

머리고정기(Cephalostat)를 이용한 표준임상사진술에서 사진계측법: 인체계측법과의 비교

권혁준 · 한기환 · 김준형 · 손대구

계명대학교 의과대학 성형외과학교실

Photogrammetry Based on Standardized Clinical Photography using Cephalostat: Comparison with Anthropometric Analysis

Hyuk Joon Kwon, M.D., Ki Hwan Han, M.D.,
Jun Hyung Kim, M.D., Dae Gu Son, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery,
Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Purpose: Direct anthropometry is an ideal method for preoperative planning and postoperative evaluation in plastic surgery, but it requires highly skilled specialty. Indirect anthropometry, especially photogrammetry, is an alternative method. In photogrammetry, standardized clinical photography is essential. Photogrammetry-based standardized clinical photography has several advantages over direct anthropometry. It is easier to measure and has less chance to make errors during measurement. Furthermore, it is possible to repeat measurements, and available for follow up study based on permanent custody. But, it is still different from actual measurement, and inherently less accurate than anthropometry.

Methods: The authors revised the standardized clinical photography and then, carried out photogrammetry using Photoshop(Adobe, U.S.A.), and compared each data with those of anthropometry. The subjects were 50 males and 50 females, undergraduate medical students in twenties. Standard head position was obtained from the wire, fixed to cephalostat which indicates the Frankfort horizontal plane. All photographs were taken at the same situation such as fixed position of light, subject and camera, etc.

Results: Total 96 measurements, based on 40 landmarks, consist of linear measurements, angular measurements and inclinations include 3 measurements in head, 22 in face, 15 in orbit, 28 in nose, 16 in lip and

mouth, and 12 in ear.

Conclusion: Normal photogrammetric data of face of Korean in twenties was obtained. Reliable photogrammetric measurements, not significantly different from anthropometric measurement statistically, accounted for 44 in 96 measurements(45.8%). Anthropometric values different from those of photogrammetric values were obtained by multiplying coefficient by photogrammetric value.

Key Words: Photogrammetry, Anthropometry

I. 서 론

얼굴의 계측학적 연구는 인류학과 의학 분야에서 20세기부터 활발하게 이루어져 왔으며, 성형외과를 비롯한 임상 각과에서 선천성기형과 후천성변형의 진단, 치료 계획, 그리고 평가에 이용되어 왔다.¹ 직접계측법인 인체계측법(anthropometry)이 이상적이지만, 전문성과 숙달이 필요하므로 간접계측법을 흔히 이용하게 된다. 간접계측법 가운데, 사진계측법(photogrammetry)을 하기 위해서는 표준화임상사진술(standardized clinical photography)이 필수적이다.^{1,3} 임상사진술을 통한 얼굴의 분석적 연구는 초기에는 일반사진술로써 촬영한 얼굴사진을 관찰하는 인체관찰법(anthropology)의 수준이었으나, 최근에는 표준화된 임상사진술을 통한 얼굴의 계측학적 연구가 몇몇 학자들에 의하여 사용되고 있다.¹⁴ 표준임상사진술을 이용한 간접인체계측법은 직접인체계측법(인체계측법)에 비하여 몇 가지 장점을 가진다.⁵ 첫째, 피검자가 움직이지 않으므로 계측하기가 더 쉬우며, 둘째, 인체계측 때 생길 수 있는 피부 눌림 등에 의한 오차가 없고,⁶ 셋째, 계측을 반복해서 할 수 있으며 넷째, 영구 보관할 수 있으므로 추적 조사할 수 있다. 그러나 사진계측법은 인체계측법과는 달리, 투영된 평면에서 두 지표(landmark) 사이의 거리를 계측해야 하므로 실제 계측치와 조금의 차이가 있을 수 있으며, 지표가 가려지는 해부학적 구조물에서는 계측할 수 없으므로 계측항목이 제한되며, 인체계측법에 비하여 정확도가 떨어진다는 지적들이 있다.^{7,8} 이에, 저자들은 임상사진촬영술을 표준화한 다음, 디지털사진을 촬영한 뒤, 영상을

Received July 31, 2006
Revised August 30, 2006

Address Correspondence: Ki Hwan Han, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Keimyung University School of Medicine, 194 Dongsan-dong, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea.
Tel: 053) 250-7633 / Fax: 053) 255-0632 / E-mail: khk@dsmc.or.kr

* 본 논문은 2006년 제 60차 대한성형외과학회 춘계학술대회에서 구연 발표되었음.

Photoshop 7.0(Adobe사, 미국)에서 계측하였으며, 이 사진 계측치를 인체계측치와 비교해봄으로써 정확도를 조사해보았다.

II. 재료 및 방법

얼굴의 기형, 변형 또는 질환이 없는 20대(20 - 29세)의 의과대학생 남녀 각각 50명, 총 100명을 대상으로 하였으며, 이들의 평균 연령은 27.1세였다.

표준화임상사진술에서 표준두위의 설정은 필수적이다. 휴식두위(rest head position)에서 특히, 측면에서는 일관성 있게 지표잡기가 불가능하기 때문이다. 머리고정기는 근본적으로 계측용두부방사선촬영(cephalometric roentgenography)에서 사용하는 방사선촬영용 머리고정기(radiographic cephalostat)이다. 이 기계가 이상적이거나, 따로 구입하기에는 싸지 않으며, 피검자가 선 채로 촬영해야 하므로 여러 자세에서 표준임상사진촬영술을 하기에는 피검자에게 부담이 있는 단점이 있다. 또, 파노라마방사선 촬영장치까지 함께 장착되어 있으므로 복잡하다. 그래서 머리고정기만 따로 구입하여 회전의자의 등판에 부착시켜서 제작하였다(Fig. 1). 이 장치에 피검자를 앉힌 다음, 의자를 돌리면 피검자가 머리고정기와 함께 회전되므로 표준임상사진술에서 필요한 표준임상사진면(standard clinical photographic view)을 모두 쉽게 촬영할 수 있다.

머리고정기의 높이조절은 머리고정기와 회전의자를 연결하는 수직중간막대기에 장착된 수레바퀴를 이용하였다. 머리고정기의 양쪽에는 피검자 얼굴의 양가를 수직으로 지나는 투명한 플라스틱으로 된 막대기가 있으며, 이 막대

기는 머리고정기 전면에 있는 단추에 의하여 양쪽으로 벌어지거나, 중간으로 모이게 된다. 또, 양쪽 막대기 하단에는 투명한 플라스틱으로 된 작은 원기둥(ear rod)이 있어서 피검자의 외이도 안으로 넣게 된다. 다시 말하면, 수레바퀴를 돌려서 원기둥의 높이를 외이도 수준에 맞춘 다음, 단추를 조정하면 원기둥이 외이도 안으로 들어가게 된다. 또, 한쪽 원기둥에는 가는 철선을 장착시켜서 Frankfort 수평면(Frankfort horizontal plane)을 나타내도록 하였다. 원기둥의 상단 수준에 붙은 가는 철선은 외이도의 상연인 이주점(tragion, tr)을 지나도록 고정되어 있으므로 철선의 다른 한 쪽을 피검자의 안와하점(orbitale, or)을 지나도록 위치시키면, 피검자는 표준두위를 취하게 된다(Fig. 2). 더욱이, 수평기(level)를 머리고정기 상단에 위치시켜 수평면을 수시로 확인하였다.

피검자는 촬영 전에 hairband나 hairclip을 이용하여 머리카락에 의하여 지표가 가려지는 것을 방지하였으며, 안경이나 귀걸이는 착용시키지 않았고, 진한 화장을 금지시켰다. 미간점(glabella, g), 하이점(gnathion, gn), 하악각점(gonion, go) 그리고 비근심점(sellion, se)처럼 임상사진으로부터 찾기 어려운 지표들은 촬영 전에 2mm 지름의 붉은 색 스티커를 부착한 다음, 허리를 곧게 편 자세를 유지하도록 회전의자에 앉혔다.

