

# 측모 두부 방사선사진과 컴퓨터 영상사진 (Dolphin Imaging System)의 계측치에 관한 비교

박 해 준<sup>1)</sup>, 박 영 철<sup>2)</sup>

## I. 서 론

방사선 두개계측방법을 치과교정학분야에 처음 도입한 사람은 Broadbent<sup>5)</sup>였다. 두개안면부 성장에 관심을 가졌던 그는 이미 인체측정학 분야에서 사용하던 craniostat를 개량하여 radiographic cephalostat를 고안하였다. 이방법으로 Bloton study가 행하여 졌고, 그후 두경부 사진의 분석은 교정학 연구와 교정환자의 진단과 치료 계획에 중요한 역할을 하게되었다.

1948년 Downs<sup>9)</sup>가 일련의 계측점들을 임상에 도입한 이래 Björk, Steiner<sup>32),33),34)</sup>, Coben<sup>8)</sup>, Sassouni<sup>30)</sup>, Holdaway<sup>14)</sup>, Ricketts<sup>25)</sup>, Moorrees<sup>23)</sup>, Tweed<sup>39)</sup>, Jarabak<sup>17)</sup>, Jacobson<sup>16)</sup>, Kim<sup>18),19)</sup>, McNamara등에 의해 여러가지 분석법이 개발되었다. 또한 악교정 수술환자의 증가에 따라 Burstone<sup>6)</sup>은 COGS (Cephalometric for Orthognathic Surgery)를 개발하였다.

여러가지 분석법의 개발과 아울러 선학들은 측면 방사선 사진을 통한 계측학적 분석의 한계와 오류의 가능성을 인지하고 있었다. Björk와 Solow<sup>3)</sup>는 계측학적 측정의 주오류는 계측점 위치를 결정하는데 있다고 하고 tracing을 하는 사람의 견해에 따라서 차이가 있다고 하였다. Ba-

umrind와 Frantz<sup>1),2)</sup>는 bone내에 한정된 구조물이나 인접골조직에 중첩되는 부위에 위치한 계측점은 그 계측점 결정에 있어 많은 변이가 있다고 하였다. Van der Linden<sup>40)</sup>은 계측점을 결정하는 데의 어려움은 골 구조의 개인적인 차이와 성장에 따른 변화, 연조직의 중첩과 관련이 있다고 하였다. Mitgard<sup>22)</sup>등은 선택된 계측점 정의의 명확함이나 그 부위의 방사선학적 골 복잡성, 방사선 사진의 질이 오류를 이끄는 요인이 된다고 하였다.

두부의 시상면과 film간의 거리가 표준화되어 있지않은 것에 따른 측모두부 방사선 사진간의 변형과 확대가 다양하다. 또한 많은 계측점들이 시상면에 위치하지 않는다. 또 계측점이 beam의 중심에서 멀수록 더 큰 확대를 보인다.<sup>36)</sup> 또한 x-ray beam의 focal trough에서 더 멀수록 계측점의 변형이 더 많이 일어나서 이 계측점은 명확성이 감소된다. 이때 변형의 량은 알수가 없는 데 각 사람마다 head width가 다르고 arch width가 다르기 때문이다. 3차원구조의 2차원적 투사에서 필연적으로 나타나는 이런 확대와 변형은 방사선학적 계측점을 인식하는데 영향을 미친다. 또한 head holder내에서의 환자의 head posture도 동일한 head holder내에서 변할수 있고, 다른 x-ray 기계의 다른 head holder에 따라 달라진다.

이런 문제들을 극복해 보고자 1989년에 교정

접수일자 : 9월 1일

<sup>1)</sup> 연세대학교 치과대학 치과교정학교실

<sup>2)</sup> 연세대학교 치과대학 치과교정학교실

진단 장비의 하나로 3차원 sonic digitizing system을 이용한 Dolphin Imaging system이 소개되었다. 이 장비는 환자를 앉힌 상태에서 규격카메라로 측면사진을 채득하고 handpiece의 tip을 일련의 계측점에 갖다대고 button을 누르게 되면 음파가 발생되고 이 음파가 장비에 부착된 네 군데의 마이크에서 감지되는데 각 마이크에 도착된 음파의 시간차이를 계산하여 공간상의 한 점 즉 계측점을 이미 채득한 측면사진에 중첩이 되어서 나타나게 해준다.d

1990년 Chaconas<sup>7)</sup> 등은 이 장비를 사용하여 digigraph cephalometric measurement와 환자의 radiographic tracing measurement간의 차이에 관한 연구를 행하였다. Lim<sup>20)</sup>은 안면부 soft tissue point를 계측하여 facial asymmetry를 연구한 바 있다. 1991년 Himmelberg<sup>13)</sup>는 방사선 계측법과 컴퓨터 영상기법간의 비교에서 24개의 계측항목 중 9개의 계측항목에서 통계적 유사성을 보였다고 보고 하였다.

본 연구에서는 Dolphin Imaging System의 매력적인 면 즉, 방사선 촬영을 할 필요가 없이 환자의 얼굴상에서 직접 계측점을 취하므로써 간편하게 환자의 문제점을 분석할수 있다는 주장을 수용할만큼 기존의 방사선 계측법과 어느정도 유사한지, 혹은 차이가 나는지를 알아보고자 하였다. 또한 그 대상을 한국인 성인 정상교합자로 제한하여 한국인 성인정상교합자에서 Dolphin Imaging System상의 계측치의 평균치를 구해 보고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 가. 연구대상

연세대학교 치과대학 학생들과 치위생과 학생들중에서 전신건강이 양호하고 교정치료를 받은 경험이 없으며, 교정의에 의해 정상교합과 정상적인 안모를 가졌다고 인정된 50명 (남자 26명, 여자 24명)을 대상으로 하였다. 남자의 평균 연령은 23세 5개월, 여자의 평균 연령은 22세 10개월 이었다.

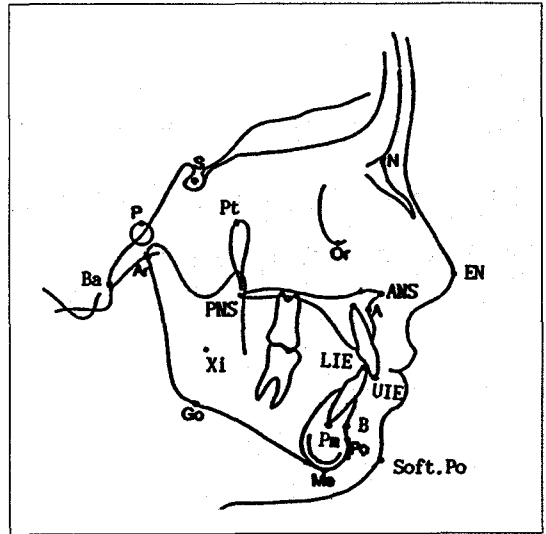


그림 1. 방사선사진상의 해부학적 계측점

Nasion(N), Sella(S), Porion(P), Basion(Ba), Articulare(Ar), Orbitale(O), Pterygoid Point (Pt), Xi(The centermost point of the mandibular ramus), Anterior Nasal Spine(ANS), Posterior Nasal Spine(PNS), A Point (A), B Point (B), Pogonion (Po), Supra Pogonion (Pm), Menton (Me) Lower Incisor Incisal Edge (LIE), Upper Incisor Incisal Edge (UIE) EN (tip of nose tangent to the esthetic plane) Soft.Po(soft tissue pogonion)

### 나. 연구방법

#### 1. 두부방사선 촬영방법

연세대학교 치과대학 부속병원 치과 방사선과에 설치되어 있는 J.MORITA 제품 PANEX E C X-Ray기기를 사용하였다. 연조직을 명확히 관찰하기 위하여 피검자의 안면 중앙선 부위에 barium paste를 바르고 피검자의 외이공에 ear rod를 삽입하여 안이평면(Frankfort Horizontal plane)이 지평면과 수직이 되도록 고정하고 안정 교합위에서 중심 방사선을 조사 하였다.

