

전산화단층촬영술을 이용한
두개안면기형 환자 상악동의 3차원 계측

연세대학교 대학원

의 학 과

송 승 용

전산화단층촬영술을 이용한
두개안면기형 환자 상악동의 3차원 계측

연세대학교 대학원

의 학 과

송 승 용

전산화단층촬영술을 이용한
두개안면기형 환자 상악동의 3차원 계측

지도교수 김 용 욱

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 12월

연세대학교 대학원

의 학 과

송 승 용

송승용의 석사학위논문을 인준함

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

연세대학교 대학원

2008년 12월

감사의 글

나름대로 많은 정성과 욕심으로 논문을 썼지만 아쉬움은 계속 남습니다. 하지만 제 인생에서 이제 또 하나의 작은 걸음을 뗀 것 같아 뿌듯하고 기쁘기도 합니다. 이 논문이 나오기까지 많은 분들의 도움을 입었고, 그 분들께 글로나마 감사의 말씀을 전하고 싶습니다.

먼저 하나님께 감사를 드리고 싶습니다. 그리고 항상 연구에 대해 열정이 넘치시고 학문적으로나 인생의 선배로서 좋은 조언을 아끼지 않으신 김용욱 지도교수님께 큰 감사를 드리고 싶습니다. 심사위원으로서 바쁜 시간 중에도 꼼꼼하게 제 논문을 검토해 주시고 제가 한 단계 더 나아갈 수 있도록 많은 도움을 주신 김덕원 교수님과 노태석 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

지금까지 항상 사랑과 헌신으로 저를 돌보아 주신 부모님과 제게 힘이 되어 주는 제 동생 아름에게도 정말 고맙다는 말을 하고 싶고, 항상 제 곁에서 있어 주는 친구들인 정훈, 경찬, 승엽, 효섭, 우준, 훈, 영우, 그리고 홍종원 선배님과 영상의학과의 김홍식 씨에게도 고맙다는 말을 전하고 싶습니다.

마지막으로 논문 쓰는 동안 많은 격려를 해주었고, 이제 남은 인생을 저와 함께 하게 될 사랑하는 (조)민아와 이 큰 기쁨을 함께 나누고 싶습니다.

2008년 12월 저자 씀

<차례>

국문요약	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	7
1. 연구대상	7
2. 상악동의 부피측정	10
3. 상악동의 길이지표 측정	11
4. 상악동 부피와 각종 길이지표의 상관관계	12
5. 통계	13
III. 결과	14
1. 상악동 부피 측정 결과	14
2. 상악동 길이지표 측정 결과	16
3. 상악동 부피와 각종 길이지표의 상관관계	22
IV. 고찰	25
V. 결론	31
참고문헌	32
영문요약	34

그림 차례

그림 1. Aquarius Workstation을 이용한 상악동 부피 측정.....	11
그림 2. 상악동의 높이(height).....	12
그림 3. 상악동의 폭(width)과 깊이(depth).....	12
그림 4. 정상아와 크루즌병 환아의 상악동 부피 비교	14
그림 5. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 부피 비교.....	15
그림 6. 정상인과 반안면왜소증 환자의 정상측, 환측 상악동의 부피 비교.....	16
그림 7. 정상아와 크루즌병 환아의 상악동 높이 비교	17
그림 8. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 높이 비교.....	17
그림 9. 정상인과 반안면왜소증 환자의 상악동 높이 비교.....	18
그림 10. 정상아와 크루즌병 환아의 상악동 폭 비교	19

그림 11. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 폭 비교.....	19
그림 12. 정상인과 반안면왜소증 환자의 상악동 폭 비교.....	20
그림 13. 정상아와 크루즌병 환아의 상악동 깊이 비교.....	21
그림 14. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 깊이 비교.....	21
그림 15. 정상인과 반안면왜소증 환자의 상악동 깊이 비교.....	22
그림 16. 크루즌병 환자에서 부피와 각종 길이지표의 상관계수.....	23
그림 17. 이차성 제 3급 부정교합 환자에서 부피와 각종 길이지표의 상관계수.....	23
그림 18. 반안면왜소증 환자에서 부피와 각종 길이 지표의 상관계수.....	24

표 차례

표 1. 크루즌병 환자군의 특성.....	8
표 2. 구개열 수술 후 발생한 이차성 제 3급 부정교합 환자군의 특성.....	9
표 3. 반안면왜소증 환자군의 특성.....	10

<국문요약>

전산화단층촬영술을 이용한 두개안면기형 환자 상악동의 3차원 계측

상악동(maxillary sinus)은 가장 큰 부피를 차지하는 부비동(paranasal sinus)으로서 두개골의 중량 감소, 흡입된 공기의 습도 및 온도 조절, 소리의 공명 등의 역할을 하는 공기로 차 있는 공간이다. 과거에는 사체, X-ray 등을 이용하여 성장과 구조 등을 분석해 왔으나 최근 전산화단층촬영(computed tomography, CT) 기술이 발달하면서 이 방법을 이용한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 저자는 두개안면 기형으로 진단받은 환자를 대상으로 CT를 이용하여 부피 및 여러 가지 길이 지표들을 측정하여 환자의 임상 양상과 이러한 측정치들이 어떠한 관계를 가지는지와 환자들의 상악동이 어떠한 형태적 특성을 가지는지를 알아보려고 하였다.

2001년부터 2008년까지 연세대학교 의과대학 부속 세브란스병원에서 중안면부의 저성장을 보이는 두개안면 질환으로 진단받은 40명의 환자군과 CT상 두개골에 별다른 이상이 발견되지 않은 44명의 대조군을 계측하였다. 다양한 두개안면 질환 중 가장 심한 양상을 보이는 것으로 알려진 크루즌병 환자 8명(16개 상악동), 중등도의 양상을 보인다고 할 수 있는 구개열 수술 후 발생한 이차성 제 3급 부정교합 환자 10명(20개 상악동), 비교적 경도의 양상을 보인다고 할 수 있는 반안면왜소증 환자 22명(22개 상악동)이

대상이었다. 상악동의 부피, 높이, 폭, 깊이를 측정하였으며 이를 비슷한 성별과 연령대의 정상인의 상악동과 비교하였다.

측정결과 크루즌병 환아들은 정상아에 비해 유의하게 상악동 부피가 작았다($p < 0.001$). 이차성 제 3급 부정교합 환자들의 경우 통계적으로 유의하지는 않았으나 절대수치가 작은 경향을 확인할 수 있었다($p = 0.08$). 반안면왜소증 환자들의 경우에는 환측 상악동 부피가 정상인과 차이가 없었으며 건측 상악동과도 통계적으로 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 길이 측정에서 크루즌병은 높이, 폭, 깊이에서 모두 정상아에 비해 유의한 차이로 작았으며($p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.01$) 부피와의 상관관계는 주로 폭에서 높았다($r = 0.90$). 이차성 제 3급 부정교합 환자의 경우 정상인과 비교하여 깊이만 유의하게 작았으며($p < 0.05$), 부피와 높이가 높은 상관관계를 보였다($r = 0.81$). 반안면왜소증의 경우 유의하게 작은 지표는 없었으며 역시 높이와 폭이 부피와 높은 상관관계($r = 0.78$, $r = 0.80$)를 나타내었다.

두개안면기형 환자에서 상악동 측정결과 외견상 보이는 중안면부 저성장이 상악동 부피와 관련이 있었다. 크루즌병에서는 상악동의 높이와 폭, 깊이가 모두 감소해 있으며 폭이 부피를 결정하는 중요한 요소였다. 이차성 제 3급 부정교합에서는 깊이의 감소가 부피감소의 주된 원인이며 높이가 부피를 결정하는 중요한 요소였다. 반안면왜소증의 경우 길이지표가 근소하게 작은 경향이 있었으며 높이와 폭이 부피를 결정하는 요소였다.