표준화임상사진술에서 일관된 색감을 얻기 위해서는 조명과 노출이 중요하다. 재현성(reproductivity)을 위하여 단순한 조명장치를 사용하였으며, 여러 차례의 시행착오를 거쳐서 적정노출을 결정하였다. 조명장치는 60와트의 플래시 2개를 피검자 앞에서 각각 45도로 피검자보다 조금 위에 위치시켰으며, 사진촬영용 우산(photographic

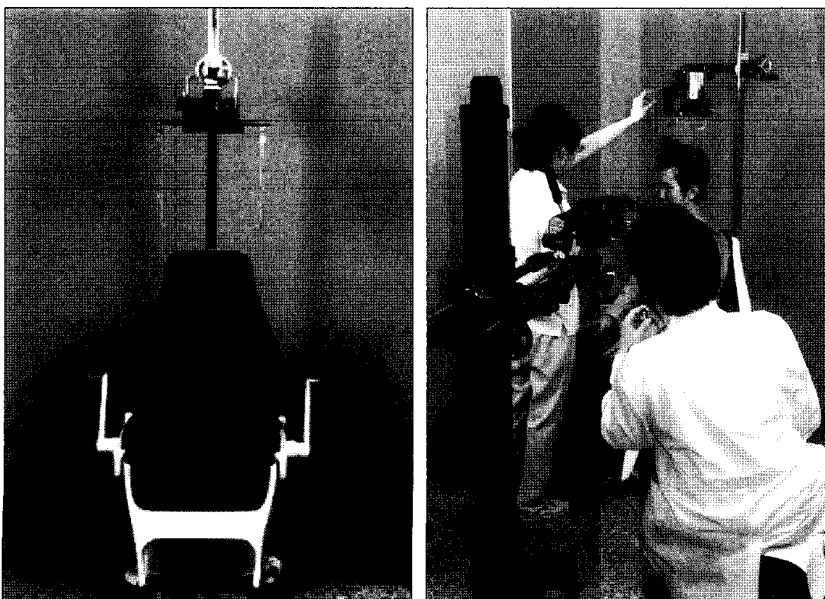


Fig. 1. Equipments of standard head position. (Left) The roentgenographic cephalostat was connected to the rotating chair. (Right) The cephalostat and rotating chair rotates together by the aid of an assistant. As such, photographer can take clinical photographs easily in several standard views.

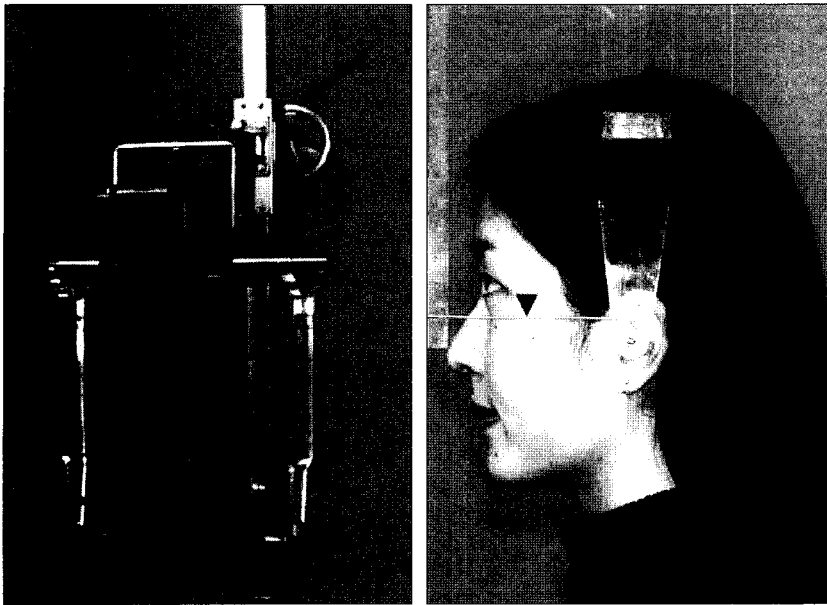


Fig. 2. Equipments of standard head position. (Left) Roentgenographic cephalostat. Vertical height of the cephalostat was controlled by rotating the lever(arrow). The ear rods(circles) were inserted into the external auditory canals of the subject. (Right) Straight wire(arrowhead) installed in cephalostat indicates the Frankfort horizontal plane, and the standard craniometric reference plane passes through the tragion and the orbitale.

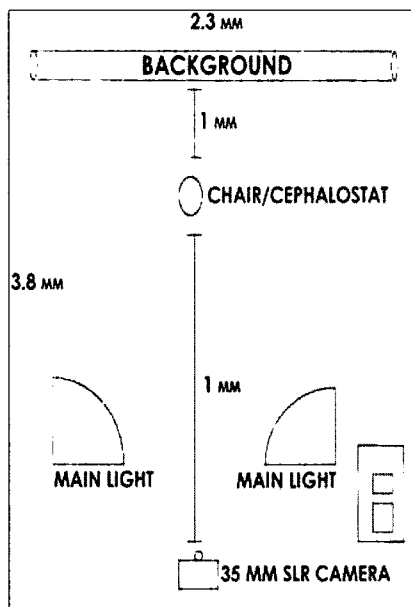


Fig. 3. Schematic drawing of photostudio. Main lights(Electronic flash units with two 60 watt flash heads covered with photographic umbrella reflectors) were located 45 degree to the subject. Neutral pale blue colored background material was located one meter behind the subject.

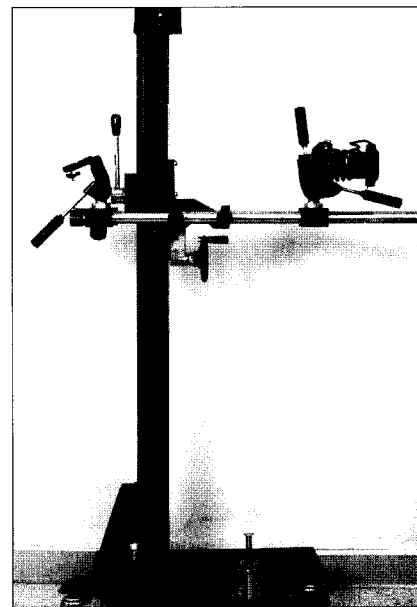


Fig. 4. Standardized clinical photography. The digital camera was fixed to the photostand, which was firmly attached on the floor. The distance between the camera and the subject was one meter. When adjusting the focus, to-and-pro focusing system was applied by slightly moving the camera forward or backward on the horizontal stick of the photostand.

umbrella)을 플래시에 씌워서 조명을 부드럽게 하였다(Fig. 3). 조명장치 뿐만 아니라, 피검자와 사진을 각각 정해진 위치에서 고정시킴으로써 항상 같은 조건에서 촬영하였으며, 밝은 푸른색의 천으로 된 배경보다 1m 앞에 피검자를 위치시켰다.

사진기는 성형외과 의사들이 가장 흔히 사용 중인 35

mm 디지털일안반사식(digital single lens reflex)인 Nikon D-100과, 교환렌즈(exchange lens)로는 60 mm 매크로렌즈를 사용하였다. 바닥에 견고하게 고정시킨 사진기 고정대(photostand)에 사진을 장착한 다음, 피검자와 사진기 사이의 거리를 1m로 고정시킨 뒤, 사진을 앞뒤로 조금씩 움직여 초점을 맞추었다(to and pro focusing)(Fig. 4).

