

교정영역에 있어서의 두부방사선 계측분석법의 실제

Principles of Cephalometric Analysis

연세대학교 치과대학

교수 유 영 규

두부방사선 계측사진은 Van Loon에 의해 anthropometric procedure가 교정학에 처음 소개된 이래 많은 학자들에 의해 발전되어 왔으며, 1921년 A. J. Pacini는 anthropometric methods보다 Roentgenographic Cephalometry가 human skull을 연구하는데 보다 정확하고 유용하다고 주장했고, 그후 1931년 Holly Broadbent가 cephalostat(head holder)를 고안하여 새로운 technique을 소개함으로써 오늘날 보다 규격화된 technique으로 발전되어 왔다고 볼 수 있다. 그러므로 두부방사선 계측사진은 교정학의 중요한 역할을 담당함으로써 특히 부정교합의 진단, 치료계획 및 치료과정 분석등에 임상적으로 유용하게 이용되고 있다. 특히 두부방사선 계측사진에서 계측학적 분석을 할때 많은 points, planes 및 angles이 사용되는데, 이때 계측사진에 나타난 landmarks를 정확히 표시해야되고 angle, plane 및 arc등이 정확히 tracing되어야만이 가치있는 정보를 얻을 수 있다. 또한 planes과 angles을 이용한 안면성장의 분석에 중요한 점은 측정치에 대한 이해와 각 나이에 있어서의 정상 range를 아는데 있으며 특히 계측학적 분석은 어떤 하나의 사실을 일정기간을 두고 계속적으로 연구하는 longitudinal study에 유용하며, cranio-facial morphology의 진단에 있어서 치료예후와 치료계획에 아주 중요한 성장의 양과 pattern에 대한 정보를 제공한다.

Cephalometric system은 연구자에 따라 매우 다양하나 일반적으로 널리 사용되고 있는 분석법을 크게 두가지로 나누어 보면 첫번째 분석법은 선택된 angle과 dimension을 정량분석하는 것으로 이는 통계학적인 방법과 임상적인 판단에 근거를 두고있고 두번째 분석법은 절대치 보다는 각 부분의 비례도와 서로의 대칭성에 근거를 두고있

다. cephalometric analysis의 대부분은 첫번째 분석법이며 모집단의 sampling에서 추출된 data의 평균치에서 angle이나 길이를 사용하며 여기에 보통 심미성을 고려하여 인위적인 측정치를 사용하기도 한다. 이러한 분석법들을 사용하는데는 정확한 tracing에 의해서 각도(angle)와 dimension이 얻어져야하며, 이는 사용되는 그 분석법에 나타난 표준치와 비교될 수가 있다. 이같은 시도는 어떤 개인을 남녀별 동등한 group에서 설정된 표준치와 비교함으로써 deviation을 알아낼 수가 있다. 그러나 정상값에서 변이(deviation)를 일으키는 discrepancy를 항상 알아낼 수 있는 것은 아니다. 예를들어 각도를 측정하여 환자의 하악골이 후퇴되어있는 것을 알 수는 있지만 그 원인이 short corpus에 의한 것인지 ramus가 작아서인지 혹은 glenoid fossa가 후방에 위치하기 때문인지도 정확히 알수가 없다. 그러므로 통계학적인 연구방법이 부적합성에 대한 보완책으로 각 part의 조화와 proportion을 다루는 분석법이 이용되기도 하는데, 이러한 모든 system들은 compensation이 되든 안되든간에 한 개인이 갖고 있는 imbalance를 찾아내려고 하는 시도이다. 첫번째 분석법은 Downs, Steiner, Tweed등 많은 학자들이 주장했고 두번째 분석법에는 Sassouni, Coben, Enlow등의 여러학자들이 많은 기여를 했다.

LANDMARKS AND MEASURE POLNTS

Acanthion(AC.); anterior nasal spine의 tip.

Alveolar Point (Al. P.); 상악전치 사이 midline 상에 있는 alveolar process의 최하방점.

Anterior Nasal Spine(ANS); anterior nasal opening의 lower margin상의 maxilla의 median, sharp bony process.

Articulare(Ar.); 후두골과 하악과두골기의 external dorsal contour를 intersection한 점. Björk에 의해 제안되었는데 X-ray사진에서 rami가 겹쳐서 나오는 중간점을 잡는다.

Auricular Point(Au. P.); 외이공의 중간점.

Basion(Ba.); foramen magnum 전연의 최전하방점.

主: Björk와 Palling은 이 점을 foramen magnum에서 과두돌기의 하연을 지나는 접선상의 foramen magnum 전연(en do basion)의 perpendicular projection이라 하였다.

Bolton Point(B. P.); 후두골의 occipital condyle의 posterior end상 notch의 최상방점.

Bregma(Br.); coronary suture가 만나는 곳에서 sagittal suture의 anterior end.

Broadbent Registration(R.); sella의 중심점에서 Bolton-nasion line(B. P.-N)에 그은 수선의 중심점.

Cheilion(Ch.); oral slit의 lateral terminus (i. e. mouth의 outer corner).

Condylion(Cd.); 하악 과두돌기의 최상방점.

Dorsum Sellae(D. S.); sella turcia의 후방경계를 형성하는 정방형의 골.

Endobasion(Eb.); foramen magnum에서 condylar head의 하연을 지난 접선상에 foramen magnum의 전방 경계에서 그은 수직 돌출부.

Ethmoid Triad(Moore)(Eth. Tr.); planum sphenoid, ethmoid line, sphenoid bone의 중간에 놓인 점.

Ethmoidale(Eth.); sella-nasion line에 관계된 ethmoid bone의 cribriform plate상의 최하방점. anterior cranial fossa에서 ethmoid bone의 cribriform plate상의 최하방 sagittal point.

Euryon(Eu.); 두부 측면에서 most lateral point.

Frontotemporale(Ft.); frontal bone의 zygomatic process 근처에 가까운 temporal line의 최전방점.

Glabella(Gl.); supraorbital ridge와 연결된 bony prominence의 midsagittal plane에서 occipital bone의 최전방점.

Gnathion(Gn.); chin의 lower border에서 median plane의 최하방점. chin의 tegumental border후방에 놓여있으면서 하방에서 만져지는 점. 두부방사선 계측사진에서 bony chin상의 최전하방점 사이의 중간점.

Gonion(G.); 하악의 angle 부분에서 최하방·후방·외측에 있는 point 하악의 하연과 후연이 만나서

이루는 각을 2등분하는 점에서 이루어진다. profile roentgenogram에서 두개의 점이 보이면 좌·우측의 중간점을 잡는다.

Incision Inferius(I. I.); 가장 돌출된 하악중절치의 최전방 incisal point.

Incision Superius(I. S.); 가장 돌출된 상악중절치의 최전방 incisal point.

Infradentale(Id.); 하악 중절치 사이의 alveolar mucosa에서 최상방 interdental point.

Inion(In.); external occipital protuberance의 most elevated point.

Key Ridge(K. R.); zygomaxillare-zygomaticomaxillary ridge의 최하방점.

Labrale Inferius(L. I.); 하순의 vermilion border의 경계와 skin이 median plane에 의하여 intersection되는 point.

Labrale Superius(L. S.); vermilion border와 skin의 경계를 가로지른 line상의 median sagittal plane에 놓인 상순에 있는 point.

Lambda(La.); cranial vault에서 sagittal과 lambdoidal suture의 intersection.

Mandibular Notch(M. N.); 하악의 coronoid와 condyloid process사이의 concavity.