핵심되는 말 : 상악동, 측정, 부피, 크루즌병, 이차성 제 3급 부정교합, 반안면왜소증

전산화단층촬영술을 이용한 두개안면기형 환자 상악동의 3차원 계측

<지도교수 김 용 옥>

연세대학교 대학원 의학과

송 승 용

I. 서론

상악동은 태생기(intrauterine life) 약 4주에 가장 먼저 출현하는 부비동(paranasal sinus)으로서 피라미드 모양을 하고 있다. 상악골(maxilla), 사골(ethmoid), 전두골(frontal), 접형골(sphenoid)로 구성되어 있으며, 다른 부비동과 함께 두개골의 중량 감소, 흡입된 공기의 습도 및 온도 조절, 소리의 공명 및 안면골 윤곽의 형성 등의 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 20세경 최종적인 크기로 성장하는 것으로 알려져 있는데 상악동의 성장에 대한 연구는 사체 및 CT(computed tomography)와 MRI(magnetic resonance image)를 이용한 연구가 이미 보고된 바 있다.¹⁻³ 하지만 이러한 방법들은 최근

3차원 전산화단층촬영술(3 dimensional computed tomography, 3D CT)이 개발되면서 이용 빈도가 상대적으로 줄어들고 있는데, 그 이유는 이 방법을 이용할 경우 측정 지표들을 3차원적으로 정하여 상대적으로 손쉽고 정확하게 많은 수의 자료를 획득할 수 있어 기존의 방법들이 가지는 문제점들이 많이 극복할 수 있기 때문이다.⁴

한편, 두개안면기형중 중안면부의 저성장을 유발하는 것으로 알려진 질환들은 다양한데 대표적인 것이 크루즌병(Crouzon disease), 에이퍼트증후군(Apert syndrome), 트리처콜린스병 (Treacher Collins disease), 잭슨바이스 증후군 (Jackson Weiss syndrome), 반안면왜소증 (hemifacial microsomia), 구개열 수술 후 발생한 제 3급 부정교합환자(secondary class III malocclusion after cleft palate repair) 등이다.

이들에서 외견상 보이는 중안면부의 저성장이 상악동 부피와 연관이 있는지, 있다면 어떤 양상인지에 대해 보고된 바는 아직 없었다. 하지만 동물실험에서 상악동을 확장시켜 중안면부의 전진이 가능하였다는 보고가 있었으며⁵, 상악동 내의 골침착에 의해 그 부피가 감소하면서 하악골의 형태까지 변했다는 보고가⁶ 있었던 것으로 볼 때 안면부의 윤곽을 결정짓는데 상악동이 중요한 역할을 한다는 것을 유추할 수 있다.

전술했던 질환들은 대부분 상악골의 성장이 부족하여 중안면부가 오목한 얼굴 형태를 보이게 되는데 이런 경우 상대적으로 아래턱이 나오게 되어 추상이 되며 교합도 맞지 않게 된다. 이의 교정을 위해 성형외과에서는 LeFort I 또는 LeFort III 절골 술식을 사용하여 이러한 문제점들을 해결하게 되는데, 이중 상악골의 치조골 바로 윗부분을 수평으로 절골한 뒤 전진시키기 위한 술식이 LeFort I

절골술이며 이 과정에서 상악동의 아래 부분이 절개되어 수술 직후부터 골치유가 완료되기 전까지 상악동은 열린 상태로 있게 된다. 성형외과 영역에서 상악동의 중요성은 전술했던 안면골의 윤곽을 결정한다는 점뿐 아니라 안면윤곽수술시 흔히 사용되는 LeFort I 술식에서 상악동이 열리게 된다는 점에 있다. 상악동이 열릴 경우 상악동염 등의 질환이 있으면 골치유 과정에 문제가 생길 수 있고 수술 후 기존의 상악동염이 악화되어 환자에게 큰 불편을 초래할 수 있다.⁷

기존의 연구 결과를 살펴보면 구개열 환자에서 상악동염이 빈발하는 것으로 알려져 있는데 이들과 정상아의 상악동의 크기를 비교하였을 때 유의한 차이는 없어 상악동의 크기와 상악동염과는 상관관계가 없을 것이라는 보고가 있었다.⁸ 하지만 모든 구개열 환자에서 상악골의 저성장이 일어나는 것은 아니며 연구 대상 환자군이 대부분 소아인 경우가 많아 이를 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 다른 연구에서는 크기보다는 비중격이 휘는 현상이 상악동염을 일으키는 보다 중요한 요인이라는 보고가 있었으며⁹, 반대로 상악동염이 만성화 될 경우 상악동의 벽이 두꺼워지고 그 부피도 감소한다는 보고도 있었다.¹⁰ 또한, LeFort I 절골술 후 드문 합병증으로 상악동염이 보고된 바 있으며, 이 술식 후 상악동내의 공간을 이용하여 골신연술을 내부(distraction osteogenesis with internal device)에서 시행하여 중안면부 전진이 가능하였다는 보고도 있었다.¹¹

따라서 안전하고 정확한 진단 및 적절한 수술을 위해 상악동의 구조와 생리를 숙지하는 것은 성형외과뿐 아니라 이비인후과 등 타과 의사에게도 중요한 것으로 생각된다. 특히, 상악동이 공기로 이루어진

공간임을 생각할 때 그 부피를 아는 것은 생리를 아는 기본이라 할 수 있을 것이다. 이외에도 여러 가지 길이지표를 측정하여 입체적인 모양을 이해하고 정상인들의 부피 및 동일한 길이지표와 비교하여 그 차이를 안다면 성형외과 및 이비인후과의 각종 수술이나 내시경 시술에도 참고할 수 있을 것으로 생각되어 임상적으로도 의미가 있을 것으로 생각된다.

기존 문헌에서 정상인의 상악동의 부피 및 각종 길이지표를 계측한 보고나 성장을 계측한 보고는 수 차례 있었으나¹² 임상적으로 중안면부 저성장이 있는 환자에서 이들을 계측하고 비교 분석한 보고는 아직 없었다. 본 연구에서는 전술한 다양한 질환 중 3가지 질병을 환자군으로 정하여 여러 가지 계측을 시행하였다. 첫 번째로는 가장 심한 중안면부 저성장을 보이는 선천성 기형인 에이퍼트 증후군과 크루즌병 중 크루즌병을 대상으로 하였고, 두 번째로는 비교적 중등도의 중안면부저성장을 보인다고 할 수 있는 구개열 수술 후 발생한 제 3급 부정교합환자를 대상으로 하였으며, 세 번째로는 전술한 질환에 비해 경도의 중안면부 저성장을 보이는 반안면왜소증 환자의 환측 상악동을 대상으로 하였다.

저자는 두개안면기형 중 비교적 흔한 이러한 세가지 질병의 환자군을 대상으로 3D CT를 이용하여 상악동의 부피 및 여러 가지 길이 지표를 측정하고 정상군과 비교하여 그 차이를 알아보고 임상적 의미를 고찰하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

2001년부터 2008년까지 연세대학교 의과대학 부속 세브란스병원에서 두개안면 기형으로 진단받고 추적 관찰 중이거나 수술을 받은 40명의 환자를 대상으로 하였다. 환자들은 모두 한국인이었고 CT는 모두 중안면부에 대한 수술을 시행하기 전에 촬영한 영상을 사용하였다. 반안면왜소증을 제외한 크루즌병과 이차성 제3급 부정교합의 경우 임상적으로 대칭적 중안면부 저성장을 보이므로 한 환자에서 양쪽의 상악동을 측정하여 연구를 진행하였다.

크루즌병(Crouzon disease)에 대해서는 총 8명의 환아를 대상으로 16개의 상악동을 측정하였다. 남녀비는 5:3이었고 평균나이는 57.9개월(42~83개월)이었다. 임상적으로 크루즌병의 전형적인 임상증상인 두개골조기유합증(craniosynostosis)과 중안면부 저성장, 안구돌출증(proptosis)을 모두 관찰할 수 있었으며, 부모 중 크루즌병이 있는 경우는 5명(62.5%)이었다(표 1). 이 환자군에 대한 정상 대조군은 총 11명이었으며 안면부 열상(3명)이나 좌상(7명)으로 골손상이 의심되어 CT를 촬영했거나 연부 조직의 양성 종양(1명) 등으로 CT를 촬영했으나 상악골 부위에 별다른 이상이 없었던 환자였다. 정상군의 남녀비는 7:4이었으며 평균 나이는 57.8개월(47~74개월)이었고 이 환자들로부터 총 22개의 상악동을 측정하였다. 정상 대조군과 크루즌병 환자군의 성별($p=1.00$) 및 연령($p=0.99$)에는 유의한 차이가 없었다.

