미니스크류 임플란트 식립을 위한 상악 전치부 치조골에 대한 CBCT 평가

연세대학교 대학원

치 의 학 과

최 진 환

미니스크류 임플란트 식립을 위한 상악 전치부 치조골에 대한 CBCT 평가

지도 유 형 석 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2012년 12월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

최 진 환

최진환의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2012년 12월 일

감사의 글

논문이 완성되기까지 따뜻한 배려와 함께 세심한 지도와 격려를 아끼지 않으신 유형석 지도 교수님께 진심으로 감사 드리며, 귀중한 시간을 내주시어 부족한 논문을 살펴주신 백형선 교수님, 이기준 교수님께 깊이 감사 드립니다. 또한 늦게나마 대학원에 입학하여 공부할 수 있도록 기회를 주신 김경호 주임교수님을 비롯하여, 박영철 교수님, 황충주 교수님, 차정열 교수님, 정주령 교수님께도 감사 드립니다.

논문을 쓰는 동안 많은 배려를 해준 연세 리더스치과 원장들과 직원들에게도 감사 드립니다.

마지막으로 항상 저를 지켜봐 주시고, 부족한 저를 사랑으로 감싸주신 주신 양가 부모님께 감사와 사랑의 마음을 전합니다. 언제나 제가 하는 일을 응원해 주고 곁에서 도움을 주는 사랑하는 아내와 삶의 기쁨이 되어주는 딸 연아에게 큰 감사와 기쁨을 전하며, 이 논문을 나누고자 합니다

2012년 12월

최진환 드림

차 례

그림 차례 ····· ii

표 차례 ····· iii

국문요약 ····· iv

I. 서 론 ····· 1

II. 연구 방법 ····· 4

1. 대상선정과 CBCT촬영 ····· 4

2. 기준면 ····· 6

3. 계측방법 ····· 7

4. 계측치의 분석 및 통계 처리 ····· 9

III. 연구 결과 ····· 10

1. 조사자내의 오차검정 ····· 10

2. 전체 대상 결과 ····· 10

3. 전후방적 골격상태에 따른 차이 ····· 14

4. 수직적 골격상태에 따른 차이 ····· 17

IV. 총괄 및 고찰 ····· 20

V. 결 론 ····· 26

참고문헌 ····· 28

영문요약 ····· 32

그림 차례

Fig. 1. CBCT scan in Natural Head Position ·····5

Fig. 2. OnDemand3D(Cybermed, Seoul, Korea) and reference plane ·····6

Fig. 3. Reference line for measurement in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level in sagittal view ·····7

Fig. 4. Measurement in sagittal view·····8

Fig. 5. Measurement in axial view (CEJ 4mm level) ·····8

Fig. 6. Boxplot of cortical bone thickness ····· 11

Fig. 7. Boxplot of labio-palatal thickness····· 12

Fig. 8. Boxplot of interdental root distance····· 13

Fig. 9. Boxplot of cortical bone thickness among the three skeletal groups in U1-U1 ····· 15

표 차례

Table 1. Classification of anterior skeletal pattern ····· 4

Table 2. Classification of vertical skeletal pattern ····· 4

Table 3. Cortical bone thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level ····· 10

Table 4. Labio-palatal thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level ····· 12

Table 5. Interdental root distance in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level ····· 13

Table 6. Difference in cortical bone thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level among the three skeletal groups ····· 14

Table 7. Difference in labio-palatal thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level among the three skeletal groups ····· 15

Table 8. Difference in interdental root distance in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level among the three skeletal groups ····· 16

Table 9. Difference in cortical bone thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level between the two facial groups ····· 17

Table 10. Difference in labio-palatal thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level between the two facial groups ····· 18

Table 11. Difference in interdental root distance in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level between the two facial groups ····· 19

국문 요약

젊은 여성환자의 증가로 아름다운 smile line에 대한 관심이 증가하고 있다. 따라서 gummy smile의 해결을 위한 상악 전치부의 함입치료는 교정영역에서 중요한 술식이 되었다. 상악 전치부 치근사이에 미니스크류 임플란트를 식립하여 직접 함입력을 적용하면 다른 부작용을 최소화하면서 좋은 치료 결과를 만들어 낼 수 있다. 이러한 교정치료 방법은 임상적으로 많이 활용되고 있지만 미니스크류 임플란트 식립위치인 상악 전치부의 치근사이 치조골에 대한 연구는 미미한 실정이다.

본 연구는 CBCT를 이용하여 상악 전치부 치근사이 치조골을 3차원적으로 분석하여 미니스크류 임플란트 식립을 위한 임상적인 가이드라인을 제공하고자 하였다. 성인환자 52명의 CBCT 자료를 이용하여 상악중절치사이(U1-U1), 상악중절치와 측절치사이(U1-U2), 상악측절치와 견치사이(U2-U3)의 치근부위에서 피질골 두께, 순설측 두께, 치근사이 거리를 계측하였고, 전후방적 골격상태, 수직적 골격상태에 따라 분류하고 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 피질골 두께는 중절치사이에서 측절치와 견치사이로 갈수록 유의성 있게 증가하였다($P<0.05$). U1-U1, U2-U3 에서 CEJ 상방으로 갈수록 두꺼워지는 경향을 보였고, CEJ 4mm 와 8mm 간에 유의성 있는 차이를 보였다($p<0.05$).

2. 순설측 두께는 U1-U1 사이가 유의성 있게 가장 얇은 것으로 나타났다($p<0.05$). U1-U1 사이는 CEJ 상방으로 갈수록 감소되는 경향을 보였고, CEJ 4mm 와 8mm 간에는 유의성 있는 두께 차이를 보였다($p<0.05$).

3. 치근사이 거리는 U1-U2 사이가 유의성 있게 가장 좁은 것으로 나타났다(p<0.05). 모든 측정부위에서 CEJ 상방으로 올라갈수록 치근사이 거리는 유의성 있게 넓어지는 경향을 보였다(p<0.05).

4. 전후방적 골격상태에 따라 분석해 본 결과 U1-U1 사이의 CEJ 6mm 에서 골격성 Cl Ⅰ이 피질골 두께가 유의성 있게 두꺼운 것으로 나타났다(p<0.05).
   순설측 두께, 치근사이 거리에 있어서는 유의성 있는 차이가 없었다.

5. 수직적 골격상태에 따라 분석해 본 결과 장안모군과 정상안모군이 피질골 두께, 순설측 두께에서 유의성 있는 차이는 없었다.
   치근사이 거리에서도 U1-U2 사이의 CEJ 6mm 외에는 유의성 있는 차이는 없었다(p<0.05).

핵심되는말 : CBCT, 상악전치 함입, 상악전치부 치조골, 피질골 두께, gummy smile, 미니스크류 임플란트

미니스크류 임플란트 식립을 위한 상악 전치부 치조골에 대한 CBCT 평가

연세대학교 대학원 치의학과

(지도 유형석 교수)

최 진 환

Ⅰ. 서 론

미니스크류 임플란트(miniscrew implant)는 현재 교정분야에서 매우 광범위하게 사용 되고 있다. 초기에는 단순하게 구치부 고정원을 보강 또는 대체 하기 위한 목적으로 시작되었다. 하지만 현재에는 구치부 고정원 보강 외에 치아의 함입(intrusion), 구치부의 직립(molar uprighting), 구치부의 전방이동, 상하악 치열궁 전체 후방이동(total distalization), 전치부 치축조절(torque control) 등 다양한 술식에 활용 되고 있다.

Gummy smile은 20-30대의 여성에서 빈도가 가장 높게 나타난다.[1] 성인 여성 교정 환자의 증가로[2-3] 인해 gummy smile의 교정적 치료는 교정영역에서 중요한 술식이 되었다. 교정 치료 목표도 단순하게 가지런한 치아와 잘 교합된 상하악 치열궁으로 국한 되지 않는다. 여기에 더해 웃을 때 안모와 조화를 이루는 아름다운 smile line이 충족되어야 한다.[4-5] 이처럼 최근에는 아름다운 smile line이 강조되면서 전치부 함입(anterior teeth intrusion) 을 이용한 gummy smile 치료에 대한 관심이 높아지고 있다.