Menton(M.); 안면고경이 측정되는 것중 가장 낮은 point.

Nasion(N.); median sagittal plane에 의해서 intersection되는 frontonasal suture상의 중간 point.

Nasion Soft Tissue(N. S.); nasion sella line(N-S)와 soft tissue profile간의 intersection중 가장외방점.

Occipital Condyle(O. C.); foramen magnum에 인접한 occipital bone상의 condyle.

Ophryon(Oph.); frontal bone을 지나서 frontotemporalis에서의 arc를 intersecting하는 glabella상방의 midsagittal point.

Opisthion(Op.); foramen magnum의 후연상의 posterior midsagittal point.

Opisthocranion(Opc.); glabella에서 낸 가장 긴 cranial length의 posterior midsagittal point.

Orbitale(Or.); orbit margin에서 최하방점. orbital point는 두부방사선 계측사진에서 환자가 정면을 바라볼때 pupil직하방의 orbit의 하연에 위치한다.

Pogonion(Pg.); chin에서의 최전방, 최고돌출 point.

Porion(P.); 외이공의 upper edge상의 midpoint. 두부방사선 제측사진에서 landmark 는 cephalometer의 metal rod 중간점을 잡는다.

Posterior Nasal Spine(PNS); palatal bone의 palatal process의 후방경계가 서로 만나서 이루는 process.

Pronasion(Prn.); 상순의 su face와 nose septum 사이가 각을 이룰때의 point. nasal septum이 상순과 만나 이루는 point로서 표현된다.

Prosthion(Pr.); 상악 중절치 사이의 median plane에서 alveolar mucosa상의 최하방 interdental point.

Pterygomaxillare(Ptm.); sphenoid bone의 pterygoid process와 상악의 pterygoid process가 pterygomaxillary fissure를 형성하는 부위의 point. anterior wall은 상악의 retromolar tuberosity를 나타내며 posterior wall은 sphenoid의 pterygoid process의 anterior curve를 나타낸다. cephalometrics에서는 opening의 최하방점이다.

Registration Point (R.); Broadbent registration point는 "R"로 표시한다. sella turcica에서 Bolton-nasion line에 그은 수직선의 midpoint이다.

Sella (S.); cephalometrics에서 sella turcica의 중심부분이다.

Sella Turcica(S.); sphenoid bone의 pituitary fossa.

Sphenoidale(Sph.); sella turcica의 anterior contour와 planum sphenoidale 사이의 greatest convexity point.

Spheno-Occipital Synchrondrosis(SO.); 후두골의 basilar portion의 anterior end와 sphenoid bone body의 posterior surface가 cartilaginous union한것.

Stomion(Sto.); 입술을 다물었을때 oral slit의 median point.

Subnasion(Sn.); nose septum과 상순 surface가 각을 이룰때의 그 point.

Subspinale(Ss.); anterior nasal spine과 prosthion (A-Point, Downs)사이의 alveolar process에서 midline contour중 deepest point.

Subspinale Soft Tissue(SuS.); subspinale에 해당하는 soft tissue point.

Supramentale(Sm.); infradentale와 pogonion(B-Point, Downs)사이의 alveolar projection상 가장 들어간 point. mandibular basal arch의 anterior limit.

Supramentale-Soft Tissue(Sm. S.); supramentale(Sm.)의 soft tissue point.

Tragion(T.); ear tragus 상방의 notch. 손으로 만져지는 spina helix하방 1~2mm에 놓여있다.

Trichion(TR.); 이마첨단 hairline의 midpoint.

Tuberculum Sellae(T. S.); sella Turcica의 anterior boundary.

Vertex(V.); 머리를 똑바로 세우거나 Frankfort horizontal position에 있을때 midsagittal plane에서 머리의 최상방점.

Zygion(Z.); zygomatic arch의 most lateral projection. (Fig. 1)

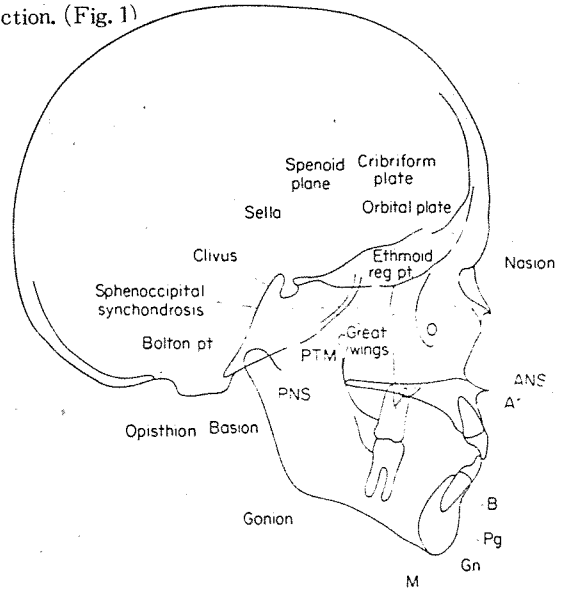


Fig 1 The principal points used in cephalometrics. (By courtesy of Professor A. W. Moore and J. B. Lippincott Co.: *Roentgenographic Cephalometrics*, 1961.)

LINES AND PLANES

A-B Line.; A-Point (infraspinale)와 B-Point를 연결한 선. 이는 악골 상호간과 facial line에 대한 basal arch의 전방 point를 나타낸다.

Anonymous Line; glabella에서 opisthion을 연결한 선.

Björk's Line; nasion에서 condyle의 후연이 temporal bone의 contour를 intersecting하는 point (Articulæ)까지 연결한 선.

Blumenbach's plane; 하악골이 없는 상태에서 skull상의 point를 연결한 plane. point는 flat horizontal surface를 이룬다.

Broadbent-Bolton Line; nasion에서 occipital postcondylar fossa의 최상방점(Bolton Point)을 연결

한 선.

Broadbent's Line; Nasion에서 sella turcia의 midpoint를 연결한 선.

Broca's Line; skull이 horizontal surface에 있는 경우에 Prosthion(상악중절치 사이의 alveolar septum의 tip)에서 occipital condyle의 최하방점을 이은 선.

Camper's Line; anterior nasal spine(ANS), (acanthion)의 tip에서 외이공을 연결한 선.

Camper's Plane; anterior nasal spine의 tip(acanthion)에서 좌우측 외이공의 중심을 연결한 plane.

Camper's Triangle; Camper's line과 facial profile에 접선이 이루는 것.

Cranial Base Length; nasion에서 Bolton Point까지의 거리.

Cranial Length; glabella에서 opisthocranium까지의 거리.

De Coster's Line; sella turcia의 anterior contour에서 cribriform plate의 roof에 이르는 plano-ethmoidal line과 frontal bone의 internal plate가 이루는 선.

Facial Line(N-Fg); nasion에서 pogonion에 이르는 선.

Frankfort Horizontal(F. H.); right, left porion과 left orbitale를 연결한 선. profile roentgenogram이나 사진에서는 acoustic meatus의 상연에서 orbitale를 연결한 선을 말한다.

Hamy's Line; frontal bone의 최전방점 (glabella)에서 sagittal and lambdoidal suture(lambda)의 intersection을 연결한 선.

Hard Palate; anterior nasal spine과 posterior nasal spine을 연결한 것.

His's Line; anterior nasal spine의 tip(acanthion)에서 foramen magnum의 후연(opisthion)의 hindmost를 연결한 선이며 이는 안면을 upper와 lower 혹은 dental part로 나눈다.

Huxley's Line; nasion에서 foramen magnum 전연의 최전방 point(Basion)를 연결한 선.

