orthopedic head forces. *Angle Orthod* 1993; (Nº 2) 111-118.
4. Churches AE, Howlett CR, Ward WW. The response of living bone to controlled time-varying loading and preliminary results. *J Biomech* 1979;12: 35-45
5. Gianelly AA and Goldman HM *Biologic Basis of Orthodontics*. Philadelphia. Lea and Febiger. 1971
6. Nanda RS, *Biomecánica en Ortodoncia Clínica*. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires 1995
7. Vellini F. *Ortodoncia. Diagnóstico y Planificación Clínica*. Artes Médicas Latinoamérica. 1ra. Edición. 2002
8. Kloehn SJ Guiding alveolar growth and eruption of teeth to reduce treatment time and produce a more balanced denture and face. *Angle Orthod* 1947; 17:10-23
9. Kloehn SJ. Evaluation of cervical anchorage force in treatment. *Angle Orthod* 1961; 31: 94-104
10. Marcotte MR. *Biomecánica en Ortodoncia*. Ed. Masson-Salvat Odontología. Barcelona 1992
11. Contasti G. Mechanical guidelines for headgear application. *J Clin Orthod* 16:308-312 1982
12. Langlade M. *Therapeutique Orthodontique*. Maloine Editeur, Paris 1973
13. Armstrong MM. Three mechanical variables of extraoral forces. *Am J Orthod* 1971; 59: 217
14. Merrifield LL, Cross JJ. Directional forces. *Am J Orthod* 1970; 57: 435-464
15. Jacobson A. A key to the understanding of extraoral forces. *Am J Orthod* 1979; 75:361-386
16. Haack DC and Weinstein S. The mechanics of centric and eccentric cervical traction. *Am J Ortho* 1958; 44:346-357

17. Hershey HG, Houghton, Burstone ChJ. Unilateral face-bow: A theoretical and laboratory analysis. *Am J Orthod* 1981; 79: 229-249
18. Gould EI: Mechanical principles of extraoral anchorage. *Am J Orthod* 1957; 43:319-333
19. Greenspan RA. Reference charts for controlled extraoral forces application to maxillary molars. *Am J Orthod* 1970; 58: 486-491
20. Firouz MF et al. Dental and orthopedic effects of high pull headgear in treatment of Class II division 1 malocclusion. *Am J Orthod* 1992; 102:197-205
21. Graber TM. Extraoral forces, fact and fallacies. *Am J Orthod* 1955; 41: 490-505
22. Broadbent Bolton standards and techniques in orthodontic practice. *Angle Orthod* 1937; 7: 209-233.
23. Ricketts RM. The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. *Angle Orthod* 1960; 30: 103-133
24. Root TL. Interview in headgear. *J Clin Ortho* 1975; 9: 20
25. Ringenberg QM and Butts WC. A controlled cephalometric evaluation of single arch cervical traction therapy. *Am J Orthod* 1870; 57: 179-185
26. Cangialosi TJ, Meistress MC Leung M et al. A cephalometric appraisal of edgewise of Class II nonextraction treatment with extraoral forces. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 1988; 93: 315-324
27. King EW. Cervical anchorage in Class II Division1 treatment. A cephalometric appraisal. *Angle Orthod* 1957; 27: 98-104.
28. Sandusky WC. Cephalometric evaluation of the effects of Kloehn-type cervical traction used as an auxiliary with the edgewise mechanism following Tweed principles for correction of Class II Division 1 malocclusion. *Am J Orthod* 1965; 51: 262-287.
29. Wieslander I and Buck DL. Physiologic recovery after headgear treatment. *Am J Orthod* 1974; 66: 294-301
30. Bleuher WA. Cephalometric analysis of treatment with cervical anchorage. *Angle Orthod* 1959; 29: 55-83
31. Mills C, Holman G AND Graber TM. Heavy intermittent cervical traction. *Am J Orthod* 1978; 74: 361
32. Moore A. Orthodontic treatment in Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 1959; 45: 323-352
33. Baumrind SE, Korn EL, Isaacson RJ, West EE Molthen R. Quantitative analysis of orthodontic and orthopedic effects of maxillary traction. *Am J Orthod* 1983; 84: 384-398
34. Boecler PR, Riolo ML, Keeling SE, TenHave TR. Skeletal changes associated with extraoral appliance therapy: an evaluation of 200 consecutively treated cases. *Angle Orthod* 1989; 59: 283-270. 42
35. Brown P. A cephalometric evaluation of high-pull molar headgear and face bow neck strap therapy. *Am J Orthod* 1978;74: 621-623
36. Cook AH, Sellke TA, BeGole EA. Control of the vertical dimension I the Class II Division 1 malocclusion correction using a cervical headgear and lower utility arch in growing patient. *Am J Ortho* 1994; 106: 376-88.
37. Melsen B. Effects of cervical anchorage during and after treatment: an implant study. *Am J Orthod* 1978; 73: 526-540
38. Shudy FF. Cant of the occlusal plane and axial inclination *Angle Orthod* 1963; 33: 69-82
39. Baumrind SE, Molthen R, Miller EM. Dental displacement of the maxilla and upper first molar. *Am J Orthod* 1975; 49: 630-640
40. Rickett RM *Orthodontic Treatment in the Growing Patient. Vol.2. Mechanics.* American Institute for Bioprogressive Education. Scottsdale, Arizona, USA,1999
41. Hubbard GN, Nanda RS, Currier GK A cephalometric evaluation of nonextraction cervical headgear treatment in Class II malocclusion. *Angle Orthod* 1994; (Nº 5) 359-370.
42. Wieslander L. The effect of orthodontic treatment on the concurrent development of the craniofacial complex. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 1963; 49: 15-27
43. Mays RA. A cephalometric comparison of two types of extraoral appliance used with edgewise mechanism. *Am J Orthod* 1969; 55: 195-196
44. Newcomb MR. Some observations on extraoral treatment. *Angle Orthod* 1958; 28:131-148.
45. Wieslander L. Earle o late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 1970;67: 432-439
46. Poulton DR. The influence of extraoral traction. *Am J Orthod* 1967; 53: 8-18
47. Kim KR and Muhl Z. Changes in mandibular growth direction during and after cervical headgear treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 2001; 119: 502-530
48. Schiavon MRE, Gandini L Da Rosen J, et al. Effects of cervical headgear treatment and edgewise appliance on growing patients. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 2001; 119: 131-9
49. Boatwright PL. Single arch treatment with the Kloehn headgear: a cephalometric evaluation. (Master Thesis) St Luis: St Louis University 1969
50. Riolo ML, Moyers RE, McNamara JA and Hunter WS. An Atlas of craniofacial growth: Cephalometric standards from the University of Michigan. An Arbor. Center for Human Growth and development. Monograph Number 2. 1986
51. Kapila S. Growth changes of the lip profile from 7 to 18 years. A longitudinal cephalometric study. The University of Oklahoma 1986. Master's Thesis
52. Frank S. The occlusal plane. Reliability of it cephalometric location and its changes with growth. The University of Oklahoma 1983 Master's Thesis
53. Oosthuizen L et al. A mechanical appraisal of the Kloehn extraoral assembly. *Angle Orthod* 1973; 43: 221-232.
54. Lima-Filho A. y col *Am J Ortho* 2003; 124:83-90