

## ROC 분석을 이용한 골격성 Ⅲ급 부정교합의 수평계측방법간 비교연구

최 희 영<sup>1)</sup> · 장 영 일<sup>2)</sup>

본 연구는 Ⅲ급 부정 교합을 판별하는데 있어, 수평 부조화의 진단에 이용되는 여러 진단 항목들의 진단학적 효율과 타당성을 ROC analysis로 비교하는데 그 목적이 있다.

ROC(Receiver Operating Characteristic) analysis는 연속적으로 변하는 cut-off value에서의 sensitivity와 1-specificity에 의해 그려지는 곡선으로서 진단 방법의 타당성을 결정하고, 여러 진단 방법들을 비교하는 분석 방법으로 알려져 있다.

부정교합자 496명을 대상으로 측모 두부 X-선 계측사진과 진단모형을 이용하여, 진단모형 계측을 통해 부정교합군을 분류하였으며, 이중 Ⅲ급 부정 교합자는 245명이었다. 측모 두부 X-선계측사진에서 16개의 계측항목을 선정하였으며, 이 계측항목들과 Ⅲ급 부정교합의 관계를 알아보고자 각도 계측항목에서는 1° 간격으로, 선 계측항목에서는 1mm의 간격으로 sensitivity와 specificity를 구해 ROC curve를 그렸다. 그리고, 이 계측항목들의 직접적인 비교를 위해 ROC curve 아래의 면적을 계산해냈다.

결과는 다음과 같다.

1. Ⅲ급 부정교합을 판별하는데 있어, "Wits" appraisal이 다른 계측 항목에 비해 더 나은 진단 효율을 보였다.
2. AB plane angle, ANB angle, App-Bpp distance, AF-BF distance, APDI, N perpendicular to A 와 Pog to N perpendicular의 차이, maxillomandibular differential도 높은 진단 가치를 보였다.
3. 하악골의 위치를 평가하는 계측항목은 중정도의 진단 효율을 보였다.
4. 상악골에 대한 계측항목은 Ⅲ급 부정교합의 판별에 대한 진단 가치가 낮았다.

(주요단어 : ROC 분석, 진단 효율, Ⅲ급 부정교합)

### 1. 서 론

측모 두부 X-선 계측사진이 교정학에 도입된 이래, 이는 교정진단기록 중 빼놓을 수 없는 중요하고도 기본적인 항목이 되었으며, 악안면의 성장발육 상태, 치료계획의 수립, 치료중이나 후의 평가 등에 널리 이용되고 있다. 이런 목적을 위하여 여러 학자들은 측모 두부 X-선 계측사진상의 계측점들을 이용하여 악안면 복합체의 구조와 상태를 분석하고자 했으며, 악골의 수평부조화를 평가하기 위한 여러 방법이 소개되

어 현재에는 약 50여 가지에 이르고 있다. 그러나 이런 분석법들의 그 자체에 대한 평가나 비교는 별로 주목받지 못했으며, 우리가 임상 혹은 연구의 목적으로 선택하는 계측항목이 타당하고 믿을만하다는 객관적 근거는 제시하지 못하고 있다.

Receiver Operating Characteristic(ROC) analysis는 진단방법의 타당성을 결정하고, 여러 진단방법들을 비교하는 분석법<sup>1)</sup>으로 알려져 있는데, 이는 원래 소음으로부터 어떤 정보를 얻어내기 위한 electro-magnetic(radar) signal detection theory에서 발전된 것으로, 1960년 Lusted<sup>2)</sup>에 의해 의학 분야에 처음 도입된 이래 1970년대에 널리 사용되기 시작했으며 주로 진단방법 비교의 목적으로 이용되고 있다.

<sup>1)</sup> 서울대학교 치과대학 치과교정학교실

<sup>2)</sup> 서울대학교 치과대학 치과교정학교실, 교수

표 1. Sample distribution according to Angle classification

	Male	Female	Total
Class I	30	80	110(22.2%)
Class II	41	100	141(28.4%)
Class III	88	157	245(49.4%)
Total	159	337	496

교정학 분야에서는 1992년 Wardlaw<sup>21)</sup>가 수직부조화를 진단하는 여러 계측항목들을 ROC analysis로 평가하는 연구를 하였으나, 수평부조화를 판별하는 진단항목에 관한 연구는 아직 없었다. 이에 저자는 동양인 특히 한국인의 부정교합 유형 중 큰 비율을 차지하는 III급 부정교합을 판별하는데 이용되고 있는 여러 진단항목들의 진단학적 효율과 타당성을 ROC analysis를 이용하여 비교하고자 본 연구를 시행하였다.

## II. 연구자료 및 방법

### 1. 연구자료

서울대학교 병원 치과 진료부 교정과에 내원한 부정교합 환자의 치료전 측모 두부 X-선 계측사진과 진단 모형을 이용하여 총 496개의 표본을 얻었다. 부정교합자의 진단 모형과 측모 두부 X-선 계측사진, chart 등을 조사하여, 유구치의 조기상실이나 제1대구치의 상실, 구치부에 명백한 전이가 있는 경우나 광범위한 보철치료를 받은 증례들은 제외시켜, 제1대구치 변위량에 의한 부정교합군 분류에 정확성을 기하고자 하였다.

상,하악 제1대구치의 교두관계를 모형상에서 직접 계측하여 하악 제1대구치의 근심협측구가 상악 제1대구치의 근심협측교두와 일치하는 경우를 0으로 기록하였다. 하악 제1대구치가 원심으로 변위된 경우를 음(negative)으로 나타내었으며, 근심으로 변이된 경우는 양(positive)으로 나타내었다. 계측치는 caliper로 0.1mm 단위까지 구하였으며, 좌우의 평균을 내어 평균치가 0mm인 증례는 I급 부정교합군으로 분류하였으며, 음으로 나온 경우는 II급 부정교합군으로, 양으로 나온 경우는 III급 부정교합군으로 분류하였다. 각 부정교합군의 분포는 표 1과 같다.