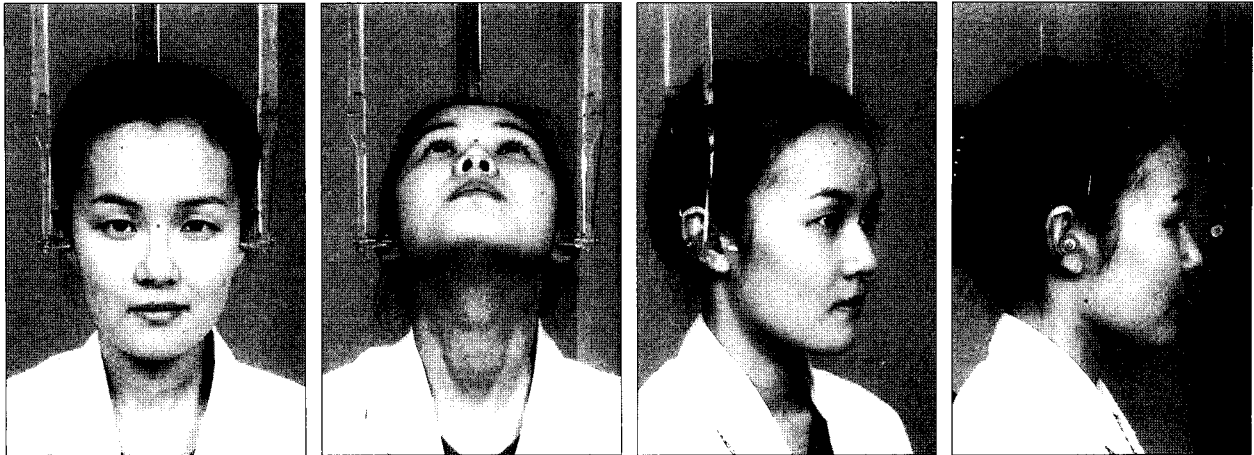


Fig. 5. Standardized clinical photography. (Left) Frontal view. A 10 mm paper ruler was placed to the orbitale. (Left, center). Basal view. A paper ruler was placed to the nasal tip. (Right, center) Oblique view. A paper ruler was placed to the pretragal area. (Right) Lateral view. A plastic ruler was located at midfacial vertical line. These rulers were used to make an exact focusing and to make a life sized image on Photoshop later on.

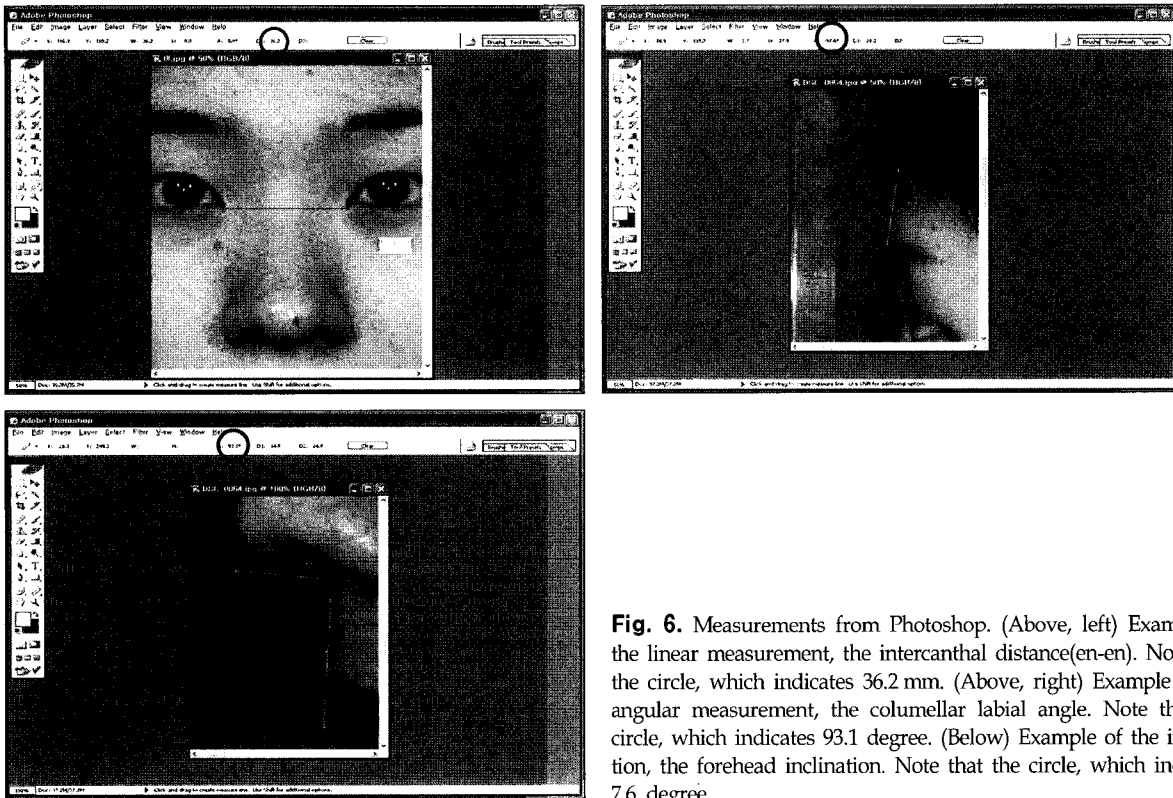


Fig. 6. Measurements from Photoshop. (Above, left) Example of the linear measurement, the intercanthal distance(en-en). Note that the circle, which indicates 36.2 mm. (Above, right) Example of the angular measurement, the columellar labial angle. Note that the circle, which indicates 93.1 degree. (Below) Example of the inclination, the forehead inclination. Note that the circle, which indicates 7.6 degree.

셔터속도는 1/250, 조리개는 13으로 설정하였을 때, 가장 적절하였다. 사진계측을 하기 위해서 1 mm 눈금을 가진 10 mm 종이를 전면사진촬영 때에는 하안검에, 사면에서는 전이부에, 기저면에서는 비침부에 각각 부착하였으며, 측면촬영 때에는 얼굴의 수직중선에 플라스틱 수직자를 위치시켰다(Fig. 5). 이 자들은 촬영 때 초점을 맞추는

데 도움을 줄뿐만 아니라, 나중에 Photoshop에서 계측할 때에 자의 1 mm 눈금이 실제로 1 mm가 되도록 영상 크기를 조정하는 데 사용된다.

계측항목은 40개의 지표를 기준으로 설정하였다(Table I). 계측항목은 모두 96개였으며, 부위별로는 머리에서 3개, 얼굴 22개, 안와 15개, 코 28개, 입술과 입 16개, 그리고

