

Outer Canthus Indicator를 이용한 두부 자세 기록법의 재현성

김영재^a · 손병화^b · 이기준^c

두부방사선 사진 채득 시 발생가능한 두부의 수직회전은 계측점 선정 및 계측치의 재현성에 영향을 줄 수 있으므로 진단자료의 객관화 및 중첩의 용이성을 위해 두부 회전을 최소화해야 한다. 본 연구에서는 연조직 계측점인 외안각(outer canthus)을 지표로 두부 자세를 기록하고 재현하는 방법의 신뢰도를 평가하고자 하였다. 정상 안모의 성인 남녀 21명에서 두부고정기에 부착한 Outer Canthus Indicator (OCI)를 이용하여 벽면응시를 통한 두부자세에서의 외안각의 위치를 계측하였다. 초진 시 두부자세에서 측모 광학 사진을 촬영하고 이를 후 같은 계측치로 두부자세를 재현하여 얻은 두 장의 사진을 중첩하여 두부의 수직 회전과 외이도의 변위를 측정하였다. 두 명의 술자가 동일 과정을 반복했을 때 두부의 수직 회전은 각각 평균 $0.69 \pm 0.43^\circ$, $0.98 \pm 0.65^\circ$, 표준오차 0.09, 0.14로 나타났다. 외이도의 수평변위는 각각 평균 0.90 ± 0.72 mm, 0.72 ± 0.55 mm, 표준오차 0.16, 0.12이고 외이도의 수직변위는 평균 0.81 ± 0.68 mm, 1.17 ± 0.67 mm, 표준오차 0.15, 0.15이었다. 술자간 신뢰도를 평가하기 위한 paired t-test에서 변수들 간 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았다. Pearson 상관분석에서 외이도의 수평 변위와 수직 변위 사이에 통계적으로 유의성 있는 상관관계는 나타나지 않았다. 이상의 결과에 따라 OCI가 두부의 수직 회전에 의한 오차를 줄임으로써 규격화되고 상호 중첩 가능한 방사선 사진 및 광학 사진 자료를 채득하는 데 도움을 줄 것으로 사료된다. (대치교정지 2010;40(2):77-86)

주요 단어: 두부 자세, 외안각, Outer Canthus Indicator, 광학 사진

서론

규격화된 측모두부방사선 사진은 1931년 Broadbent¹에 의해 제안된 이래로 두개안면기형 및 부정교합 환자의 진단에 널리 이용되고 있다. 아울러 환자 자신의 주된 관심이 되는 연조직에 대한 직관적 정보를 담고 있는 두부 광학 사진도 방사선사진과 함께 진단과 설명에 유용하게 이용되고 있다.^{2,4} 치료 전후 자료의 중첩으로 치료 및 성장에 의한 연조직, 경조직 변화를 정량화하여 얻은 데이터를 통해 치

료 결과를 예측하려는 시도가 보편화되었고^{5,6} 근래에는 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램으로 방사선 사진과 광학 사진을 합성하여 치료 결과를 직관적으로 평가할 수 있도록 하는 visualized treatment objective (VTO)를 작성하기에 이르렀다.⁷⁻¹⁰ 이렇게 작성된 VTO의 신뢰도는 프로그램에 사용된 데이터의 신뢰도에 바탕을 둔다고 할 수 있다.

Ahlqvist 등¹¹⁻¹³과 Kim 등¹⁴이 지적한 바와 같이 두부 회전이 두부 계측치의 정확도에 영향을 주므로 두부 자세와 촬영 각도의 표준화를 위해 ear rod가 장착된 두부고정기(cephalostat)가 통상적으로 사용되었다.¹ Ear rod를 사용하여 두부의 측방 회전은 어느 정도 제한할 수 있으나 수직 회전은 제한할 수 없는데 측모에 비해 정모 계측치들은 두부의 수직 회전에 큰 영향을 받으므로¹⁵ 정모에 대한 계측치 획득과 컴퓨터 시뮬레이션의 활용은 제한적일 수밖에 없었다. 두개안면부의 비대칭과 횡적 관계에 대한 이해를 위해 정모 분석이 필수적임을 감안할 때^{6,16}

^a대학원생, ^b명예교수, ^c부교수, 연세대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 이기준.

서울시 서대문구 성산로 250 연세대학교 치과대학 교정학교실.

02-2228-3105; e-mail, orthojn@yuhs.ac.

원고접수일: 2009년 8월 25일 / 원고최종수정일: 2010년 3월 5일 /

원고채택일: 2010년 3월 10일.

DOI: 10.4041/kjod.2010.40.2.77

*본 연구는 2008년 연세대학교 치과대학 두개안면기형연구소 연구비에 의하여 이루어졌음.

측모와 정모 방사선 사진과 광학 사진 촬영 시 두부 회전을 제한하여 개인별로 일관된 두부 자세를 재현하는 것이 필수적이다.

두부의 수직 회전을 재현하기 위해 Frankfort horizontal (FH) plane 등의 두개 내 기준선을 지면에 평행하게 맞추는 방법이 흔히 사용되고 있으나 임상적으로 기준선을 식별하고 평가하는 과정에서 오류가 발생할 수 있다. 이러한 방법에 비해 평상시의 두부 자세를 반영한다고 알려진 자연두부자세(Natural Head Posture, NHP)를 사용하는 것이 추천된 바 있으나^{17,18} NHP의 정의 및 유도 방법에 있어서 저자들 사이에 표준화된 의견이 존재하지 않으며 유도 시 술자의 주관이 개입될 수 있다는 한계가 지적되고 있다.^{19,20} 다수의 연구들에서 턱이 왜소한 환자들이 NHP 유도 시 고개를 더 드는 경향이 있다고 한 것과 같이 안모 형태와 두부 자세는 긴밀한 연관을 가지고 있으므로²¹⁻²⁴ 성장 조절과 악교정 수술을 포괄하는 안모의 변화를 궁극적인 목표로 하는 교정 치료의 진단과 분석에서 NHP의 역할은 제한적일 수밖에 없다.