본 연구는 III급 부정교합과 이를 진단하는 계측항목간의 관계를 밝히기 위한 것이므로, 모델계측에서

표 2. Condition of sample

Positive condition(Class III)	245(49.4%)
Negative condition(Class I, II)	241(50.6%)

근심교합 관계를 보이는 증례만을 임상증상이 있는 군으로 보았으며, I급과 II급 부정교합군은 임상증상이 없는 군으로 하였다(표 2).

### 2. 연구방법

표준방식에 의해 촬영된 측모 두부 X-선 계측사진에 투사도를 작성한 후, 계측점과 계측항목(표 3, 그림 1, 2)을 설정하였다. KD 4300 Digitizer(Graphtec)를 이용하여 Trigem 286 computer에 기록하고 본 연구를 위하여 작성된 계측 program을 이용하여 각도, 거리 항목을 각각 0.1°, 0.1mm 단위까지 측정하였다. 교합평면은 제1대구치의 근심협측교두와 제1소구치의 협측교두의 중첩부위의 중간점을 연결한 기능적 교합평면(FOP)으로 설정하였다.

통계처리는 SPSS(Statistical Package of Social Science) program을 이용하여, 모든 계측항목에 대한 평균과 표준편차를 구하였고, ROC analysis에는 BMDP(Biomedical program)을 이용하였다. 각각의 계측항목에 대한 ROC curve를 구하기 위해 각도 계측항목은 1.0°, 선 계측항목은 1.0mm의 간격으로 cut-off value를 지정하였으며, 이에 대한 sensitivity와 specificity를 구하였다. 그리고, 계측항목들간의 직접적인 비교를 위해 각 ROC curve 아래의 면적을 계산해냈다.

### 3. ROC analysis

#### (1) 2 X 2 decision matrix

측모 두부 X-선 계측사진의 여러 계측 항목을 환자의 어떤 임상적인 상태를 판별하는 진단학적 테스트로 이용할 수 있는데, 이때 대개의 진단학적 테스트는 cut-off value를 가지게 되고, 이 cut-off value를 기준으로 하여 환자의 상태를 양성(positive)과 음성(negative)으로 판단할 수 있다<sup>13)</sup>.

환자의 특정 상태의 유무에 대한 진단 테스트의 양성, 음성 판별에 대한 2 × 2 테이블 즉, decision matrix는 진단 테스트의 효율을 평가하는 방법이다(그림 3). 테이블 내의 각각 4개의 cell은 두가지 상태

**표 3. Cephalometric measurement**

1. SNA angle
2. SNB angle
3. ANB angle
4. Facial angle
5. AB plane angle
6. Palatal plane angle
7. APDI
8. Wits appraisal
9. AF-BF distance
10. App-Bpp distance
11. N perpendicular to point A
12. Pog to N perpendicular
13. N perpendicular to point A - Pog to N perpendicular
14. Effective mandibular length
15. Effective midfacial length
16. Maxillomandibular differential

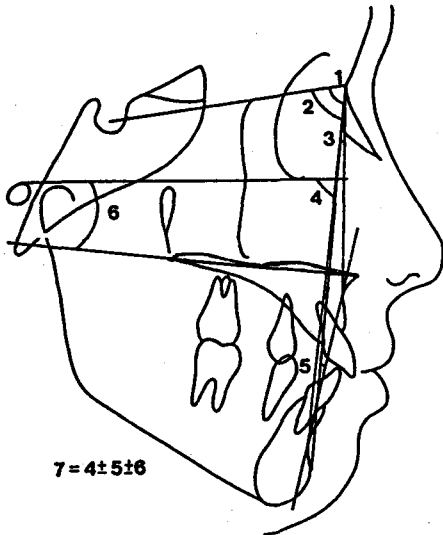


그림 1. Angular measurement

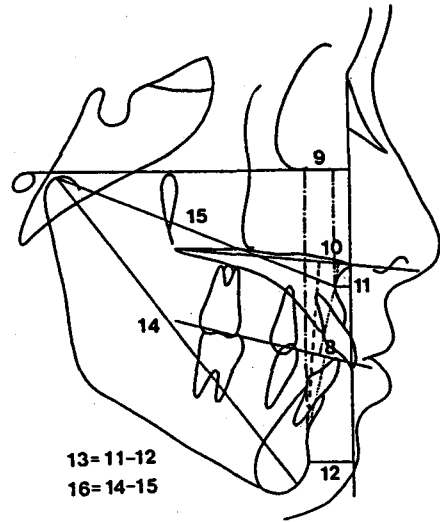


그림 2. Linear measurement

		Condition	
		Present C+	Absent C-
Test result	Positive T+	True positive (TP)	False positive (FP)
	Negative T-	False negative (FN)	True negative (TN)

그림 3. 2×2 table (or decision matrix)

즉 환자의 임상적 상태와 진단 테스트 결과가 만나는 환자의 수를 나타낸다. 즉 테스트 결과 양성인 동시에 임상적으로 질병을 가지고 있다면 진성 양성(true positive)이 되며, 테스트는 양성이나 환자가 질병을 갖고 있지 않으면 가성 양성(false positive)이 된다. 반대로 테스트 결과는 음성이나 질병을 임상적으로 나타내면 가성 음성(false negative)이 되며, 테스트와 임상증상이 모두 음성이면 진성 음성(true negative)이 된다.