촬영 조건은 F.F.D. 5feet, 관전류 14mA, 관전압 90-95KVp, 노출시간 1.6-2.5초이었으며 이중 증감지가 들어 있는 cassette와 8"x10"크기의 Fuji제품 film을 사용하였다.

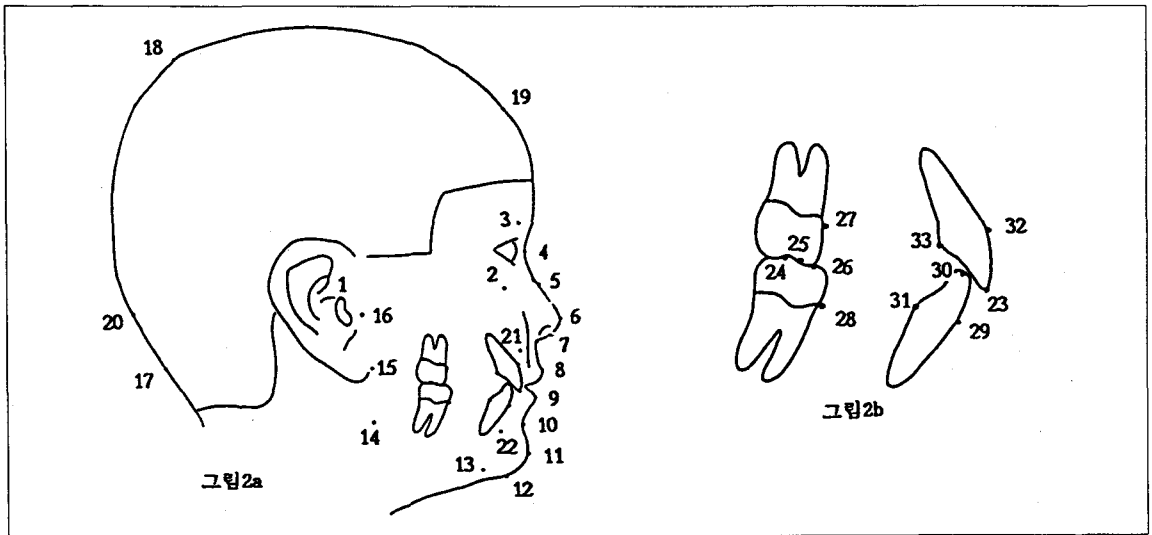


그림 2a,2b. Digitizing Point

1.Porion 2.Orbitale 3.Nasion 4.Soft Tissue Nasion 5.Bridge of Nose 6.Tip of Nose 7.Subnasale 8.Upper Lip (most protrusive) 9.Lower Lip (most protrusive) 10.Soft Tissue B Point 11.Soft Tissue Pogonion 12.Point to Estimate Pogonion 13.Menton 14.Gonion 15.Ramus Point 16.Articulare 17.s1 18.s2 19.s3 20.s4 21.A Point 22.B Point 23.A1 Tip 24.Occlusal Plane Distal point 25.A6 Occlusal Point 26.B6 Occlusal Point 27.Mesial A6 right 28.Mesial B6 right 29.B1 Labio-Gingival Border 30.B1 Tip 31.B1 Lingual-Gingival Border 32.A1 Labio-Gingival Border 33.A1 Lingual-Gingival Border

2. Dolphin Imaging System을 이용한 digitizing 방법

연세대학교 치과대학 부속병원 치과 교정과에 설치되어 있는 Dolphin Imaging System의 Digigraph Work Station을 사용하였다. manual과 관련 video자료를 통해 사용방법을 숙지한후 digitizing을 시행하였다.

3. 계측점과 digitizing point

R.M.제품의 0.003" 두께의 제도지를 사용해서 간접법으로 연조직과 경조직을 묘사하여 투시도를 작성하고 연세대학교 치과대학 부속병원 교정과에서 사용하는 연세분석법과 Ricketts 분석법, Burstone 분석법에 필요한 계측점을 설정하였다.

3. 계측항목

ㄱ. 각도계측 항목

연세 분석법 (그림3a,3b,3c)

1. Saddle Angle
2. Articular Angle
- 3a.Upper Gonial Angle(Ar-Go-N).
- 3b.Lower Gonial Angle(N-Go-Gn).
3. Gonial Angle
8. SNA
9. SNB
10. ANB dif.
11. Facial Angle (Down's)
12. Facial Convexity (N-A-pog).
13. A-B Plane Angle (AB-NPo)
14. Y Axis to FH
19. SN-GoMe
21. Occ.Plane to Go-Me
22. FMA
23. FMIA
24. IMPA

- 25.  $\perp$  to SN
- 30. Dent. Convexity  $\perp$ - $\bar{T}$
- 31. ODI
- 32. APDI
- 33.  $\perp$  to NA (angular)
- 35.  $\bar{T}$  to NB (angular)

#### Ricketts 분석법(그림4a,4b,4c)

- 6. Interincisal Angle
- 12. Mandibular Incisor Inclination
- 13. Maxillary Incisor Inclination
- 14. Occlusal Plane to Ramus
- 19. Facial Depth
- 20. Facial Axis
- 21. Facial Taper
- 22. Mandibular Plane Angle
- 23. Maxillary Depth
- 24. Maxillary Height
- 25. Palatal Plane
- 26. Cranial Deflection
- 29. Ramus Position
- 31. Mandibular Arc

#### Burstone 분석법(그림5a,5b)

- 4. N-A-Po (angle)
- 11. MP-HP (angle)
- 20. Ar-Go-Gn (angle)
- 21. OP upper-HP (angle)  
OP lower-HP (angle)
- 23.  $\perp$ -NF (angle)
- 24.  $\perp$ -MP (angle)

#### ㄴ. 거리 측정 항목

##### 연세 분석법(그림3a,3b,3c)

- 4. Anterior Cranial Base Length
- 5. Posterior Cranial Base Length
- 6. Ramus Height
- 7. Body Length
- 15. Facial Depth (N-Go)
- 16. Facial Length on Y Axis
- 17. Post. Face Ht. (S-Go)
- 18. Ant. Face Ht. (N-Me)
- 20. Wits (AO/BO)
- 26.  $\perp$  to A-Pog
- 27.  $\bar{T}$  to A-Pog