Krogman's Nasion Parallel; Frankfort horizontal에 평행한 sella-nasion.

Margolis line; nasion에서 sphenoccipital synchondrosis의 top을 연결한 선.

Martin's Line; nasion에서 external occipital protuberance의 most elevated point.

Montagu's Plane; bony external meatus의 roof

(porion)상의 most lateral point에서 nasion에 이르는 plane.

Nasion-Sella Line(N-S); sella의 중심과 nasion을 연결한 선.

Occlusal Plane(Occ); 치아의 occlusal plane을 말한다. 전치부 overbite의 1/2점과 최후방 교합 대구치의 교두 1/2점을 연결한 선.

Orbital Plane(O. P.); anterior nasal spine과 posterior nasal spine을 연결한 선.

P.-O.; Porion과 Orbitale를 연결한 선, 즉 Frankfort plane을 말한다.

Pterygomaxillary Fissure(Ptm.); 상악의 retro-molar tuberosity와 sphenoid의 pterygoid process의 anterior curve에 의해 형성되는 fissure.

Pycraft's Line; nasion에서 ear의 bony external meatus의 center를 연결한 선.

Ramus Line; 하악 ramus의 후연에 그은 접선 또는, (a) 하악 condyle의 후방 point, (b) condyle적하방의 point, (c) articulare에서 그은 접선.

Ricketts Esthetic Line; nose tip과 chin의 최전방점을 연결한 선.

S-B. P.; sella와 Bolton Point를 연결한 선, 이 line은 cranial base의 posterior portion을 나타낸다.

Salzmann's Basal Arch; basal arch는 profile cephalogram상에서 볼때 상악과 하악의 most constricted point에서 시작되는 부분이다. 이는 Down's A-Point (Subspinale), B point (supramentale), Axel Lundström's apical base를 포함하며 alveolar process에 평행한 most constricted portion에서 jaw주위로 extend한다.

Schmidt's Plane; 좌우측 lineae temporales(ophryon)을 inion에 연결한 transverse plane의 frontal bone상에서의 midsagittal intersection.

Schwalbe's Line; glabella에서 inion을 연결한 선.

S.-N. Line; sella turcia의 중심(S)과 frontonasal junction(N)을 연결한 선, 이 선은 cranial base의 anterior portion을 나타낸다.

Sphenoethmoidal junction(S-E.); S-N line에서 수직선을 내려서 그 거리를 읽는다.

Superorbital Line; orbit의 roof를 따라 지나는 anterior clinoid process에 그은 line이며 전방은 frontal bone 후방은 sphenoid bone이 경계를 이루고 있다.

Von Baers' Line; zygomatic arch의 최상부 풍운부에 접선을 이루면서 zygomatic arch의 anterop-

stterior axis를 지나는 선.

Von Iherings' Line; left orbit의 하연 (orbitale)에서 bony external meatus의 중심을 연결한 선.

(Frankfort horizontal) (Fig. 2)

1. Basion-Sella (Bs-S)
2. Basion-Nasion (Bs-N)
3. sella-Nasion (S-N)
4. Frankfort Horizontal (FH)
5. Palatal Plane (PP)
6. Mandibular Plane (Mand. Pl.)
7. Nasion-Subspinale (N-A)
8. Nasion-Supramentale (N-B)
9. Facial Plane (N-Po)
10. Aesthetic Plane (EP)
11. Subspinale-Supramentale (A-B)
12. Subspinale-Pogonion (A-Po)
13. Ramal Plane (RP)
14. Occlusal Plane (Occ. r.)
15. Sella-G (S-G)
16. Y Axis (S-Gn)
17. Long Axis of the Dens (Dens)

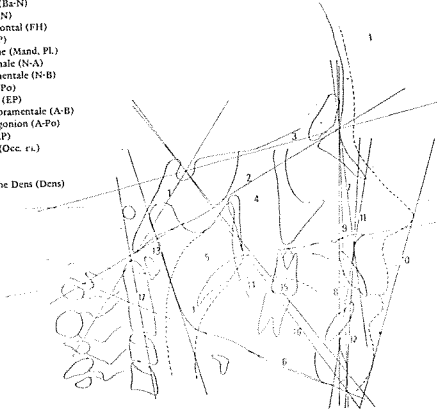


Fig 2 Planes used in cephalometrics.

ANGLES

B. P.-S-N (Broadbent); S (sella)-N (nasion) line과 S (sella)-B. P. (Bolton Point)에 의해서 이루어진다. B. P.와 N point를 연결하면 Bolton Plane (B. P.-N)이 얻어지고 S-B. P.-N angle과 S-N-B. P. angle이 이루어진다.

Convexity Angle (Downs); (N-APg) Nasion-subspinale-pogonion.

Facial Angle (Downs); (F. H.-N-Pg) nasion-pogonion line의 Frankfort plane intersection (inner lower angle) facial angle (Downs)은 Frankfort horizontal에서 upper face에 대한 하악의 전후관계 (anteroposterior relation)를 나타낸다.

FMIA (Tweed); Frankfort-mandibular incisor angle Frankfort plane에 대한 하악전치의 procumbency를 나타낸다.

IA.; 하악의 internal angle.

MIA.; mandibular plane과 하악전치 axis가 이루는 각. mandibular plane에 대한 하악전치의 procumbency를 나타낸다.

N-S-Gn.; S-N과 S-Gn이 만나서 이루는 각.

N-S-MP.; mandibular plane과 N-S line이 만나서 이루는 각.

N-ANS-PNS; anterior nasal spine과 posterior nasal spine에 nasion에서 선을 그어 이루는 각.

N-A-Pg; (Nasion-Subspinale-Pogonion) facial convexity의 angle.

N-S-Ml (Maxillary First Molar); N-S line과 S

에서 상악제 1 대구치의 근심, 원심교두 중간의 notch에 그은 line과 만나서 이루는 각.

S-N-A. Sella-Nasion-Subspinale Angle (A-Point-Downs); anterior cranial base에 대한 maxillary basal arch의 anteroposterior relationship. maxillary prognathism의 정도를 나타낸다.

SNA-SNB.; subspinale-nasion-supramentale에 의해서 형성되는 각. anterior cranial base에 대한 상하악 basal arch의 전후관계를 나타낸다.

S-N-B, Sella-Nasion-Supramentale (B point - Downs); anterior cranial base에 연관해서 하악 basal arch의 전방경계를 나타낸다.

S-N-Gn.; S-N line과 N에서 Gn에 내린 선이 이루는 각을 말한다.

S-N-⊥; S-N line과 상악전치(⊥)의 tip이 이루는 각. anterior cranial base에 대한 상악전치의 위치관계를 나타낸다.

Y-Axis (Downs); Frankfort horizontal-sella-gnathion. 하악의 전·하방성장을 나타내는 indicator. Frankfort horizontal하방의 각으로 읽는다.

Facial Rectangles

facial skeleton의 proportional analysis를 하는 간단한 방법으로서 lateral, frontal, facial rectangles를 사용한다.