이 decision matrix의 가장 중요한 특징은 sensitivity와 specificity로 이를 표현한 식은 다음과 같다.

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{\text{True positive patients}}{\text{Total patients with condition}}$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{\text{True negative patients}}{\text{Total patients without condition}}$$

Sensitivity는 임상적 질병을 가지고 있는 총 환자수로 진성 양성을 보이는 환자수를 나눈것으로, 특정 질병을 가진 환자를 정확히 찾아내는 능력을 말하고, specificity는 진성음성 환자수를 질병이 없는 총 환자수로 나눈것으로, 어떤 질병이 없는 환자를 정확히 구분해 내는 능력을 말한다. 그러므로, 정확한 진단법이란 sensitivity와 specificity가 모두 높아야 한다고 할 수 있다. 또한 sensitivity는 true positive rate로 표현되기도 하며, 1-specificity는 false positive rate로 나타내며, 이는 ROC curve에 이용된다.

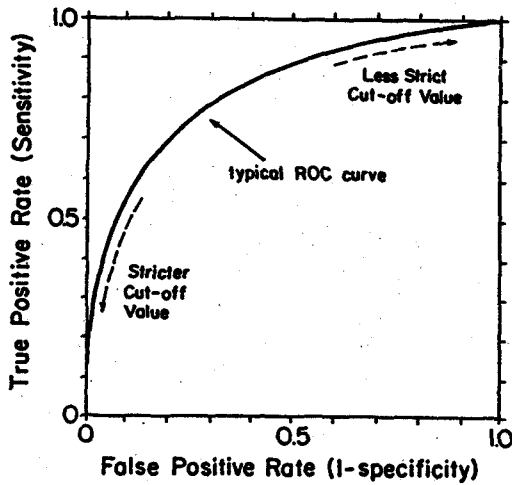


그림 4. Typical ROC curve

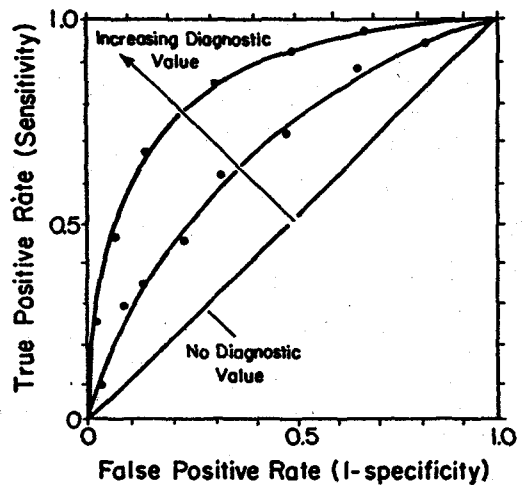


그림 5. Nonoverlapping ROC curves

(2) ROC curve

하나의 2 × 2 테이블에 의한 분석은 선택된 특정 cut-off value에만 의존하므로 다른 변수에 대한 테스트는 불가능하다는 한계를 가진다. Cut-off value를 변화시키면 sensitivity와 specificity도 변하게 되는데, ROC curve는 이렇게 cut-off value를 변화시켜 각 수치에 대한 sensitivity와 specificity를 구해서 그리는 곡선이다(그림 4)<sup>14)</sup>. 전형적인 ROC curve에서 Y축은 true positive rate 즉 sensitivity를 나타내며, X축은 false positive rate로서 1-specificity를 나타낸다. Cut-off point가 더욱 엄격(strict)할수록, sensitivity와 false positive rate는 graph의 origin에 가까워지고, 그만큼 질병 상태를 엄격한 기준으로 구별하게 되며, 환자의 상태가 거의 확실한 양성일 때만을 양성으로 표시하게 된다. 반대로 cut-off point가 느슨(lax or less strict)한 경우, 그래프의 우측 상단에 그 결과가 나타나게 되며, 진성 음성인 경우는 확실하게 구별해주나, 진성양성은 그렇지 못하다.

ROC curve로 2가지 이상의 진단 방법들을 비교할 수 있는데<sup>14)</sup>, cut-off value를 변화시켜, sensitivity를 같게 하여 그 진단법들의 false positive rate를 비교할 수 있으며, 또한 false positive rate를 같게 하여 각 진단법들의 sensitivity를 비교할 수 있다. 더욱 직접적인 방법으로, 여러개의 curve를 그려 curve간의 비교를 시행할 수 있다(그림 5). 이때 가장 좌측 상단에 위치하는 curve가 가장 좋은 진단학적 가치를 가지게 되며, 각 cut-off point에서 높은 sensitivity와 낮은 false positive rate를 가진다.

ROC curve의 진단학적 가치는 curve 아래의 면적으로 계산할 수 있는데, 총 면적의 비로 나타낼 때, 면적이 1.0이 되면 완전한 진단법으로서, false positive와 false negative가 0이 된다. 면적이 0.5 이하인 경우는 진단의 가치를 갖지 못하며, curve가 이보다 좌측 상단에 위치해 면적이 커질수록 진단학적 가치는 증가하게 된다.

이렇게 ROC curve는 진단 방법의 타당성을 결정해 줄 뿐 아니라, 여러 진단 방법들간의 비교도 가능하다. 또한, 한 진단 방법의 cut-off point를 결정해 주는 기능도 있는데, 가장 정확한 cut-off value는 sensitivity와 specificity가 동시에 높은 값으로서, 그래프의 가장 좌측 상단에 있는 point가 될 수 있다.

Ⅲ. 연구성적

496개의 표본에 대한 최소값, 최대값, 평균과 표준편차에 관한 결과는 표 4에 제시하였다.