- 28.  $\perp$  to FP
- 29.  $\bar{T}$  to FP
- 34.  $\perp$  to NA (linear).
- 36.  $\bar{T}$  to NB (linear)
- 37. Po to NB
- 39. Upper Lip
- 40. Lower Lip

#### Ricketts 분석법(그림4a,4b)

- 1. Molar Relation
- 2. Canine Relation
- 3. Incisor Overjet
- 4. Incisor Overbite
- 5. Lower Incisor Angle
- 7. Convexity
- 8. Lower Facial Height
- 9. Upper Molar Position
- 10. Mandibular Incisor Protrusion
- 11. Maxillary Incisor Protrusion
- 14. Occlusal Plane to Ramus
- 16. Lip Protrusion
- 17. Upper Lip Length
- 18. Lip Embrasure to Occlusal Plane
- 27. Cranial Length
- 28. Posterior Facial Height
- 30. Porion Location
- 32. Corpus Length

#### Burstone 분석법(그림5a,5b)

- 1. Ar-PTM ( $\parallel$  HP)
- 2. PTM-N ( $\parallel$  HP)
- 3. Ar-N ( $\parallel$  HP)
- 5. N-A ( $\parallel$  HP)
- 6. N-B ( $\parallel$  HP)
- 7. N-Po ( $\parallel$  HP)
- 8. N-ANS ( $\perp$  HP)
- 9. ANS-Gn ( $\perp$  HP)
- 10. PNS-N ( $\perp$  HP)
- 12.  $\perp$ -NF ( $\perp$  NF)
- 13.  $\bar{T}$ -MP ( $\perp$  MP)
- 14.  $\bar{G}$ -NF ( $\perp$  NF)
- 15.  $\bar{G}$ -MP ( $\perp$  MP)
- 17. Ar-Go (linear)
- 18. Go-Po (linear)
- 19. B-Po ( $\parallel$  HP)
- 22. A-B ( $\parallel$  OP)

그림 3a, 3b, 3c. 연세분석법에서의 계측각, 계측거리.

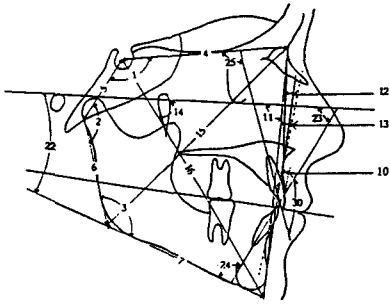


그림3a

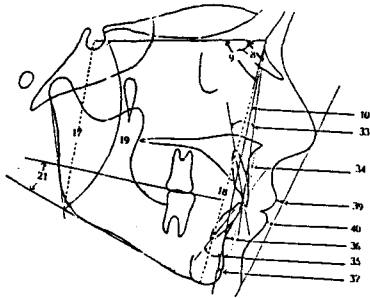


그림3b

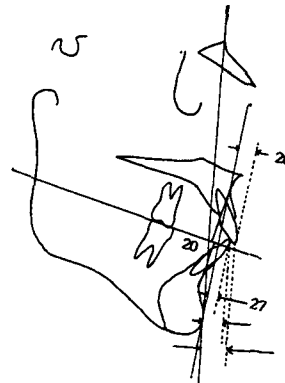


그림3c

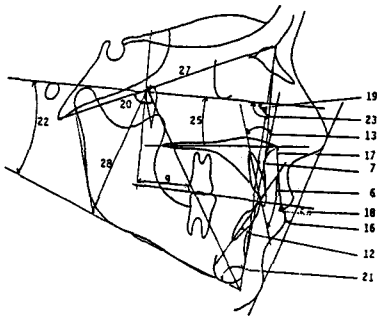


그림4a

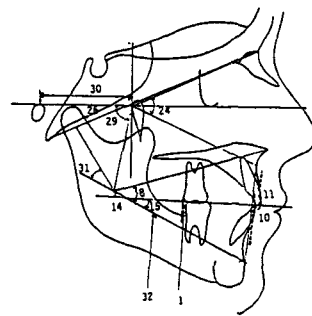


그림4b

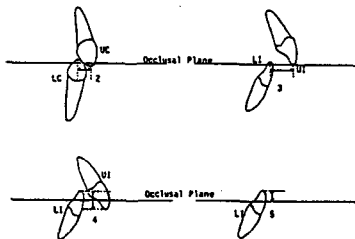


그림4c

그림 4a, 4b, 4c. Ricketts 분석법에서의 계측각, 계측거리.

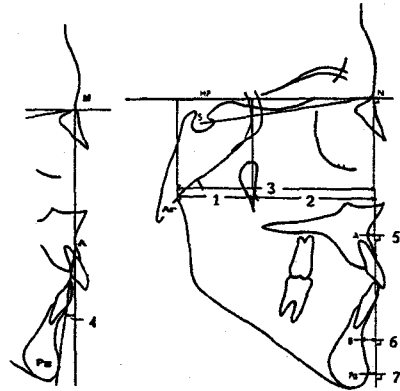


그림 5a

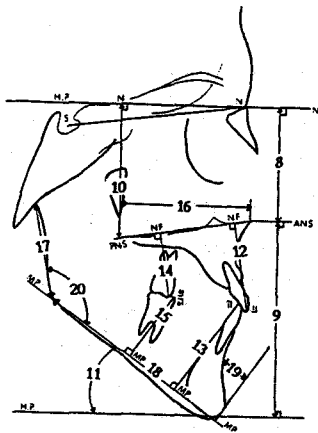


그림 5b

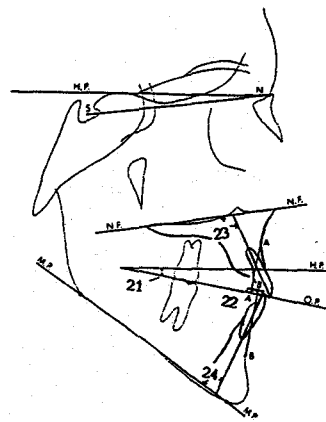


그림 5c

그림 5a, 5b, 5c. Burston 분석법에서의 계측각, 계측거리.

㉔. 비율 및 백분율

Post. Face Ant. Face Height Ratio = Post. Face HT / Ant. Face HT × 100  
 1 to Po (Holdaway ratio)= 1 to NB : Po to NB

4. 처리 방법

이상에서 얻은 계측거리, 계측각, 백분율 등을 자료로 SPSS (Statistical Package for the Social Science)방식을 사용하여 전산처리 하였다.