두개 내 기준선을 사용하는 방법과 NHP를 사용하는 방법 등의 한계를 극복하기 위해 두부 자세를 기록하여 두었다가 이것을 통해 두부 자세를 재현하려는 시도가 이어졌다. Showfety 등²⁵은 얼굴에 부착된 fluid level device 내의 공기 방울이 정위치에 위치하도록 조절하여 이것을 두부 자세 재현의 지표로 삼는 방법을 제시하였다. 환자가 수평선을 바라보는 직립 자세에서 한 두 걸음을 움직였을 때의 'intention position'을 반복 유도하여 공기 방울의 위치가 정위치에서 1 mm 이내에 들어오도록 전신 자세를 훈련시킨 후 방사선 사진 촬영 시 환자가 고개를 들거나 내리면서 공기 방울이 정위치에 오도록 지시하여 최종적인 두부 자세를 유도하면 만족스러운 재현성을 얻을 수 있다고 하였다. Kim과 Hwang²⁶은 fluid level device의 원리를 따라 head posture aligner (HPA)를 고안하였는데 1.5 m 전방의 거울속의 자신의 눈을 바라보는 직립 자세를 재현 대상으로 하였으며 공기 방울이 정위치에 맞춰지도록 상하 회전으로 두부자세를 수정하는 유도 방법을 적용한 바 있다. 이들 장치는 본질적으로 ear rod와 별개인 장치를 이용하여 3차원적 NHP를 유도하고 기록하는 것을 목표로 하는 장치로서 큰 의미가 있으나 얼굴에 장치를 부착시켜야 하며 자세 재현을 위해 다소의 숙달 과정이 필요한 번거로움이 있다. 얼굴에 비춘 직선의 그림자²⁷나 레이저 빔²⁸을 기준선

삼아 피부에 참조점을 표시하여 두부 자세를 평가하는 방법도 소개된 바 있으나 재현성이 검증되지 않았으며 피부에 직접 표시를 해야 하는 불편함이 있다.

이에 본 저자들은 기존의 두부고정기에 부착된 ear rod를 기준으로 하여 연조직 계측점의 상대적인 위치를 두부의 수직회전 정도의 재현에 이용하는 방법을 고안하였다. 연조직 계측점으로 외안각(outer canthus)을 선택하고 계측점의 위치를 기록할 수 있는 Outer Canthus Indicator (OCI)를 제작하였다. 두부 회전의 중심이 되는 ear rod 축으로부터 멀리 있는 계측점을 사용할수록 두부 회전을 정확하게 평가할 수 있지만 비침부나 이부에 있는 계측점들은 측모의 곡면상에 정의되어 위치 식별이 다소 모호하고 수술과 교정 치료에 의해 빈번하게 영향을 받는다는 단점이 있다. 이에 비해 외안각과 내안각은 상, 하 안검이 예각을 이루며 만나는 점이기에 때문에 식별이 용이하고 수술과 교정 치료에 비교적 영향을 받지 않는다는 장점이 있다.²⁹

연구방법

연구대상

정상 안모의 성인 남녀 21명(남자 12, 여자 9)을 본 실험의 대상으로 선별하였다. 대상자의 수평 피개와 수직 피개는 정상 범위(0.0 mm 이상 4.0 mm 이하)에 있었으며 연조직상 미간과 인중을 연결한 선을 기준으로 하악 치열의 중심선이 3 mm 이상 편위되어 있거나 외이도 높이 차이로 인해 두부 고정기와 ear rod 착용 후 안면 정중선이 수직선에 대해 1° 이상 회전하는 경우 선별 대상에서 제외하였다. 대상자의 평균 연령은 27.5 ± 1.72세였다 (Table 1).

Table 1. Age distribution of the subjects in this study (Unit, year)

	Mean	Standard deviation	Maximum	Minimum
Male (N = 12)	27.1	1.8	30	25
Female (N = 9)	27.8	1.8	31	25
Total (N = 21)	27.5	1.7	31	25

연구방법

Outer Canthus Indicator (OCI)의 제작

OCI는 외안각의 위치를 지시할 수 있는 indicator, indicator에 부착되어 ear rod를 통과하는 수평면으로부터 외안각까지의 높이를 측정할 수 있는 ruler, ruler와 indicator를 두부 고정기에 부착하기 위한 cover와 base로 구성되어 있다. 우측 ear rod를 분리하고 OCI를 위치시킨 후 ear rod를 재조립하면 두부 고정기에 OCI가 고정되도록 하였다 (Fig 1).

Outer Canthus Indicator를 이용한 두부 자세의 재현

OCI를 이용한 두부 자세의 기록

대상자를 의자에 앉게 하고 약 1.5 m 전방의 거울을 통해 자연스럽게 자신의 눈을 응시하는 자세를 초기 두부 자세로 정의하였다. 벽면에 대한 시선을 최대한 유지하며 두부고정기의 ear rod를 외이도에 삽입하고 OCI의 indicator를 상하로 움직여서 우측 외안각 높이에 오도록 맞추어 이 때 ruler의 눈금(OCI 값)을 0.5 mm단위로 기록하였다 (Fig 2A).