Ⅲ급 부정교합의 판별에 이용되는 16개의 계측항목에 대한 ROC curve를 그리고, curve 아래의 면적을 구했으며 표 5에 제시하였다. 이 중 "Wits" appraisal의 값이 0.8785로 가장 크게 나왔다. AB plane angle도 높은 수치를 보였으며, ANB angle, App-Bpp distance, AF-BF distance는 0.85대의 수치를 보였다. 상,하악골의 계측점을 모두 사용한 항목 중에서는 APDI, N perpendicular to point A와 Pog to N perpendicular의 차이, maxillomandibular differential 등이 0.82대의 다소 낮은 값을 보였지만, 이상의 계측

표 4. Descriptive statistics

	Minimum	Maximum	Mean	SD
1. SNA angle	72.0	90.1	80.35	3.43
2. SNB angle	66.3	94.0	79.60	4.58
3. ANB angle	-9.1	9.7	0.72	3.56
4. Facial angle	77.0	99.4	88.44	5.76
5. AB plane angle	-13.7	14.3	-1.16	5.56
6. Palatal plane angle	-6.6	9.5	0.74	2.93
7. APDI	66.5	113.2	88.23	9.19
8. Wits appraisal	-24.6	9.2	-5.49	6.12
9. AF-BF distance	-17.7	18.3	1.63	6.49
10. App-Bpp distance	-17.0	16.7	1.09	6.57
11. N perpendicular to point A	-11.6	8.5	-0.58	3.35
12. Pog to N perpendicular	-28.4	27.9	-2.86	9.23
13. N perp. to point A - Pog to N perp.	-21.6	28.5	2.25	8.08
14. Effective mandibular length	101.1	144.4	121.06	8.40
15. Effective midfacial length	72.0	98.6	85.42	4.70
16. Maxillomandibular differential	18.1	58.3	35.59	6.91

표 5. Areas under the ROC curves

Measurement	Area
Wits appraisal	0.8785
AB plane angle	0.8694
ANB angle	0.8599
App-Bpp distance	0.8567
AF-BF distance	0.8542
APDI	0.8282
N perp. to point A - Pog to N perp.	0.8255
Maxillomandibular differential	0.8244
SNB angle	0.7770
Facial angle	0.7710
Pog to N perpendicular	0.7675
Effective mandibular length	0.7161
N perpendicular to A	0.5833
Effective midfacial length	0.5830
Palatal plane angle	0.5735
SNA angle	0.5659

항목들은 모두 높은 진단학적 효율을 보였다.

하악골의 크기나 위치를 나타내는 계측항목은 0.7 대의 수치를 보였으며, 상악골의 위치나 크기를 나타내는 항목과 palatal plane angle은 작은 면적값을 보였다.

그림 6에는 “Wits” appraisal의 ROC curve와 나머지 15개의 항목에 대한 ROC curve를 중첩시켜 나타내었다. 그래프 중 좌측 상단의 것이 “Wits” appraisal의 ROC curve로 다른 진단항목에 비해 더 나은 진단학적 효율을 보여주고 있다.

IV. 총괄 및 고안

성장동안의 악골회전, 악골과 기준평면간의 수직적인 관계, 그리고 이를 평가하기 위한 여러 방법들의 타당성의 결여 등으로 인해 악골의 전후방 관계의 평가는 교정의가 당면하는 어려운 문제들 중의 하나가 되어 왔다. 계측점을 정확성과 반복 재현성을 가지고 선정하였다 해도, 확실히 다른 악골의 관계가 분석 방법에 따라 동일한 계측치를 보이기도 하고, 또는 동일한 악골의 전후방 관계가 서로 다른 골격성 부정교합으로 분류되기도 한다.

악골의 수평 부조화와 두부 X-선 계측사진에서의 여러 분석 방법들간의 관계에 대한 이전의 연구들은 상관계수와 같은 통계학적인 방법을 주로 이용하여 왔다<sup>7,17,18)</sup>. 본 연구에서 사용한 ROC analysis는 치료해야 할 교합관계의 이상과 그 밑에 내재되어 있는 골격성 원인요소 간의 관계를 평가하는 새로운 개념의 통계학적인 시도로 볼 수 있다. 두부 X-선 계측사진상의 계측항목에 ROC analysis를 적용한 결과는 여러 다른 계측항목들간의 상대적인 진단학적 효율을 평가하는데 특히 유용한 결과를 제공해 주고 있다.

ROC analysis는 데이터 표시가 간단명료하고, 각 curve의 양적 표현이 가능하여 결과에 대한 해석이 쉽다는 장점이 있다. ROC analysis는 임의의 하나의 cut-off point에서의 정보 대신 연속적으로 변하는 cut-off value에서의 데이터를 나타내기 때문에 하나