표 1. 연세분석법에서의 각 계측항목에 대한 Cephalo.군과 Dolphin.군 간의 차이

|                            | Cephalo.<br>Mean ± S.D. | Dolphin.<br>Mean ± S.D. | Difference.<br>Mean ± S.D. | p - value |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------|
| Saddle Angle               | 123.2 ± 5.0             | 133.4 ± 6.5             | -10.20 ± 7.94              | 0.000     |
| Articular Angle            | 150.2 ± 5.0             | 178.5 ± 7.3             | -28.34 ± 8.50              | 0.000     |
| Upper Gonial Angle         | 44.4 ± 3.3              | 42.1 ± 4.5              | 2.33 ± 4.39                | 0.000     |
| Lower Gonial Angle         | 74.6 ± 5.0              | 67.4 ± 5.1              | 7.22 ± 4.00                | 0.000     |
| Gonial Angle               | 119.0 ± 6.8             | 109.1 ± 7.6             | 9.12 ± 5.97                | 0.000     |
| Ant.Cranial Base Length    | 71.1 ± 3.8              | 68.2 ± 5.8              | 2.95 ± 4.18                | 0.000     |
| Post.Cranial Base Length   | 39.1 ± 4.1              | 40.7 ± 1.8              | -1.62 ± 4.73               | 0.019     |
| Ramus Height               | 63.5 ± 6.2              | 54.7 ± 7.5              | -1.22 ± 4.54               | 0.063**   |
| Body Length                | 88.4 ± 5.8              | 94.4 ± 6.7              | -6.07 ± 4.39               | 0.000     |
| SNA                        | 82.1 ± 3.2              | 86.3 ± 5.9              | -4.14 ± 5.90               | 0.000     |
| SNB                        | 80.6 ± 3.3              | 84.6 ± 5.7              | -3.96 ± 5.09               | 0.000     |
| ANB DIEF                   | 1.5 ± 1.9               | 1.7 ± 2.4               | -0.16 ± 2.06               | 0.577**   |
| FACIAL ANGLE (DOWN'S)      | 89.1 ± 3.4              | 91.8 ± 4.2              | -2.40 ± 3.48               | 0.000     |
| FACIAL CONVEXITY (N-A-Pog) | 2.1 ± 4.7               | -0.6 ± 6.8              | 2.76 ± 5.48                | 0.001     |
| A-B Plane ANGLE(AB-Npo)    | -2.8 ± 2.8              | -4.3 ± 3.3              | 1.52 ± 3.32                | 0.002     |
| Y AXIS to FH               | 61.0 ± 3.0              | 60.2 ± 3.1              | 0.87 ± 2.22                | 0.015     |
| FACIAL DEPTH N-Go mm       | 129.0 ± 8.3             | 116.6 ± 7.9             | 12.35 ± 4.14               | 0.000     |
| FACIAL LENGTH ON Y AXIS    | 142.1 ± 9.0             | 131.6 ± 8.5             | 10.49 ± 5.68               | 0.000     |
| S-Go POST FACE HT mm       | 89.8 ± 9.3              | 80.0 ± 7.5              | 9.85 ± 6.82                | 0.000     |
| ANT FACE HT mm             | 131.9 ± 7.5             | 113.6 ± 7.0             | 18.21 ± 2.96               | 0.000     |
| SN-GoMe                    | 34.4 ± 10.8             | 26.0 ± 6.7              | 8.32 ± 1.86                | 0.000     |
| WITS (AO/BO)               | -4.3 ± 2.2              | -2.9 ± 3.7              | -1.44 ± 3.58               | 0.006     |
| OCC PL to Go-Me            | 15.3 ± 3.9              | 14.1 ± 4.6              | 1.15 ± 4.39                | 0.069**   |
| FMA                        | 23.9 ± 5.7              | 20.7 ± 5.6              | 3.19 ± 3.51                | 0.000     |
| FMIA                       | 62.5 ± 7.0              | 61.9 ± 7.0              | 0.55 ± 8.25                | 0.637**   |
| IMPA                       | 95.4 ± 6.9              | 97.8 ± 7.5              | -2.20 ± 8.86               | 0.086**   |
| 1 to SN                    | 109.7 ± 6.3             | 118.7 ± 10.0            | -9.00 ± 8.65               | 0.000     |
| 1 to FP mm                 | 9.4 ± 2.5               | 5.2 ± 2.9               | 4.23 ± 2.28                | 0.000     |
| 1 to FP mm                 | 6.0 ± 2.4               | 3.5 ± 2.9               | 2.49 ± 2.28                | 0.000     |
| DENT.CONV. 1-1             | 112.7 ± 6.9             | 118.0 ± 12.2            | 4.67 ± 11.74               | 0.007     |
| 1 to NA (ANGULAR)          | 28.0 ± 5.4              | 32.4 ± 8.9              | -4.41 ± 7.82               | 0.000     |
| 1 to NA (LINEAR) mm        | 8.5 ± 2.1               | 5.8 ± 3.4               | 2.77 ± 2.58                | 0.000     |
| 1 to NB (ANGULAR)          | 28.0 ± 5.0              | 30.7 ± 7.5              | -2.67 ± 8.13               | 0.024     |
| 1 to NB (LINEAR) mm        | 7.2 ± 1.8               | 5.9 ± 1.8               | 1.30 ± 1.35                | 0.000     |
| Po to NB mm                | 1.3 ± 1.3               | 3.7 ± 3.4               | -2.36 ± 3.23               | 0.000     |
| UPPER LIP mm               | -1.4 ± 2.2              | -0.4 ± 2.1              | -0.99 ± 1.30               | 0.000     |
| LOWER LIP mm               | 1.0 ± 2.2               | 1.2 ± 2.1               | -0.18 ± 0.90               | 0.175**   |

Statistical analysis: Paired t-test. N:50 \*\* : Not significant statistically, p>0.05