Gummy smile 치료를 원하는 환자의 대부분은 상악골의 과도한 수직적 성장과 관련 되어 있다.[6-7] 수직적으로 상악이 발달된 환자에서는 발치교정 후에 오히려 잇몸 노출량이 증가되는 부작용이 빈번하게 발생하여 항상 좋은 치료결과를 보여주는 것은 아니었다.[16] 그러나 전치부에 미니스크류 임플란트를 식립하여 전치부 함입을 시행하면 잇몸노출 정도를 술자가 조절할 수가 있어 좋은 결과를 얻을 수가 있다.[11-16] 미니스크류 임플란트가 사용되기 이전에는 전치부 함입을 위한 복잡한 교정장치(intrusion arch)[8-9]가 추가적으로 사용되었고, 환자의 불편감도 상당할 뿐만 아니라 그 효과도 크지 않았다.

미니스크류 임플란트를 전치부에 식립하여 직접 함입력을 가하면 추가적인 함입 장치(intrusion arch)도 필요 없고, 생역학(biomechanics)도 매우 간단해져 치료의 예측가능성이 높아진다. 또한 치료결과에 있어서도 만족할 만한 결과를 보여준다.[11-16]

그러나 전치부 치조골 부위에 미니스크류 임플란트를 식립하는 것은 구치부 협설측 치조골 부위에 식립하는 것 보다 어려운 점이 많다. 전치부의 피질골 두께는 구치부 보다 얇은 것으로 알려져 있고[17], 순소대와 같은 해부학적인 장애물이 있기 때문에 항상 좋은 결과를 보장하는 것은 아니다. Costa[18]등의 연구에 따르면 미니스크류 임플란트의 안정성은 골유합(osteointegration)보다는 피질골(cortical bone)의 질과 양이 중요하다고 하였다. 또한 다수의 연구에서도 초기 안정성에 가장 중요한 요소는 피질골의 두께라고 하였다.[19-20]

미니스크류 임플란트의 통상적인 식립 위치인 대구치, 소구치 부위의 순설측 피질골 두께와 구개정중부위의 피질골 두께에 대한 연구는 많이 보고 되었다.[21-25] Schnelle[21]등은 파노라마 사진상에 치근사이 거리를 연구하였고, Lee와 Joo[22]등은 CT를 이용하여 치근사이 거리, 골과 치근사이의 치조골 두께를 연구하였지만, 미니스크류 식립부위의 피질골 두께에 대한 계측은 하지 않았다. Gahleitner[23]등은 CT 를 이용하여 피질골 두께를 계측하였지만, 상악의 경구개(hard palate)의 피질골 두께에 연구의 중심

을 두었다. Deguchi[24]등은 CT를 이용하여 상하악 구치부 와 전치부 부위의 협설측 피질골 두께를 측정하였다. 하지만 전치부의 경우에는 A point와 ANS 부위만을 측정하였다. 이 부위는 실제 미니스크류 임플란트가 식립되는 위치보다 상방이기 때문에 임상적으로 큰 의미를 주지 못한다. Park과 Kim[25]등은 CT를 이용하여 하악의 협설측 피질골 두께와 치근사이 거리를 연구하였다. Farnsworth[17] 등은 CBCT를 이용하여 상하악 치근사이 피질골 두께를 측정하였지만, 상하악 전치 부위에서는 측정을 시행하지 않았다. 최근에 임상적으로 상악 전치부 치근사이 치조골에 미니스크류 식립이 늘어나고는 있지만, 상악 전치부 치조골에 대한 연구는 이처럼 많지가 않다.

본 연구의 목적은 미니스크류 임플란트 식립을 위한 상악 전치부 치근사이 치조골에 대한 평가이다. Cone beam Computed Tomography(CBCT)를 이용하여 상악 전치부 치근 사이의 피질골의 두께(cortical bone thickness), 순설측 두께(labio-palatal thickness), 치근사이 거리(interdental root distance)를 측정하여 상악 전치부 미니스크류 임플란트 식립을 위한 임상적인 가이드라인을 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 대상선정과 CBCT 촬영

교정진료를 받기 위해 내원한 환자를 대상으로 Cone beam Computed Tomography(Point 3D Cmobi 500C, Pointnix, Seoul, Korea)가 진단목적으로 촬영 되었다. 총 대상자들 중에 임상 및 방사선 검사 결과 다음의 범주에 속하는 성인 환자 52명을 선택하였다.

a. 상악 전치부 반대교합이 없는 자

b. 상악 전치부 총생이 2-3mm 미만인 자

c. 상악 전치부 결손이나, 왜소치가 없는 자

d. 상악 전치부 공간(Spacing)이 2mm이내인 자 5

e. 교정치료를 받은 경험이 없는 성장이 완료된 자

1) 대상 분류

총 52명의 대상자들의 평균나이는 27.9세 였고, 남자 17명(평균 27.6세), 여자 35명(평균 28.0세)으로 구성되었다. 먼저 측면 두부방사선사진을 계측하고 평가한 후 전후방적 골격상태와, 수직적 골격상태에 따라 아래와 같이 분류하였다(Table1, 2).

Table 1. Classification of anterior skeletal pattern

Group	Sample(n=52)	Age(years)	Classification
Skeletal Cl Ⅰ	23	28.3	0.5°≤ANB ≤4.5°
Skeletal Cl Ⅱ	19	28.3	ANB>4.5°
Skeletal Cl Ⅲ	10	26.3	ANB<0.5°

Table 2. Classification of vertical skeletal pattern

Group	Sample(n=35)	Age(years)	Classification
Normodivergent type	20	28.9	30°≤Sn-GoMe≤40°
Hyperdivergent type	15	27.2	Sn-GoMe>40°

2) CBCT 촬영

환자들은 촬영기계 전면에 놓인 거울을 바라보는 Natural Head Position(NHP)상태에서 수직광선을 얼굴 정중선에 일치시킨 후 촬영되었다. CBCT(Voxel size:0.160mm)촬영을 통해 얻어진 DICOM 데이터는 3차원 분석프로그램인 OnDemand3D (Cybermed, Seoul, Korea) 프로그램을 이용하여 분석 되었다.

Fig 1. CBCT scan in Natural Head Position

2. 기준면 (reference plane)

3차원 분석 프로그램 상에 나타나는 기준면은 CBCT 촬영 시 Natural Head Position(NHP)상에서 채득 된 수직면과 수평면이다. 여기서 얻어진 수평면 (horizontal plane)을 계측을 위한 기준면(reference plane)으로 사용하였다.

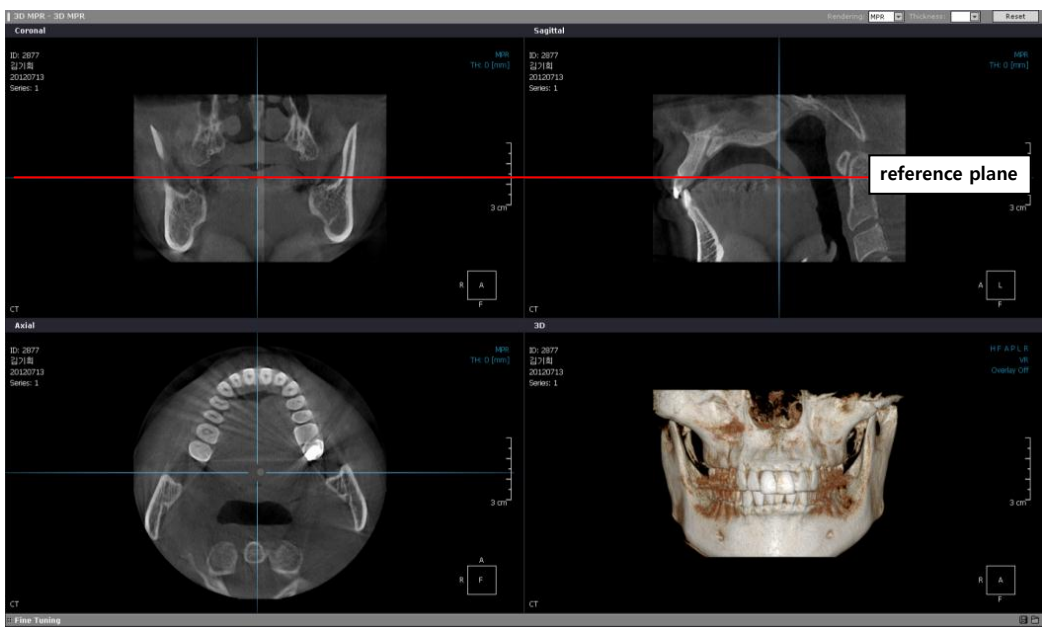

Fig 2. OnDemand3D (Cybermed, Seoul, Korea) and reference plane

3. 계측 방법

상악 중절치 사이(U1-U1), 상악 중절치와 측절치 사이(U1-U2), 상악 측절치와 견치 사이(U2-U3) 부위를 측정하였다. 상악 중절치와 측절치 사이(U1-U2)와 상악 측절치와 견치 사이(U2-U3)는 좌우 두 부위 중 총생이 적은 부위를 임으로 선택하여 한 부위만 측정하였다. CEJ로부터 4mm, 6mm, 8mm 높이에서 기준선(reference line)과 평행하게 1)과 2)항목을 측정하였다. 3)의 항목은 각 높이에서 치근 사이의 최단 거리를 기준으로 측정하였다.