Table I. 40 Landmarks and Their Definitions

Landmark	Definition
발제점(trichion, tr)	전두부 중앙선이 모발선(hairline)과 만나는 점
미간점(glabella, g)	양측 눈썹 사이에서 가장 저명한 중앙점
관골궁점(zygion, zy)	관골궁이 가장 바깥으로 튀어 나온 점
하악각점(gonion, go)	하악각의 중심점
구순하점(sublabiale, sl)	하구순의 하방경계와 턱의 상방경계가 만나는 점
전이점(pogonion, pg)	골성 턱끝의 가장 앞에 있는 점
하이점(gnathion, gn)	골성 턱끝의 가장 아래에 있는 점
내안각점(endocanthion, en)	안열(eye fissure)의 내측 교련(commisure)
외안각점(exocanthion, ex)	안열의 외측 교련
안와하점(orbitale, or)	안와연의 가장 낮은 점
상안검점(palpebrale superius, ps)	상안검 중앙에서 가장 높은 점
하안검점(palpebrale inferius, pi)	하안검 중앙에서 가장 낮은 점
안와상점(orbitale superius, os)	안와연의 가장 높은 점
미모점(superciliare, sci)	미모 상연의 가장 높은 점
비근심점(sellion, se)	비전두각(nasofrontal angle)의 가장 깊은 점
상악전두점(maxillofrontale, mf)	상악전두봉합선과 비전두봉합선이 만나는 점
비익최외점(alare, al)	비익의 가장 바깥점
비첨점(pronasale, prn)	비첨에서 가장 앞으로 튀어 나온 점
비하점(subnasale, sn)	비주와 상구순이 만나는 중앙점
비익하점(subalare, sbal)	비익기저가 상구순으로 사라지는 점
비익구최외점(alar curvature point, ac)	비익구의 가장 바깥점
비익점'(alare', al')	비익구의 중앙점, 비익의 두께를 재는 기준점
비주최협점(subnasale', sn')	비주에서 폭이 가장 좁은 곳
비주최고점(columella', c')	비주의 가장 높은 점, 비공의 가장 높은 점
비주족판점(footplate, fp)	비주의 가장 낮은 점, 비공의 가장 낮은 점
인중주하점(crista philtri landmark, cph)	인중주가 구순 직상방에서 융기된 점
상구순점(labiale superius, ls)	상구순연의 중앙점
상구순점'(labiale superius', ls')	비익하점에서 내린 수직선이 상구순연과 만나는 점
하구순점(labiale inferius, li)	하구순연의 중앙점
구심점(stomion, sto)	구열(labial fissure)이 수직안면중앙선과 만나는 점
구순교점(cheilion, ch)	상구순연과 하구순연이 만나는 점
이상점(superaurale, sa)	이개연의 가장 높은 점
이상점'(superaurale', sa')	안면수직선에 대한 이개연의 가장 높은 점
이하점(subaurale, sba)	이개연의 가장 낮은 점
이하점'(subaurale', sba')	안면수직선에 대한 이개연의 가장 낮은 점
이전점(preaurale, pra)	이개연의 가장 앞에 있는 점
이후점(postaurale, pa)	이개연의 가장 뒤에 있는 점
이개상기점(otobasion superius, obs)	이개가 측두부로 합해지는 점
이개하기점(otobasion inferius, obi)	이개가 협부로 합해지는 점
이주점(tragion, t)	이주의 상연에 있는 절흔(notch)

귀 12개였다(Table II). 계측항목을 선정할 때 사진에서 명확하게 나타나지 않는 머리의 지표들, 두부정점(vertex), 두개최외점(eurion), 그리고 후두부점(opisthocranion, op)

등을 기준으로 한 계측항목과 사진으로부터 계측이 불가능한 표면거리계측(surface measurement)은 연구에서 제외하였다.

Table II. 96 Measurements Based on 40 Landmarks According to Items

Item	Portion	Measurement			Definition
거리계측 (Linear measurement)	머리	전두높이 1	tr -	g	발제점에서 미간점까지의 높이
		전두높이 2	tr -	se	발제점에서 비근심점까지의 높이
	얼굴	관골궁폭	zy -	zy	좌우 관골궁점 사이의 거리
		상측안면높이	tr -	prn	발제점에서 비첨점까지의 높이
		용모안면높이	tr -	gn	발제점에서 하이점까지의 높이
		미간비하높이	g -	sn	미간점에서 비하점까지의 높이
		상안면높이	se -	sto	비근심점에서 구심점까지의 높이
		형태안면높이	se -	gn	비근심점에서 하이점까지의 높이
		하측안면높이	prn -	gn	비첨점에서 하이점까지의 높이
		하안면높이	sn -	gn	비하점에서 하이점까지의 높이
		전이높이	sto -	gn	구심점에서 하이점까지의 높이
		이높이	sl -	gn	구순하점에서 하이점까지의 높이
		하악깊이	gn -	t	하이점에서 이주까지의 거리
		상안와깊이	t -	g	미간점에서 이주까지의 거리
	상안면깊이	se -	t	비근심점에서 이주까지의 거리	
	상악깊이	sn -	t	비하점에서 이주까지의 거리	
	하악체부길이	gn -	go	하이점에서 하악각점까지의 거리	
	안와부	외안각간폭	ex -	ex	좌우 외안각 사이의 거리
		안와미간폭	ex -	g	외안각점에서 미간점까지의 거리
		안검렬폭	ex -	en	외안각점에서 내안각점까지의 거리
내안각간폭		en -	en	좌우 내안각점 사이의 거리	
내안각중안면폭		en -	se	내안각점에서 비근심점까지의 거리	
상안검높이		ps -	os	상안검연의 최고점에서 안와상점까지의 높이	
검렬높이		ps -	pi	상안검연의 최고점에서 하안검연의 최하점까지의 높이	
하안검높이		pi -	or	하안검연의 최하점에서 안와하점까지의 높이	
안와높이		or -	os	안와하점에서 안와상점까지의 높이	
안와미모높이		or -	sci	안와하점에서 미모상연의 최상점까지의 높이	
안와이주폭		ex -	t	외안각점에서 이주까지의 거리	
안와이개폭		ex -	obs	외안각점에서 이개상기점까지의 거리	
외안각하악각높이		ex -	go	외안각점에서 하악각중심점까지의 높이	
코		비근폭	mf -	mf	좌우 상악전두점 사이의 거리
	비높이	se -	sn	비근심점에서 비하점까지의 높이	
	비교높이	se -	prn	비근심점에서 비첨점까지의 높이	
	비폭	al -	al	좌우 비익최외점 사이의 거리	
	비익구간폭	ac -	ac	좌우 비익구최외점 사이의 거리	
	비익하간폭	sbal -	sbal	좌우 비익하점 사이의 거리	
	비주폭 1	sn' -	sn'	좌우 비주최협점 사이의 거리	
	비주폭 2	c' -	c'	좌우 비주최고점 사이의 거리	
	비주폭 3	fp -	fp	좌우 비주최하점 사이의 거리	
	비익두께	al' -	al'	비익구의 내외측 중앙점사이의 거리	
	비주길이 1	sn -	c'	비주최고점에서 비하점까지의 거리	
	비주길이 2	sn -	sn'	비주최협점에서 비하점까지의 거리	
	비익폭	ac -	prn	비익구최외점에서 비첨점까지의 거리	
	비공저폭	sbal -	sn	비익하점에서 비하점까지의 거리	
	비익구비하간폭	ac -	sn	비익구최외점에서 비하점까지의 거리	
	비첨돌출	sn -	prn	비하점에서 비첨점까지의 거리	
	입과입술	반구열폭	ch -	sto	구심점에서 구순교점까지의 거리
		외측상구순높이	sbal -	ls'	비익하점에서 상구순점까지의 거리