표 2. Ricketts 분석법에서의 각 계측항목에 대한 Cephalo. 군과 Dolphin. 군 간의 차이

|                         | Cephalo.<br>Mean ± S.D. | Dolphin.<br>Mean ± S.D. | Difference<br>Mean ± S.D. | p -<br>value |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|
| <b>SKELETAL</b>         |                         |                         |                           |              |
| Facial Depth            | 89.1 ± 8.8              | 91.8 ± 4.2              | -4.24 ± 8.61              | 0.001        |
| Facial Axis             | 85.6 ± 3.7              | 89.3 ± 4.0              | -3.67 ± 3.23              | 0.000        |
| Facial Taper            | 66.5 ± 4.1              | 67.3 ± 3.7              | -0.80 ± 2.90              | 0.058**      |
| Mandibular Plane Angle  | 23.9 ± 5.7              | 20.8 ± 5.5              | 3.11 ± 3.52               | 0.000        |
| Maxillary Depth         | 90.7 ± 2.6              | 91.5 ± 4.6              | -0.81 ± 4.22              | 0.180**      |
| Cranial Deflection      | 29.5 ± 1.9              | 22.6 ± 2.1              | 6.85 ± 2.49               | 0.000        |
| Ramus Position          | 77.9 ± 3.4              | 72.2 ± 4.5              | 5.72 ± 5.00               | 0.000        |
| Porion Location         | -40.2 ± 3.2             | -38.4 ± 0.9             | -1.77 ± 3.15              | 0.000        |
| <b>DENTAL</b>           |                         |                         |                           |              |
| Molar Relation          | -2.6 ± 1.2              | -3.1 ± 1.6              | 0.59 ± 1.55               | 0.010        |
| Incisor Overjet         | 3.6 ± 0.8               | 2.4 ± 1.6               | 1.18 ± 1.54               | 0.000        |
| Incisor Overbite        | 2.5 ± 1.0               | 3.3 ± 2.3               | -0.85 ± 2.00              | 0.004        |
| Lower Incisor Extrusion | 1.6 ± 1.1               | 1.6 ± 1.1               | -0.06 ± 1.54              | 0.777**      |
| Interincisal Angle      | 122.7 ± 6.9             | 118.0 ± 12.2            | 4.67 ± 11.74              | 0.007        |
| Convexity               | 1.1 ± 2.5               | -0.4 ± 3.1              | 1.48 ± 2.55               | 0.000        |
| Upper Molar Position    | 20.2 ± 5.0              | 19.1 ± 4.2              | 1.09 ± 6.01               | 0.204**      |
| Man.Incisor Protrusion  | 5.3 ± 1.7               | 3.6 ± 2.1               | 1.68 ± 1.88               | 0.000        |
| Max.Incisor Protrusion  | 8.7 ± 1.7               | 5.5 ± 2.2               | 3.24 ± 1.64               | 0.000        |
| Man.Incisor Inclination | 26.9 ± 4.8              | 30.2 ± 7.4              | -3.28 ± 7.67              | 0.004        |
| Max.Incisor Inclination | 29.8 ± 5.4              | 31.8 ± 8.6              | -1.98 ± 7.77              | 0.078**      |
| <b>SOFT TISSUE</b>      |                         |                         |                           |              |
| Lip Protrusion          | 1.0 ± 2.2               | 1.2 ± 2.2               | -0.18 ± 0.90              | 0.175**      |

Statistical analysis: Paired t-test. N:50 \*\* : Not significant statistically, p>0.05

전산처리 내용은 다음과 같다.

가) 방사선 계측치군과 Dolphin Imaging System상의 계측치군 각각 남녀 별로 세가지 분석방법에 따른 각 계측항목의 평균치와 표준편차를 산정하였다.

나) 방사선 계측치군과 Dolphin Imaging System상의 계측치군 간의 계측항목별 유의 차를 알아보기 위해 paired t-test를 시행하여 5% 유의수준에서 검정하였다.

법에서 남녀 별로 각 계측 항목의 평균치와 표준편차를 구하였다. 각 계측항목별로 방사선 계측치군과 Dolphin Imaging System상의 계측치군간의 차이를 보기 위한 통계분석 방법을 결정하기에 앞서 모수적 통계분석이 가능한지를 먼저 알아보기 위해 Kolomogorov-Smirnov test로 검증한 결과 두 group간의  $\delta$  값이 정규분포를 보였다. 따라서 paired t-test를 사용하여 두 group간의 mean difference, standard deviation, 5% 유의 수준에서의 P-value를 구하였다.(표 1,2,3)

### III. 연구성적

연세 분석법, Ricketts 분석법, Burstone 분석



표 3. Burstone 분석법에서의 각 계측항목에 대한 Cephalo. 군과 Dolphin. 군 간의 차이

|                            | Cephalo.<br>Mean ± S.D. | Dolphin.<br>Mean ± S.D. | Difference<br>Mean ± S.D. | p - value |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| Cranial Base               |                         |                         |                           |           |
| Ar-N (    HP)              | 87.6 ± 5.1              | 90.8 ± 7.6              | 3.22 ± 6.11               | 0.000     |
| Horizontal (skeletal)      |                         |                         |                           |           |
| N-A (    HP)               | -0.8 ± 3.9              | 2.8 ± 5.3               | -3.53 ± 5.73              | 0.000     |
| N-B (    HP)               | -4.2 ± 7.1              | 2.2 ± 9.0               | -6.42 ± 8.03              | 0.000     |
| N-Po (    HP)              | -4.1 ± 8.1              | 6.3 ± 10.5              | -10.38 ± 8.53             | 0.000     |
| Vertical (skeletal,dental) |                         |                         |                           |           |
| N-ANS ( ⊥ HP)              | 58.8 ± 3.3              | 68.1 ± 4.5              | -9.33 ± 3.49              | 0.000     |
| ANS-Gn ( ⊥ HP)             | 72.3 ± 5.4              | 68.9 ± 5.8              | 3.37 ± 3.24               | 0.000     |
| MP-HP (angle)              | 25.8 ± 6.1              | 19.1 ± 6.7              | 6.75 ± 4.94               | 0.000     |
| Maxilla, Mandible          |                         |                         |                           |           |
| Go-Po (linear)             | 83.7 ± 5.2              | 84.1 ± 6.3              | -0.37 ± 3.97              | 0.508**   |
| B-Po (    HP)              | 7.5 ± 2.3               | 8.1 ± 3.2               | -0.63 ± 3.15              | 0.164**   |
| Dental                     |                         |                         |                           |           |
| OP upper-HP (angle)        | 10.7 ± 4.7              | 4.9 ± 5.9               | 5.72 ± 5.89               | 0.000     |