1) 상악 전치부 치근사이 피질골 두께 (cortical bone thickness)

2) 상악 전치부 치근사이 순설측 두께 (labio-palatal thickness)

3) 상악 전치부 치근사이 거리(interdental root distance)

계측항목인 1), 3)은 미니스크류 임플란트 식립 연구를 위한 기본적인 항목이고, 2) 항목은 상악 절치공(incisive foramen)까지의 거리를 확인하여 안전하게 사용 가능한 미니스크류 임플란트 길이를 확인해보기 위한 것이다.

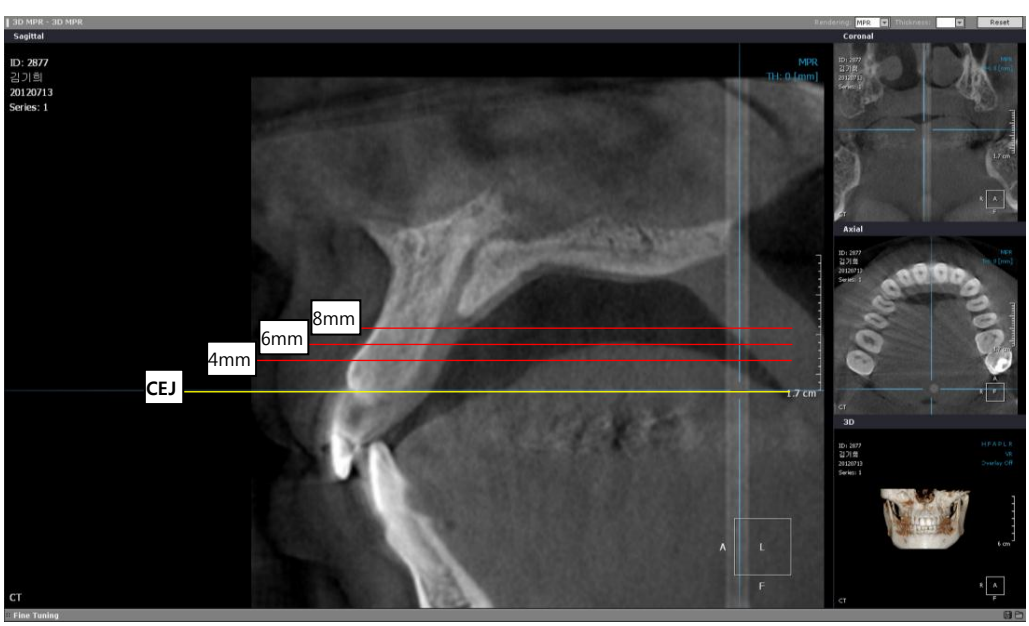

Fig 3. Reference line for measurement in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level in sagittal view

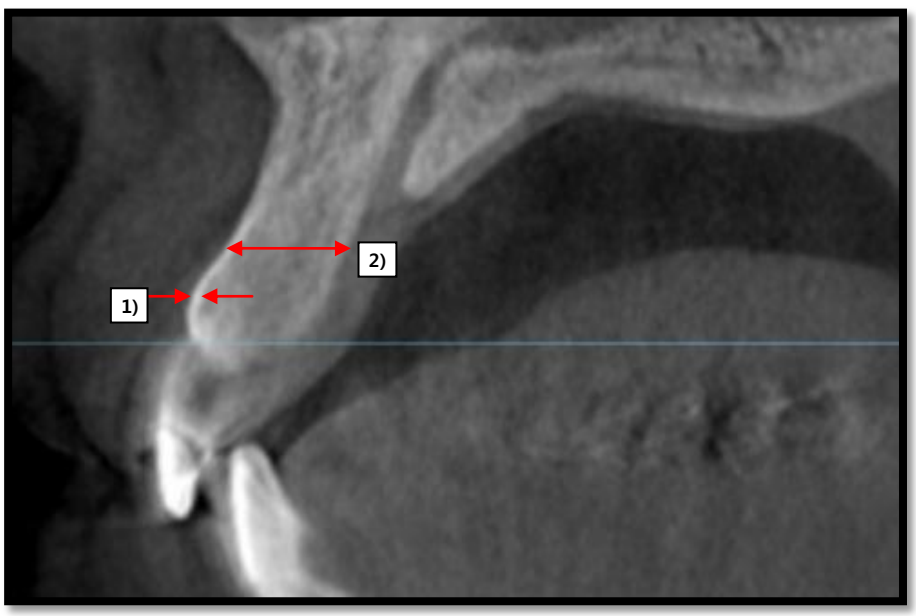

Fig 4. Measurement in sagittal view

: 1) cortical bone thickness; 2) labio-palatal thickness

Fig 5. Measurement in axial view (CEJ 4mm level) : 3) interdental root distance

4. 계측치의 분석 및 통계 처리

촬영된 자료에 대한 계측 및 분석은 동일한 조사자에 의해 이루어졌으며 상기에서 얻어진 분석치는 SAS 9.2 통계 패키지 프로그램을 이용하여 통계 처리 하였다.

1) 조사자내의 오차 검정 (paired t-test)

: 촬영된 자료에 대한 계측 및 분석은 동일한 조사자에 의해 이루어졌으며, 조사자내의 오차를 확인하기 위해 무작위로 표본을 추출하여 1주 간격으로 2회 반복 측정하였다.

2) 계측치에 대한 정규분포 검사를 시행하였고, 그 결과 다수의 계측치가 정규분포를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 따라서 비모수 방법을 이용하여 계측치간의 유의차 검정을 시행하였다.

3) 전체 대상 결과

: Kruskal-Wallis Test 이용하여 유의차 검정을 시행하였다.

4) 전후방적 골격상태에 따른 차이

: Kruskal-Wallis Test 이용하여 유의차 검정을 시행하였다.

5) 수직적 골격상태에 따른 차이

: Wilcoxon Two-Sample Test 이용하여 유의차 검정을 시행하였다.

III. 연구 결과

1. 조사자내의 오차 검정

본 연구의 계측치 측정에 관한 신뢰도를 평가하기 위하여 시기별로 무작위로 5개의 표본씩을 추출하여 1 주 간격으로 동일한 방법으로 한 명의 조사자가 재측정을 시행하였으며, Paired t-test 결과 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

2. 전체 대상 결과

Kruskal-Wallis Test를 이용하여 각 측정부위의 CEJ 4mm, 6mm, 8mm 에서 계측치간의 차이를 비교하였고, 각 측정높이에서 U1-U1, U1-U2, U2-U3 에서의 계측치 간의 차이를 검정하였다.

피질골 두께는 CEJ 상방으로 갈수록 두꺼워 지는 경향을 보였고, U1-U1과 U2-U3는 CEJ 4mm와 8mm 에서 서로간에 유의성 있는 차이를 보였다(p<0.05). 중절치사이에서 측절치와 견치사이로 갈수록 CEJ 4mm, 6mm, 8mm 모두에서 피질골 두께가 유의성 있게 두꺼워지는 경향을 보였다(p<0.05). 특히 U1-U1은 0.70~0.80mm 정도로 유의성 있게 가장 얇은 피질골 두께를 보였다(p<0.05)(Table 3, Fig. 6).