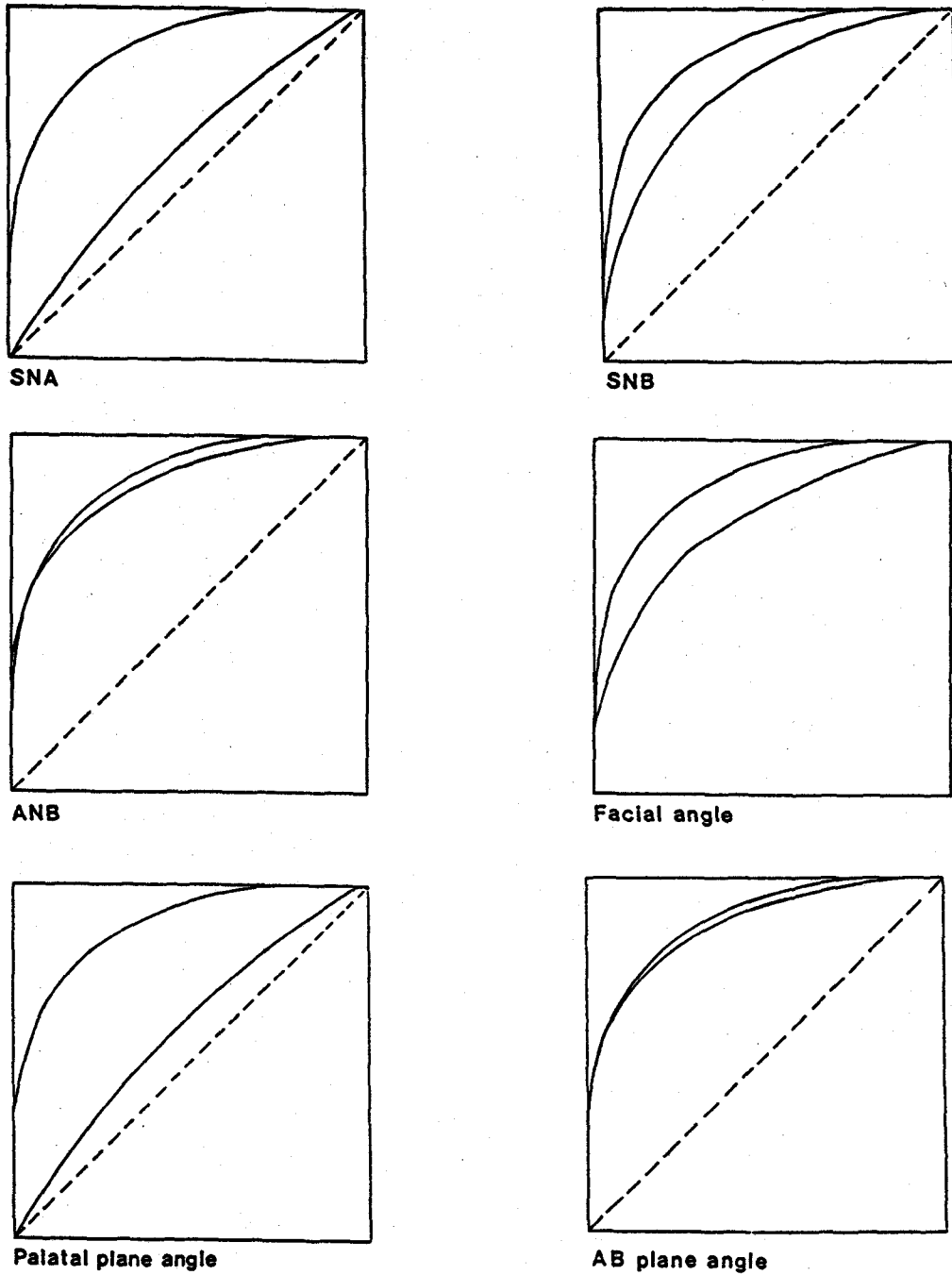


그림 6. ROC curves of the cephalometric measurements

의 2 × 2 Table에 의한 데이터 분석보다 더 나은 분석방법이라 할 수 있다.

상,하악골의 전후방 부정교합을 진단하기 위해 흔히 사용되고 있는 계측항목과 분석법을 ROC curve로

평가해본 결과 “Wits” appraisal이 다른 항목들에 비해 Ⅲ급 부정교합에 대한 판별 능력이 더 나은 것으로 나왔다. 본 연구에서는 “Wits” appraisal의 기준평면으로 Jacobson의 정의에 따라 기능적 교합평면을