Table II. Continued

Item	Portion	Measurement	Definition
		구월폭 ch - ch	좌우 구순교점 사이의 거리
		인증폭 cph - cph	좌우 인증주하점 사이의 거리
		비하인증주하폭 sn - cph	비하점에서 인증주하점 사이의 거리
		표재하구순높이 li - sl	하구순점에서 구순하점까지의 높이
		하홍순높이 sto - li	구심점에서 하구순점까지의 높이
		하구순높이 sto - sl	구심점에서 구순하점까지의 높이
		표재상구순높이 sn - ls	비하점에서 상구순점까지의 높이
		상홍순높이 sto - ls	구심점에서 상구순점까지의 높이
		상구순높이 sn - sto	비하점에서 구심점까지의 높이
		구순이주폭 ch - t	구순교점에서 이주까지의 거리
	귀	이개수직높이 sa - sba	이상점에서 수직선을 내렸을 때 이하점과 만나는 점 사이의 거리
		이개높이 sa' - sba'	이상점과 이하점 사이의 거리
		이선높이 obs - obi	이개상기점과 이개하기점 사이의 거리
		이주높이 height of tragus	이주의 높이
		하비이개폭 se - obi	비근심점과 이개하기점 사이의 거리
		상비이개폭 se - obs	비근심점과 이개상기점 사이의 거리
		하비하이개폭 sn - obi	비하점과 이개하기점 사이의 거리
		상비하이개폭 sn - obs	비하점과 이개상기점 사이의 거리
		하하악이개폭 gn - obi	하이점과 이개하기점 사이의 거리
		상하악이개폭 gn - obs	하이점과 이개상기점 사이의 거리
		이개폭 pra - pa	이전점과 이후점 사이의 거리
각도계측	얼굴	이경부각 Mentocervical angle	하구순면과 하악체부면이 이루는 각도
(Angular measurement)	코	비근경사각 Nasal root slope angle	좌우 비근심점과 상악전두점을 연결하는 선이 이루는 각도
		미간비근각 Glabellar nasal root angle	미간상부의 전두부면과 미간하부의 전두부면이 이루는 각도
		비배전두각 Nasal dorsal frontal angle	미간하부의 전두부면과 근위 비배부면이 이루는 각도
		비순각 Columellar labial angle	비주면과 상구순면이 이루는 각도
		비첨각 Nasal tip angle	비배면과 비주면이 이루는 각도
		비주소엽각 Columellar lobular angle	비주면과 비소엽면이 이루는 각도
		비익경사각 Alar slope angle	좌우 비익면이 만나서 이루는 각도
	입과입술	구순하악각 Labial mental angle	하구순면과 하이면이 이루는 각도
경사도계측	머리	전두경사도 tr - g \perp vertical line	발체점과 미간점을 연결한 선과 수직선과의 각도
(Inclination)	얼굴	전체안면경사도 g - gn \perp vertical line	미간점과 하이점 사이의 직선과 수직선이 이루는 각도
		상안면경사도 g - sn \perp vertical line	미간점과 비하점 사이의 직선이 수직선과 이루는 각도
		Leiber선경사도 g - ls \perp vertical line	미간점과 상구순점 사이의 직선이 수직선과 이루는 각도
		하안면경사도 sn - gn \perp vertical line	비하점과 하이점 사이의 직선과 수직선이 이루는 각도
		하악경사도 li - gn \perp vertical line	하구순점과 하이점 사이의 직선과 수직선이 이루는 각도
		이부경사도 sl - pg \perp vertical line	구순하점과 전방턱끝점을 잇는 선과 수직선 사이의 각도
	안와부	안검렬경사도 en - en \perp ex - ex	좌, 우 내안각점을 이은 선과 내, 외안각점을 이은선이 이루는 각도
		안와연경사도 os - or \perp vertical line	안와상점과 안와하점을 이은 선과 수직선이 이루는 각도
	코	비주경사도 columellar plane \perp vertical line	비주면과 수직선이 이루는 각도
		비첨부경사도 sn - prn \perp vertical line	비첨면과 수직선 사이의 각도
		비배경사도 se - prn \perp vertical line	비배와 수직선 사이의 각도
		비공경사도 nostril axis \perp vertical line	비첨점에서 내린 수직선과 비공의 장축이 이루는 각도
		비익경사선경사도 alar slope \perp horizontal line	비익경사면이 수평면과 이루는 각도
	입과입술	구월경사도 ch - ch \perp horizontal line	좌우 구순교점을 잇는 면과 수평면이 이루는 각도
		상구순경사도 upper lip plane \perp vertical line	상구순이 수직선과 이루는 각도
		하구순경사도 lower lip plane \perp vertical line	하구순이 수직선과 이루는 각도
	귀	이개경사도 sa - sba \perp vertical line	이상점과 이하점을 연결한 직선과 수직선이 이루는 각도

\perp : presents as A \perp B means the degree of the angle between A and B

표준화인상사진술로써 얻은 사진을 Photoshop에서 지표들 사이의 거리(linear measurement), 각도(angular measurement), 그리고 경사도(inclination)를 계측하였다.

우선, Photoshop에서 계측을 위한 설정을 하였는데, 'Units' icon에서 'ruler'를 mm 단위로, 'type'을 'point'로 설정하였다. 사진계측을 하기 위하여 영상을 jpg(joint photographic expert group)파일로서 전송시킨 다음, 얼굴영상에 나타난 종이자의 1 mm 눈금이 실제로 1 mm가 되도록 영상크기를 실물크기로 조정 한 뒤, 계측하였다. 방법은, 먼저 영상을 불러와서 화면에 띄운 다음, 1 mm 눈금을 가진 10 mm 종이자의 눈금을 정확하게 보기 위하여 100%로 확대시켰다. 100%로 확대된 영상에서 'measure tool'을 이용하여 화면에서 10 mm 종이자의 길이를 잰 다음, 길이가 실측치인 10 mm가 되도록 확대율만큼 'image size' icon에서 영상의 크기를 조정하여 실물크기의 영상을 얻었다. 이렇게 얻은 실물크기의 영상에서도 계측할 수 있지만, 지표들을 더 정확하게 동정하기 위해서 50% 더 확대한 다음, 'toolbox'의 'measure tool'을 이용하여 계측하였다(Fig. 6, Above, left).

각도계측 방법도 거리계측과 거의 비슷하였다. 계측할 영상을 화면으로 불러온 다음, 100%로 확대시켰고, 화면상에 나타난 10 mm의 플라스틱자가 실제로 10 mm가 되도록 하는 작업은 거리계측 때와 같았다(Fig. 6, Above, right). 실물크기의 화면영상에서 'measure tool'을 이용하여 각도를 계측하였다. 경사도 계측은 근본적으로 각도계측과 같았다(Fig. 6, Below). 오차를 줄이기 위하여 계측은 저자 혼자 담당하였으며, 3회 반복 측정하여 2번 같은 값을 취하였다.

이러한 과정을 거쳐서 계측항목별 그리고 성별로 평균치를 표준편차와 함께 산출함으로써 한국인 20대의 정상 얼굴 사진계측치를 얻었다.

사진계측한 모든 항목에 대하여 인체계측도 하였으며, 도구로서는 활주캘리퍼(sliding caliper), 확장캘리퍼(spreading caliper), 각도기, 그리고 천으로 만든 mm 단위의 좁은 줄자를 사용하였다. 인체계측도 오차를 줄이기 위하여 저자 혼자 계측을 하였으며, 3회 반복 측정하여 2번 같은 값을 취하였다.

사진계측치를 인체계측치로 나누어서 계수(coefficient)를 구함으로써 사진계측치와 인체계측치 사이의 차이를 비교하였다. 이때, ANOVA(analysis of variance)와 t-test로써 검정하였다. 자료처리는 통계처리전문프로그램인 SPSS (statistical package for the social science) for Window 11.0을 사용하였다. 통계학적으로 유의한 차이가 없는 계측항목을 신뢰계측항목(reliable measurement)이라고 정의하였으며, 신뢰계측치가 아닌 항목, 즉 사진계측치가 인체

계측치와 차이가 나는 항목은 해당 계수를 사진계측치에 곱하여 인체계측치를 간접적으로 얻을 수 있었다.

III. 결 과

사진계측법으로 구한 거리, 각도, 그리고 경사도의 평균값으로서 한국성인 남녀 얼굴의 정상 사진계측치를 구하였다(Table III).