표 1. 크루즌병 환자군의 특성

성별	연령 (개월)	가족력	중안면부 저성장	두개골 조기유합증	안구 돌출
M	54	X	O	O	O
F	56	O	O	O	O
F	53	X	O	O	O
F	71	X	O	O	O
M	62	O	O	O	O
M	42	O	O	O	O
M	42	O	O	O	O
M	83	O	O	O	O

구개열에 의한 제 3급 부정교합(secondary class III malocclusion after cleft palate repair)에 대해서는 총 10명의 환자를 대상으로 20개의 상악동을 측정하였다. 남녀비는 7:3이었으며 모든 환자에서 구순열이 있었는데 9명(90%)는 편측에만 있었고 1명(10%)는 양측성 구순열 환자였다. 구개열은 모두 완전형 구개열이었으며 5~13개월에 구개열에 대한 교정술을 시행받았다. CT 촬영 당시 평균 나이는 20.8세(18~27세)였다(표 2). 이 환자군에 대한 정상 대조군은 총 22명이었으며 남녀비는 15:7이었고 안면골 골절이 의심된 환자 중 별다른 진단이 없었거나(3명) 상악동에 영향을 주지 않는 단순 비골 골절(12명) 그리고 양성종양(7명) 등의 환자들이었다. 이들로부터 총 44개의 상악동을 측정하였다. 평균나이는 22.1세(18~28세)였다. 정상 대조군과 이차성 제 3급 부정교합 환자군의 성별($p=1.00$) 및 연령($p=0.82$)에는 유의한 차이가 없었다.

표 2. 구개열 수술 후 발생한 이차성 제 3급 부정교합 환자군의 특성

성별	연령 (년)	구순열 부위	구개열의 종류	구개열 수술당시 나이(개월)
M	20	Bilateral	완전형	5
M	18	Right	완전형	11
M	19	Left	완전형	12
M	27	Left	완전형	11
M	20	Right	완전형	13
M	21	Right	완전형	13
M	23	Left	완전형	11
F	22	Left	완전형	12
F	23	Right	완전형	12
F	28	Left	완전형	12

반안면왜소증(Hemifacial microsomia)에 대해서는 총 22명의 환자를 대상으로 이환된 22개의 상악동을 측정하였다. 모든 환자가 Pruzansky type I형 환자였으므로 비교적 경한 환자가 본 연구의 대상이 되었다(표 3). 남녀비는 5:6이었고 평균나이는 22.5세(17~26세)였다. 견측의 상악동도 동일한 방법으로 측정하였으며 이환측과 견측 모두 정상군과 비교하였다. 이 환자군에 대한 정상 대조군은 총 33명이었으며 역시 안면부 좌상이나 골절이 의심된 환자 중 별다른 진단이 없었거나(6명) 상악동에 영향을 주지 않는 단순 비골 골절(17명) 그리고 양성종양(10명) 등으로 진단되었던 환자들이었다. 남녀비는 5:6이었으며 평균나이는 22.7세(19세~27세)였다. 정상 대조군과 반안면왜소증 환자군의

성별($p=1.00$) 및 연령($p=0.77$)에는 유의한 차이가 없었다.

표 3. 반안면왜소증 환자군의 특성

성별	연령 (년)	환측	Pruzansky type	성별	연령 (년)	환측	Pruzansky type
F	23	Left	I	F	24	Left	I
F	22	Left	I	M	19	Left	I
F	20	Left	I	M	24	Right	I
F	17	Left	I	M	26	Left	I
F	18	Right	I	M	26	Right	I
F	20	Left	I	M	23	Right	I
F	24	Left	I	M	19	Right	I
F	24	Right	I	M	19	Left	I
F	25	Left	I	M	19	Left	I
F	27	Left	I	M	24	Right	I
F	26	Right	I	M	25	Left	I

2. 상악동의 부피측정

상악동의 부피측정을 위해 1 mm 두께로 3차원 전산화단층촬영이 시행되었다. 이 자료를 바탕으로 Aquarius Workstation (ver 3.6.3.0, TeraRecon Inc., USA)을 이용하여 분석을 시행하였으며 두 번에 걸쳐 동일 대상을 측정한 후 그 평균치를 이용하였다(그림 1). 이 소프트웨어는 3차원 전산화단층촬영 후 부피 및 각종 계측을 위해 최근 개발된 도구로 다양한 의학문헌에 이용되고 있으며^{13, 14} 상악동 계측에서는 아직 사용된 바 없었다.

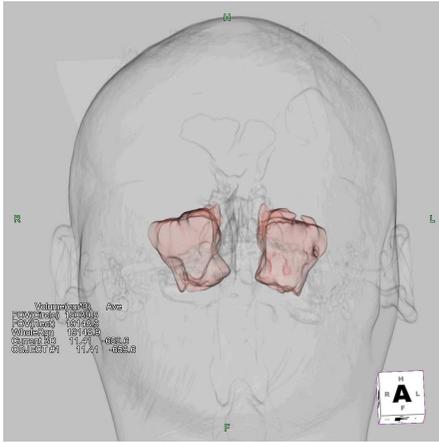


그림 1. Aquarius Workstation을 이용한 상악동 부피 측정

3. 상악동의 길이지표 측정

촬영된 1 mm 두께의 3차원 전산화단층촬영 영상 중 측정 영상(axial view)과 관상영상(coronal view)을 이용하여 측정을 시행하였다. 상악동의 길이지표는 총 3가지로 정하였다. 첫 번째로 높이(height)는 관상면(coronal view)에서 상악동 바닥(floor)의 최저점과 상악동 지붕(roof) 부위의 최고점을 이은 선의 길이 중 최대 길이로 하였다(그림 2). 폭(width)는 가로면(axial view)에서 상악동의 외측돌기(lateral process)의 가장 외측 점으로부터 상악동의 내측벽(medial wall)에 수직으로 그은 선 중 최대 길이로 하였다(그림 3). 깊이(depth)는 상악동의 내측벽에서 가장 전방점과 가장 후방을 잇는 선의 길이 중 최대 길이로 하였다(그림 3). 이러한 지표들은 기존의 보고에서 이용되던 고식적인 지표라 할 수 있다.¹⁵ 각 지표를 두 번에 걸쳐 측정한 후 그 값의 평균치를 분석에 이용하였다.

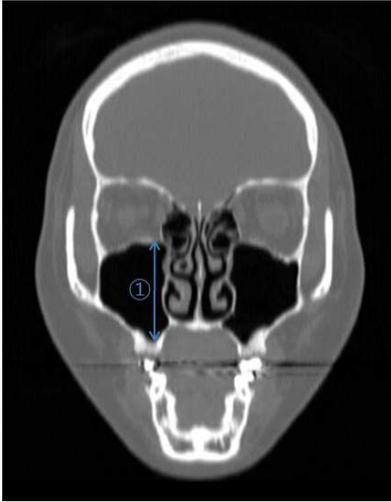


그림 2. 상악동의 높이(height, ①)

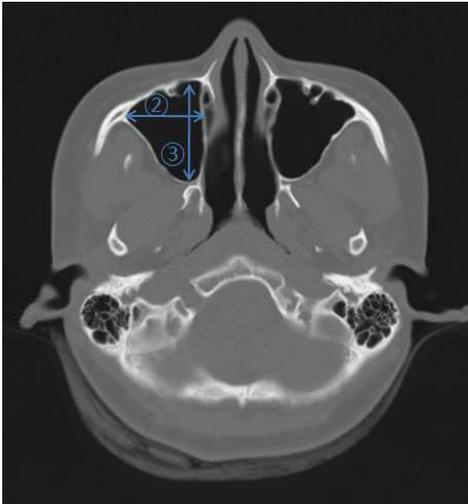


그림 3. 상악동의 폭(width, ②)과 깊이(depth, ③)

4. 상악동 부피와 각종 길이지표의 상관관계

측정한 부피와 길이지표의 상관관계를 계산하였다. 상관 정도는 상관계수(r)로 표현하였다.

5. 통계

모든 실험 결과는 평균 \pm 표준 편차로 표시하였으며 SPSS(version 10.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석하였다. 질병군 별 상악동 부피 및 각종 길이 측정치의 차이는 Student's t-test로 유효성 여부를 검정하였다. p 값이 0.05, 0.01, 0.001 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 평가하여 표시하였다.