Table 3. Cortical bone thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level

(unit : mm)

Level	**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**0.70*φ**	0.27	**0.80φ**	0.30	**0.90*φ**	0.34
U1-U2	**1.00**	0.30	**1.00φ**	0.22	**1.10φ**	0.21
U2-U3	**1.15***	0.27	**1.20φ**	0.20	**1.20*φ**	0.13

*Significant difference between CEJ 4mm, 6mm and 8mm (p<0.05)

φSignificant difference between U1-U1, U1-U2 and U2-U3(p<0.05)

U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine

IQR:inter-quartile range

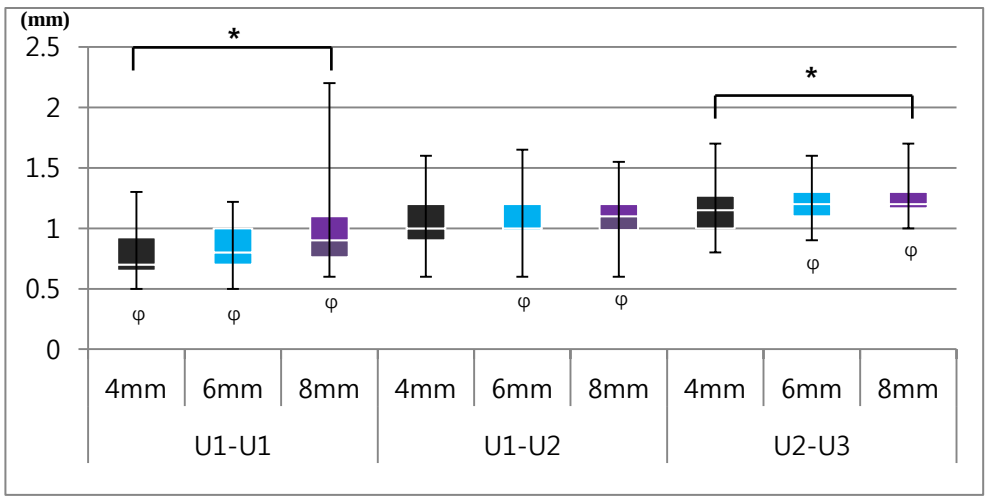

Fig. 6. Boxplot of cortical bone thickness
(CEJ 4mm CEJ 6mm CEJ 8mm)
*Significant difference between CEJ 4mm, 6mm and 8mm (p<0.05)
φSignificant difference between U1-U1, U1-U2 and U2-U3(p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine

순설측 두께는 U1-U2가 가장 두꺼운 것으로 나타났고, U1-U1이 유의성 있게 가장 얇은 것으로 나타났다. CEJ 4mm, 6mm, 8mm 모두에서 U1-U1은 U1-U2, U2-U3에 비해 유의성 있는 차이를 보이며 가장 얇은 순설측 두께를 보였다(p<0.05). U1-U1은 CEJ 상방으로 갈수록 감소되는 경향을 보였고, 특히 CEJ 4mm와 8mm간에는 유의성 있는 차이를 보였다(p<0.05). U2-U3도 CEJ 상방으로 갈수록 감소되는 경향을 보였지만 유의성 있는 차이는 없었다(Table 4, Fig. 7).

Table 4. Labio-palatal thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level **(unit : mm)**

Level	4mm		6mm		8mm	
Site	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**8.50*φ**	1.45	**8.33φ**	1.53	**7.88*φ**	1.43
U1-U2	**9.56**	2.47	**9.77**	2.55	**9.87**	2.83
U2-U3	**9.43**	1.97	**9.48**	2.47	**9.08**	2.57

*Significant difference between CEJ 4mm, 6mm and 8mm (p<0.05)

φSignificant difference between U1-U1, U1-U2 and U2-U3(p<0.05)

U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine

IQR:inter-quartile range

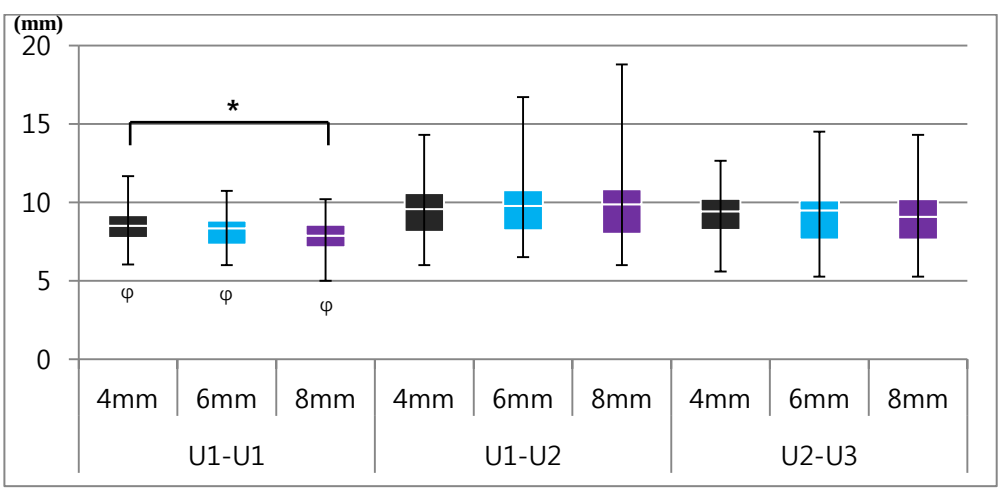

Fig. 7. Boxplot of labio-palatal thickness

(CEJ 4mm CEJ 6mm CEJ 8mm)

*Significant difference between CEJ 4mm, 6mm and 8mm (p<0.05)

φSignificant difference between U1-U1, U1-U2 and U2-U3(p<0.05)

U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine

치근사이 거리는 U1-U2가 가장 좁은 것으로 나타났고, U2-U3가 가장 넓은 것으로 나타났다. 특히 U1-U2는 CEJ 4mm, 6mm, 8mm 모두에서 U1-U1, U2-U3에 비해 유의성 있게 가장 좁은 거리를 보였다(p<0.05). 모든 측정부위에서 CEJ 상방으로 올라갈수록 치근사이 거리는 유의성 있게 넓어지는 경향을 보였다(p<0.05)(Table 5, Fig. 8).

Table 5. Interdental root distance in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level **(unit : mm)**

Level	**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**2.37***	0.67	**3.01***	0.69	**3.87***	0.99
U1-U2	**1.90*φ**	0.41	**2.28*φ**	0.60	**2.95*φ**	0.90
U2-U3	**2.80***	0.68	**3.24***	0.75	**3.88***	0.84

*Significant difference between CEJ 4mm, 6mm and 8mm (p<0.05)
φSignificant difference between U1-U1, U1-U2 and U2-U3(p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine
IQR:inter-quartile range

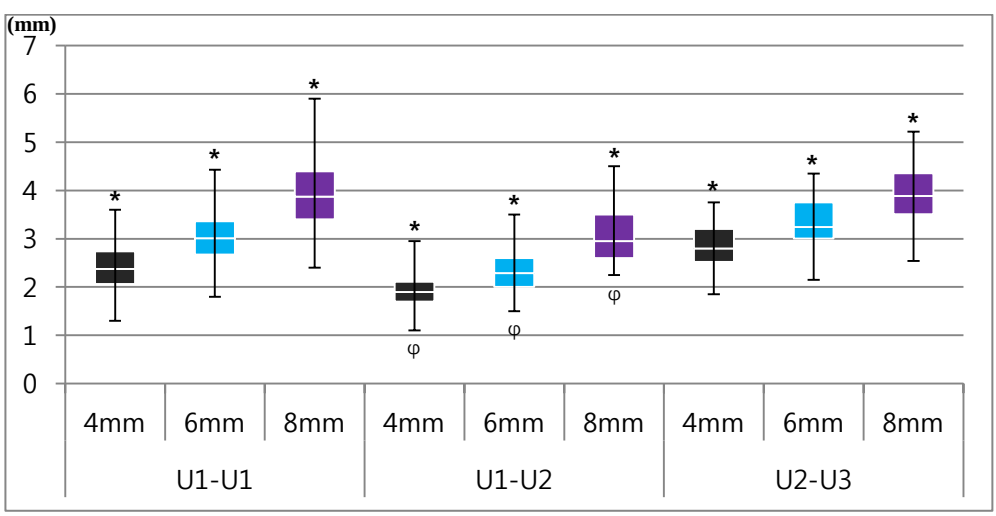

Fig. 8. Boxplot of interdental root distance
(CEJ 4mm CEJ 6mm CEJ 8mm)
*Significant difference between CEJ 4mm, 6mm and 8mm (p<0.05)
φSignificant difference between U1-U1, U1-U2 and U2-U3(p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine

3. 전후방적 골격상태에 따른 차이

Kruskal-Wallis Test를 이용하여 각 측정부위에서 전후방적 골격상태에 따라 분류한 세 그룹간의 CEJ 4mm, 6mm, 8mm 에서의 차이를 검정하였다.