1) Lateral Rectangle: base는 S-N line으로서

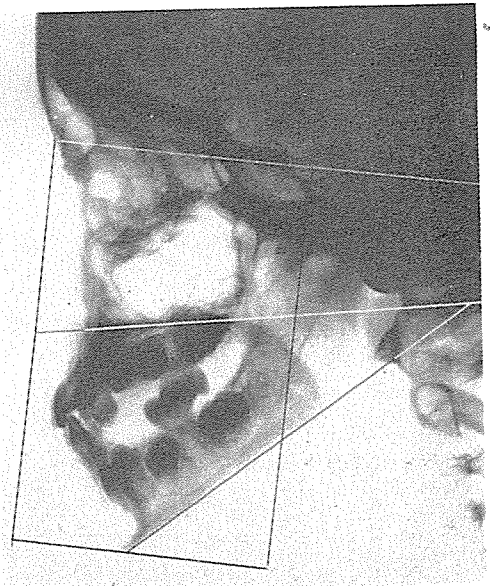


Fig 3 The lateral facial rectangle in a child.

S·N Point에서 SN line에 수직선을 그어 gnathion을 통과하고 SN base line과 평행한 rectangle의 하부와 만나게 한다.

이 4 각형은 palateral plane에 의해서 upper region(nasal region)과 lower region(oral region)으로 나뉘어진다. mandibular plane과 nasion-gnathion 등의 plane도 superimpose될 수 있고 palato-mandibular angle과 S-N-GN angle등도 사용할 수 있다.

2) Frontal Rectangle : base line은 cribriform plate가 inner orbital margin을 cut하는 line의 양측 point사이의 superior nasal plane이 base line이 된다. 이 orbital point에서 superior nasal plane에 수직선을 내려서 rectangle의 lower border와 만나게 한다. rectangle의 lower border는 mandible의 lower border를 통과하면서 superior nasal plane에 평행하게 긋는다. 이 사각형은 hard palate를 통과하는 선에 의해서 upper(nasal) part와 lower(oral) part로 나뉘어진다.

Superimposition methods

각기 다른 나이별로 한 어린이에 대한 serial or longitudinal analysis를 위해서 superimposing 시키는데 쓰이는 가장 믿음직한 point와 plane은 다음과 같다.

1. Sella point를 중첩시키는 S-N plane.
2. De coster plane(modified) X-ray는 Sella와 nose roof line(cribriform plate와 ethmoid)에 중첩시킨다.
3. Bolton plane은 R point를 중첩시켜서 Bolton plane끼리 평행하게 한다.

Basal Bone Analysis

이는 cranium에 대한 상하악의 관계와 상하악 상호관계를 나타내는 것으로 이관계는 SNA, SNB, ANB, SNGoGN과 FH와 Y-axis의 intersection의 5 가지 angle에 의해 주로 분석되며 하악은 상악에 비해 불안정하므로 이 angle의 대부분은 하악골의 위치와 성장경향에 의해 영향을 받을 수 있다.

1) SNA, SNB : cranium에 대한 안면 각 요소의 위치관계를 측정하기 위하여 Steiner씨는 Sella에서 Nasion에 이르는 plane을 기준선으로 삼았다. 이 plane을 설정한 이유는 이것이 anterior cranial base이고 midsagittal structure이며 방

사선 사진상에서 쉽게 찾을 수가 있기 때문이다. Nasion의 위치는 postnatal growth 동안에 bone surface에 deposition과 fronto-nasal suture의 upward obliquity로 이동에 따라 전상방으로 이동되며 pituitary fossa와 sella point는 cranial growth가 후상방으로 이동되는 것처럼 보이게 하지만 그 위치변화는 그리 크지않다.

SN plane의 길이가 증가할 수 있는 요소는 :

a) sphenothmoid와 fronto-ethmoid suture의 growth로 인해서이며, 이는 10세경에 stabilize되는 것으로 보인다.

b) fronto-nasal suture의 growth (성인까지 계속됨)

c) pituitary fossa의 reconstruction으로 후상방으로 이동하는 경우이다.

상·하악의 전후관계를 평가하기 위하여 Steiner씨는 Reidel씨의 SNA, SNB angle을 사용하였다.

SNA는 SN과 N-A가 이루는 각으로 나타난다. A point가 상악에 위치하므로 SNA는 skull base에 대한 상악의 전후 관계를 나타낸다. Steiner씨는 임상경험과 미적인 profile의 관찰에서 SNA의 평균값을 성인에서 82°라 정하였다.

middle face는 anterior cranial base와 밀접하게 연관되어 있기 때문에 성장중 SNB각은 변화가 있다.

SNB는 SN plane과 N-B line에 의해서 이루어지는 각이다. 이는 cranial base에 대한 하악의 전후 위치 관계를 나타낸다. 하악은 어린시절에는 후퇴되어 있고, 성장하면서 상악과 거의 같이 되므로 약 4 ~ 6° 정도 증가된다. Steiner씨는 성인에서 80°를 정상으로 보고있다.

ANB angle은 임상평가에서 가장 중요한데 이유는 cranial base의 경사도에 관계없이 하악에 대한 상악의 위치관계를 나타내기 때문이다. 어린이에서 양호한 성장경향을 보이는 경우 이 각은 작다. Steiner씨는 성인에서 정상값을 2°로 보았다.

Tweed씨는 어린이의 성장 type을 결정하는 간단한 임상test로서 ANB각을 사용하였다. 이는 임상경험에 의해 좋은 growth pattern은 교정치료에도움을 준다는데 근거를 둔 것이다.

Growth pattern을 결정하기 위해서 Tweed씨는 15~18개월 간격으로 연속적으로 사진을 찍어서 S를 기준점으로 하여 S-N을 포개어서 ANB의 변화에 따른 다음의 분류를 얻었다.

우에 생긴다.

Type A Growth Trend

환자의 middle과 lower face가 같은 비로 전방성장하며 ANB각은 변하지 않는다. Tweed씨는 25%의 환자가 이에 속한다고 했다. 이런 성장 pattern의 어린이는 치료가 어렵다.

Type B Growth Trend

이런 어린이에게는 cranial base와 함께 middle face의 전방성장이 일어나지만 하악은 horizontal보다 vertical component의 성장이 현저하다. 결과적으로 ANB angle은 증가하며, profile은 Steiner씨 등의 정상치보다 retrusion된 상태이다. Tweed씨는 환자중 15%가 이 범주에 속한다고 보며 이런 성장 pattern에 의해서 교정치료는 제한을 받으며, 어떤 경우에는 handicap이 심하다고 하였다.

Type C Growth Trend

대부분(60%)의 환자가 ANB angle이 성장중 감소하며 약간의 사람들이 정상을 넘어서 하악전돌증을 나타낸다. 이런 type은 교정치료에 도움을 준다.

2) Y-axis : 하악의 위치와 성장과정을 평가하는 다른 척도로는 Y-axis growth와 Frankfort horizontal이 이루는 각 즉, S-GN line과 FH plane(Or-Po)에 의해서 이루는 각을 이용한다. Y-axis는 cranio-facial과 circum-maxillary suture systems의 growth에 영향을 받는 반면에 또한 alveolar growth와 mandibular condyles의 growth에 의해서도 영향을 받는다. 그러므로 Y-axis는 하악의 성장방향을 나타내는데 type C에서는 예각을 나타내고 type B에서는 둔각을 나타낸다. Y-axis는 변할수 있으나 FHplane과 이루는 각은 크게 변화지 않는다.

3) Mandibular Plane : 하악성장 pattern을 알려주는 또 하나의 척도는 mandibular plane과 S-N line이 형성하는 각을 측정하여 알수 있다. mandibular plane은 하악의하연을 이은것으로 후방으로 연장시켜서 SN plane과 각을 이루게된다. Steiner씨는 정상값을 32°로 보았다.