III. 결과

1. 상악동 부피 측정 결과

크루즌병 환아에서 정상군과 비교하여 유의한 차이를 발견할 수 있었다(그림 4). 평균부피에서 크루즌병 환아의 상악동 부피는 정상아의 약 60%정도였다. 이차성 제 3급 부정교합 환자의 경우 절대적 수치에서는 평균 3 cm³의 부피 차이가 있음을 확인할 수 있었으나 통계적 유의성은 발견할 수 없었다($p=0.08$)(그림 5).

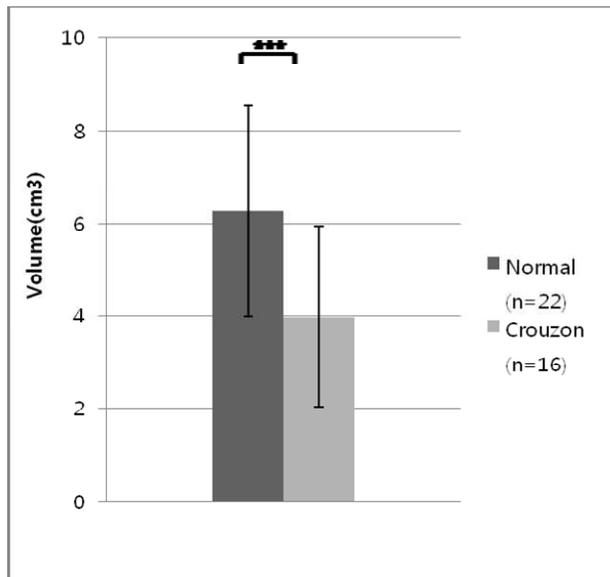


그림 4. 정상아와 크루즌병 환아의 상악동 부피 비교(***) $p<0.001$)

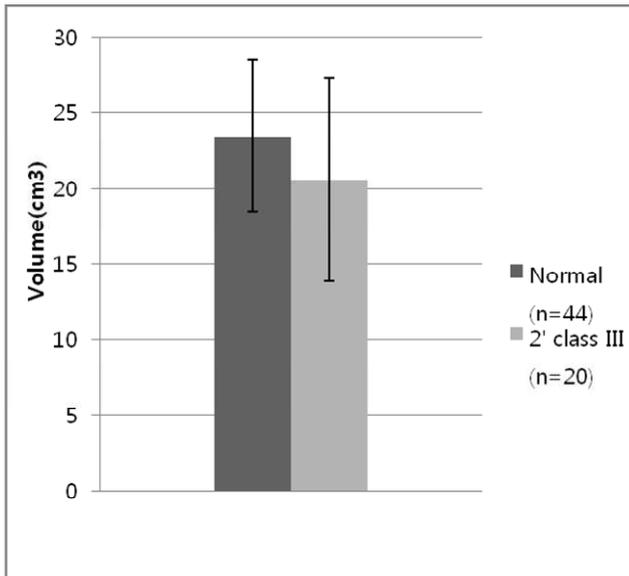


그림 5. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 부피비교($p=0.08$)

반안면왜소증 환자에서는 외견상 환측의 중안면부가 더 적게 발육된 것처럼 보였으나 상악동 부피 측정 결과에서는 환자의 정상측과 환측에서 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 오히려 양측의 부피는 거의 차이가 없었으며, 환자의 환측과 정상측 모두 정상인의 상악동 부피에 비해 작은 경향을 보였으나 통계학적인 의미가 있는 것은 아니었다(그림 6).

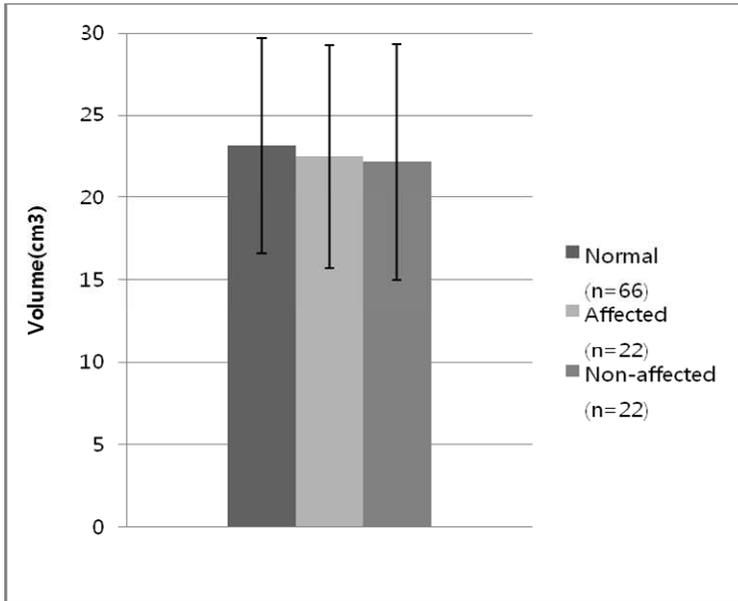


그림 6. 정상인과 반안면왜소증 환자의 정상측, 환측 상악동의 부피 비교(환측 vs 정상측 : $p>0.05$, 정상인 vs 환측 : $p>0.05$, 정상인 vs 정상측 : $p>0.05$)

2. 상악동 길이 지표 측정 결과

길이지표 측정에서 각 군간의 높이를 비교한 결과 크루즈병에서만 유의한 차이를 발견할 수 있었다(그림 7, 8, 9).

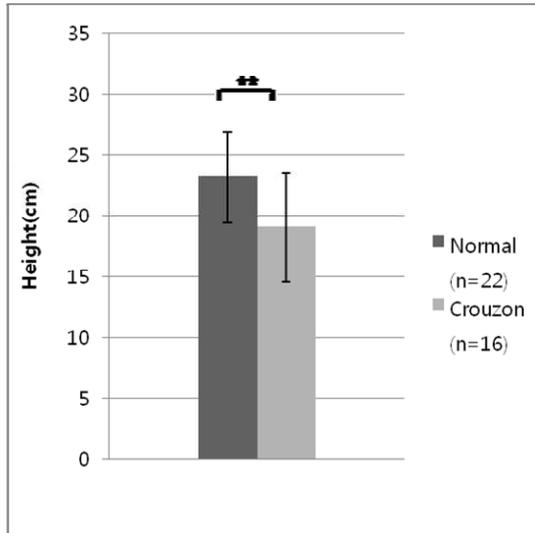


그림 7. 정상아와 크루즌병 환자의 상악동 높이 비교(** $p < 0.01$)

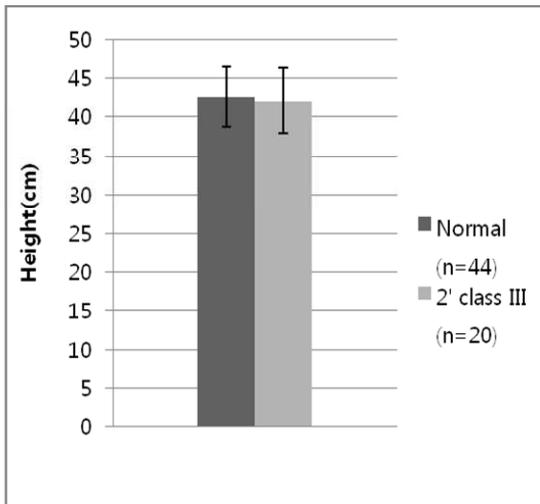


그림 8. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 높이 비교($p > 0.05$)

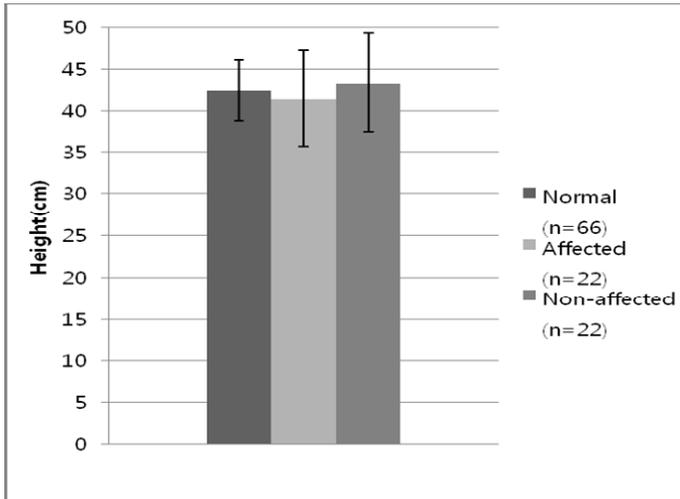


그림 9. 정상인과 반안면왜소증 환자의 상악동 높이 비교(환측 vs 정상측 : $p>0.05$, 정상인 vs 환측 : $p>0.05$, 정상인 vs 정상측 : $p>0.05$)

폭(width)의 경우도 크루즈병에서만 유의한 차이를 발견할 수 있었다(그림 10, 11, 12).