사진계측치와 인체계측치를 서로 비교하였을 때, 통계학적으로 유의한 차이가 없는 계측항목을 신뢰계측항목은 96개 항목 중 44개(45.8%)였으며, 계측부위별로는 얼굴(59.1%), 귀(58.3%), 안와(46.7%), 입술과 입(43.8%), 머리(33.3%), 그리고 코(32.1%)의 순서였다. 계측항목별로는 거리계측이 53.6%로서 가장 신뢰계측항목의 분포도가 높았으며, 각도계측은 44.4%, 경사도계측은 16.7%였다. 계측면별로는 사면인상사진에서 가장 높았다. 부위별 결과는 머리에서는 3개 항목 중 1개(tr-g)가 신뢰계측항목이었으며, 얼굴에서는 22개 항목 중 13개(zy-zy, tr-prn, tr-gn, se-sto, se-gn, prn-gn, sn-gn, gn-t, t-g, se-t, sn-t, go-gn), 안와부에서는 15개 중 7개(ex-ex, en-en, or-sci, ex-t, ex-obs, ex-go, eye fissure inclination), 코에서는 28개 중 9개(se-sn, se-prn, ac-ac, glabellar nasal root angle, nasal dorsal frontal angle, columellar labial angle, columellar lobular angle, coulmeallar inclination, nostril axis inclination), 입술과 입에서는 16개 중 7개(sbal-ls', ch-ch, cph-cph, sto-li, sn-ls, sn-sto, ch-t), 그리고 귀에서는 12개 중 7개(se-obi, se-obs, sn-obi, sn-obs, gn-obi, gn-obs, pra-pa)가 신뢰계측항목을 나타내었다.

신뢰계측항목이 아닌 항목, 즉 사진계측치가 인체계측치와 통계학적으로 차이가 나는 항목은 나머지 52개였다.

IV. 고 찰

얼굴의 미용성형술과 재건성형술에서 기형과 변형을 술전에 평가하여 수술계획을 세우고 수술한 다음, 수술결과를 분석하는 작업은 중요하며, 객관적이면서 과학적인 정확성이 필요하다. 이를 위하여 과거로부터 지금까지 사용하고 있는 방법은 인체관찰법으로서 시각적으로 판단하기 때문에 질적 평가만 가능하며, 주관적인 단점이 있다. 이를 개선하기 위한 인체계측법이 개발되었으며, Farkas⁷에 의하여 광범위하게 연구되었다. 이러한 인체계측학적 분석법은 환자를 양적으로 평가하기 때문에 객관적이면서 과학적인 자료를 제시할 수 있다. 그러나, 협조가 잘 되지 않는 어린이나 정신지체자에서는 인체계측법의 문제점이 드러나게 마련이다. 한편, 인상사진술은 환자를 질적 평가

Table III. Photogrammetric and Anthropometric Measurements and Their Coefficient of Face of the Korean Twenties

Portion	Item	View	Measurement	Anthropometric data		Photogrammetric data		Coefficient		
				(mm ± SD [†])		(mm ± SD [†])		M	F	
				M	F	M	F	M	F	
머리	거리계측	측면	전두높이 1* tr - g*	66.10 ± 11.30	62.10 ± 8.31	69.30 ± 12.00	66.30 ± 7.19	1.05	1.07	
			전두높이 2 tr - se	76.30 ± 10.91	72.10 ± 9.71	80.30 ± 11.01	77.30 ± 10.61	1.05	1.07	
얼굴	경사도계측	측면	전두경사도 tr - g ⊥ vertical line	11.30 ± 5.61	6.30 ± 4.41	12.40 ± 4.59	7.00 ± 5.67	1.10	1.11	
	거리계측	전면	관골공폭* zy - zy*	140.10 ± 6.17	130.50 ± 5.11	137.00 ± 7.46	127.20 ± 6.14	0.98	0.97	
			측면	상측안면높이* tr - prn*	116.50 ± 10.91	107.40 ± 8.81	118.20 ± 11.91	110.30 ± 8.19	1.01	1.03
			측면	용모안면높이* tr - gn*	191.40 ± 10.81	180.80 ± 7.14	195.70 ± 9.11	188.30 ± 12.31	1.02	1.04
			측면	미간비하높이 g - sn	66.60 ± 3.41	62.30 ± 3.51	67.90 ± 6.61	60.80 ± 3.87	1.02	0.98
			측면	상안면높이* se - sto*	73.50 ± 4.13	68.10 ± 3.48	72.90 ± 75.10	68.60 ± 4.78	0.99	1.01
			측면	형태안면높이* se - gn*	121.40 ± 3.89	108.90 ± 4.76	124.30 ± 4.41	111.10 ± 8.01	1.02	1.02
			측면	하측안면높이* prn - gn*	85.60 ± 3.12	80.10 ± 3.89	83.30 ± 4.94	78.90 ± 6.90	0.97	0.99
			측면	하안면높이* sn - gn*	74.80 ± 4.12	67.30 ± 3.94	77.10 ± 5.13	70.30 ± 6.91	1.03	1.04
			측면	전이높이 sto - gn	50.80 ± 3.10	42.30 ± 2.89	54.30 ± 3.02	46.70 ± 4.12	1.07	1.10
			측면	이높이 sl - gn	30.30 ± 2.81	26.40 ± 2.17	32.00 ± 5.16	28.20 ± 3.13	1.06	1.07
		측면	하악깊이* gn - t*	148.40 ± 5.58	135.50 ± 4.12	151.30 ± 4.16	139.40 ± 2.22	1.02	1.03	
		측면	상안와깊이* t - g*	130.10 ± 8.12	119.20 ± 7.66	133.50 ± 8.89	123.30 ± 5.16	1.03	1.03	
		측면	상안면깊이* se - t*	126.40 ± 7.12	126.10 ± 6.97	129.10 ± 7.13	129.00 ± 6.67	1.02	1.02	
		측면	상악깊이* sn - t*	131.80 ± 5.51	120.90 ± 4.89	133.90 ± 3.69	123.10 ± 5.31	1.02	1.02	
		측면	하악체부길이* gn - go*	88.10 ± 5.89	86.40 ± 6.10	90.20 ± 5.11	88.90 ± 4.99	1.02	1.03	
	각도계측	측면	하악경부각 Mentocervical angle	76.50 ± 8.12	79.50 ± 7.89	80.30 ± 4.61	84.10 ± 7.16	1.05	1.06	
경사도계측	측면	안면경사도 g - pg ⊥ vertical line	-3.60 ± 3.51	-3.10 ± 3.21	-6.20 ± 5.16	-5.50 ± 5.57	1.72	1.77		
		상안면경사도 g - sn ⊥ vertical line	-0.90 ± 2.12	-0.10 ± 2.08	-1.50 ± -1.89	0.30 ± 2.23	1.67	3.00		
		Leiber선 경사도 g - ls ⊥ vertical line	-1.50 ± 2.89	-0.80 ± 2.47	-3.60 ± 3.03	-2.90 ± 3.02	2.40	3.63		
		하안면경사도 sn - gn ⊥ vertical line	-7.80 ± 5.12	-9.10 ± 6.47	-6.40 ± 6.03	-8.00 ± 5.84	0.82	0.88		
		하악경사도 li - gn ⊥ vertical line	-11.20 ± 8.91	-15.30 ± 9.12	-14.50 ± 7.16	-19.10 ± 5.09	1.29	1.25		
		이부경사도 sl - pg ⊥ vertical line	5.40 ± 3.89	6.20 ± 4.12	3.30 ± 3.06	3.90 ± 5.16	0.61	0.63		
		안와부	거리계측	전면	외안각간폭* ex - ex*	87.40 ± 3.10	83.80 ± 2.91	90.20 ± 2.89	87.10 ± 3.07	1.03
안와미간폭 ex - g	55.10 ± 4.10	51.90 ± 3.12			60.00 ± 9.06	56.00 ± 7.10	1.09	1.08		
안검열폭 ex - en	29.50 ± 1.67	29.80 ± 1.43			31.80 ± 3.91	32.20 ± 2.97	1.08	1.08		
측면	내안각간폭* en - en*	36.30 ± 2.92		36.10 ± 2.12	35.50 ± 2.13	35.30 ± 1.88	0.98	0.98		
	내안각중안면폭 en - se	26.60 ± 2.12		22.60 ± 2.08	29.10 ± 2.91	25.60 ± 2.13	1.09	1.13		
	상안검높이 ps - os	12.10 ± 1.90		12.30 ± 1.16	9.90 ± 2.61	10.30 ± 2.19	0.82	0.84		
	측면	검열높이 ps - pi	8.30 ± 1.55	8.20 ± 1.02	8.90 ± 2.01	8.70 ± 2.34	1.07	1.06		