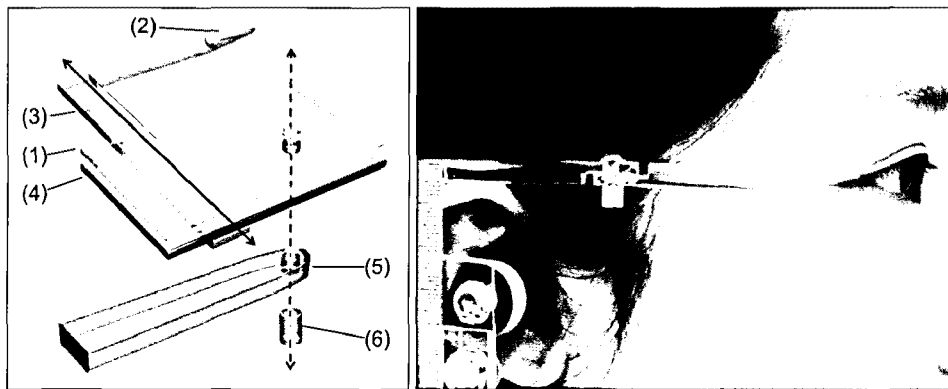


Fig 1. Major components and assembly of the Outer Canthus Indicator (OCI). Cover (1), indicator (2), ruler (3), base (4), right side arm of the cephalostat (5), and ear rod (6) (from top to bottom in the order of assembly, broken arrow) are indicated. Within the cover and the base (1, 4), the metal ruler and the indicator (2, 3) unit can move up and down (line arrow).

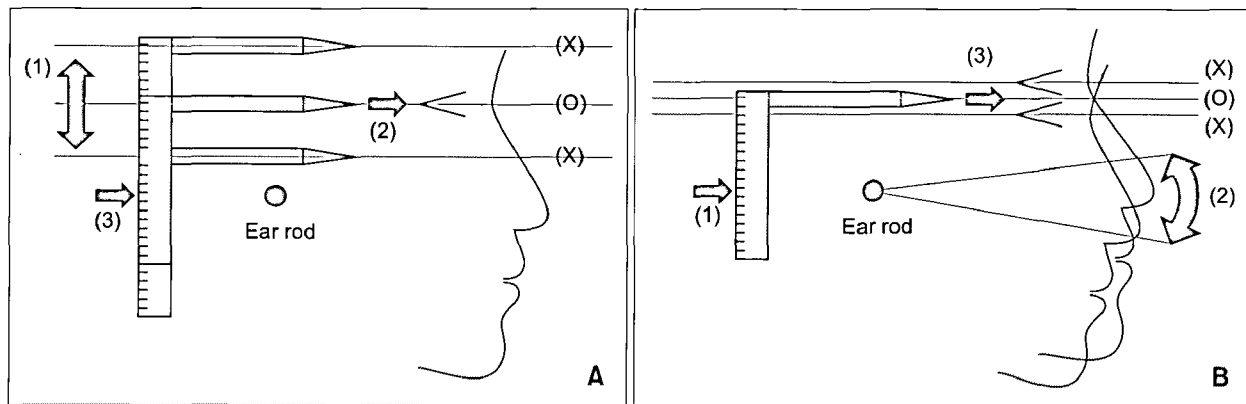


Fig 2. Procedures for registering and reproducing head posture by the OCI method. To register initial head posture, move the indicator up and down (A-1) until it indicates the outer canthus (A-2). Individual height of the outer canthus from the ear rod plane (OCI value) can be registered by reading the scale on the ruler (A-3). To reproduce initial head posture, adjust the indicator to the individual OCI value (B-1). Then rotate subject's head vertically (B-2) until the outer canthus can be aligned with the indicator (B-3).

OCI 값을 이용한 두부 자세 재현(OCI 법)

대상자의 외이도를 ear rod에 고정하고 이미 기록된 각 개인의 OCI 값에 높이를 맞춘 indicator에 외안각이 일치되도록 두부를 상하로 회전시켜서 두부 자세를 유도하였다 (Fig 2B). 두부 회전은 술자가 대상자에게 고개를 들거나 내리도록 구두로 지시하는 방식으로 이루어졌다.

측모 광학 사진의 촬영

측모 광학 사진의 촬영에는 초점 거리 50 mm의 렌즈(Nikon, Japan)를 장착한 D-SLR (D70, Nikon, Japan) 카메라를 사용하였다. 두부규격방사선사진과 동일한 촬영 각도를 얻기 위해 광학 사진 촬영에도 두부위치고정기와 ear rod를 사용하였다. 중심 방사선축과 렌즈의 중심축, ear rod의 중심축이 모두 일치하도록 하였으며 카메라 마운트와 환자의 중심시상면의 거리는 방사선 기기의 입체적인 확대율을