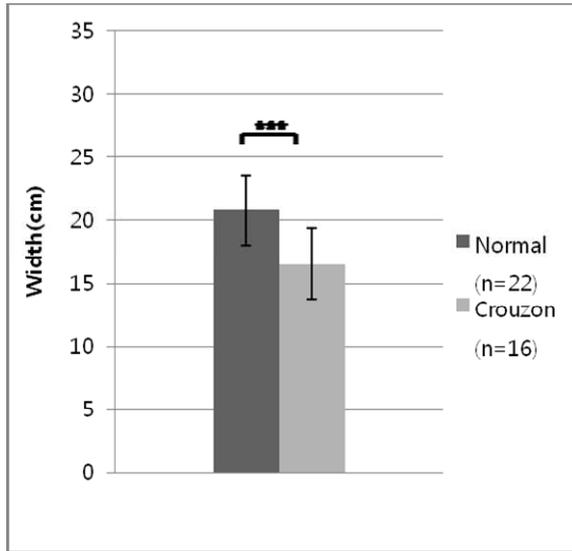


그림 10. 정상아와 크루즌병 환자의 상악동 폭 비교(** $p < 0.001$)

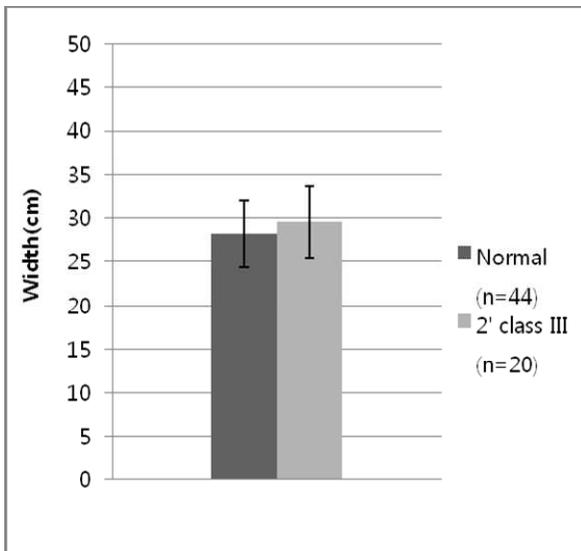


그림 11. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 폭 비교($p > 0.05$)

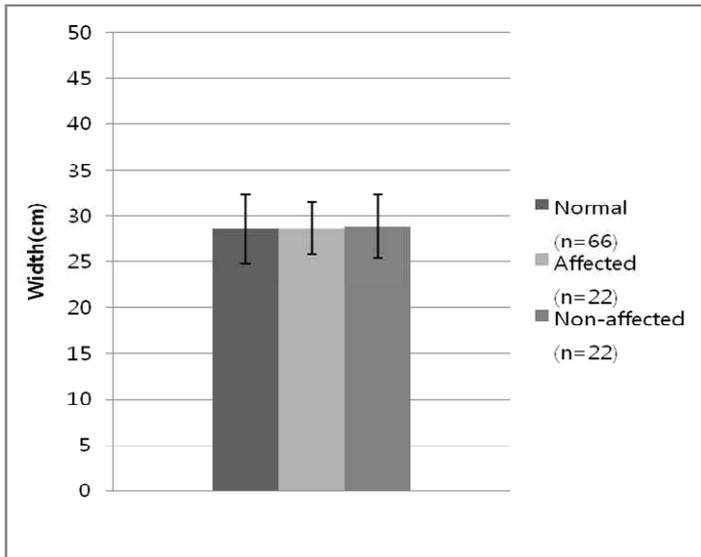


그림 12. 정상인과 반안면왜소증 환자의 상악동 폭 비교(환측 vs 정상측 : $p>0.05$, 정상인 vs 환측 : $p>0.05$, 정상인 vs 정상측 : $p>0.05$)

깊이(depth)를 측정한 결과에서는 크루즌병과 이차성 제 3급 부정교합 환자에서는 정상인과 비교하여 유의한 차이를 발견할 수 있었고 반안면왜소증에서는 유의한 차이를 발견할 수 없었다(그림 13, 14, 15).

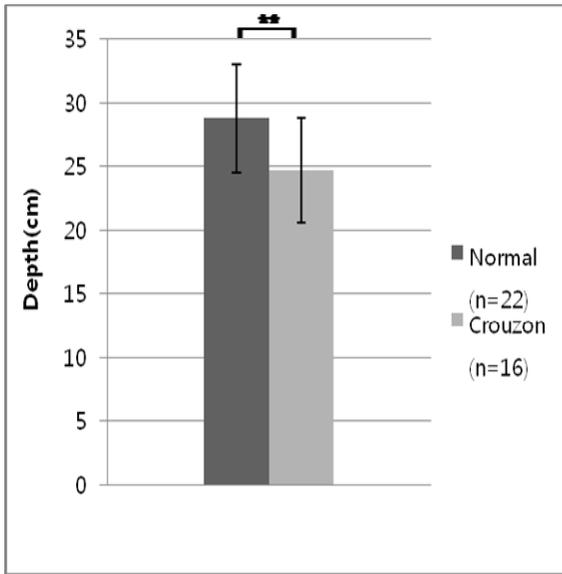


그림 13. 정상아와 크루즌병 환자의 상악동 깊이 비교(** $p < 0.01$)

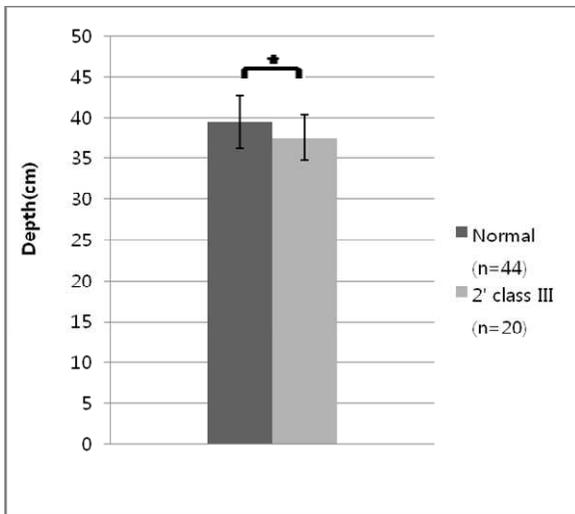


그림 14. 정상인과 이차성 제 3급 부정교합 환자의 상악동 깊이 비교(* $p < 0.05$)

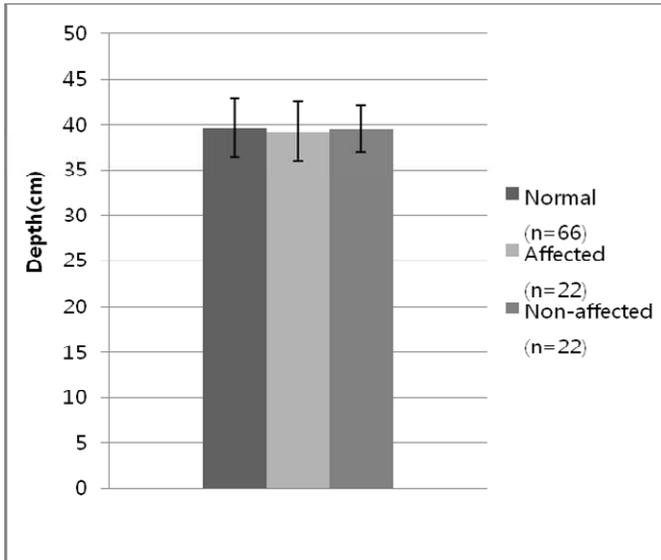


그림 15. 정상인과 반안면왜소증 환자의 상악동 깊이 비교(환측 vs 정상측 : $p>0.05$, 정상인 vs 환측 : $p>0.05$, 정상인 vs 정상측 : $p>0.05$)

3. 상악동 부피와 각종 길이지표의 상관관계

각 질환군별 부피와 각종 길이지표와의 상관관계를 분석하였다. 크루즈병에서는 높이($r=0.77$)와 깊이($r=0.82$)는 폭($r=0.90$)에 비해 낮은 상관관계를 보였다(그림 16).