이 각이 큰 경우는 하악이 하방성장을 하며 chin이 retrusion되어있고 long face를 갖게된다. 소위 교정에 의해서 생긴 "high angle"은 이런 unfavorable feature를 고려치않고 부정교합을 치료할 경

Teeth to Bone Analysis

치아주위 지지조직과 치아와의 관계를 나타내는 것으로 face에서 incisor의 위치는 linear and angular measurement에 의하여 알 수 있는데 basal bone에 대한 incisor의 각도는 상악전치의(⊥ and T) long axis와 N-A, N-B가 이루는 각으로 나타난다. 완전히 각을 이룬 전치는 아주 전방이거나 후방에 위치하므로 ⊥과 N-A, T과 N-B간의 거리는 occlusal plane상의 incisor edge에서 얻는다. Steiner씨의 분석에 의하면 상악전치는 N-A line에 대해 22°의 각을 이루면서 전방 4mm에 위치하며 하악전치는 N-B line에 대해 25°의 각을 가지면서 전방 4mm에 위치하는 것을 정상으로 본다.

Tweed씨의 IMPA(incisor-mandibular plane angle)를 사용하여서도 하악전치의 위치를 알수가 있는데 평균 90°(±5)를 정상으로 보며, 이 값은 안정성이 있고 심미적으로도 타당성이 있는 것으로 간주되고 있다.

Downs씨의 facial plane(Nasion-Pogonion)과상하악전치와의 occlusal plane상에서의 거리는 facial convexity와 밀접한 관계를 갖는다. Jarabak씨는 하악전치와 facial plane의 거리가 ±2mm가 가장 이상적인 관계이며 facial profile이 보다 orthognathic하다고 본다.

그러나 정상교합을 가진 한국인 성인에서는 평균치가 ±5mm로 나타나고 있다.

Teeth to Teeth Analysis

치아상호간의 관계를 나타내는 것으로 상하악중절치가 이루는 각은 치아장축이 만나서 이루는 각으로서 130°를 정상치로 본다. 이 값은 well-balanced face군에서 산출한 표준치에 의한 것이며 disharmony가 있는 경우에는 positive compensation이 일어난다. 예를들어 basal bone의 전후관계가 좋지 않은 경우에는 전치는 balance and functional position에 있다고 가정할 수 있다. 측정된 angle이 정상치(표준치)와 다른 경우라도 안모는 그 나름대로 평형을 유지하면서 부정교합이 존재하지않는다.

분석에 의해 나온 값은 마이너스 또는 플러스 표준편차, 혹은 정상범주에 속한 평균값으로 표시된다. 변이가 acceptable limit에 속하는지 여부는 술

자가 결정한다. 우리들 대부분이 정상값보다 적게 또는 크게 변이를 갖고있다. 그러므로 정상치는 확실히 정해진 값이 아니고 임상적 판단의 guideline이 되어야 한다.

The Counterpart Principle

앞에서 언급한 것과 같은 type의 analysis는 문제가 있는 subject를 정상치와 비교하는 것으로 좋은 방법이나 angular deviation의 근본적인 원인을 알아내기는 어렵다. 예를들어 12세 아이의 ANB 각이 5° 일때 mandibular deficiency와 convex한 profile을 예견할 수가 있으며 Y-axis와 mandibular plane 은 하악의 위치와 성장경향을 나타내는데 도움을 준다. 또한 비정상적 성장경향에 대한 근거를 좀더 명확히 분석할 수 있는 parameter를 가능케 하나 환자를 모집단과 비교함에 있어서 각 개인의 차이를 명확히 해줄 수는 없다. craniofacial complex의 평가를 개인적으로 하기위해 임상가나 연구자에 따라서는 intrinsic form이나 proportion을 다루는 다양한 분석법을 사용하기도 한다.

이런 system은 Enlow에 의해서 연구가 되었는데 불균형적인 growth pattern뿐아니라 craniofacial growth를 다루었다. 이 분석법은 두부의 어떤 부분은 이와 대응되는 counterpart를 가지거나 이와 관계된 균형을 이루는 어떤 부분이 있다는 개념하에서 이루어진다.

The PM Plane

Enlow는 PTV line과 비슷한 vertical line으로 안면을 anterior segment와 posterior segment로 나누었는데 이 line은 anterior와 middle cranial fossa의 junction에서 부터 (brain의 frontal과 temporal lobe 사이의 inferior junction) orbit의 neutral line 까지 수직으로 내린 것으로 상악결절의 posterior surface를 지나며 corpus의 posterior boundary와 lingual tuberosity를 지난다.

이 line은 PM (posterior maxillary) plane을 구성하며 growth와 remodeling의 key site를 분리하는 자연적인 경계 (natural boundary)이다. superiormost point (anterior and middle cranial fossa와의 junction)를 선택하는데 그 이유를 Enlow는 cranium의 floor가 brain의 계통발생학적인 관계 (phylogenetic association)에서 발달하고 brain에는 lobes 사이에

natural boundary가 있다고 생각했기 때문이다.

brain이 시각과 후각을 담당하기 때문에 naso-maxillary complex는 특히 anterior cranial fossa 하방에서 mold된다. 시각의 방향은 PM plane에 수직이고 상악 결절은 orbit axis에 수직이며, PM plane은 이것의 posterior surface를 정확히 지난다. 각 구조물간의 관계는 우연성이 배제되고 서로 뒤엎혀져 있다.

lingual tuberosity는 하악에 존재하며 상악결절과 유사하다. 이는 하악 ramus와 corpus사이의 기능적인 경계를 나타낸다. 형태학적으로는 하악이 하나의 뼈이지만 후방부위 (ramus)와 전방부위 (corpus)는 두부의 각기 다른 부위와 관계가 있다. (Fig. 4)

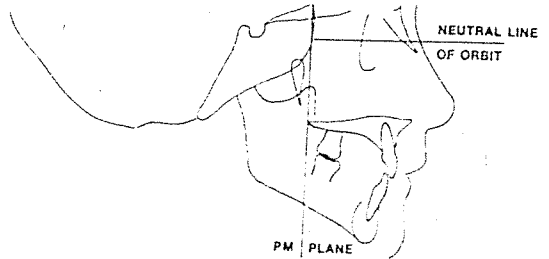


Fig 4 The PM plane (posterior maxillary), which drops from the junction between the anterior and middle cranial fossae, perpendicular to the neutral line of the orbit, touching the posterior maxillary tuberosity and the mandibular lingual tuberosity.

The Counterparts

PTV와 유사한 PM plane은 안면을 두개의 Vertical area로 나누며, 이들 area의 각 부분과의 관계를 나타내준다. 예를 들어 PM plane전방부의 앞면은 서로가 counterpart가 되어 각 구조물들은 수직적인 배열을 한다. 즉 이들은 서로 정상적인 관계를 유지하고 있으며 anterior cranial fossa, ethmoidmaxillary complex, palate, maxillary arch가 아래쪽에 있고 모든 후방경계가 PM plane을 따라서 있다. 이 모두는 suture에 의해서 이루어진다. 하악의 corpus는 bony tissue와 연결되어있지는 않지만 그들 모두의 counterpart가 된다. 그러므로 정상발육시는 anterior cranial fossa, maxillary complex와 corpus는 이론적으로 서로 연결되어야 한다.

Counterpart의 posterior vertical array는 temporal lobe, middle cranial fossa, posterior oropharyngeal space, 하악의 ramus로 구성된다.