Table III. Continued

Portion	Item	View	Measurement	Anthropometric data		Photogrammetric data		Coefficient	
				(mm ± SD [†])		(mm ± SD [†])			
				M	F	M	F	M	F
			하안검높이 pi - or	8.80 ± 1.91	8.00 ± 1.65	10.10 ± 11.56	9.60 ± 2.61	1.15	1.20
			안와높이 or - os	30.10 ± 1.41	29.30 ± 1.56	33.20 ± 2.31	31.90 ± 3.06	1.10	1.09
			안와미모높이* or - sci*	39.80 ± 1.56	39.40 ± 1.09	41.70 ± 2.91	40.90 ± 45.31	1.05	1.04
			안와이주폭* ex - t*	81.90 ± 2.12	78.30 ± 2.08	84.20 ± 4.19	80.00 ± 6.06	1.03	1.02
			안와이개폭* ex - obs*	80.20 ± 2.38	77.70 ± 2.08	81.90 ± 5.13	79.10 ± 4.16	1.02	1.02
		사면	외안각하악각높이* ex - got*	99.80 ± 3.12	89.90 ± 3.24	100.70 ± 4.89	90.70 ± 5.61	1.01	1.01
	경사도계측	전면	안검열경사도* en - en ⊥ ex - ex*	5.20 ± 2.12	6.60 ± 2.08	5.80 ± 1.98	6.90 ± 2.13	1.12	1.05
		측면	안와연경사도 os - or ⊥ vertical line	10.30 ± 4.27	8.20 ± 4.12	12.30 ± 3.12	10.10 ± 2.61	1.19	1.23
코	거리계측	전면	비근폭 mf - mf	17.60 ± 2.10	16.40 ± 2.08	19.10 ± 3.06	18.80 ± 2.91	1.09	1.15
		측면	비높이* se - sn*	53.50 ± 3.12	49.40 ± 3.28	54.20 ± 4.17	50.20 ± 5.61	1.01	1.02
			비배높이* se - prn*	49.80 ± 2.98	45.60 ± 2.88	51.50 ± 4.13	48.10 ± 483.19	1.03	1.05
		기저면	비폭 al - al	37.80 ± 2.12	35.40 ± 2.22	35.10 ± 3.51	33.00 ± 332.98	0.93	0.93
			비익구간폭* ac - ac*	35.80 ± 2.12	33.90 ± 2.08	37.10 ± 3.12	35.20 ± 3.61	1.04	1.04
			비익하간폭 sbal - sbal	27.40 ± 1.98	25.90 ± 1.87	29.20 ± 2.22	27.10 ± 22.19	1.07	1.05
			비주폭 1 sn' - sn'	9.70 ± 2.42	9.50 ± 2.61	10.90 ± 3.16	10.70 ± 2.11	1.12	1.13
			비주폭 2 c' - c'	11.10 ± 1.88	10.60 ± 2.02	9.90 ± 2.01	9.50 ± 1.89	0.89	0.90
			비주폭 3 fp - fp	21.40 ± 2.14	19.40 ± 2.19	23.30 ± 2.61	21.20 ± 2.97	1.09	1.09
			비익두께 al' - al'	6.00 ± 1.18	5.60 ± 1.87	4.60 ± 0.89	4.50 ± 1.16	0.77	0.80
			비주길이 1 sn - c'	10.00 ± 2.32	9.80 ± 2.56	13.10 ± 2.12	11.10 ± 2.91	1.31	1.13
			비주길이 2 sn - sn'	6.90 ± 2.51	6.70 ± 2.71	6.60 ± 2.61	6.10 ± 3.46	0.97	0.91
			비익폭 ac - prn	33.20 ± 3.12	32.50 ± 3.08	35.20 ± 2.94	34.10 ± 3.22	1.06	1.05
			비공저폭 sbal - sn	15.30 ± 2.67	14.80 ± 1.98	16.90 ± 3.09	16.20 ± 2.27	1.10	1.09
			비익구비하간폭 ac - sn	24.80 ± 2.54	24.10 ± 3.08	26.20 ± 2.17	25.50 ± 2.59	1.06	1.06
			비침탈출 sn - prn	19.30 ± 2.74	18.70 ± 2.86	17.50 ± 2.25	16.90 ± 3.12	0.91	0.90
	각도계측	전면	비근경사각 Nasal root slope angle	47.30 ± 3.12	45.90 ± 3.33	52.50 ± 3.61	50.00 ± 4.12	1.11	1.09
		측면	미간비근각* Glabellar nasal root angle*	143.20 ± 11.12	145.20 ± 10.89	137.30 ± 12.22	139.90 ± 11.78	0.96	0.96
			비배전두각* Nasal dorsal frontal angle*	133.20 ± 8.10	137.20 ± 9.12	136.30 ± 10.01	138.90 ± 12.03	1.02	1.01
			비순각 * Columellar labial angle*	86.30 ± 5.12	88.90 ± 4.18	89.90 ± 3.23	91.20 ± 4.16	1.04	1.03
			비첨각 Nasal tip angle	51.20 ± 6.12	48.90 ± 5.13	47.70 ± 5.51	45.50 ± 6.14	0.93	0.93
			비주소엽각* Columellar lobular angle*	135.30 ± 6.03	133.20 ± 5.89	137.20 ± 5.61	135.10 ± 6.11	1.01	1.01
		기저면	비익경사각 Alar slope angle	66.20 ± 8.18	63.30 ± 7.18	70.00 ± 7.19	68.20 ± 5.91	1.06	1.08
	경사도계측	측면	비주경사도* tr - g ⊥ g - se*	88.80 ± 2.13	86.90 ± 3.18	91.10 ± 5.55	89.90 ± 5.91	1.03	1.03