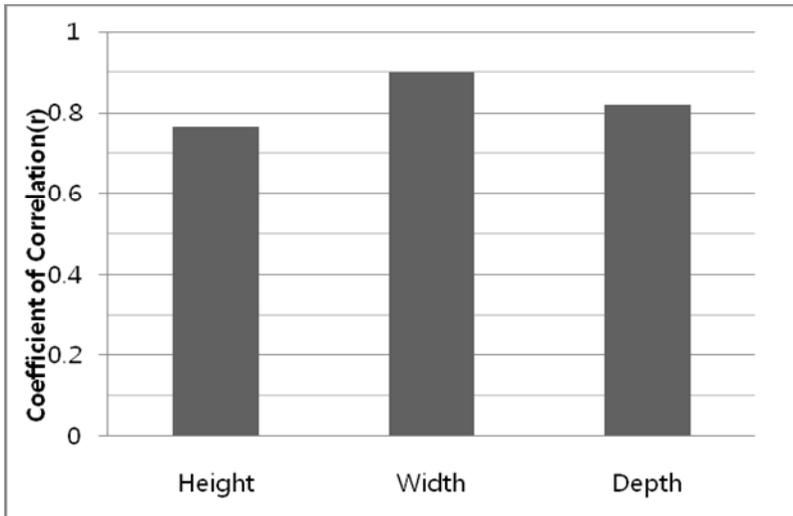


그림 16. 크루즌병 환자에서 부피와 각종 길이지표의 상관계수(r)

이차성 제 3급 부정교합에서는 폭($r=0.58$)과 깊이($r=0.42$)에 비해 높이($r=0.81$)가 비교적 높은 상관관계를 보였다(그림 17).

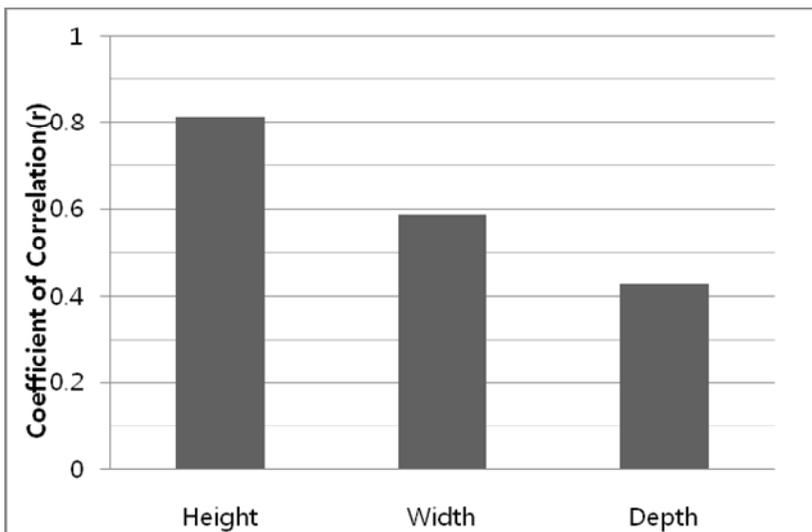


그림 17. 이차성 제 3급 부정교합 환자에서 부피와 각종 길이지표의 상관계수(r)

반안면왜소증에서는 높이($r=0.78$)와 폭($r=0.80$)이 가장 높은 상관관계를 보였으며 깊이($r=0.67$)는 상대적으로 낮은 상관관계를 보였다(그림 18).

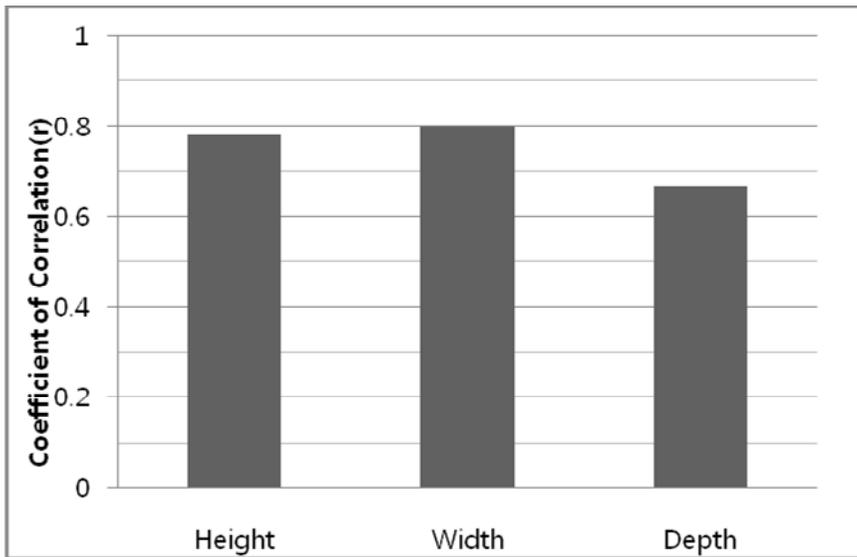


그림 18. 반안면왜소증 환자에서 부피와 각종 길이지표의 상관계수(r)

IV. 고찰

두개안면기형은 성형외과의 주된 관심 분야 중 하나이며 이중 중안면부는 외모에 결정적 영향을 미치는 부위이다. 따라서 이 부분의 윤곽을 결정 짓는 상악골에 대한 이해는 매우 중요하다고 할 수 있다. 그 동안 상악골의 발달이나 기형에 대한 분석이나 평가는 주로 상악골 자체를 이용한 것들이 많았으나 상악골의 전벽(anterior wall) 바로 뒤에 있는 상악동을 계측한 보고는 드물었다. 즉, 중안면부의 저성장이 있는 경우 해당 측의 상악동 또한 작을 것이라고 예측할 수 있지만 실제로 이를 검증한 보고는 아직까지 없었다. 또한, 이 부분의 저성장시 흔히 이용되는 LeFort I 절골술을 통한 상악골 전진술에서는 반드시 상악동이 절개되게 되며 전진 후에는 벌어진 골간은 골치유의 과정을 겪게 된다. 하지만 아직까지 이러한 수술의 대상이 되는 중안면부저성장 환자에서 상악동의 부피와 길이 지표 등을 측정된 보고는 없었다.

우선 본 연구에 사용된 부피분석 도구에 대한 신뢰성은 기존의 보고와 비교를 통해 확인할 수 있을 것으로 생각된다. 전(Jun) 등은 2006년에 한국인에서 연령에 따른 상악동 부피 변화를 CT를 이용하여 측정하여 보고한 바 있다.¹² 이 보고와 본 연구의 정상군에서 약 5세와 21세경의 상악동 부피는 거의 유사함을 확인할 수 있었으며 이를 통해 본 연구에 이용된 부피분석 도구가 신뢰성이 있음을 확인할 수 있었다. 측정 대상인 환자군과 정상군의 연령과 성별비도 두 군간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 적절한 비교가 이루어졌다고 생각되었다.