Dimensional Balance

counterpart 분석시 가장 중요한 요소는 cranial base이다. 이것의, i) growth ii) flexure가 cranial base와 관련된 구조물의 위치에 크게 영향을 준다. 이 부위에서의 뇌의 성장은 뇌하방에 새로운 골지지조직을 만든다. (Fig. 5) Sphenoid는 temporal brain이 팽창함에 따라서 상방과 전방으로 이동되며 anterior cranial fossa는 뇌의 성장에 따라 전방으로 이동한다. drift에 의한 sphenoid sinus size의 증가는 전체 bone size를 증가 시켜준다. sphenoid의 성장결과로 nasal과 oropharyngeal space로 접근한다. 결과적으로 이들 cavity를 유지하기 위하여 상악은 전하방으로 이동한다.

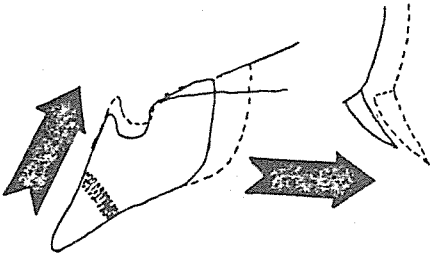


Fig 5 The encroachment of the airway by the enlarging sphenoid dictates that the anterior cranial base must grow forward, carrying the middle face with it.

상악은 anterior cranial fossa와 밀접한 관계가 있고 nasal septum이 sphenoid에 의해 막혀있기 때문에 뇌의 frontal lobe을 따라서 이동된다. 결과적으로 PM plane은 space에서 전방에 위치하고 상악 결절의 후방경계가 된다.

상악의 위치는 spheno-occipital synchondrosis 앞쪽의 cranial base의 성장에 의해서 영향을 받는다. 하악은 해부학적으로 synchondrosis의 반대측에 위치하므로 cranial base의 성장에 의해서 영향을 받지 않는다. 이는 middle cranial fossa와 oropharyngeal space의 mandibular counterpart와 ramus는 이 부분의 팽창에 교량적인 역할을 담당하는 것을 의미한다. 그러므로 condylar growth, posterior ramal apposition, ramus의 leading edge의 복잡한 V principle resorption등이 PM plane상에 lingual tuberosity를 유지시키게 한다.

이와 비슷하게 하악 corpus anterior cranial fossa와 maxillary complex위쪽의 counterpart와 성장시의 보조를 맞추어야 한다. corpus는 후방치아가

맹출하고 상악의 후방성장과 전방이동이 '충분하도록 ramal erosion에 의해서 horizontal dimension이 증가된다. posterior counterpart인 ramus는 growth와 size에서 anterior counterpart인 corpus의 영향을 많이 받는다.

Counterpart사이의 balance와 harmony는 horizontal dimension비교에 국한된다. 예를들어 anterior cranial base의 depth는 상악 depth와 하악의 corpus와 연관지어져야 한다. 그러나 이들 structure의 길이는 이들 상호관계의 일부분이며, 또한 counterpart의 배열은 human profile을 만들어낸다.

Alignment

두개의 tracing을 비교한 경우 각 성분의 크기는 동일하지만 cranial base의 flexure에서 감소가 보이게 되는 것이 있다. (Fig. 6) 각도가 커지게 되면 다른 structure에서는 배열과 공간상에 변화가 있게 된다. 하악은 PM line 후방에 retruded position에 있게되고 lingual tuberosity는 후방에 위치하게 된다. anterior cranial base는 space에서 아래쪽에 있고 상악도 이것과 연관되어 있다. 하악은 전체 horizontal cranial base dimension의 증가로 인하여 부가적인 vertical component때문에 후방의 rotation에 의해서 좀더 retrusion된다. 보통 counterpart의 배열상은 크기와 비례해서 나타난다. 대부분의 사람에게 있어서 counterpart의 배열과 크기는 완전하지는 않지만 외관상 보기좋도록 서로 보상작용을 하고있다. 예를들어 cranial base flexure가 alignment를 망가뜨리는 곳에서는 어떤 부분의 크기가 증가 또는 감소함으로써 균형된 안모를 유지하게 해준다.

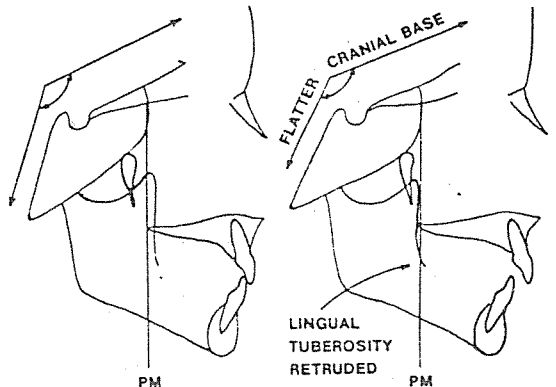


Fig 6 The relationship between the flexure of the cranial base and the retrusion of the mandible.

Analysis of Growth by the Counterpart Principle

보상작용이 일어난 경우와 보상작용이 없는 부정 교합의 관계를 알기위해서는 Enlow의 face diagram 을 살펴보는 것이 좋다. 그림(Fig. 7)은 head film 의 tracing한 line을 나타낸 것이다. point는 하악의 과두돌기와 cranial floor의 juncton과 naso-maxillary complex와의 juncton을 잘 나타낸 것이다. line은 cranial base의 중요한 부위를 나타내며 maxillary complex를 한계지으며, mandible space를 나타 낸 것이다.

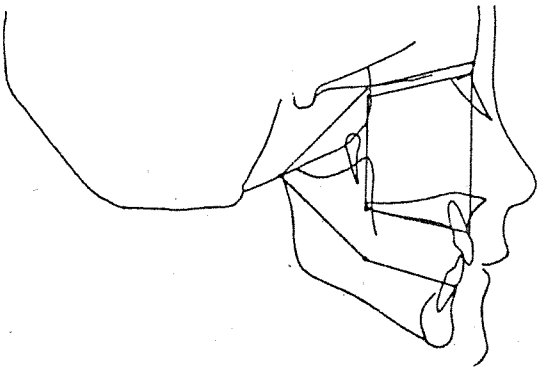


Fig 7 The essential dimensions and relations of the cranial base, middle face, and mandible as depicted by lines. Adapted from D.H. Enlow: Handbook of Facial Growth. Philadelphia, J.B. Saunders, 1975.

cranial base straightening상태는 상악이 전하방으로 얼마큼 갔느냐 하는 것을 보여준다. 결과적으로 하악은 lingual tuberosity의 후방 position을 형성시키면서 condyle에서 rotation한다. face의 counterpart는 더 이상 PM line에 배열되지는 않으면서 그 크기를 유지한다. 이 상태가 보상되지 않을 때 하악이 retrusion되고 class II malocclusion상태가 된다.

그러나 전에 언급한 바와 같이 우리들 대부분에게는 보상작용이 일어난다. 예를들어 전방경사가 진 cranial base가 있는 이전의 예에서 크기변화가 일어남으로써 배열상의 불균형상태를 조절할 수가 있다. (Fig. 8) 그러나 크기변화가 일어나지 않는 경우에는 하악은 PM plane上和 그 전방부위서 retrusion된 상태로 있게된다. 전방으로 경사진 cranial base 때문에 middle cranial fossa는 수평적인 크기

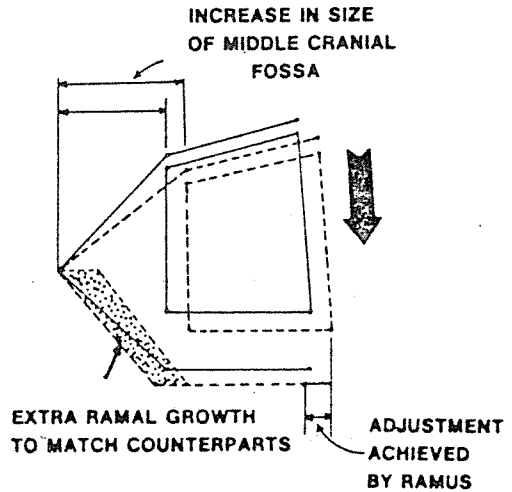


Fig 8 Flattened cranial base causes an increase in the size of the middle cranial fossa. As a result, the mandible will end up retruded unless extra ramal growth compensates as shown in the line drawing.