피질골 두께를 보면 U1-U1은 CEJ 4mm, 6mm, 8mm에서 ClⅠ은 ClⅡ와 ClⅢ에 비해 상대적으로 두꺼운 피질골 두께를 보였다. 특히 CEJ 6mm 높이에서 ClⅠ은 ClⅡ와 ClⅢ간에 유의성 있는 차이를 보였다(p<0.05). 이에 반해 U1-U2, U2-U3은 전후방적 골격상태에 따른 유의성 있는 차이는 없었다(Table 6, Fig. 9).

Table 6. Difference in cortical bone thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level among the three skeletal groups

(unit : mm)

Level		**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	**Group**	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**ClⅠ**	**0.80**	0.30	**0.90***	0.20	**1.00**	0.30
	ClⅡ	**0.70**	0.35	**0.75**	0.13	**0.80**	0.40
	ClⅢ	**0.70**	0.05	**0.72**	0.08	**0.84**	0.15
U1-U2	**ClⅠ**	**1.00**	0.34	**1.00**	0.25	**1.10**	0.30
	ClⅡ	**1.00**	0.10	**1.00**	0.21	**1.10**	0.20
	ClⅢ	**1.05**	0.25	**1.00**	0.10	**1.05**	0.40
U2-U3	**ClⅠ**	**1.10**	0.25	**1.20**	0.15	**1.25**	0.18
	ClⅡ	**1.15**	0.30	**1.20**	0.20	**1.20**	0.20
	ClⅢ	**1.21**	0.30	**1.20**	0.02	**1.20**	0.10

*Significant difference among the three groups (p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine
IQR:inter-quartile range

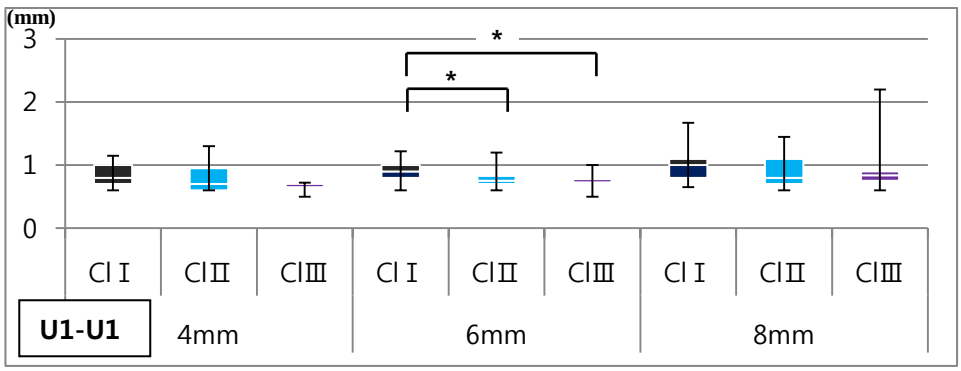

Fig. 9. Boxplot of cortical bone thickness among the three groups in U1-U1
(CEJ 4mm CEJ 6mm CEJ 8mm)
*Significant difference between the three groups (P<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine

순설측 두께, 치근사이 거리에서 전후방적 골격상태에 따른 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다(Table 7, 8).

Table 7. Difference in Labio-palatal thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level among the three skeletal groups

(unit : mm)

Level		**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	**Group**	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**ClⅠ**	**8.60**	1.15	**8.25**	1.52	**7.90**	1.36
	ClⅡ	**8.25**	2.20	**7.95**	1.90	**7.80**	1.62
	ClⅢ	**8.57**	1.81	**8.63**	0.43	**8.09**	1.11
U1-U2	**ClⅠ**	**9.60**	2.80	**10.00**	2.23	**9.97**	2.70
	ClⅡ	**9.40**	3.34	**9.43**	2.37	**9.85**	3.02
	ClⅢ	**9.65**	1.83	**9.34**	2.35	**9.60**	2.30
U2-U3	**ClⅠ**	**9.20**	1.88	**9.57**	2.43	**9.44**	3.24
	ClⅡ	**9.57**	3.36	**9.64**	2.81	**9.00**	1.43
	ClⅢ	**9.68**	1.67	**8.51**	2.52	**8.70**	2.17

*Significant difference among the three groups (p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine
IQR:inter-quartile range

Table 8. Difference in interdental root distance in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level among the three skeletal groups

(unit : mm)

Level		**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	**Group**	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**ClⅠ**	**2.35**	0.70	**3.00**	0.91	**3.80**	0.89
	ClⅡ	**2.48**	0.60	**3.25**	0.49	**4.10**	1.05
	ClⅢ	**2.15**	0.50	**2.70**	0.36	**3.50**	0.80
U1-U2	**ClⅠ**	**1.90**	0.45	**2.30**	0.53	**2.97**	0.80
	ClⅡ	**1.90**	0.45	**2.20**	0.75	**2.95**	1.00
	ClⅢ	**1.80**	0.40	**2.85**	0.31	**2.89**	0.72
U2-U3	**ClⅠ**	**2.84**	0.62	**3.35**	0.65	**3.92**	1.00
	ClⅡ	**2.67**	0.55	**3.22**	0.54	**3.78**	0.77
	ClⅢ	**2.88**	0.76	**3.62**	0.98	**4.05**	0.88

*Significant difference among the three groups ($p<0.05$)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine
IQR:inter-quartile range

4. 수직적 골격상태에 따른 차이

Wilcoxon Two-Sample Test 이용하여 각 측정부위에서 수직적 골격상태에 따라 분류한 두 그룹간의 CEJ 4mm, 6mm, 8mm 에서의 차이를 검정하였다.

피질골 두께를 보면 U1-U1의 CEJ 4mm, 6mm, 8mm에서 장안모군이 정상안모군에 비해 상대적으로 두꺼운 값을 나타냈지만 유의성 있는 차이는 없었다. U1-U2, U2-U3에서도 유의성 있는 차이는 없었다(Table 9).

Table 9. Difference in cortical bone thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level between the two facial groups

(unit : mm)

Level		**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	**Group**	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**Normo**	**0.70**	0.32	**0.78**	0.30	**0.81**	0.30
	Hyper	**0.77**	0.29	**0.80**	0.25	**1.00**	0.35
U1-U2	**Normo**	**1.00**	0.21	**1.00**	0.39	**1.12**	0.39
	Hyper	**1.00**	0.23	**1.00**	0.13	**1.00**	0.10
U2-U3	**Normo**	**1.12**	0.27	**1.20**	0.17	**1.20**	0.17
	Hyper	**1.18**	0.20	**1.20**	0.20	**1.30**	0.10

*Significant difference between the two groups (p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine
IQR:inter-quartile range
Normo:normodivergent facial type
Hyper:hyperdivergent facial type

순설측 두께는 수직적 골격상태에 따른 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다 (Table 10).

Table 10. Difference in labio-palatal thickness in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level between the two facial groups

(unit : mm)

Level		**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	**Group**	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**Normo**	**8.50**	1.15	**8.25**	1.66	**8.00**	1.77
	Hyper	**8.14**	1.20	**7.60**	1.34	**7.76**	1.90
U1-U2	**Normo**	**9.05**	2.40	**9.11**	2.12	**9.51**	2.35
	Hyper	**9.13**	3.78	**9.10**	3.45	**10.1**	4.00
U2-U3	**Normo**	**9.08**	2.17	**9.40**	2.39	**8.79**	1.98
	Hyper	**9.20**	2.25	**8.69**	2.92	**9.00**	2.69

*Significant difference between the two groups (p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine
IQR:inter-quartile range
Normo:normodivergent facial type
Hyper:hyperdivergent facial type

치근사이 거리는 U1-U2의 CEJ 6mm에서 유의성 있는 차이를 보였다(p<0.05). 그 외 유의성 있는 차이는 없었다(Table 11).