본 연구결과에서 외형상 보이는 중안면부의 저성장이 상악동의

부피와 연관되어 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 중안면부저성장이 심할수록 더 확실한 차이를 보였다. 즉, 가장 중안면부 저성장이 심한 것으로 알려져 있는 크루즌병에서 정상군에 비해 상악동 부피가 큰 차이를 보였으며 상대적으로 경도의 중안면부의 저성장을 보였던 반안면왜소증에서는 정상군과 절대수치에서는 다소 차이가 있었으나 통계적으로 유의한 차이를 확인하지 못하였다. 결국, 상악동 부피가 중안면부 저성장의 중증도를 평가할 수 있는 지표가 될 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다. 기존에는 상악골의 저성장을 평가하기 위하여 상악골의 높이를 재거나 두개골의 지표를 활용하여 각도를 재는 방법을 이용하였다. 그러나 이에 더하여 상악동의 부피 측정도 환자 추적 관찰이나 수술 전 중증도 평가에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

특히, 반안면왜소증의 경우 하악골 저성장의 정도는 Pruzansky type 등을 통해 가늠할 수 있었지만 동반될 수 있는 상악골의 저성장에 대해서는 높이 측정 외에는 그 상태를 정확히 표기할 다른 방법이 없었다. 본 연구에서와 같이 상악동의 부피를 측정하여 정상측 또는 정상 대조군과 비교할 수 있다면 의사들간의 소통이나 환자 진료 등에 유용하게 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

반안면왜소증 환자의 측정 결과에서 흥미로운 것은 환자의 환측 상악동과 정상측 상악동의 부피 차이가 거의 없었다는 점이다. 물론 Pruzansky type I의 경우 비교적 경한 형태의 반안면왜소증이므로 이러한 차이가 덜해 보일 수 있다. 하지만 외견상 환측 중안면부가 상대적으로 작아 보이던 환자들이 있었음을 고려해 볼 때 다소 의외의 결과라 할 수 있다. 결국 환측이 작아 보이는 것은 부피의 절대량이 적기 때문이 아니라 형태 또는 위치가 변형되었기 때문으로

추측되며 이에 대해서는 더 심한 반안면왜소증 환자를 대상으로 하는 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

한편, 반안면왜소증 환자의 상악동 부피를 정상인과 비교했을 때는 환측 뿐 아니라 정상측도 통계적 유의성은 없었으나 근소하게 작은 경향을 보였다. 이는 반안면왜소증 환자의 상악골이 양측 모두 성장부전일 수 있는 가능성을 나타낸다고 할 수 있을 것이다. 이에 대해서도 추가적으로 중증의 반안면왜소증 환자를 포함하는 보다 많은 수의 표본을 조사한다면 좀더 명확한 결론을 낼 수 있으리라 사료된다.

각종 길이 지표 측정에서는 크루즌병이 예상대로 심한 상악동의 저성장을 보였다. 모든 측정 지표에서 정상군과 비교했을 때 통계적으로 유의한 큰 차이를 보였으며 특히 폭의 경우 깊이나 높이 등의 지표보다 더 큰 차이를 보였다. 상관계수 측정에서는 주로 폭이 부피와 높은 상관관계를 보여($r=0.90$) 이 시기의 크루즌병에서는 상악동의 높이나 깊이보다는 폭이 부피를 가늠할 수 있는 지표로 생각되었다.

구개열에 의한 이차성 제 3급 부정교합에서 부피는 정상군에 비해 작은 경향을 확인할 수 있었으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다($p=0.08$). 길이지표에서는 깊이가 정상군과 유의한 차이를 보였다. 이 지표는 정상인과 비교했을 때 통계적으로 유의하게 감소되어 있는 반면 부피와의 상관관계는 상당히 낮았다($r=0.43$). 이는 이 질환에서의 부피감소의 주 원인이 깊이임을 나타내는 것이라 할 수 있다. 반면 높이는 부피와 가장 높은 상관관계를 보여 부피를 가늠하는데 높이가 유용한 지표임을 알 수 있었다.

반안면왜소증의 길이지표 중에는 정상인과 비교하여 유의한 차이를

보이는 지표가 없었다. 하지만 절대 수치는 약간 작은 경향이 있었다. 부피와의 상관관계에서는 높리와 폭이 비교적 높은 상관관계를 보여($r=0.78$, $r=0.80$) 반안면왜소증의 주된 병리가 높리와 폭의 감소에 있음을 확인할 수 있었다. 높리의 감소는 기존에 이미 알려진 반안면왜소증에 동반되는 상악골의 저성장의 원인인 하악골의 발육부전이 상악골의 하방 성장을 방해한다는 이론과 잘 맞는 내용이다.¹⁶ 이 사실은 수술적 교정에서도 중요하게 참고할 수 있으리라고 생각된다.

이번 결과를 기존에 보고된 상악골 성장에 대한 연구 결과와 비교해 보면, Uchida 등은 상악동 부피의 가장 중요한 결정 인자로 높리를 언급한 바 있으며, 높리, 깊이, 폭 중에 깊이가 높리에 이어 두 번째로 부피에 기여하는 인자라고 하였다.¹⁷ 본 연구 결과에서 비교적 정도의 임상양상을 보이는 반안면왜소증의 경우 높리와 폭이 부피와 가장 높은 상관관계를 보였다. 중등도의 임상양상을 나타낸다고 생각되는 이차성 제3급 부정교합 환자에서는 깊이 지표가 정상인에 비해 가장 감소되어 있었고 부피와의 상관관계도 낮았다. 한편, 높리는 부피와 높은 상관 관계를 보였다. 가장 심한 병리를 가지고 있는 크루즌병에서는 깊이와 높리, 폭 등 모든 지표들이 심하게 감소되어 있었고 폭이 부피와 높은 상관관계를 보임을 확인할 수 있었다. 이는 결국 상악동의 저성장이 심해지면 깊이가 먼저 짧아지고 다음에는 높리, 폭의 순서로 길이 지표가 짧아진다는 것을 나타낸다고 할 수 있다. 반대로 생각한다면 정상인이나 정도의 중안면부 저성장에서는 높리와 폭이 부피를 결정하는 인자라고 할 수 있다. 중등도의 상악동 병변에서는 깊이가 부피 감소의 주원인이며 남은 부피는 주로 높리의 변화에 의해 결정된다고 할 수 있다. 심한

저성장인 경우는 높이, 폭, 깊이가 모두 부피 감소의 원인이나 남은 부피를 결정하는 가장 중요한 인자는 폭임을 알 수 있었다. 이는 Uchida의 연구결과와 어느 정도 부합하는 내용이라 할 수 있을 것이며 이차성 제 3급 부정교합 환자에서 시행하는 LeFort I 절골술 및 상악전진술의 이론적 근거가 된다고 할 수 있을 것이다.

정리한다면 경도의 중안면부 저성장에서는 전반적인 상악동의 길이지표가 감소하면서 부피도 약간의 감소를 보이게 되며 이 때 높이와 폭이 부피를 결정하는 가장 중요한 인자가 된다고 할 수 있었다. 중등도의 경우 경도의 경우보다 부피의 감소 양상이 뚜렷했으며, 깊이의 감소가 상악동 부피 감소의 가장 주된 원인이 되었다. 그리고 감소된 부피를 결정하는 인자는 높이였다. 중증의 경우 높이와 폭, 깊이가 모두 감소하면서 심한 상악동 부피의 감소를 나타내게 되며 이때는 폭이 부피를 유지하는 인자가 되었다. Uchida가 정상인에서의 상악동 성장을 부피로 측정하고 본 연구는 두개안면기형으로 임상적으로 이미 중안면부의 저성장이 있는 환자에서 상악동의 부피를 측정하고 있는데 경도 및 중등도의 환자에서 유사한 결론이 나온 것은 의미있는 일이라고 생각된다. 결국 임상양상은 중안면부 저성장이라는 한가지 형태로 나타나지만 주된 병리는 각 질병마다 다를 수 있음을 보여 준다고 생각된다.

이렇게 상악동 분석을 통해 상악골의 저성장을 3차원적으로 간편하게 분석할 수 있다는 점은 본 연구를 의미 있게 하는 중요한 요소라 할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 이러한 차이를 잘 숙지하는 것은 수술로 중안면부의 저성장을 치료하고자 할 때 어느 지표에 초점을 두고 골을 조작할 지에 대한 중요한 정보를 제공한다고 할 수 있을 것이다.