표 4. 인종간 Ricketts 분석법의 Dolphin Imaging System 상의 계측치 상호비교

|                         | 저자(Korean,N:50)      |                        | Japanese             |                        | Caucasian            |                       |
|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
|                         | male<br>Meand ± S.D. | female<br>Meand ± S.D. | male<br>Meand ± S.D. | female<br>Meand ± S.D. | male<br>Meand ± S.D. | female<br>Meand ± S., |
| <u>SKELETAL</u>         |                      |                        |                      |                        |                      |                       |
| Facial Depth            | 91.9± 4.3            | 91.8± 4.2*             | 89.0± 3.1            | 88.0± 3.1              | 89.6± 3.1            | 88.6± 3.1             |
| Facial Axis             | 90.5± 4.0            | 88.0± 3.6              | 88.0± 4.0            | 88.0± 4.0              | 90.0± 4.0            | 90.0± 4.0             |
| Facial Taper            | 67.5± 3.7            | 67.1± 3.8              | 67.8± 3.5            | 66.9± 3.5              | 68.0± 3.5            | 68.0± 3.5             |
| Mandibular Plane Angle  | 20.6± 5.8            | 21.1± 5.3              | 24.0± 5.0            | 24.0± 5.0              | 23.3± 5.0            | 24.2± 5.0             |
| Cranial Deflection      | 21.7± 2.1*           | 23.7± 1.5*             | 28.0± 3.0            | 28.0± 3.0              | 27.0± 3.0            | 27.0± 3.0             |
| Ramus Position          | 73.6± 4.6            | 70.7± 3.8*             | 77.8± 4.0            | 76.6± 4.0              | 76.0± 4.0            | 76.0± 4.0             |
| Porion Location         | -38.5± 0.8           | -38.3± 1.0             | -36.8± 3.5*          | -35.3± 3.5*            | -40.8± 3.5           | -38.8± 3.5            |
| <u>DENTAL</u>           |                      |                        |                      |                        |                      |                       |
| Molar Relation          | -3.4± 1.6            | -2.8± 1.6              | -3.0 ± 3.0           | -3.0± 3.0              | -3.0± 3.0            | -3.0± 3.0             |
| Incisor Overjet         | 2.1± 1.4             | 2.6± 1.8               | 2.5± 2.5             | 2.5± 2.5               | 2.5± 2.5             | 2.5± 2.5              |
| Incisor Overbite        | 3.7± 2.1             | 2.8± 2.4               | 2.5± 2.0             | 2.5± 2.0               | 2.5± 2.0             | 2.5± 2.0              |
| Lower Incisor Extrusion | 1.8± 1.1             | 1.4± 1.2               | 1.3± 2.0             | 1.3± 2.0               | 1.3± 2.0             | 1.3± 2.0              |
| Interincisal Angle      | 119.4±12.7*          | 116.5±11.8**           | 125.0± 6.0           | 25.0± 6.0              | 130.0± 6.0           | 130.0± 6.0            |
| Convexity               | -1.6± 2.6            | 1.0± 3.1               | 2.5± 2.5*            | 3.1± 2.5*              | -0.0± 2.5            | 0.6± 2.5              |
| Upper Molar Position    | 20.9± 4.4            | 17.2± 2.9              | 21.0± 3.0            | 18.0± 3.0              | 21.0± 3.0            | 18.0± 3.0             |
| Man.Incisor Protrusion  | 4.0± 2.3*            | 3.2± 1.9               | 2.0± 2.3             | 2.0± 2.3               | 1.5± 2.3             | 1.5± 2.3              |
| Max.Incisor Protrusion  | 5.5± 2.3             | 5.5± 2.1               | 4.5± 2.2             | 4.5± 2.2               | 3.5± 2.2             | 3.5± 2.2              |
| Man.Incisor Inclination | 30.5± 6.8**          | 29.9± 8.1*             | 26.0± 4.0*           | 26.0± 4.0*             | 22.0± 4.0            | 22.0± 4.0             |
| Max.Incisor Inclination | 30.1± 9.2            | 33.6± 7.7*             | 29.0± 4.0            | 29.0± 4.0              | 28.0± 4.0            | 28.0± 4.0             |
| <u>SOFT TISSUE</u>      |                      |                        |                      |                        |                      |                       |
| Lip Protrusion          | 1.4± 2.3**           | 1.0± 2.1*              | -2.0± 2.0            | -0.5± 2.0              | -2.9± 2.0            | -2.3± 2.0             |

Statistical analysis: Paired t-test. N:50 \*\* : Not significant statistically, p>0.05

#### IV. 총괄 및 고찰

교정진단 및 분석에 있어 컴퓨터의 사용은 두경부 측면 X-선 사진을 tracing 한후 해부학적 계측점을 설정하고 이것을 2차원 digitizing 기법을 이용하여 입력하고, 각 계측점들 간의 거리와 각도를 측정하는 것이 이용되고 있다. 이 방법을 사용하면 계측점 설정이 정확히 되었다 하더라도 각도를 재고 거리를 측정하는데 발생하는 오차를 감소시킬수 있다. 특히, 각도에 있어서는 흔히 사용하는 각도기로는  $0.1^\circ$  단위까지 측정하기는 불가능하지만 컴퓨터상의 각도 측정은  $0.01^\circ$  까지 측정치가 나오므로 매우 유용하다고 할 수 있다.

3차원 digitizing 기법을 이용한 Dolphin Imaging System은 환자를 앉힌 상태로 머리 부분을 고정하고 이를 컴퓨터 영상으로 잡은 다음 환자의 연조직 상에서 골구조를 축진하여 digitize하는 방법으로 치아를 포함한 두경부의 골격 관계를 재현해내는 장비이다.

본 연구에서는 한국인 성인 정상교합자를 대상으로 각 대상자마다 측모두부 방사선사진을 찍고, Dolphin Imaging System의 Digigraph Work Station을 이용하여 digitizing을 한 후 세가지 분석법을 이용해 계측치들을 상호 비교하였다. 그 결과가 표에 제시 되었다.(표 1 - 표 3)

연세분석법(표 1)에서의 saddle angle, articular angle 은 각각  $10^\circ$ ,  $28^\circ$ 의 차이를 보였는데 이는 Dolphin Imaging System에서는 sella를 직접 digitizing 할 수 없기 때문에 머리 부위에 네 점 (s1, s2, s3, s4)을 잡아서 sella점을 추정해내기 때문인 것으로 사료된다.

Gonial angle은  $9.1^\circ$ 의 차이를 보였는데 upper gonial angle에서 보다 lower gonial angle에서 차이가 크게 나타났다. anterior cranial base length와 posterior cranial base length는 3.0mm로 비교적 작은 차이를 보였지만 통계적 유의차가 있었다.

Ramus height는 tracing군과 digitizing군의 차이가 없는 것으로 나타났는데 이는 articular가 digitizing하는데 있어서의 어려움에도 불구하고

비교적 짧은 거리에서 측정이 이루어진 결과로 생각된다.

이에 비해 facial depth, facial length, posterior facial height, anterior facial height은 모두 9.9mm이상의 큰 차이를 보였다. SN Plane에 대한 상하악골의 관계를 나타내는 SNA, SNB의 평균 오차는  $-4.1^\circ$ ,  $-4.0^\circ$ 로 유의차가 있는것으로 나타났다고, 이 정도의 수치는 임상적으로 진단에 있어 많은 차이를 가져올수 있다. Ricketts 분석법(표 2)에서도 facial depth는  $-4.2^\circ$ 로 차이를 보였고, maxillary depth만  $-0.8^\circ$ 로서 유의성이 없었다. 이는 nasion을 digitizing하는데 있어 연조직을 집어서 한쪽으로 제긴후 bone의 가장 들어간 부분을 잡았는데 실제로 frontonasal suture는 이보다 약간 전상방에 위치하는 것이 보통이다. SN Plane을 기준으로 하거나 N point가 포함되는 계측치중 유의차를 보이지 않은 계측치는 하나도 없었다. 이에 비해 FH plane을 기준으로 하는 계측치중 유의차를 보이지 않은 계측치는 FMIA, IMPA, maxillary depth였고, Y Axis to FH 도 mean difference  $0.9^\circ$ 로 비교적 작은 값을 나타내었다. 상하악골간의 관계를 나타내는 ANB는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 그러나 Wits와 Ricketts 분석법의 convexity, Downs 분석법의 facial convexity는 유의차가 있었다. occlusal plane 에 대한 mandibular plane의 각도는 차이를 보이지 않는 반면 FH Plane에 대한 mandibular plane의 각도는  $3.2^\circ$ 로 차이를 보였다.