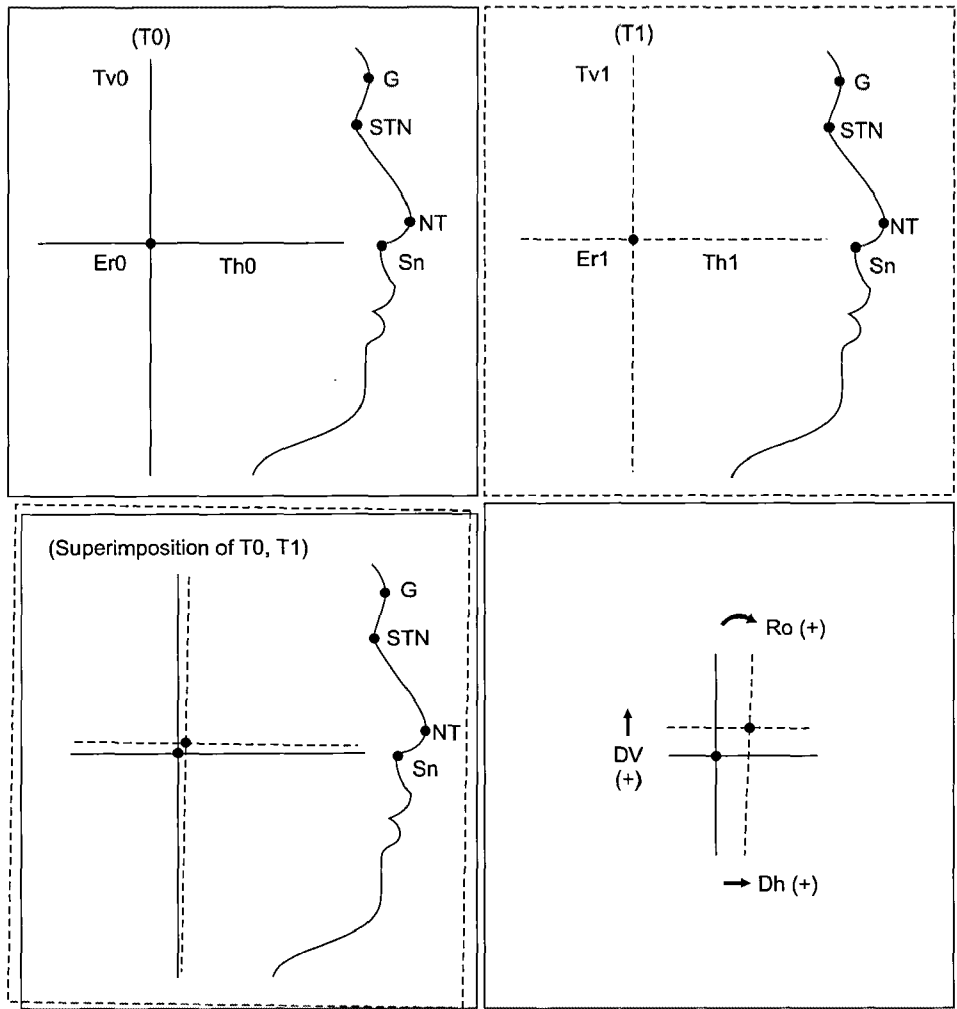


Fig 3. Landmarks and measurements on the superimposed tracings. True vertical and true horizontal lines crossing at the ear rod point were drawn on each of the photographs taken on T0, T1. Then the tracing papers were superimposed on G, STN, NT, Sn. The angle between the true vertical lines and the distance between the ear rod points were measured on V-ceph 3.5 program (Cybermed, Korea). G, Glabella; STN, soft tissue nasion; NT, nose tip; Sn, subasale; Er, ear rod point; Tv, true vertical line; Th, true horizontal line; Dh, horizontal deviation of Er; Dv, vertical deviation of Er; Ro, angle between Tv0 and Tv1.

고려하여 1,527 mm로 하였다. 셋팅된 카메라의 위치는 실험 기간 동안 동일하게 유지하였다.

대상자 개개인의 OCI 값을 얻은 후 같은 날 OCI 법으로 대상자의 두부자세를 유도하여 측모 광학 사진을 촬영하였다(T0). 이를 후 다시 OCI법으로 개개인의 두부 자세를 유도하여 측모 광학 사진을 재차 촬영하였다(T1). 두 명의 술자(OP1, OP2)가 동일한 과정을 반복하였다.

측모 광학 사진의 분석

촬영된 사진은 실제 크기로 인쇄하고 아세이트 묘사지를 부착하여 측모와 G (glabella), STN (soft tissue nasion), NT (nose tip), Sn (subnasale)를 표시하였다. T0의 사진과 T1의 사진에 각각 Er (center of the ear rod)를 표시하고 이를 지나며 사진의 수평, 수직면에 평행하도록 Th (true horizontal line), Tv (true vertical line)를 작도하여 두 장의 묘사지를 G, STN, NT, Sn를 기준으로 중첩하였다. 중첩된 묘사지를 1 : 1로 스캐닝하고 V-Ceph 3.5 프로그램 (Cybermed, Korea)에서 Er0와 Er1의 수평 거리(Dh, horizontal deviation of Er)와 수직 거리(Dv, vertical deviation of Er), Tv0와 Tv1의 각도(Ro)를 측정하였다. 거리계측은 상방, 우측으로 이동한 경우에, 각도 계측은 시계방향으로 회전한 경우에 각각 + 값을 부여하였다 (Fig 3). 위의 과정은 1인의 실험자에 의해 진행되었다.

통계 분석

관찰자 내 재현성을 평가하기 위해 Dh, Dv, Ro의 평균과 표준 편차, 표준 오차를 계산하였다. 변위와 회전의 방향을 표시하는 (-) 부호가 변량의 합이 작아지게 하는 오류를 일으킬 수 있으므로 평균과 표준 편차, 표준 오차를 구할 때에는 각 변수들의 절대값을 사용하였다.

관찰자 간 신뢰도를 평가하기 위해 OP1 data와 OP2 data 간의 paired t-test를 시행하였다. Pearson 상관 분석을 시행하여 Dh와 Dv의 상관관계를 알아보았다. 통계에는 SPSS win 14.0 program이 사용되었다.

연구성적

Dh와 Dv를 통해 T0와 T1에서 외이도의 수평 수직 변위를 측정하였고 Ro를 통해 두부의 수직 회전을 측정하였다. Dh1은 -2.38 - 1.94, Dv1은 -1.94 - 1.07 범위에 있었고 Dh2는 -1.76 - 2.20, Dv2는 -2.64 - 1.58의 범위에 있었다 (Fig 4). Ro는 대상자별로 다양하게 나타났으며 OP1에서는 -0.91 - 2.06, OP2에서는 -1.79 - 2.43의 범위 내에 있었다 (Figs 4 and 5).