증가를 나타내다. 이 부위의 counterpart는 ramus 이고 만약 이것이 새로운 horizontal dimension을 형성할 수 있다면 realignment가 가능할 것이다. 실제 두사람을 tracing한 그림(Fig. 9)에서 좌측은 uncompensated class II malocclusion이고 우측은 ramal width의 증가가 counterpart를 얼마큼 재배치시키느냐를 보여준 것이다.

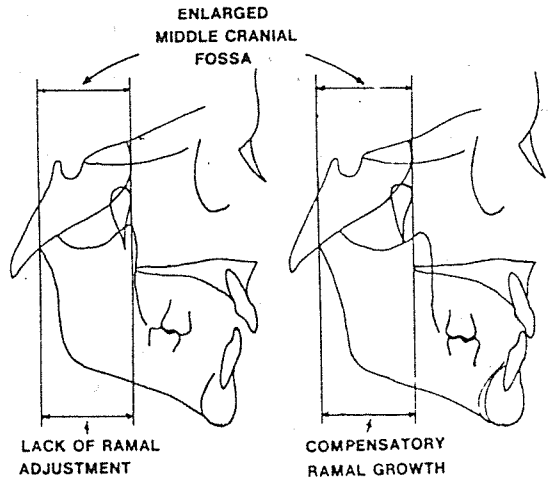


Fig 9 A comparison of two individuals with flattened cranial bases and enlarged middle cranial fossae. The individual on the left suffers from mandibular retrusion as a result; the one on the right has reestablished an orthognathic profile utilizing compensatory ramal growth.

변화된 alignment가 counterpart의 길이의 부조화를 보상한다는 반대현상이 일어난다. PM line을 따라서 alignment가 변형되다면 long corpus는 항상 prognathic profile을 야기하지 않는다는 것을 보여준다. (Fig. 10) Flattened cranial base는 정상적으로 class II profile을 만드나 이 사람에서는 long corpus가 PM plane의 후방에 위치한 lingual tuberosity를 adjust하고 하악의 후방 rotation을 adjust한다. molar relationship은 class II이고 하악의 형태는 class III malocclusion에 해당된다.

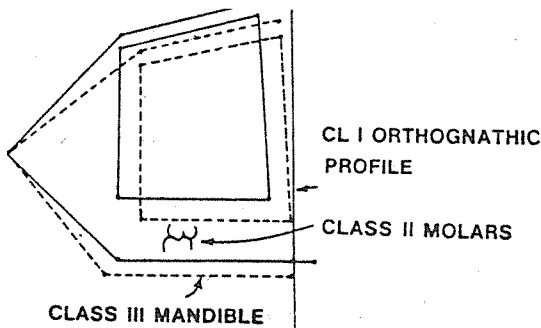


Fig 10 The unique case of a flattened cranial base leading to class II molar relationship in a class III mandible. The compensations result in a normal class I profile. Adapted from D.H. Enlow : The Human Face, Philadelphia, J.B. Saunders, 1975.

backward-inclined cranial base(후방경사)는 반대현상을 갖는데 상악은 elevation되며 하악은 상방으로 rotation되면서 전방으로 향한다. general appearance는 flattened profile에서 prognathic한 형태를 나타낸다.

Rickett's center of least growth와 같이 counterpart analysis는 얼굴전체 성장을 관찰하는 것이며 조화나 부조화를 이루는 각 성분을 독립적으로 관찰할 수가 있다는데 그 장점이 있다.

Direction of Facial Growth

악안면 성장의 방향이 전하방으로 이루어 지지만 여기에는 개인적인 차가 있다. 어떤 경우에는 전방 성장이 하방성장 보다 많이 일어나는 경우도 있다.

어떤 어린이들은 처음 10년동안의 성장과 20년동안의 성장방향이 다른 경우가 있다. 성장완료의 %는 개개인의 차가 있다.

Carroll등은(1966) 5-15세 어린이의 occipital condyle에서 nasion까지의 거리는 15%, pogonion까지

지는 25%가 증가하며 cranio-facial dimension과 각의 상관관계는 성장시기에는 실제 관계가 없는 것을 알아냈다.

Cranial base(S-N plane)의 전방부 성장방향은 전방성장과 약간의 상방성장을 한다. X-Y axes plane은 전·하방성장을 하지만 나이가 먹으면서 하악의 상대적인 전방이동으로 인하여 Y axis는 X axis에 접근하게 된다.

mandible joint의 위치는 다양하다. 이는 후하방으로 움직이지만 전방경사를 가지고 수직으로 이동하기도 한다. condyle의 성장방향은 후상방이지만 수직혹은 전상방으로 성장하기도 한다.

(Björk, 1963, Fig. 11)

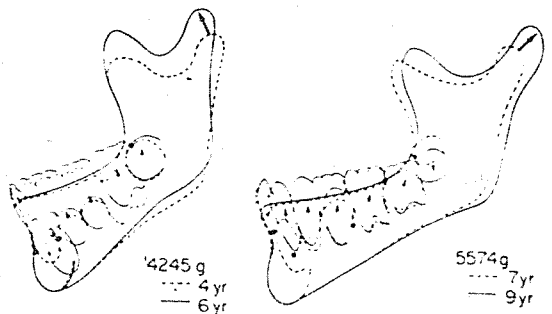


Fig 11 Variations in mandibular growth. (By courtesy of Professor A. Bjork and McGraw-Hill Book Company : Introduction to Orthodontics, 1960.)

facial skeleton중 pterygo-palatine fossa는 가장 안정된 region이다. 이는 수직으로 전방 or 드물게는 후방성장을 한다.

alveolar process는 상당히 변화가 심하다. 어떤 경우에는 전치부에서 상당한 전방성장을 한다. 또 어떤 경우에는 순전히 수직성장만을 한다. alveolar process의 divergent growth, 이는 palate가 narrow & wide해 진다.

facial growth의 분석시 안면성장의 방향, 양뿐만 아니라 cranio-facial skeleton의 여러부분에서의 변화를 알수 있어야 한다. (coben, 1966)

Regional analysis시 다음의 local superimposition이 유용하다.

하악 : Symphyseal region의 하연과 inner(lingual) line curve를 겹쳐본다.

(the most stable region of Mn.)

상악 : Pterygo-palate fossa(roof and posterior or pterygoid-outline)을 superimpose 시킨다.

이들은 facial skeleton에서 가장 안정된 부분이며 pituitary fossa와 비교시 일정하며 각개의 경우에서 metallic implant를 사용하여도 변화가 없다. regional method of superimposition을 이용해 찾은 변화는 전체 cranial base superimposition과 서로 비교해 보아야 한다.

mid-line cranial base, upper facial skeleton, mandible과 alveolar process를 포함한 상하악 dentition은 이 두 방법을 분리해서 분석하고 또한 두 방법 모두를 사용해서 분석해야 한다. 이 방법으로 어떤 부분을 찾아내거나 불균형 성장한 부분을 찾는다. John Hunter는 제 1대구치가 맹출후 똑같은 vertical plane상에 위치하는 것으로 생각했지만 이는 passive eruption에서 제 1대구치의 전방이동을 가져오는 요소가 없는 경우에 한한다.