상하악 전치의 돌출도와 경사도를 평가하기 위해 사용되는 기준선으로 A-Po line과 N-Po line, NA line, NB line 이 있다. 이 네가지 plane에 대한 상하악 전치들의 계측치값 중에서 A-Po line에 대한 상악 전치의 경사도를 제외하고는 모두 차이를 보였다. 이는 상악치아는 digitizing동안 고정된 상태로 유지되는 반면 하악치아를 digitizing할 때는 입을 벌리게 되는데 이때 정확한 hinge movement가 일어나지 않았거나 bite block을 물면서 하악골이 한쪽으로 변위 되므로써 생긴 결과로 사료된다. 또한 치아의 장축을 결정하는데 있어서도 직접 치근침에 di-

digitize할수 없기때문에 전치의 절단면과 순측, 설측 치은변연부를 입력하여 치근침을 추정하는데 이것도 두 group간에 차이가 나는 한가지 원인이 되었다고 사료된다. Interincisal angle도 4.7° 차이가 났는데 이 또한 상,하악전치 경사도측정의 부정확성에 기인 한것으로 사료된다. Esthetic line에 대한 상순,하순의 관계를 보면 비교적 작은 차이, -1.0mm과 -0.2mm의차이를 나타내었고 하순만이 통계적 유의차가 없는 것으로 나타났다.

Ricketts 분석법(표 2)에서 overjet, overbite과 같이 작은 값을 보이는 계측치인 경우 대상자의 약간의 움직임에 의해서도 많은 차이를 나타내게 된다. Ricketts분석법에서는 세계의 거리 계측 항목 즉 lower incisor extrusion, upper molar position, lip protrusion에서 유의차가 없는 것으로 나타났고, 각도 계측항목에서는 maxillary incisor inclination, facial taper, maxillary depth에서 유의차가 없는것으로 나타났다.

Burstone분석법 (표3)에서의 차이를 보면 컴퓨터가 계측할수 있는 10개 항목만을 비교하였는데 거리계측인 Go-Po와 B-Po에서 유의차가 없었을뿐, 나머지 8개 항목에서 유의차를 보였다. N과 관련된 계측치 Ar-N은 -3.2mm정도 차이가 났고 N-A는 -3.5mm, N-Po는 -10.4mm으로 점진적으로 큰 차이가 났다. 이는 HP를 SN에 -7° 값으로 잡았는데 sella point에서의 오차가 개재된 때문인 것으로 생각된다.

ANS는 실제 digitize를 하지 않았으므로 N-ANS, ANS-Gn은 의미가 없고, MP-HP에서의 차이는 HP plane의 오차 때문인 것으로 생각된다.

Go-Po, B-Po는 모두 실제 digitizing에 포함되는 계측점으로서 유의차가 없는 것으로 나타났다.

이상에서 살펴본대로 세가지 분석법의 64개의 계측항목을 상호 비교한 결과 유의차가 없었던 항목은 13개 였다. 이런 결과가 나온 원인으로서는 직접 digitize하지 않고 다른 계측점들에 의해 정해지는 계측점(sella, incisor root tip등) 추정부의 부정확성에 기인한것으로 사료된다. 또한 digiti-

zing동안의 환자의 움직임, 골구조상의 연조직의 두께도 서로간의 차이에 기여한것으로 사료된다. 또한 선 계측항목에서 볼때 방사선사진상에서는 약10%의 확대율을 보이는 반면 digigraph상에서는 확대가 거의 없었는데 이것도 서로간에 차이를 보이는 원인이 된것으로 사료된다.

digitizing방법에 있어서도 manual과 관련 video자료를 통해 습득한 지식으로 연구에 임하였는데 장기간의 임상사용과정을 거친후 두방법을 비교하였다면 다른 결과를 얻을수도 있었을 것으로 사료된다.

한국인 성인 정상교합자를 대상으로 한 본 연구에서 얻은 자료중 Ricketts분석법에서의 Digigraph상의 계측치의 평균치를 Work Station내에 입력되어 있는 다른 인종의 정상치와 상호 비교하였다(표4). 군간의 차이에 대한 통계적 비교는 Caucasian의 값을 기준으로 Korean과 Japanese를 비교 하였다. 이를 살펴보면, 골격 계측치에 있어서는 서로가 유사한 값을 보였다. Korean에서 cranial deflection이 작은것으로 나타났고, Japanese에서 porion location 이 작은것으로 나타났다.

치아 계측치에 있어서는 convexity를 살펴보면 Caucasian과 Korean은 비슷한값을 나타낸 반면 Japanese는 더 큰 값을 보였다. Korean에서 A-Po line에대한 상,하악전치의 돌출도와 경사도가 Caucasian에 비해 큰값을 나타내었고 interincisal angle은 작은 값을 보였다. 이는 방사선 계측치를 caucasian과 상호 비교한 Park<sup>24)</sup>의 연구와 유사한 결과를 보였다. Lip protrusion에서는 Caucasion 남자 -2.9mm, 여자 -2.3mm인데 반해 본 실험에서는 남자 1.4mm, 여자 1.0mm으로 나타났다. 이는 caucasian에서는 코의 높이가 상대적으로 높고 chin이 더 뚜렷하며 상순 및 하순의 돌출도가 상대적으로 미약하기 때문인것으로 사료된다.

## V. 결 론

교정진단분석의 목적으로 개발된 Dolphin Imaging System을 기존에 사용하고 있는방사선

계측법과 비교하기 위하여 정상교합을 가진 한국인 성인남자 26명, 성인여자 24명을 선별하여 측모두부 방사선사진을 촬영하고, Dolphin Imaging System의 Digigraph Work Station을 이용하여 Digitizing 하였다. 연세분석법과 Ricketts 분석법, Burstone 분석법으로 분석하고 비교가 가능한 계측항목을 상호 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 비교가 가능한 세가지 분석법의 64개 계측항목중 13개 계측항목에서 통계적 유의차가 없었다( $P < 0.05$ ).
2. FH Plane을 기준으로한 계측치들 중 유의차를 보이지않은 항목이 3개인데 비해 SN Plane을 기준으로한 계측치들 모두 통계적 유의차를 보였다( $P < 0.05$ ).
3. 유의차를 보이지않은 항목은 대부분 비교적 짧은 거리의 거리계측항목이었고 각도 계측항목은 대부분 통계적 유의차를 보였다( $P < 0.05$ ).