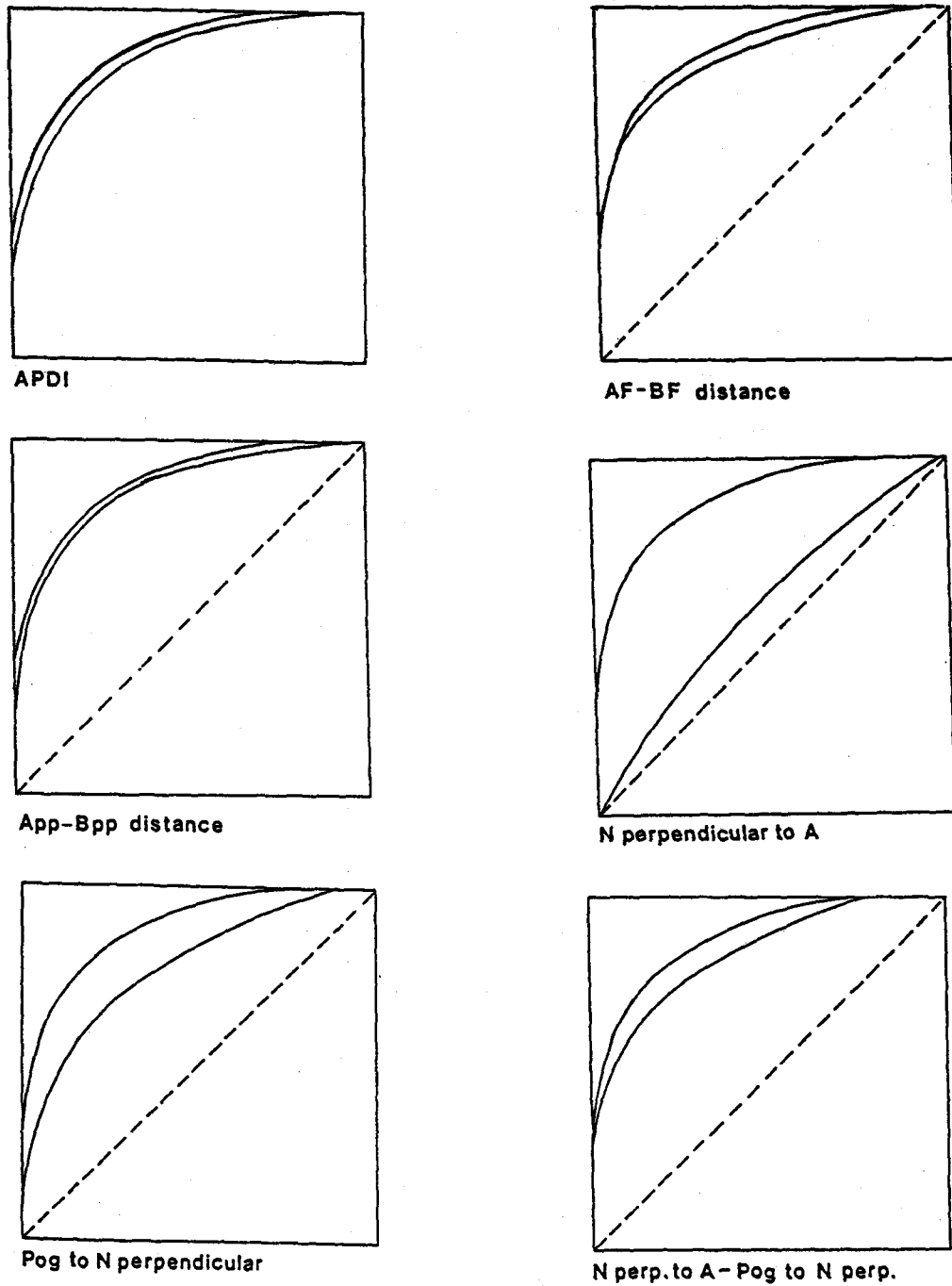


그림 6(Cont'd). ROC curves of the cephalometric measurements

사용하였는데, 이는 부정교합에서 흔히 나타나는 전치의 과맹출 또는 저맹출로 인한 일반적 교합평면의 위치선정에 대한 오류를 줄이기 위한 것이었다.

그러나, Thayer<sup>20)</sup>의 연구에 의하면 기능적 교합평

면에서의 "Wits" appraisal의 값은 일반적 교합평면에서의 값과 상관관계가 있으며, 2가지 평면 모두 "Wits" appraisal에 사용이 가능하다고 했다.

"Wits" appraisal은 악골의 회전효과나 nasion의 위

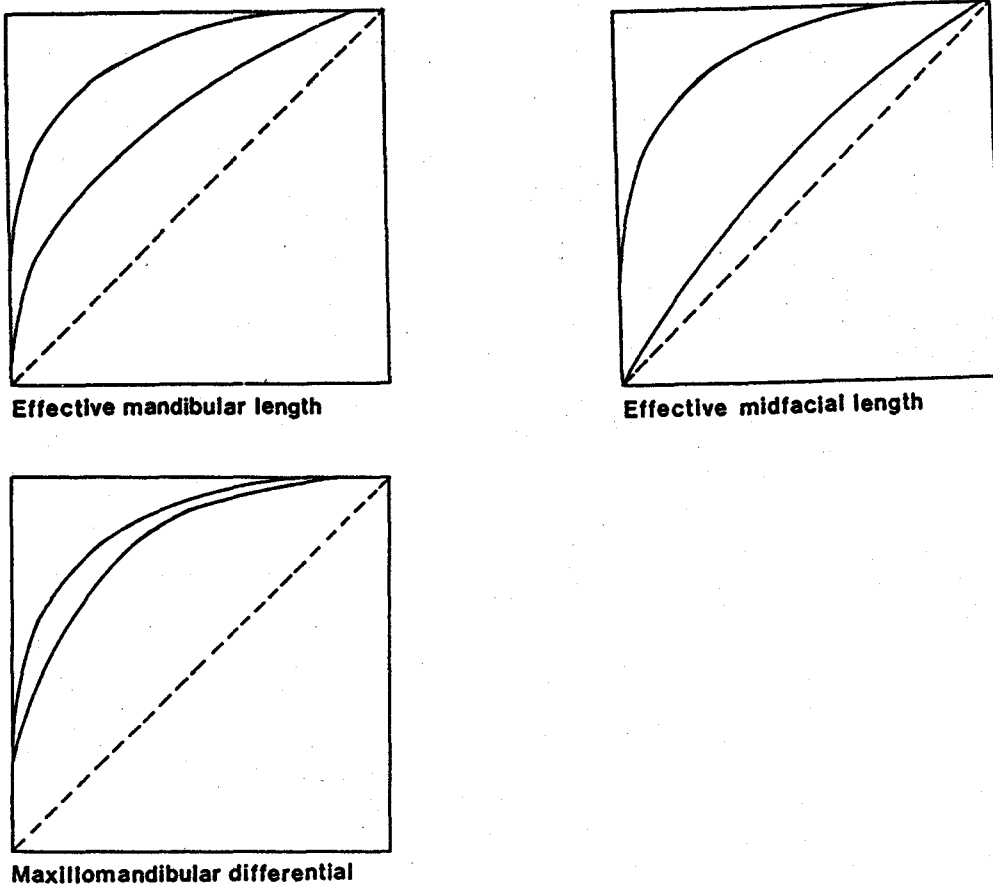


그림 6(Cont'd). ROC curves of the cephalometric measurements

치변화로 인한 ANB각의 부정확성을 감소시키기 위한 노력으로 발전되었으며, ANB각이 치아와 악골에서 거리가 먼 nasion에 대한 관계인 반면, "Wits" appraisal은 교정의가 우선적으로 관심있는 안면 부분에 주목하고 있다. 그러나, "Wits" appraisal은 교합평면의 경사도와 치열의 수직고정에 영향 받으며, 골격성 분석법이라기 보다는 치열에 관계된 항목이라고 볼 수 있다. Jacobson은 "Wits" appraisal이 치료의 용이성이나 어려움을 나타내주는 것은 아니며, 절대적인 진단기준이라기 보다는 다른 분석항목에 추가적인 계측치로 사용하는 것이 바람직하다고 하였다<sup>6)</sup>.