The Attainment of Adult Proportions

Belfast에서 최근 facial rectangle을 이용하여 foetal life에서 성인까지의 facial proportion의 변화에 대해 연구한 결과가 다음과 같다.

1. SNGN angle(Sella~nasion~gnathion)—cranial base에 대한 하악골의 전방성장 측정—은 foetal life 4달에서 출생 4~5년째에 상당히 증가(8°)한다. 4~5세와 성인에서는 약 반정도(4°) 증가 한다.

2. anterior cranial base length(S-N)에 대한 facial height의 비는 mid-foetal life에서 4~5세 사이에 약 85~150% 증가한다. 즉, foetal life에서는 cranial base length가 total facial height보다 크며, 4~5세에는 facial height가 cranial base length보다 50% 더큼을 알수있다.

3. upper & lower facial height는 mid foetal life에는 비등하며 (upper facial height; N~ANS, lower facial height; ANS~Gn) total facial height에 대한 upper facial height 비는 4~5세 까지 56~58%에 달한다. 이후에는 유치악이나 무치악 성인에서 모두 일정하다.

4. total facial height는 4~5세에는 sella에서 제 4경추하연에 이르는 거리에 106~108%이며 성인에서는 99%에 이른다. 이는 척추성장후에 facial height growth가 일어남을 의미한다.

결론적으로 4~5세 사이의 성인에서 facial height는 anterior cranial base에 비례해서 성장하며 total facial height는 경추보다는 성장이 지연되고

상·하 facial height의 비는 이시기에 일정하다.

Individual Variability

3-4세와 18세사이의 6명의 정상아의 facial growth의 개인차를 보여주는 경우가 다음에 있다.

No. 1 (female) : ANS가 3 1/2~10세에는 하방성장, 10~17 1/2세에는 more forward growth한다. 하악은 3 1/2~17 1/2세에 서서히전하방 성장한다. pterygopalatine fossa는 10~17 1/2세에 이루어진다. middle cranial fossa는 약간 전하방 성장을 한다. 20세에는 하악 ramus의 후방성장이 약간 있다.

No. 2 (male) : 4 1/2~17세에 nasion의 느린 전방 성장과 함께 하악, ANS의 전하방 성장이 일어난다. pterygopalatine fossa는 약간 전하방으로 이동한다. 안와공의 roof에는 거의 변화가 없다. middle cranial cavity는 약간 전하방성장한다. 하악 ramus의 steady backward growth가 있다.

No. 3 (male) : ANS의 steady forward & downward growth가 나타난다. 하악은 10~17세에서 보다는 4-10세에 더 전방성장을 하지만 nasion은 10대보다는 20대에 더 전방으로 이동한다. pterygopalatine region은 하방으로 약간은 전방으로 움직인다. S-N plane상의 안와공 높이에는 거의 변화가 없다. 느리고 제한된 하악 ramus의 후방성장이 있다.

No. 4 (male) : 10~18才보다는 3~10才에 ANS와 하악의 전방성장이 더 일어난다. nasion의 전방 성장은 많이 일어나지만 그 속도는 느리다. pterygopalatine fossa는 일정하다. middle cranial fossa는 약간 전하방성장한다. 20代에는 ramus의 후방성장은 없다.

No. 5 (male) : 17才에 ANS는 기록되지 않았다. 3~10才에 특히 하방으로 성장하지만 10~17才에 보다 전방으로 성장한다. pterygopalatine fossa는 거의 위치 변화가 없다. roof of orbital cavity는 변화가 없다. middle cranial fossa는 약간 전하방으로 성장한다. 20代에는 ramus의 후방성장이 없다.

No. 6 (male) : ANS성장은 10-18才보다는 3~10才에 더 전하방 성장을 한다 20代에 하악은 약간 성장한다. 10代에 nasion은 전방성장을 한다. pterygopalatine fossa는 일정하다. orbital cavity와 middle cranial fossa의 tracing은 3년後 하지않았다. 하악의 posterior border의 상당한 후방성장이 이었다.

여기서의 cephalogram은 sella point와 S-N line에 중점을 두었으며 nasion은 상방으로 이동하고 sella point는 후상방으로 성장한다.

하악후연이 상당한 backward growth를 하거나 성장이 부족한 경우는 각 개인에서 glenoid fossa의 후방, 수직, 전방이동에서 비롯된 것 같다.

Sexual Variability

Horowitz와 Thompson(1964)은 20~30才의 여자 100명과 남자 100명의 cephalometric study에서 남자의 안면크기는 gonial angle을 제외하고는 여자보다 크며 chin process는 alveolar region과는 상관이 없다는 것을 알아냈다. 성인 남자에서 chin은 여자보다 발달되었다.

안면성장의 변화비 연구에서는, 남녀의 성차이를 가장크게 나타내는 것은 anterior cranial base에 대한 total facial height의 비이다. 이는 4~5才에서는 남자가 비등하지만 이후 남자에서 상당히 증가한다. anterior cranial base length는 4~5세에서 성인에 이르기까지 남자에서 훨씬크다. 전(全)안면고경에 대한 상안면고경의 비는 어린시절부터 성인까지 대단히 일정하며 안면고경과 경추성장의 비는 남녀에서의 변화가 같다.

- REFERENCES -

1. Broadbent, B.H.: A new X-ray technique and its application to Orthodontia. *Angle Orthod* 1:45, 1931.
2. Coben, S.E.: The integration of facial skeletal variants. *Am. J. Orthod* 41:407, 1955.
3. Downs, W.B.: Variations in facial relation-

- ships; Their significance in treatment and prognosis. *Am. J. Orthod* 34:812, 1948.
4. Enlow, D.H.: *Handbook of Facial Growth*, saunders, Philadelphia, 1975.
5. Enlow, D.H. and Azuma, M.: Functional growth boundaries in the human and mammalian face. *Birth Defects* 11(7):217, 1975.
6. Enlow, D.H., Kuroda, T. and Lewis, A.B.: The morphological and morphogenetic basis for craniofacial form and pattern. *Angle Orthod* 41:161, 1971.
7. Enlow, D.H., Kuroda, T. and Lewis, A.B.: Intrinsic craniofacial compensations. *Angle Orthod* 41:271, 1971.
8. Enlow, D.H., Moyers, R.E., Hunter, W.S. and McNamara, J.A.: A procedure for the analysis of intrinsic facial form and growth. *Am. J. Orthod* 54:6, 1969.
9. Saltzman, J.A.: *Practice of Orthodontics*, Vol. 1, Lippincott Co., Philadelphia and Montreal, 1966.
10. Sassouni, V.: A roentgenographic cephalometric analysis of cephalo-facio-dental relationship, *Am. J. Orthod* 41:735, 1955.
11. Scott, J.H.: *Dento-facial development and growth*, Pergamon, New York, 1967.
12. Steiner, C.C.: Cephalometrics for you and me, *Am. J. Orthod* 39:729, 1953.
13. Steiner, C.C.: Cephalometrics as a clinical tool. In Kraus BS, Reidel RA(eds); *Vistas in Orthodontics*. Lea and Febiger, Philadelphia, 1962.
14. Tweed, C.H.: *Clinical Orthodontics*, Vol. 1, Mosby, St. Louis, 1966.

준법에는 예외없다 너도질서 나도질서

호화사치 외제자랑 집안망신 나라망신