측정치의 절대값을 사용하여 평균과 표준편차를 구하였다. OP1에서 Dh = 0.90 ± 0.72, Dv = 0.81 ± 0.68, Ro = 0.69 ± 0.43이었다. OP2에서 Dh = 0.72 ± 0.55, Dv = 1.17 ± 0.67, Ro = 0.98 ± 0.65이었다. Paired t-test를 시행한 결과 Dh, Dv, Ro 모두에서 유의차가 발견되지 않았다 (p > 0.05) (Table 2). 표준 오차는 OP1에서 Dh1 = 0.16, Dv1 = 0.15, Ro1 = 0.09

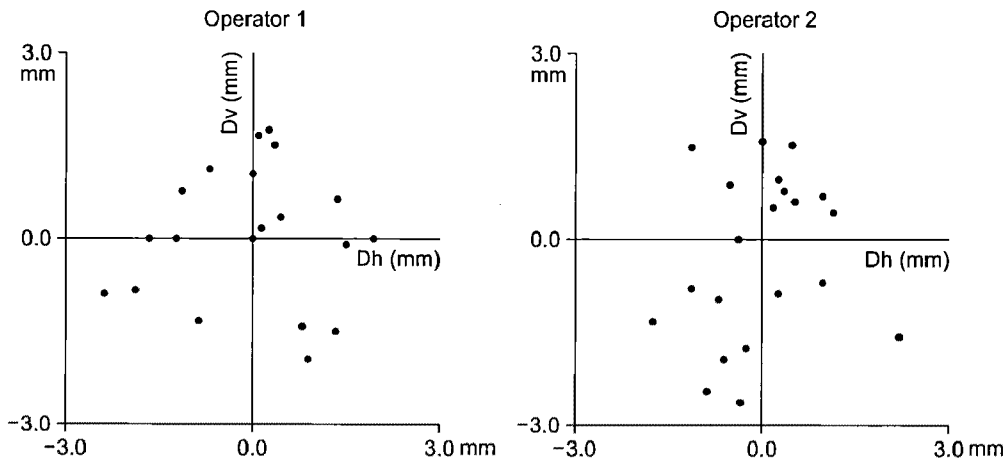


Fig 4. Horizontal and vertical deviations of the ear rod point (same abbreviations as Fig 3; unit, mm).

이었다. OP2의 표준 오차는 Dh2 = 0.12, Dv2 = 0.15, Ro2 = 0.14이었다 (Table 3). Dh1, Dv1, Dh2, Dv2의 Pearson 상관분석을 시행한 결과 각 변수들 간에 유의성 있는 상관관계는 나타나지 않았다 ($p > 0.05$) (Table 4).

고찰

통상적으로 교정 치료 혹은 악교정 수술을 위한 치료 계획은 방사선 사진에 나타나는 경조직 상에서 이루어지나 환자와 보호자가 인식하는 치료 효

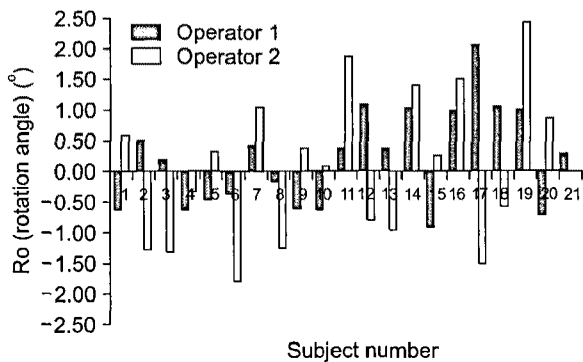


Fig 5. Vertical head rotation in each subject (unit, degree).

Table 2. Descriptive statistics of the variables

Variable	Operator 1		Operator 2		p value
	Mean	SD	Mean	SD	
Dh (mm)	0.90	0.72	0.72	0.55	0.46
Dv (mm)	0.81	0.68	1.17	0.67	0.07
Ro (degree)	0.69	0.43	0.98	0.65	0.75

Same abbreviations as Fig 3; SD, standard deviation.

Table 3. Standard errors, maximum and minimum values of the variables

Variable	Operator 1			Operator 2		
	SE	Max	Min	SE	Max	Min
Dh (mm)	0.16	2.38	0.00	0.12	2.20	0.00
Dv (mm)	0.15	1.94	0.00	0.15	2.64	0.00
Ro (degree)	0.09	2.06	0.16	0.14	2.43	0.00

Same abbreviations as Fig 3; SE, standard error; Max, maximum; Min, minimum.

과는 상당 부분 연조직 형태의 변화를 통해 이루어 지므로 보다 나은 의사 소통을 위해 경조직과 더불어 연조직 분석을 시행하는 것이 필수적이다.¹¹ 광학 사진과 방사선 사진 분석의 신뢰도를 높이기 위해서는 분석의 대상이 되는 이들 사진의 규격화가 필요한데 여기에는 피사체 요소로 두부 자세의 재현성을 높이는 것과 설비 요소로서 촬영 각도 및 확대율을 설정하는 것이 필요하다.

피사체 요소로 방사선 사진과 광학 사진 촬영 시 실질적으로 재현 가능한 3차원적인 NHP가 있다면 두개안면구조의 3차원적 평가와 중첩을 위해 매우 유용하겠으나 이는 현실적으로 재현이 어려운 면이 있으므로 본 연구에서는 비교적 실용적인 2차원 사진의 규격화를 위해 OCI 법을 제안하고자 하였다. 본 연구의 OCI 법은 교정 혹은 악교정 수술에 의한 변화가 적고 술자에 따른 오차가 적을 것으로 보이는 연조직 기준점을 이용하여 비교적 단순한 방법으로 2차원적 두부 자세를 기록하고 재현할 수 있

Table 4. Pearson's correlation coefficients and p values for the horizontal and vertical deviations of ear rod point

		Dh1	Dv1	Dh2	Dv2
Dh1	R	1	0.017	-0.362	-0.004
	P		0.941	0.107	0.987
Dv1	R	0.017	1	-0.025	-0.424
	P	0.941		0.913	0.055
Dh2	R	-0.362	-0.025	1	0.195
	P	0.107	0.913		0.396
Dv2	R	-0.004	-0.424	0.195	1
	P	0.987	0.055	0.396	

Same abbreviations as Fig 3; R, Pearson's correlation coefficient.