Table 11. Difference in interdental root distance in CEJ 4mm, 6mm and 8mm level between the two facial groups

(unit : mm)

Level		**4mm**		**6mm**		**8mm**	
Site	**Group**	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
U1-U1	**Normo**	**2.45**	0.67	**3.18**	0.74	**3.92**	0.92
	Hyper	**2.43**	0.70	**3.02**	0.60	**3.90**	1.12
U1-U2	**Normo**	**2.03**	0.40	**2.47***	0.43	**3.05**	0.70
	Hyper	**1.80**	0.55	**2.10**	0.50	**2.85**	0.50
U2-U3	**Normo**	**2.70**	0.47	**3.13**	0.62	**3.68**	0.85
	Hyper	**2.91**	0.61	**3.25**	0.60	**3.85**	0.69

*Significant difference the two groups (p<0.05)
U1:upper central incisor, U2:upper lateral incisor, U3:upper canine
IQR:inter-quartile range
Normo:normodivergent facial type
Hyper:hyperdivergent facial type

IV. 총괄 및 고찰

과거에는 gummy smile 또는 과개교합을 가진 환자의 교정치료는 매우 어려운 치료 영역에 속해 있었다. 심한 경우에는 대부분 악교정 수술이 권유되었고 교정을 통한 절충치료도 심미적인 면에서 항상 좋은 결과를 보여주지는 못했다.[16]

미니스크류 임플란트의 초창기에는 상악 전치부에 미니스크류 임플란트를 식립하는 것은 거의 언급되거나 연구되지 않았다. 대부분 소구치, 대구치 협설측 부위에 식립의 초점이 맞추어져 있었다. 점차 미니스크류 임플란트가 다양하게 활용되고 응용되면서 전치부 치조골 부위까지 임상적으로 적용되기 시작하였다.[10-16] 전치부에 미니스크류 임플란트를 식립하여 직접 함입력을 적용함으로써 gummy smile 또는 과개교합환자의 교정치료에 있어서 한 단계 발전할 수 있는 계기가 되었다.[10-16] 발치환자의 경우 상악 전치 부위에 미니스크류 임플란트 식립 후 추가적으로 함입력을 적용하면 공간폐쇄와 함께 상악 전치의 함입이 이루어져 장안모의 gummy smile 환자의 치료에 있어서 좋은 치료 결과를 보여 주었다.[10-16] 비발치 환자의 경우에도 측절치와 견치사이 또는 견치와 소구치 사이에 미니스크류 임플란트를 식립 후 저항중심 방향으로 함입력을 적용하면 과개교합과 gummy smile 해소에 있어서 만족할 만한 치료 결과를 얻을 수 있었다.[10-16] 따라서 gummy smile 환자나 전치부 과개교합 환자의 교정을 통한 절충 치료 시 상악 전치부에 미니스크류 임플란트의 적용은 필수적이라고 할 수 있다.

Kim[26] 등의 연구에 따르면 건강한 부착치은(attached gingiva)의 폭경은 상악 중절치에서는 3.8±1.5mm, 측절치에서는 3.7±1.5mm, 견치에서는 3.5±1.6mm 이라고 하였고, 각화 치은(keratinized gingiva)의 경우에는 상악 중절치, 측절치 모두에서 5.3±1.4mm 라고 하였고, 견치에서는 5.0±1.4mm 라고 하였다. 특히 상악 중절치 사이의 경우 순소

대가 있어 부착치은(attached gingiva) 상방으로 식립하는 데는 한계가 있다. 부착치은 상방 식립시에는 부가적으로 약간의 순소대 절제가 필요하다. 따라서 임상적으로 순소대 절제 없이 가능한 전치부 치조골의 식립 가능 위치는 CEJ 상방 4-6mm 정도가 가장 일반적인 위치라고 생각해볼 수 있다.

임상적으로 미니스크류 임플란트의 유지력은 두 가지 유형으로 설명된다.[24] 첫째는 미니스크류 임플란트 식립 후 골유합(osteointegration)을 기다린 후 교정력을 적용하는 것이다. 이런 경우에는 피질골의 두께보다는 해면골의 질이 더 중요하다고 할 수 있다.[27-28] 하지만 골유합(osteointegration)이 형성되기 까지는 많은 시간이 소요되기 때문에 교정영역에서는 적용되기가 어렵다. 두 번째는 미니스크류 임플란트 식립 후 골유합(osteointegration)이 형성되기 전에 교정력을 바로 적용하는 것이다. 이 경우에는 골의 질보다는 피질골의 두께에 의한 기계적인 유지가 중요한 역할을 하게 된다. 초기 유지력이 좋아야만 교정력을 가해도 골유합(osteointegration)으로 진행될 가능성이 높아지고, 이에 따라 미니스크류 임플란트의 장기 성공률도 높아지게 된다. 교정분야에서는 식립 후 바로 또는 1-3주 내에 교정력을 가하기 때문에 피질골 두께에 의한 초기 고정력이 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.[19-20]

이를 바탕으로 본 연구에서는 실제적으로 미니크류 임플란트가 식립 될 위치인 CEJ 4-6mm 높이에서의 피질골 두께를 중심으로 분석하였다. CEJ 4-6mm 높이에서 피질골 두께는 U1-U1는 0.70±0.27~0.80±0.30mm, U1-U2는 1.00±0.32mm, U2-U3는 1.15±0.27~1.20±0.20mm 로 나타났다. 중절치사이에서 측절치와 견치사이로 갈수록 피질골이 유의성 있게 두꺼워지는 경향을 보였다. Farnsworth[17]등의 연구에 따르면 피질골 두께가 U4-U5는 1.33±0.24mm, U5-U6는 1.45±0.28mm, U6-U7는 1.26±0.24mm 이라고 보고 하였다. 이전의 연구와 비교해보면 상악 전치부 치조골의 피질골 두께는 소구치, 대구치부의의 협측 피질골의 두께보다 얇았다. 특히 상악 중절치사이(U1-U1)의 경우에는 평균 0.70~0.80mm 정도의 얇은 피질골 두께를 보이고 있

다. 하지만 미니스크류 임플란트 식립 후 안정성에는 큰 문제없이 사용되고 있다. 전치부 후방이동을 위한 미니스크류 임플란트의 경우 200-250g정도의 교정력을 적용하는 것 과는 달리 전치부 함입(intrusion)의 경우 50-100g 이내의 힘이 필요하기 때문에 상대적으로 약한 힘의 사용도 안정성에 문제가 없는 이유일 수 있을 것이다.[29-30] 하지만 초기고정을 위해선 피질골 두께가 가장 중요한 요소라는 현재의 견해 외에 다른 요소에 대한 추가적인 고찰도 필요할 것이다. Davies[31]에 의하면 임플란트 식립 후 골치유(bone healing)과정을 해면골내에서의 contact osteogenesis와 distant osteogenesis로 설명하였다. Contact osteogenesis는 혈액(골수)에서부터 기원된 조골전세포(osteoprogenic cell)이 미니스크류 임플란트 표면에 부착하여, 모여서 군집을 이루고 조골세포(osteoblast cell)로 변화여 임플란트 표면에서 기존 골 방향으로 골을 형성하는 과정이다. 임플란트 표면에서 바로 형성된 골이기 때문에 초기 고정에 있어서 매우 중요한 역할을 하게 된다. 반면에 distant osteogenesis는 기존 골 쪽에서부터 미니스크류 표면 쪽으로 골이 형성 되는 과정이다. 따라서 contact osteogenesis가 초기에 잘 이루어지지 않으면 distanct osteogenesis에 의해 전적으로 골이 형성 되어야 하기 때문에 오랜 시간이 걸리게 되어 초기고정이 불량해서 실패하는 원인이 된다. 피질골이 얇거나 좋지 않은 골(ClⅢ, ClⅣ bone)에서도 임플란트가 성공할 수 있는 이유를 바로 contact osteogenesis 때문이라고 하였다.

Moon[32]등은 피질골이 상대적으로 두꺼운 하악 제2소구치와 제1대구치 부위에서의 성공률이 상악 구치부 보다 낮다고 보고 하였다. Kuroda[33]등은 하악의 피질골이 더 두꺼움에도 불구하고 상악구치부와 하악구치부의 성공률이 비슷하다고 보고하였다. 하악에서는 상악보다 해면골에서의 혈액공급과 관련된 요소들이 감소되어 있기 때문에 해면골 내에서의 contact osteogenesis는 상악이 보다 유리한 환경이라고 생각해볼 수 있다. 따라서 초기 고정의 요소로 피질골 두께뿐만 아니라 미니스크류 임플란트 표면에서의 골형성 즉, contact osteogenesis에 대한 중요성도 함께 강조되어야 할 것이

다. 어떠한 환경에서 contact osteogenesis가 촉진 되는지에 대한 연구 즉, 미니스크류 임플란트 표면 처리에 대한 연구, 해면골의 상태와 관련된 숙주요소(host factor) 등과 같은 다양한 추가 연구가 필요할 것이다.