Ⅲ급 부정교합을 판별하는데 있어, "Wits" appraisal 다음으로는 AB plane angle이 높은 진단학적 효율을 나타내었으며, 그 외의 상,하악골의 계측점을 모두 이용한 계측항목도 비교적 높은 진단학적 효율을 보였다.

여러 환경요소에 영향받아 악골의 수평관계를 정

확하게 나타내지 못한다고 비판되어온 ANB각은 본 연구에서는 세번째의 높은 진단학적 효율을 보였다. Oktay<sup>17)</sup>의 ANB, Wits, AF-BF, APDI 간의 비교연구에서 보면, ANB각이 SN length, SN-GoGn angle, OP-SN angle 등과 통계적인 연관성이 없거나, 있더라도 낮았기 때문에 기하학적으로 그 가치를 반박한 종전의 주장들과는 상이한 결과를 나타내고 있다. 확실히 ANB각은 증례에 따라 부정확성의 여지가 있는 하지만, 통계적인 연구결과는 ANB각의 유용성을 뒷받침해 주고 있다.

APDI에 대한 ROC analysis의 결과는 Kim의 연구와는 상이했다. Kim<sup>8)</sup>의 연구에서 단일 계측치에 의한 분석보다는 이런 계측치들의 조합시 전후방 부조화의 진단에 더욱 유용한 결과를 얻을 수 있다고 하였으나, 본 연구에서는 AB plane angle이 APDI보다 Ⅲ급 부정교합을 더욱 잘 판별해주는 것으로 나타났다. APDI의 다른 요소인 facial angle은 중정도의 진



단학적 효율을 보였는데, 이는 chin의 후퇴나 전돌의 정도를 나타내주는 골격 분석항목으로 극단적인 값을 보일때는 안면형태의 전돌이나 후퇴 여부에 대한 적절한 평가가 가능하다는 것을 알 수 있다. 그러나 교정 진단은 극단적인 증례에 제한되지 않으며, 악골의 수평 부조화는 상,하악골에 모두 관계된 것이므로 하악골만의 위치로는 평가할 수 없다고 본다.

Palatal plane angle은 수직적으로는 개방교합과 관련이 깊으며, palatal plane이 FH plane에 대해 전상방 경사시 II급의 구치관계를 보일 가능성이 크고, 반대로 전하방으로 경사지면 I급 부정교합이나 과개교합을 보일 가능성이 커지나, 이 각의 III급 부정교합에 대한 판별 능력은 적었다.

App-Bpp distance<sup>16)</sup>와 AF-BF distance<sup>3)</sup>는 악골의 전후방 관계 평가에서 교합평면을 제거하고 더욱 정밀하고 반복 재현성이 있는 골격성 평면으로 대체하기 위해 각각 palatal plane과 FH plane을 기준평면으로 사용하였으나, "Wits" appraisal보다는 낮은 ROC curve를 보였다.

McNamara<sup>10,12)</sup>는 II급이나 III급 부정교합은 각각 상악의 전돌이나 하악의 전돌만으로 나타나기 보다는 오히려 상,하악골의 후퇴나 전돌이 복합되어 나타난다고 보고, 두개저에 대한 상악과 하악의 위치를 평가하는 방법으로 Nasion perpendicular line에서 A point와 pogonion까지의 수직거리를 측정하였으며, 상,하악골의 관계는 악골의 실제 해부학적 길이가 아닌 effective length의 차이로 보았다. 본 연구에서는 McNamara<sup>11)</sup>의 선 계측항목들이 비교적 높은 진단학적 효율을 보이기는 했으나, 상, 하악골의 관계를 나타내는 다른 항목들보다는 낮은 진단학적 가치를 보였다.

교정진단에 이용되는 두부 X-선 계측학적 방법의 문제는 해부학적 구조의 위치판독<sup>2)</sup>과 3차원의 입체 구조물을 2차원적인 영상을 이용하여 해석한다는 것이다. 측모 두부 X-선 계측사진상의 점이나 평면 등은 안정되고 절대적인 것이라 볼 수 없으며, 성장기 아동에서는 더욱 그렇다. 그러므로, 하나의 계측항목이 전적으로 믿을 수 있는 것은 아니며, 절대적인 가치를 가진 것으로 해석될 수는 없다. 악골의 수평 부조화를 진단하는 여러 각도 계측항목과 선 계측항목 사이에는 상관계수가 높으며<sup>3,47,48)</sup>, 본 연구에서도 상, 하악골의 계측점을 함께 이용한 계측항목들은 모두 높은 진단학적 효율을 보였다.

본 연구에서는 전후방 부조화의 진단항목을 III급

부정교합의 판별에만 국한시켜 ROC 분석을 적용하였으므로, 이 결과만으로 계측항목들의 전반적인 진단학적 효율을 평가하기에는 부족하다. I급 부정교합과 II급 부정교합에 대한 연구도 이루어져야 할 것이며, 환자의 수평적 부조화의 상태를 적절히 판별할 수 있는 계측항목들의 cut-off point의 결정도 연구되어야 할 과제이다.