게 하려는 목적으로 시도되었다.

외이도 위치의 수평 수직 변위는 ear rod의 사용으로 최소화될 것으로 예상하였으나 $Dh1 = -2.38 - 1.94$ mm, $Dv1 = -1.94 - 1.07$ mm, $Dh2 = -1.76 - 2.20$ mm, $Dv2 = -2.64 - 1.58$ mm의 범위를 나타내었고 다양한 개인차가 있었다 (Fig 4). 외이도 위치의 변위는 두부의 수직축과 전후방축을 기준으로 한 회전과 상하, 전후 평행 이동의 복합적인 결과로 나타날 수 있다. Ear rod의 사용이 이와 같은 양상의 두부 이동을 완전히 제한할 수 없었음을 알 수 있는 결과이지만 ear rod를 사용하지 않았다면 변위가 더 크게 일어날 수 있음을 유추할 수 있으므로 광학 사진의 표준화에 ear rod의 사용이 필수적임을 반증한다고 할 수 있을 것이다. 두부의 상하, 전후 평행 이동은 시뮬레이션 프로그램 사용 시 보정이 가능하지만 수직축과 전후방축을 기준으로 한 회전은 보정이 불가능하여 중첩의 정확도에 영향을 줄 수 있으므로 이 두 가지 양상의 두부 위치 변화를 정확히 구분하기 위해 향후 정모에 대한 분석을 추가할 필요가 있다. 두부의 수직 회전도 역시 대상자별로 다양하게 나타났으며 OP1에서는 $-0.91 - 2.06^\circ$, OP2에서는 $-1.79 - 2.43^\circ$ 의 범위 내에 있었다 (Fig 5). 관찰자 내(T0, T1) 재현성 평가를 위해 Dh, Dv, Ro의 평균과 표준 편차, 표준 오차를 구하였다. 변위와 회전의 방향을 확인하기 위해서 계측 시 Dh, Dv, Ro값에 부호를 부여하였는데 이로 인해 평균을 구하는 과정에서 변량의 합이 적어지는 오류를 일으킬 수 있으므로 평균과 표준 편차, 표준 오차를 구할 때에는 절대값을 사용하였다. Dh1, Dh2는 각각 평균 0.90 ± 0.72 , 0.72 ± 0.55 , 표준오차 0.16, 0.12이고 Dv1, Dv2는 각각 평균 0.81 ± 0.68 , 1.17 ± 0.67 , 표준 오차 0.15, 0.15이었다. 두부의 수직 회전은 평균 $0.69 \pm 0.43^\circ$ (Ro1), $0.98 \pm 0.65^\circ$ (Ro2)이었고 표준 오차는 0.09 (Ro1), 0.14 (Ro2)이었다. 관찰자 간(OP1, OP2) 신뢰도를 평가하기 위해 Paired t-test를 시행한 결과 Dh, Dv, Ro 모두에서 유의차가 발견되지 않았다 ($p > 0.05$) (Tables 2 and 3).

Solow와 Tallgren²¹은 NHP를 2° 의 수직 회전 범위 내에서 재현할 수 있다고 하였다. Cooke와 Wei³⁰는 거울을 사용하지 않으면 2.7° , 거울을 사용하면 1.9° 의 method error 내에 NHP를 유도할 수 있다고 하였다. Park과 Suhr³¹의 연구에서 거울을 응시하는 방법의 method error는 1.65° 였다. Showfety 등²⁵은 fluid level device를 사용한 실험에서 0.25° 의 표준 오차를 보고하였다. Kim과 Hwang²⁶은 biplanar stereoradio-

graphy의 원리를 이용하여 만들어진 3차원 이미지 합성 프로그램(Microsoft Co., USA)을 사용할 때 통상의 술자 유도법의 경우 $2.49 \pm 1.76^\circ$, head posture aligner (HPA) 법은 $0.79 \pm 0.48^\circ$ 의 보정각을 나타내었다고 하였다. 이들 연구 결과를 종합해 볼 때 OCI법을 사용하면 두부의 수직 회전에 대한 기존의 방법에서와 비슷하거나 높은 수준의 관찰자 내 및 관찰자 간 재현성을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

OCI법으로 두부 위치를 재현하려면 환자의 외안각을 인위적으로 indicator 위치에 맞추어야 하는데 이 과정에서 두부 자세와 위치가 특정 방향으로 치우침이 일어나지는 않았는지 확인해 보기 위해 Dh1, Dv1, Dh2, Dv2의 Pearson 상관분석을 시행하였다. 그 결과 각 변수들 간에 유의성 있는 상관관계는 나타나지 않았으므로 ($p > 0.05$) 두부 자세와 위치의 치우침은 일어나지 않았다고 할 수 있었다 (Table 4).