순설측 두께는 U1-U2가 가장 넓은 것으로 나타났고, U1-U1이 가장 좁은 것 나타났다. 특히 U1-U1은 CEJ 4mm 에서는 8.50±1.45mm , CEJ 6mm 에서는 8.33±1.53mm, CEJ 8mm 에서는 7.88±1.43mm 로 감소되는 경향을 보였고, CEJ 4mm와 8mm 간에는 유의성 있는 감소를 보였다. 이것은 상악 절치공(incisive foramen)이 6mm 정도 높이에서 시작 되는 것과 관련이 있다. 따라서 U1-U1에서 안전하게 식립 할 수 있는 미니스크류 임플란트의 길이는 7-8mm 이내로 생각된다.

또한 CEJ 6mm, 8mm에서 U1-U1에 비해 U1-U2와 U2-U3는 상대적으로 계측치 값의 변위가 크게 나타난다. 이것은 U1-U2, U2-U3의 순설측 두께에 있어서 변위차가 심하다는 것을 나타낸다. 이유는 상악의 palatal vault의 깊이에 따른 차이 때문이다. 따라서 U1-U2, U2-U3 부위 식립 시 palatal vault가 깊은 경우에는 길이 6-7mm 정도의 미니스크류 임플란트를 선택하는 것이 좋을 것이다. Palatal vault의 깊이에 따른 적절한 미니스크류 임플란트의 선택이 고려되어야 할 것이다.

치근사이 거리는 CEJ 4-6mm 에서 U1-U1는 2.37±0.67~3.01±0.69mm, U1-U2는 1.90±0.41~2.28±0.60mm, U2-U3는 2.80±0.68~3.24±0.75mm 로 나타났다. U1-U2의 치근사이 거리가 가장 좁은 것으로 나타났고, U2-U3사이의 치근사이 거리가 가장 넓은 것으로 나타났다. 특히 모든 측정높이에서 U1-U2사이의 치근사이 거리가 U1-U1, U2-U3에 비해 유의성 있게 좁은 것으로 나타났다. 모든 측정부위에서 CEJ 상방으로 올라갈수록 치근사이 거리는 유의성 있게 넓어지는 경향을 보였다. 일반적으로 사용하는 미니스크류 임플란트의 직경은 1.2~1.6mm 이다. 치근사이거리를 고려한다면 상악 전치부 식립 시 큰 문제는 없을 것으로 보이나, 특히 U1-U2 사이 식립 시는 직경 1.2mm 미니스크류 임플란트가 보다 안전할 것으로 생각된다.

상악 전치부 치조골 연구에 있어서 전후방적 골격상태에 따른 차이, 수직적 골격상태에 따른 차이를 분석하기 전에 성별에 따른 차이를 분석해 보았다. 상악 전치부 치조골에서 성별에 따른 유의성 있는 차이는 없었다. 따라서 성별의 구분 없이 전후방적 골격상태와 수직적 골격상태에 따른 차이를 분석해 보았다.

먼저 전후방적 골격상태에 따른 상악 전치부 치조골의 차이를 분석하였다. 순설측 두께, 치근사이거리에서는 전후방적 골격상태에 따른 유의성 있는 차이가 없었다. 피질골 두께도 다른 측정부위에서는 유의성 있는 차이가 나타나지 않았지만 U1-U1에서는 유의성 있는 차이가 나타났다. CEJ 4-6mm 에서 ClⅠ이 ClⅡ와 ClⅢ에 비해 상대적으로 피질골이 두꺼운 경향을 보이고 CEJ 6mm 높이에선 ClⅠ은 ClⅡ와 ClⅢ간에 유의성 있는 차이를 보였다. 상악 중절치사이의 치조골의 경우 골격성 ClⅢ는 상대적으로 상악골 성장이 결여되어 있고, 상악 전치의 돌출이 심하기 때문에 상대적으로 피질골 두께가 얇을 것으로 생각된다. 하지만 골격성 ClⅡ가 ClⅠ보다 피질골 두께가 얇은 경향을 보이는 부분은 생각해 보아야 할 것이다. 골격성 ClⅡ대상자 19명을 다시 자세히 분류해보면 상악 과성장 그룹은 8명, 하악 저성장 그룹은 11명이었다. CEJ 4-6mm 에서 피질골 두께를 비교해보면 상악 과성장 그룹은 0.69±0.12~0.78±0.18mm이었고, 하악 저성장 그룹은 0.80±0.14~0.88±0.26mm 였다. 오히려 상악 과성장 그룹의 피질골 두께가 얇은 것으로 나타났다. 상악골의 과성장은 상악 전치부 피질골 두께 증가라는 단순 가정은 성립하지 않는 것으로 보인다. 이번 연구만으로는 전후방 골격상태와 피질골 두께와 관련된 정확한 상관변수를 알기에는 한계가 있다. 다만 피질골 두께는 개인차가 많은 변수일 것으로 생각된다.

마지막으로 수직적인 골격상태에 따른 상악 전치부 치조골 차이를 분석하였다. SN-GoMe 35±5° 를 기준으로 장안모군과 정상안모군을 분류하였다. 본 연구결과에서 골격성 ClⅢ의 피질골 두께가 ClⅠ에 비해 유의성 있게 얇은 것으로 나타났다. 또한 장안모 경향의 악교정 수술이 필요한 골격성 ClⅢ는 본 연구에서 원하는 장안모 환

자의 분류에 적합하지 않고, 미니스크류 임플란트를 이용한 교정방법으로 치료가 가능하지 않기 때문에 제외하였다.

먼저 피질골 두께를 보면 CEJ 4-6mm 에서 U1-U1은 정상안모군은 0.70±0.32~0.78±0.30mm, 장안모군은 0.77±0.29~0.80±0.25mm 였다. 장안모군이 상대적으로 높은 값을 보여주지만 유의성 있는 차이는 없었다. U1-U2, U2-U3에서도 정상안모군과 장안모군에 따른 유의성 있는 차이는 없었다. 치근사이 거리에서는 CEJ 6mm의 U1-U2에서 정상안모군과 장안모군에 간에 유의성 있는 차이가 나타났다. 하지만 일반적으로 사용하는 미니스크류 임플란트의 직경이 1.2~1.6mm이고 유의성 있게 나타난 치근사이 거리는 2.0mm보다 크기 때문에 임상적으로는 큰 의미를 주지 못한다. 일반적으로 장안모 환자들은 상악골의 수직적, 수평적 성장이 많기 때문에 gummy smile 빈도가 높다.[4-5] 따라서 전치부 미니스크류 임플란트는 장안모 환자의 발치교정에서 주로 활용될 것이다. 정상안모군과 비교해 장안모군이 상악전치부 치조골 부위에 비해 유의성 있는 차이가 없기 때문에 미니스크류 임플란트 식립시 추가적으로 고려해야 될 사항은 없을 것이다.

Ⅴ. 결 론

교정진료를 받기 위해 내원한 환자들을 대상으로 촬영된 CBCT 자료를 이용하여 미니스크류 임플란트 식립을 위한 연구 목적으로 상악 전치부 치조골 부위를 계측하여 3차원적으로 분석하였다. 상악 전치부 치근사이의 피질골 두께, 순설측 두께, 치근사이 거리를 계측하였고, 전후방적 골격 상태와 수직적 골격 상태에 따라 자료를 분류하고 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 피질골 두께는 중절치사이에서 측절치와 견치사이로 갈수록 유의성 있게 증가하였다($p<0.05$). U1-U1, U2-U3는 CEJ 상방으로 올라갈수록 두꺼워지는 경향을 보였고, CEJ 4mm와 8mm간에 유의성 있는 차이를 보였다($p<0.05$).

2. 순설측 두께는 U1-U1이 유의성 있게 가장 얇은 것으로 나타났다($p<0.05$). U1-U1는 CEJ 상방으로 갈수록 감소되는 경향을 보이고, CEJ 4mm와 8mm간에는 유의성 있는 차이를 보였다($p<0.05$).