## V. 결 론

부정교합자 496명을 대상으로, 모형상에 나타난 III급 부정교합과 이를 판별하기 위한 측모 두부 X-선 계측사진상의 계측항목들간의 관계를 ROC 분석을 이용하여 비교하였다.

1. III급 부정교합을 판별하는데 있어, "Wits" appraisal이 다른 계측항목에 비해 더 나은 진단학적 효율을 보였다.
2. AB plane angle, ANB angle, App-Bpp distance, AF-BF distance, APDI, N perpendicular to point A와 Pog to N perpendicular의 차이, maxillo-mandibular differential도 높은 진단학적 가치를 보였다.
3. 하악골의 위치를 평가하는 계측항목은 중정도의 진단학적 효율을 보였다.
4. 상악골에 대한 계측항목은 III급 부정교합의 판별에 대한 진단학적 가치가 낮았다.

## 참 고 문 헌

1. 박인옥, 손병화 : 악골의 전후방 관계를 평가하는 계측치 변화에 관한 5년적 연구, 대치 교정지, 19 : 137-151, 1989.
2. Baumrind, S., Frantz, R. : The reliability of head film measurements 1. Landmark identification, Am. J. Orthod., 60 : 111-127, 1971.
3. Chang, H.P. : Assessment of anteroposterior jaw relationship, Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 92 : 117-22, 1987.
4. Downs, W.B. : Variations in facial relationship : Their significance in treatment and prognosis, Am. J. Orthod., 34 : 814-840, 1948.
5. Downs, W.B. : Analysis of the dentofacial profile, Angle Orthod., 26 : 191-212, 1956.
6. Jacobson, A. : Update on the "Wits" appraisal, Angle Orthod., 57 : 205-219, 1988.
7. Jarvinen, S. : A comparison of two angular and two linear measurements used to establish sagittal apical

- base relationship, *Eur. J. Orthod.*, 3 : 131-134, 1981.
8. Kim, Y.H., Vietas, J.J. : Anteroposterior dysplasia indicator : An adjunct to cephalometric differential diagnosis, *Am. J. Orthod.*, 73 : 619-633, 1978.
  9. Lusted, L.B. : Logical analysis on roentgen diagnosis, *Radiology*, 74 : 178-193, 1960.
  10. McNamara, J.A. : Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age, *Angle Orthod.* 51 : 177-202, 1981.
  11. McNamara, J.A. : A method of cephalometric evaluation, *Am. J. Orthod.*, 86 : 449 - 469, 1984.
  12. McNamara, J.A., Ellis, E. : Components of Class III malocclusion, *J. Oral & Maxillofac. Surg.*, 42 : 295-305, 1984
  13. Metz, C.E. : Basic principles of ROC analysis, *Semin. Nucl. Med.*, 8 : 283-298, 1978.
  14. Metz, C.E. : ROC methodology in radiologic imaging, *Invest. Radiol.*, 21 : 720-733, 1986.
  15. Millett, D., Gravelly, J.F. : The assessment of antero-posterior dental base relationships, *Br. J. Orthod.*, 18 : 285-297, 1991.
  16. Nanda, R.S., Meril, R.M. : Cephalometric assessment of sagittal relationship between maxilla and mandible, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 105 : 328-344, 1994.
  17. Oktay, H. : A comparison of ANB, Wits, AF-BF, and APDI measurements, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 99 : 122-128, 1991.
  18. Richardson, M. : Measurement of dental base relationship, *Eur. J. Orthod.*, 4 : 251 - 256, 1982.
  19. Swets, J.A. : Measuring the accuracy of diagnostic systems, *Science*, 214 : 1285-1293, 1988.
  20. Thayer, T.A. : Effects of functional versus bisected occlusal planes on the "Wits" appraisal, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 97 : 422-426, 1990.
  21. Wardlaw, D.W., Smith, R.J., Hertweck, D.W., Hildebolt, C.F. : Cephalometric of anterior open bite : A receiver operating characteristic(ROC) analysis, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 101 : 234-243, 1992.

-ABSTRACT-

## COMPARATIVE STUDY ON THE HORIZONTAL MEASUREMENTS OF SKELETAL CLASS III MALOCCLUSION USING THE ROC ANALYSIS

Hee-Young Choi, D.D.S., Young-Il Chang, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Seoul National University*

In this study, Receiver Operating Characteristic(ROC) analysis was used to evaluate the ability of cephalometric measurements to identify patients with Class III malocclusions. ROC analysis is the method for determining the validity of a diagnostic measure and for evaluating the relative value of diagnostic tests.

The sample consisted of 496 patients with malocclusion. Class III malocclusion is defined as the dental relationship for which The mesiobuccal groove of the lower first molar is deviated mesially from the mesiobuccal cusp of the upper first molar. Of the total sample of 496 patients, 245 had Class III malocclusions.

16 cephalometric measurements were selected, each of which was treated as a diagnostic test. The ROC curves were generated for each cephalometric measurement with intervals of 1.0° for angular measurements, 1.0mm for linear measurements. The area under the ROC curves was measured for direct comparison among different diagnostic tests.

The results were as follows:

1. The "Wits" appraisal was found to be a better diagnostic criterion for the presence of Class III malocclusion.

than any other commonly used cephalometric measurement.

2. AB plane angle, ANB angle, App-Bpp distance, AF-BF distance, APDI, Distance of point A and Pog to N perpendicular, maxillomandibular differential had high diagnostic value.
3. Cephalometric measurements which evaluate the position of the mandible had moderate diagnostic value.
4. Cephalometric measurements related to the maxilla discriminated least between patients with and without Class III malocclusion.

KOREA. J. ORTHOD. 1995 : 25 : 153-163

\***Key words** : ROC analysis, diagnostic value, Class III malocclusion