두부자세의 재현성을 평가한 기존의 연구들에서 NHP를 사용한 경우 시간 간격은 수 분³⁰에서 수 년¹⁸에 이르기까지 다양하였다. 수 분에서 수 시간 간격까지는 method error가 증가하는 경향을 보였지만 그 후로 시간 간격에 따라 method error가 선형적인 증가가 일어난다는 보고는 없었다. 비슷한 연구 방법을 사용하더라도 재현 간격보다는 술자에 의한 영향이 큰 것으로 보인다.³² 대부분 정모와 측모 방사선사진과 광학 사진 등 일련의 촬영이 동일한 날에 이루어지는 임상 상황을 고려하여 본 연구에서는 재현 간격을 이틀로 하였으나 통상적인 교정 치료에 소요되는 평균적인 기간에 대한 준장기 연구 및 성장 관찰 등 장기 연구도 필요할 것으로 생각되며 지표로 사용된 외안각 위치의 성장과 노화에 의한 변화에 대해 아직까지 알려진 바가 없다는 점은 OCI법의 한계로 지적될 수 있다. 따라서 본 OCI는 장시간의 치료 변화보다는 악교정수술 등 단기간에 일어나는 변화를 관찰하는 데 유용할 것으로 생각한다. 또한 ear rod 축으로부터 외안각이 비교적 가까이 위치하므로 sensitivity가 떨어질 수 있다는 단점이 있다. 즉 본 연구에서 ear rod 사용에도 불구하고 외이도 위치의 수평 수직 변위는 대상자 개인별로 다양하게 나타났는데 오차의 원인을 좀 더 면밀히 규명하기 위해서 향후 좌우측 외안각의 높이를 모두 계측하고 정면 사진 분석을 추가하여 3차원적인 평가를 추가하는 것이 좋을 것으로 생각한다.

본 연구에서와 같이 ear rod를 착용한 채로 두부 자세를 유도하는 경우 3차원적인 생리적 자세인

NHP와는 다소 상이한 두부자세를 얻게 될 것이다. Showfety 등²⁵이 언급한 것과 같이 fluid level device를 이용한 NHP 인기시에도 유도된 두부자세에서 ear rod를 착용하는 과정에서 두부 위치가 바뀌는 오류가 발생할 수 있다. 따라서 ear rod를 병행하는 방식은 2차원적 회전정도의 인가를 위함이 주 목적이며 3차원적 두부위치를 얻기 위함이 아님을 이해해야 한다. 최근 임의의 각도로 영상을 회전시키면서 관찰할 수 있는 3차원 영상 기법의 도입으로 ear rod의 사용 및 두부 자세 재현과 관련된 문제를 해결할 수 있는 가능성이 제시되고 있으나³³ 본 연구의 OCI는 여전히 2차원 분석에 유효하며 향후 CT 및 연조직 스캔을 이용한 매우 신뢰성 높은 3차원 진단 도구가 확립된다면 이러한 방식은 불필요해질 수도 있을 것이다.

본 연구를 통해 OCI법이 두부의 수직 회전을 기존의 방법에서와 비슷하거나 적은 수준으로 낮출 수 있음을 확인하였다. 재현성과 간편성을 동시에 만족시키는 OCI법으로 두부의 수직 회전을 일정 수준 이하로 제한한다면 수직 회전에 크게 영향을 받는 정모 안면 고경에 관련된 신뢰성 높은 계측값을 얻을 수 있을 것이며 2차원 정모에서의 비교적 정확한 VTO 작성도 가능해질 것으로 생각한다.

결론

본 연구에서는 OCI를 사용하여 두부 자세를 인가하고 재현하는 방법의 신뢰도를 규격화된 광학 사진을 통해 평가하고자 하였다. 정상 안면의 성인 남녀 21명(27.5 ± 1.72세)을 대상으로 이틀 간격으로 OCI법을 사용하여 두부 자세를 재현하고 촬영한 두장의 사진을 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 두부의 수직 회전에 대한 술자 내 재현성은 두 명의 술자에서 각각 평균 0.69 ± 0.43°, 0.98 ± 0.65° 표준 오차 0.09°, 0.14°로 기존 연구 결과에 비해 비슷하거나 우수하였다.
2. 술자 간 신뢰도 평가를 위해 paired t-test를 시행한 결과 각 변수들 간에 통계적으로 유의성 있는 차이는 발견되지 않았다.
3. Pearson 상관분석 결과 OCI 법은 두부 자세를 유도할 때 두부의 수직 수평 변위에 영향을 주지 않는 것으로 생각한다.

이상의 결과에 따라 OCI가 두부 방사선 사진과

광학 사진 촬영 시 두부의 수직 회전에 의한 오차를 줄임으로써 규격화되고 상호 중첩 가능한 방사선 사진 및 광학 사진 자료를 채득하는 데 도움을 줄 것으로 생각한다.

참고문헌

1. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1931;1:45-66.
2. Lim SH, Cho JY, Choi GL, Kim KW. Comparison of analysis of the lateral cephalogram and analysis of lateral facial photograph. *Korean J Orthod* 2006;36:74-83.
3. Gottlieb EL, Brazones MM, Malerman AJ, Moskowitz EM, Phipps GS, Sarver DM. Early orthodontic treatment, part 1. *J Clin Orthod* 2004;38:79-90.
4. Sun MK, Uhm GS, Cho JH, Hwang HS. Use of Head Posture Aligner to improve accuracy of frontal cephalograms generated from cone-beam CT scans. *Korean J Orthod* 2009;39:289-99.
5. Jin KH, Hong SJ. The prediction of postsurgical soft tissue profile changes associated with surgical correction of the prognathic mandible by standardized facial photosurgery. *Korean J Orthod* 1992;22:855-68.
6. Hwang HS, Lee JJ, Hwang CH, Choi HH, Lim HJ. Prediction of frontal soft tissue changes after mandibular surgery in facial asymmetry individuals. *Korean J Orthod* 2008;38:252-64.
7. Ackerman JL, Proffit WR. Communication in orthodontic treatment planning: bioethical and informed consent issues. *Angle Orthod* 1995;65:253-61.
8. Takahashi I, Takahashi T, Hamada M, Kawamoto T, Kinoshita Z, Kubo Y, et al. Application of video surgery to orthodontic diagnosis. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1989;4: 219-22.
9. Sarver DM, Johnston MW. Video imaging: techniques for superimposition of cephalometric radiography and profile images. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1990;5:241-8.
10. Kazandjian S, Sameshima GT, Champlin T, Sinclair PM. Accuracy of video imaging for predicting the soft tissue profile after mandibular set back surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:382-9.
11. Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U. The cephalometric projection. Part II. Principles of image distortion in cephalography. *Dentomaxillofac Radiol* 1983;12:101-8.
12. Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U. The effect of projection errors on cephalometric length measurements. *Eur J Orthod* 1986;8:141-8.
13. Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U. The effect of projection errors on angular measurements in cephalometry. *Eur J Orthod* 1988;10:353-61.
14. Kim KS, Hwang MS, Choi EH, Kim KW, Yoon YJ. Changes of lateral cephalometric values according to the rotation of head. *Korean J Orthod* 2000;30:53-66.
15. Koh EH, Lee KH, Hwang HS. Effects of vertical head rotation on the posteroanterior cephalometric measurements. *Korean J Orthod* 2003;33:73-84.
16. Quintero JC, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: Historical perspective, current status,