3. 치근사이 거리는 U1-U2가 유의성 있게 가장 좁은 것으로 나타났다($p<0.05$). 모든 측정부위에서 CEJ 상방으로 올라갈수록 치근사이 거리는 유의성 있게 넓어지는 경향을 보였다($p<0.05$).

4. 전후방적 골격상태에 따라 분석해 본 결과 골격성 Cl Ⅰ이 CEJ 6mm, U1-U1에서 피질골 두께가 유의성 있게 두꺼운 것으로 나타났다($p<0.05$).
   순설측 두께, 치근사이 거리에 있어서는 유의성 있는 차이가 없었다.

5. 수직적 골격상태에 따라 분석해 본 결과 정상안모군과 장안모군은 피질골 두께, 순설측 두께에서 유의성 있는 차이가 없었다.

   치근사이 거리에서도 U1-U2의 CEJ 6mm외에는 유의성 있는 차이가 없었다 ($p<0.05$).

참고 문헌

1. N. Silberberg, M. Goldstein, A. Smidt. Excessive gingival display--etiology, diagnosis, and treatment modalities. Quintessence Int. 2009;40(10):809-18

2. M.H. Jung. Age, extraction rate and jaw surgery rate in Korean orthodontic clinics and small dental hospitals. Korean J Orthod. 2012;42(2):80-86.

3. D.H. IM, T.W. Kim, et al. Current trends in orthodontic patients in Seoul National University Dental Hospital. Korean J Orthod 2003;33:63–72.

4. D.M. Sarver. Principles of cosmetic dentistry in orthodontics: Part 1. Shape and proportionality of anterior teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126(6): 749-753

5. D.M. Sarver, M. Yanosky. Principles of cosmetic dentistry in orthodontics: part 2. Soft tissue laser technology and cosmetic gingival contouring. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127(1): 85-90.

6. A. Monaco, O. Streni, et al. Gummy smile: clinical parameters useful for diagnosis and therapeutical approach. J Clin Pediatry Dent 1997; 29(1): 19-25.

7. R.A. Levine, M. McGuire. The diagnosis and treatment of the gummy smile. Compend Contin Educ Dent 1997;18(8): 757-762, 764; quiz 766.

8. B. Shroff, S.J. Lindauer, et al. Segmented approach to simultaneous intrusion and space closure: biomechanics of the three-piece base arch appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;107(2): 136-143.

9. M. Davidovitch, J. Rebellato. Two-couple orthodontic appliance systems utility arches: a two-couple intrusion arch. Semin Orthod 1995;1(1): 25-30.

10. H. Ohnishi, T. Yagi, et al. A Mini-Implant for Orthodontic Anchorage in a Deep Overbite Case. Angle Orthod 2005;75(3): 444-452.

11. T. Deguchi, T. Murakami, et al. Comparison of the intrusion effects on the maxillary incisors between implant anchorage and J-hook headgear. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133(5): 654-660.

12. J.C. Lin, E.J. Liou, et al. Simultaneous reduction in vertical dimension and gummy smile using miniscrew anchorage. J Clin Orthod 2010;44(3): 157-170.

13. R. Saxena, P.S. Kumar, et al. A clinical evaluation of orthodontic mini-implants as intraoral anchorage for the intrusion of maxillary anterior teeth. World J Orthod.2010 Winter;11(4):346-51.

14. Ö. Polat-Ö zsoy, A. Arman-Özçırpıcı, et al. Comparison of the intrusive effects of miniscrews and utility arches. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(4): 526-532.

15. N.E. Senisik, H. Turkkahraman. Treatment effects of intrusion arches and mini-implant systems in deepbite patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141(6): 723-733.

16. M. Kaku, S. Kojima, et al. Gummy smile and facial profile correction using miniscrew anchorage. Angle Orthod 2011;82(1): 170-177.

17. D. Farnsworth, P.E. Rossouw, et al. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(4): 495-503.

18. A. Costa, M. Raffainl, et al. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1998;13(3): 201-209.

19. H.S. Park, S.H. Jeong, et al. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130(1): 18-25.

20. R.C. Santiago, F.O. de Paula, et al. Correlation between miniscrew stability and bone mineral density in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136(2): 243-250.

21. M. A. Schnelle, F.M. Beck, et al. A Radiographic Evaluation of the Availability of Bone for Placement of Miniscrews. Angle Orthod 2004;74(6): 832-837.

22. K.J. Lee, E. Joo, et al. Computed tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135(4): 486-494.

23. A. Gahleitner, B. Podesser, et al. Dental CT and orthodontic implants: imaging technique and assessment of available bone volume in the hard palate. European Journal of Radiology 2004;51(3): 257-262.

24. T. Deguchi, M. Nasu, et al. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(6): 721.:727-721.:712.

25. J.H. Kim, Y.C. Park. Evaluation of mandibular cortical bone thickness for placement of temporary anchorage devices (TADs). Korean J Orthod 2012;42(3): 110-117.

26. J.S. Kim. Clinical study on the width of attached gingiva in the subjects with healthy gingiva, or early stage of gingivitis [master's thesis] Seoul: Yonsei University;1997.

27. T. Albrektsson, P.I. Branemark, et al. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. Acta Orthop Scand 1981; 52(2): 155-170.

28. W.E. Roberts, R.K. Smith, et al. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. Am J Orthod 1984;86(2): 95-111.

29. C.J. Burstone. Deepbite overcorrection by intrusion. American Journal of Orthodontics 1977;72:1-22.

30. F.J. Weiland, H.P. Bantleon, H. Droschl. Evaluation of continuous arch and segmented arch leveling technique in adult patients-A clinical study. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics1996;110(6):647-652

31. J.E. Davies, Understanding peri-implant endosseous healing. J Dent Educ 2003;67(8): 932-949.

32. C.H. Moon, D.G. Lee, et al. Factors Associated with the Success Rate of Orthodontic Miniscrews Placed in the Upper and Lower Posterior Buccal Region. Angle Orthod 2008;78(1): 101-106.

33. S. Kuroda, Y. Sugawara, et al. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2007;131(1): 9-15.

Abstract

3-Dimensional evaluation of maxillary anterior alveolar bone for placement of miniscrew implant

Jin Hwan Choi

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor **Hyung Seog Yu**, DDS., Ph.D.)

Due to the increase of gummy smile and deep bite patients, intrusion of maxillary anterior teeth became an important treatment in the orthodontics area. By placing miniscrew implants in between the roots of maxillary anterior teeth and directly applying intrusion force, one can minimize side effects and obtain ideal treatment results. Nowadays, placement of miniscrew implants in between maxillary anterior teeth is widely practiced clinically, but there aren't many studies regarding maxillary anterior alveolar bone yet. This study attempts to provide a clinical guideline for the placement of miniscrew implants in between the maxillary anterior teeth.

The study utilized CBCT(cone beam computed tomography) to measure cortical bone thickness, labio-palatal thickness and interdental root distance of 52 patients from the following points: in between upper central incisors(U1-U1), in between upper central incisor and upper lateral incisor(U1-U2), and in between upper lateral incisor and upper canine(U2-U3). It then categorized the results according to the anterior-posterior skeletal pattern and the vertical skeletal pattern, and came up with the following results after comparison analysis:

1. The cortical bone thickness significantly increased from the central incisor to the canine(p<0.05). At U1-U1 and U2-U3, it became thicker as the measuring point moved towards the upper part of the CEJ and was significant difference between the CEJ 4 and 8mm(p<0.05).

2. The labio-palatal thickness was the smallest at U1-U1 significantly(p<0.05). At U1-U1, it decreased remarkably as the measuring point moved towards the upper part of the CEJ and was significant difference between the CEJ 4 and 8mm(p<0.05).

3. The interdental root distance was the smallest at U1-U2 significantly(p<0.05). The distance became larger as the measuring point moved towards the upper part of the CEJ significantly(p<0.05).

4. An analysis by anterior-posterior skeletal pattern showed that at U1-U1 of CEJ 6mm the cortical bone thickness of Skeletal Cl Ⅰ was significantly thicker(p<0.05).
   However, there was no significant difference in labio-palatal thickness and interdental root distance.

5. An analysis by vertical skeletal pattern showed that there was no significant difference between hyperdivergent facial type and normodivergent facial type in cortical bone thickness and labio-palatal thickness. Except for U1-U2 of CEJ 6mm, there was no significant difference in interdental root distance, either (p<0.05).

Key words : CBCT, upper incisor intrusion, cortical bone thickness, gummy smile, miniscrew implant