임상적 시술에서 상악동의 중요성은 안면골의 형태를 반영한다는 특성뿐 아니라 안구 및 안와, 비강, 치조골 및 치아 등의 여러 가지 중요한 구조물들에 인접해 있는 비교적 넓은 공간이라는 특성에 기인하기도 한다. 전술하였던 상악동 부피 확장을 통한 중안면부 전진술 및 상악동의 공간을 활용한 골신연술외에도¹⁸ 이 공간을 활용해서 비정상적으로 위치한 치아를 제거하거나¹⁹ LeFort I 술식을 통해 상악동을 노출 시킨 후 안와나 기타 안면부의 종양을 피부 절개없이 제거하는 방법 등도 소개된 바 있다.²⁰ 반대로 상악동 내의 종양이나 낭종에 의해 안와가 눌러 안구 돌출이나 복시 등의 증상이 생겼다는 증례도 있으며²¹ 이런 사례들도 상악동의 임상적 중요성을 말한다고 할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서 제시된 자료를 기초로 다양한 술기가 응용될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 임상적으로 나타나는 중안면부의 저성장이 상악동 부피 감소와 상관관계가 있음을 확인할 수 있었으며 그 동안 중앙선의 수치로 정도를 표시하던 중안면부의 성장을 양측으로 나누어 표기할 수 있는 추가적인 방법으로써 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 또한 이러한 저성장에 영향을 미치는 길이 요소를 알게 됨으로써 중안면부 저성장을 치료하는데 참고되는 지침을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 CT를 이용하여 중안면부저성장을 보이는 대표적인 두개안면 질환인 크루즌병, 구개열 수술 후 발생한 이차성 제 3급 부정교합, 반안면왜소증에서 상악동의 부피와 높이, 폭, 깊이 등의 길이지표를 측정하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 임상적으로 중안면부의 저성장이 관찰되는 경우 상악동의 부피도 감소되어 있다.
2. 크루즌병에서는 상악동의 높이와 폭, 깊이의 감소가 부피 감소의 주된 원인이고 폭이 부피를 결정하는 주요 인자이다.
3. 이차성 제 3급 부정교합에서는 깊이의 감소가 부피감소의 주된 원인이고 높이가 부피를 결정하는 주요인자이다.
4. 반안면왜소증의 경우 높이와 폭이 부피를 결정하는 가장 중요한 인자이다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 상악동의 부피는 경도의 중안면부의 저성장을 보이는 경우는 상악동의 높이와 폭에 의해 결정되며 중등도나 중증의 중안면부 저성장에서는 깊이와 높이, 폭이 차례로 감소하게 되어 상악동의 부피가 감소하게 되는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Wolf G, Anderhuber W, Kuhn F. Development of the paranasal sinuses in children: implications for paranasal sinus surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102(9):705-11.
2. Scuderi AJ, Harnsberger HR, Boyer RS. Pneumatization of the paranasal sinuses: normal features of importance to the accurate interpretation of CT scans and MR images. *Am J Roentgenol* 1993;160(5):1101-4.
3. Kawarai Y, Fukushima K, Ogawa T, Nishizaki K, Gunduz M, Fujimoto M, et al. Volume quantification of healthy paranasal cavity by three-dimensional CT imaging. *Acta Otolaryngol Suppl* 1999;540:45-9.
4. Hildebolt CF, Vannier MW, Knapp RH. Validation study of skull three-dimensional computerized tomography measurements. *Am J Phys Anthropol* 1990;82(3):283-94.
5. Persing JA, Gampper TJ, Morgan E, Wolcott P. Experimental expansion of the maxillary sinus. *J Craniofac Surg* 1994;5(1):11-5.
6. Basdra EK, Stellzig A, Komposch G. The importance of the maxillary sinuses in facial development: a case report. *Eur J Orthod* 1998;20(1):1-4.
7. Moses JJ, Lange CR, Arredondo A. Endoscopic treatment of sinonasal disease in patients who have had orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2000;38(3):177-84.
8. Koppe T, Weigel C, Barenklau M, Kaduk W, Bayerlein T, Gedrange T. Maxillary sinus pneumatization of an adult skull with an untreated bilateral cleft palate. *J Craniomaxillofac Surg* 2006 Sep;34 Suppl 2:91-5.
9. Suzuki H, Yamaguchi T, Furukawa M. Rhinologic computed tomographic evaluation in patients with cleft lip and palate. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;125(9):1000-4.
10. Kim HY, Kim MB, Dhong HJ, Jung YG, Min JY, Chung SK, et al. Changes of maxillary sinus volume and bony thickness of the paranasal sinuses in longstanding pediatric chronic rhinosinusitis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008;72(1):103-8.
11. Yamaji KE, Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New internal Le Fort I distractor for the treatment of midface hypoplasia. *J Craniofac Surg* 2004;15(1):124-7.
12. Jun BC, Song SW, Park CS, Lee DH, Cho KJ, Cho JH. The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume

assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolution CT scanning. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;132(3):429-34.

13. Okazaki. Prediction of the Therapeutic Efficacy of Bronchial Arterial Infusion Using the IVR-CT/Angio System: A Retrospective Study. *J Bronchol* 2007;14(3):169-72.

14. Maurovich-Horvat P, Massaro J, Fox CS, Moselewski F, O'Donnell CJ, Hoffmann U. Comparison of anthropometric, area- and volume-based assessment of abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue volumes using multi-detector computed tomography. *Int J Obes* 2007;31(3):500-6.

15. Suri S, Utreja A, Khandelwal N, Mago SK. Craniofacial computerized tomography analysis of the midface of patients with repaired complete unilateral cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(3):418-29.

16. Vu HL, Panchal J, Levine N. Combined simultaneous distraction osteogenesis of the maxilla and mandible using a single distraction device in hemifacial microsomia. *J Craniofac Surg* 2001;12(3):253-8.

17. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. A cadaveric study of maxillary sinus size as an aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. *J Oral Maxillofac Surg* 1998;56(10):1158-63.

18. Wenghoefer M, Martini M, Nadjmi N, Schutyser F, Jagtman AK, Bergé S. Trans-sinusoidal maxillary distraction in three cleft patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006;35(10):954-60.

19. Lazaridis N, Tilaveridis I, Venetis G, Lazaridou M. Maxillary sinus osteoplasty with vascularized pedicled bone flap. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008 Jul 23.

20. Sailer HF, Haers PE, Grätz KW. The Le Fort I osteotomy as a surgical approach for removal of tumours of the midface. *J Craniomaxillofac Surg* 1999;27(1):1-6.

21. Kaltreider SA, Dortzbach RK. Destructive cysts of the maxillary sinus affecting the orbit. *Arch Ophthalmol* 1988;106(10):1398-402.

Abstract

Three dimensional measurement of maxillary sinus in craniofacial disease patients using computed tomography

Seung Yong Song

Department of Medicine

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Yong Oock Kim)

The maxillary sinus occupies the largest spatial volume among various structures of a face. Its function includes sound resonance, regulation of air humidity and temperature, shock absorption, and reduction of skull weight. In the past, maxillary sinuses were measured by dry skull and X-rays. But recent advances of computed tomography (CT) technology enabled more efficient and convenient study of maxillary sinus. The author investigated the volume, height, width and depth of maxillary sinuses using CT in patients with craniofacial diseases.

Forty craniofacial disease patients diagnosed at Severance Hospital of Yonsei University Health System in Seoul, Korea from

2001 to 2008 were investigated. All patients showed midface hypoplasia. The CT of 44 people as a control group (88 maxillary sinuses) showed no abnormalities. Among various craniofacial diseases, eight Crouzon disease patients (16 maxillary sinuses) were included as the most severe midface hypoplasia. The secondary class III malocclusion patients after cleft palate surgery patients (20 maxillary sinuses) were included as the moderate midface hypoplasia. Finally, affected side maxillary sinus (22 maxillary sinuses) of hemifacial microsomia was included as the mild midface hypoplasia. The volume, height, width and depth of three patient groups were measured and compared to that of the control group.

Maxillary sinus volumes of Crouzon disease patients were significantly reduced compared to the control group ($p < 0.001$). In hemifacial microsomia, maxillary sinus volumes of the affected sides showed no differences compared to the non-affected sides or the control group. Crouzon disease showed significant reductions in height ($p < 0.01$), width ($p < 0.001$) and depth ($p < 0.01$) and width showed highest correlation coefficient with the maxillary sinus volume ($r = 0.90$). Secondary class III malocclusion patients showed significant reduction in depth ($p < 0.05$) and height showed highest correlation coefficient with the maxillary sinus volume. In hemifacial microsomia, height and width showed highest correlation coefficient with the maxillary sinus volume.

Clinically diagnosed midface hypoplasia was closely related with

reduced maxillary sinus volume. In Crouzon disease, height, depth and width were significantly reduced and width was the main determinant of volume. In secondary class III malocclusion after cleft palate surgery, depth was significantly reduced and height was the main determinant of volume. In hemifacial microsomia, both height and width were the main determinants of maxillary sinus volume.

Key Words : maxillary sinus, measurements, volume, Crouzon, secondary class III malocclusion, hemifacial microsomia