- and future developments. *Angle Orthod* 1999;69:491-506.
17. Lundström F, Lundström A. Natural head position as a basis for cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:244-7.
 18. Peng L, Cooke MS. Fifteen-year reproducibility of natural head posture: A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:82-5.
 19. Luyk NH, Whitfield PH, Ward-Booth RP, Williams ED. The reproducibility of the natural head position in lateral cephalometric radiographs. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1986;24:357-66.
 20. Foster TD, Howat AP, Naish PJ. Variation in cephalometric reference lines. *Br J Orthod* 1981;8:183-7.
 21. Solow B, Tallgren A. Head posture and craniofacial morphology. *Am J Phys Anthropol* 1976;44:417-35.
 22. Halazonetis D. Estimated natural head position and facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:364-8.
 23. Gu G, Nagata J, Suto M, Anraku Y, Nakamura K, Kuroe K, et al. Hyoid position, pharyngeal airway and head posture in relation to relapse after the mandibular setback in skeletal Class III. *Clin Orthod Res* 2000;3:67-77.
 24. Phillips C, Snow MD, Turvey TA, Proffit WR. The effect of orthognathic surgery on head posture. *Eur J Orthod* 1991;13:397-403.
 25. Showfety KJ, Vig PS, Matteson S. A simple method for taking natural-head-position cephalograms. *Am J Orthod* 1983;83:495-500.
 26. Kim EH, Hwang HS. The validity of head posture aligner in posteroanterior cephalometry. *Korean J Orthod* 2000;30:543-52.
 27. Raju NS, Prasad KG, Jayade VP. A modified approach for obtaining cephalograms in the natural head position. *J Orthod* 2001;28:25-8.
 28. Chen CM, Lai S, Tseng YC, Lee KT. Simple technique to achieve a natural head position for cephalography. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008;46:677-8.
 29. Stefanova N, Stella JP. The predictability of inferior medial canthus as a stable external vertical reference point in maxillary repositioning surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2000;15:305-8.
 30. Cooke MS, Wei SH. An improved method for the assessment of the sagittal skeletal pattern and its correlation to previous methods. *Eur J Orthod* 1988;10:122-7.
 31. Park EJ, Suhr CH. Study of craniocervical posture and craniofacial morphology in Korean young adults. *Korean J Orthod* 1995;25:129-42.
 32. Bister D, Edler RJ, Tom BD, Prevost AT. Natural head posture - considerations of reproducibility. *Eur J Orthod* 2002;24:457-70.
 33. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:600.e23-34.

Reproducibility and reliability of head posture obtained by the outer canthus indicator

Young-Jae Kim, DDS, MSD,^a Byong-Wha Sohn, DDS, MSD, PhD,^b Kee-Joon Lee, DDS, MSD, PhD^c

Objective: The purposes of this study were to evaluate the reproducibility and reliability of head posture obtained by registering outer canthus as a soft tissue landmark with the Outer Canthus Indicator (OCI). **Methods:** Twenty-one adults with normal facial morphology were enrolled in this study (mean age 27.5 ± 1.72 years). To register initial head posture, height of the outer canthus from the ear rod plane was measured using OCI. Head posture was reproduced by moving the head upwards and downwards until the outer canthus was in a straight line with the indicator set at a registered height. After the head posture is reproduced by two operators after two days, lateral photographs were taken. Computerized photometric analyses of the photographs were performed. **Results:** The head rotations around the transverse axis were $0.69 \pm 0.43^\circ$, $0.98 \pm 0.65^\circ$ from each of the two operators. Standard errors were 0.09° and 0.14° each, which were similar to results from past research findings. There were no significant differences between the data from the two operators ($p > 0.05$). There were no correlations between the head rotation around the horizontal and vertical axes ($p > 0.05$). **Conclusions:** The present study suggests that OCI-registered head posture may minimize errors from vertical head rotation in cephalometry and photometry. (*Korean J Orthod* 2010;40(2):77-86)

Key words: Head posture, Outer canthus, Outer Canthus Indicator, Photograph

^aGraduate Student, ^bFormer Professor, ^cAssociate Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Yonsei University.

Corresponding author: Kee-Joon Lee.

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Yonsei University, 250, Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea.

+82 2 2228 3105; e-mail, orthojn@yuhs.ac.

Received August 25, 2009; Last Revision March 5, 2010; Accepted March 10, 2010.

*This study was supported by a grant of the Institute of Cranio-Facial Deformity, Yonsei University for 2008.