### 참고 문헌

1. Baumrind, S. and Frantz, R.: The reliability of head film measurements, 1.Landmark identification, Am. J. Orthod., 60:111-127, 1971.
2. \_\_\_\_\_: The reliability of head film measurements, 2.Conventional angular and linear measures, Am. J. Orthod., 60:505-517, 1971.
3. Björk, A. and Solow, B.: Measurements on radiographs, J. Dent. Res., 41: 672-683, 1962.
4. Broadbent, B.H.: The face of Normal child, Angle Orthod., 7:183-208, 1931.
5. \_\_\_\_\_: A new x-ray technique and its application to Orthodontia, Angle Orthod., 1:45-66, 1931.
6. Burstone, C.J.: Cephalometrics for orthognathic surgery, J. Oral, Surgery, 36:269-277, 1978.
7. Chaconas, S.J., Jacobson, R.L., and Lemchen, M.S.: The Digigraph work station, Part 3 accuracy of cephalometric analyses, J. Clin. Orthod., 24:467-471, 1990.
8. Coben, S.E.: The Intergration of Facial Skeletal Variants: A Serial cephalometric roentgenographic analysis of craniofacial form and growth, Am. J. Ortho., 41:407-434, 1955.
9. Downs, W.B.: Variations in facial relationships, Their significance in treatment and prognosis, Am. J. Orthod., 34:812-840, 1948.
10. \_\_\_\_\_: The role of Cephalometrics in Orthodontic case analysis and diagnosis, Am. J. Orthod., 41:407-434, 1955.
11. \_\_\_\_\_: Analysis of the dento-facial profile, Angle Orthod., 26:191-212, 1956.
12. Engel, G., and Spolter, B.M.: Cephalometric and visual norms for a Japanese population, Am. J. Orthod., 80:48-60, 1981.
13. Himmelberg, D.L.: Comparison of radiographic cephalometrics and computerized imaging techniques, University of California, Los Angeles, 1991.
14. Holdaway, R.A.: Changes in Relationship of Point A and B during Orthodontic Treatment, Am. J. Orthod., 42:176-193, 1956.
15. Houston, W.J.B.: The analysis of errors in orthodontic measurements, Am. J. Orthod., 83:382, 1983.
16. Jacobson, A.: The "Wits" appraisal of jaw disharmony, Am. J. Orthod., 67:125-138, 1975.
17. Jarabak, J.R.: Technique and Treatment with Light-wire Edgewise Appliance, C.V.Mosby Company, 128-166, 1972.
18. Kim, Y. H.: Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite, Am. J. Ortho., 65(6):586-611, 1974.
19. \_\_\_\_\_: Antero-posterior dysplasia indicator An adjunct to cephalometric differential diagnosis, Am. J. Ortho., 73(6):619-633, 1978.
20. Lim, J.Y.: Parameters of facial asymmetry and their assessment, University of Connecticut
21. Lurie, A.: Risk/benefit considerations in orthodontic radiology, J. Clin. Orthod. 15:469-478, 1981.
22. Mitgard, J., Bjork, A., and Linder-Aronson, S.: Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurement of cephalometric cranial distances, Angle Orthod., 44:56-62, 1974.
23. Moorrees and Lebet: The Meshdiagram in cephalometrics, Angle Orthod., 32:214-231, 1962.
24. Park, I. C. : A Cephalometric study of Korean adults, Am. J. Orthod., 96:54-59, 1989.
25. Ricketts, R.M.: A foundation for cephalometric communication, Am. J. Ortho., 330-357, 1960.
26. \_\_\_\_\_: Perspectives in the clinical application

- of cephalometrics, Angle Orthod., 51:115-150, 1981.
27. Riedel, R.: The relation of maxillary structure to cranium in malocclusion and normal occlusion, Angle Orthod., 22:142-145, 1952.
  28. \_\_\_\_\_: An analysis of dentofacial relationships, Am. J. Orthod., 43:109-119, 1957.
  29. Salzmann, J.A.: Limitations of roentgenographic cephalometrics, Am. J. Orthod., 50:169, 1964.
  30. Sassouni, V.: A classification of skeletal types, Am. J. Orthod., 55:109-123, 1969.
  31. Savage, A.W., Showfety, K.J., Yancey, J.: Repeated measures analysis of geometrically constructed and directly determined cephalometric points, Am. J. Orthod. & Dentofac. Orthop., 91:295-299, 1987.
  32. Steiner, C.C.: Cephalometrics for you and me, Am. J. Orthod, 39:729-755, 1953.
  33. \_\_\_\_\_: Cephalometrics in clinical practice, Angle Orthod., 29:8-29, 1959.
  34. \_\_\_\_\_: The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment, Am. J. Orthod., 46:721-735, 1960.
  35. Takeshi Sekiguchi: Variability of Cephalometric landmarks used for face growth studies, Am. J. Orthod., 61:603-618, 1972.
  36. Thurow, R.C.: Cephalometric methods in research and private practice Angle Ortho., 21:104-116, 1951.
  37. \_\_\_\_\_: Fifty years of Cephalometric Radiography, Angle Orthod., 51:89-115, 1981.
  38. Tsao, D.H., Kazanoglu, A., McCasland, J.P.: Measurability of radiographic image, Am. J. Orthod., 84:212, 1983.
  39. Tweed, C.H.: The diagnostic facial triangle in the control of treatment objectives, Am. J. Orthod., 55: 651-667, 1969.
  40. Vander Linden, F.D.G.M.: A study of roentgen- cephalometric bony landmarks, Am. J. Orthod., 59:111-125, 1971.
  41. 백일수 : 청소년기의 정상교합자에 대한 두부방사선 계측학적 연구, 대한치과교정학회지, 12 : 177 - 189, 1982.
  42. 이과희 : 정상교합자에 있어서 Steiner씨 및 Tweed씨 분석법에 의한 교정학적 표준치에 관한 연구 대한치과 교정학회지, 13:83-93, 1983.
  43. 서정훈 : Steiner씨 분석법에 의한 Roentgenographic Cephalometry의 기준치에 관하여, 현대의학, 6 : 515-527, 1967.
  44. 양원식 외 : Holdaway ratio에 관한 두부방사선 계측학적 연구, 대한치과교정학회지, 1:29-32, 1970.

-ABSTRACT-

COMPARISONS OF MEASUREMENTS OBTAINED FROM LATERAL  
CEPHALOMETRIC RADIOGRAPHS AND DIGIGRAPHS  
OF DOLPHIN IMAGING SYSTEM

Hae-Joon Park, Young-Chel Park

*Department of Dental Science, Graduate School, Yonsei University*

The purpose of this study was to compare the differences in measurements between cephalometric radiographs and digigraphs of Dolphin Imaging System. 26 Korean adult male and 24 adult female with normal occlusion were selected. For each subject lateral cephalogram was taken. Digitizing with Digigraph Work Station of Dolphin Imaging System was performed as well. 50 tracings and 50 digigraphs were analyzed with Yonsei, Ricketts, Burstone analyses. The comparable measurements between tracing group and digigraph group were statistically analyzed.

The results were as follows:

1. 13 of 64 comparable measurements did not show any statistically significant difference ( $P > 0.05$ ) between tracing group and digigraph group.
2. Three of the measurements with FH plane as a reference plane did not show any statistically insignificant difference. All measurement with SN plane as a reference plane showed statistically significant difference ( $p < 0.05$ ).
3. The measurements which showed no statistically significant difference were mostly short distance linear measurements while most of the angular measurements showed statistically significant difference ( $p < 0.05$ ).

KOREA. J. ORTHOD. 1994 ; 24(3) : 521-534

**Key words** : cephalometric radiograph, digigraph, Dolphin Imaging System, Korean nomals