Table III. Continued

Portion	Item	View	Measurement	Anthropometric data		Photogrammetric data		Coefficient		
				(mm ± SD [†])		(mm ± SD [†])		M	F	
				M	F	M	F	M	F	
입과 입술	거리계측	기저면	비첨부경사도 sn - prn ⊥ vertical line	45.30 ± 6.12	39.50 ± 5.75	43.30 ± 5.97	42.20 ± 6.01	0.96	1.07	
			비배경사도 se - prn ⊥ vertical line	27.60 ± 3.12	26.90 ± 23.09	25.90 ± 3.61	25.10 ± 3.99	0.94	0.93	
			비공경사도* nostril axis ⊥ vertical line*	53.60 ± 5.12	58.90 ± 6.01	55.60 ± 5.01	56.30 ± 4.46	1.04	0.96	
			비익경사선 alar slope ⊥ horizontal line	55.60 ± 6.03	52.30 ± 5.89	48.90 ± 6.33	45.90 ± 5.51	0.88	0.88	
		측면	반구열폭 ch - sto	25.60 ± 2.71	23.80 ± 2.98	30.10 ± 2.22	27.80 ± 2.66	1.17	1.17	
			외측상구순높이* sbal - ls*	17.90 ± 2.14	15.10 ± 2.76	18.40 ± 1.85	16.00 ± 2.22	1.03	1.06	
			구열폭* ch - ch*	53.20 ± 3.54	47.60 ± 3.14	51.30 ± 3.01	45.90 ± 2.89	0.96	0.96	
			인중폭* cph - cph*	12.70 ± 1.89	10.90 ± 2.08	13.00 ± 1.97	11.70 ± 2.11	1.02	1.07	
			비하인중주하폭 sn - cph	18.20 ± 2.56	15.50 ± 2.81	16.30 ± 2.11	14.40 ± 2.22	0.90	0.93	
			표재하구순높이 li - sl	10.90 ± 2.17	9.30 ± 3.08	12.20 ± 1.89	10.70 ± 3.06	1.12	1.15	
			하중순높이* sto - li*	9.50 ± 1.88	9.70 ± 2.85	9.30 ± 2.39	9.60 ± 2.16	0.98	0.99	
			하구순높이 sto - sl	19.80 ± 2.41	18.60 ± 2.19	21.20 ± 2.61	19.90 ± 2.87	1.07	1.07	
			표재상구순높이* sn - ls*	15.50 ± 2.96	14.00 ± 2.67	16.80 ± 3.21	15.30 ± 2.97	1.08	1.09	
			상중순높이 sto - ls	9.10 ± 2.48	9.40 ± 2.96	10.50 ± 2.93	10.60 ± 4.11	1.15	1.13	
			상구순높이* sn - sto*	24.50 ± 2.61	23.20 ± 2.48	25.30 ± 2.66	24.10 ± 3.38	1.03	1.04	
각도계측	구순이주폭* ch - t*	115.40 ± 8.14	105.60 ± 7.91	119.70 ± 7.79	110.10 ± 8.11	1.04	1.04			
	구순하악각 Labial mental angle	119.20 ± 8.91	126.40 ± 7.18	131.10 ± 10.09	129.20 ± 12.00	1.10	1.03			
	구열경사도 ch - ch ⊥ horizontal line	1.50 ± 0.89	1.40 ± 0.76	0.60 ± 1.12	0.70 ± 0.89	0.40	0.50			
경사도계측	측면	상구순경사도 upper lip plane ⊥ vertical	9.50 ± 5.02	7.60 ± 6.18	7.80 ± 6.12	6.60 ± 5.59	0.82	0.87		
		하구순경사도 lower lip plane ⊥ vertical	-35.50 ± 7.12	-37.60 ± 7.08	-37.60 ± 8.19	-40.70 ± 9.31	1.06	1.08		
귀	거리계측	측면	이개수직높이 sa - sba	59.30 ± 10.10	56.20 ± 5.60	62.30 ± 9.89	59.30 ± 6.15	1.05	1.06	
			이개높이 sa' - sba'	62.20 ± 9.71	59.30 ± 6.40	64.10 ± 8.11	61.10 ± 7.89	1.03	1.03	
			이높이 obs - obi	48.50 ± 7.65	47.30 ± 6.61	46.30 ± 8.19	44.30 ± 5.61	0.95	0.94	
		사면	이주높이 Height of tragus	2.90 ± 1.08	2.60 ± 1.12	3.20 ± 2.51	3.00 ± 2.56	1.10	1.15	
			하비이개폭* se - obi*	120.20 ± 10.10	115.10 ± 9.41	123.10 ± 11.91	119.30 ± 10.16	1.02	1.04	
			상비이개폭* se - obs*	121.90 ± 9.87	116.20 ± 8.81	123.10 ± 10.29	119.30 ± 9.91	1.01	1.03	
			하비하이개폭* sn - obi*	119.8 ± 8.97	113.8 ± 7.67	122.3 ± 9.08	118.7 ± 9.80	1.02	1.04	
			상비하이개폭* sn - obs*	135.40 ± 7.61	126.00 ± 8.15	133.20 ± 8.91	130.10 ± 13.31	0.98	1.03	
			하하악이개폭* gn - obi*	122.40 ± 8.94	108.60 ± 6.67	124.10 ± 8.93	114.30 ± 10.13	1.01	1.05	
			상하악이개폭* gn - obs*	156.50 ± 9.12	142.40 ± 7.84	159.70 ± 11.40	147.70 ± 8.79	1.02	1.04	
			이개폭* pra - pa*	35.70 ± 4.12	31.90 ± 3.89	34.80 ± 4.69	31.10 ± 6.12	0.97	0.97	
			경사도계측	이개경사도 sa - sba ⊥ vertical line	34.20 ± 3.51	33.40 ± 2.58	30.30 ± 2.25	30.20 ± 2.61	0.89	0.90

*: reliable photogrammetric measurements, no significant difference from anthropometric measurement statistically(p < 0.05)

†: SD, standard deviation

(인체관찰학)를 하는 도구로서 자리를 잡았지만, 과학적인 양적 평가(인체계측학)를 할 수 있어야지 입상에서 효용 가치를 높일 수 있다. 따라서, 입상사진술의 영역을 확장시켜서 입상사진으로부터 인체계측을 할 수 있다면, 인체계측학적 분석법의 한계를 극복할 수 있을 뿐만 아니라, 입상사진술의 단점인 질적 평가를 넘어서서 양적 평가가 가능하게 되므로 장점이 많다. 과거의 사진계측학적 분석법에서는 필름입상사진촬영술을 사용하였기 때문에 실물크기나, 실물의 25%, 또는 50% 크기의 입상사진을 이용하여 거리, 각도, 그리고 경사도를 계측하였다.¹⁶ 요즘에는 디지털입상사진술을 이용할 수 있으므로 입상사진을 인화하는 번거로운 과정을 피할 수 있으며, 실물크기가 아니더라도 거리계측이 가능하며, 특히 각도와 경사도 계측은 인체계측학보다 더 간편할 뿐만 아니라, 더 정확하다.

사진계측학적 분석을 하기 위해서는 입상사진술의 표준화가 대단히 중요하다.¹⁰ 저자의 표준화입상사진촬영실은 조명장치, 피검자, 그리고 사진기를 각각 정해진 위치에 고정하고, 항상 같은 조건에서 촬영함으로써 사진촬영 때 발생할 수 있는 오차를 최소화하였다. 피검자의 설정에 있어서 가장 중요한 과정은 표준두위의 설정이다. 표준두위에서 조금만 벗어나도 지표의 위치가 크게 바뀔 수 있기 때문이다. 예를 들어서, 피검자의 외이도로부터 작은 원기둥이 빠져버리거나, 턱을 들거나 숙이면 표준두위에서 어긋날 수 있다. 피검자 입장에서는 촬영하는 동안 표준두위를 계속 유지하는 것이 불편하기 때문에 휴식두위를 취하려는 경향이 있으므로, Frankfort 수평면을 나타내는 가는 철선으로써 표준두위를 유지하는지를 확인하였다. 더욱이, 머리고정기를 회전 의자에 연결, 고정하였기 때문에 피검자가 머리고정기와 함께 회전되도록 함으로써 여러가지 표준입상사진면을 촬영하는 과정에서 피검자의 표준두위를 그대로 유지할 수 있었다.

사진기는 성형외과 의사들을 대상으로 설문조사하여 가장 흔히 사용하고 있는 35 mm 디지털일안반사식인 Nikon D-100과, 교환렌즈로는 60 mm 매크로렌즈로써 연구하였다. 필름사진기에서 얼굴과 근접촬영술에서는 90 - 110 mm 가 적합하다. 한편, 디지털사진기에서는 필름 대신 CCD (charge-coupled device)에 영상을 보관하는데, Nikon D-100에 장착된 CCD의 크기는 필름 크기와의 비율이 1:1이 아니라, 1:1.5이므로 렌즈의 초점거리를 50% 정도 더 작은 60 mm 렌즈를 사용하면 35 mm 필름사진기에서 90 mm 렌즈를 사용하는 것과 같은 셈이다.

인체계측법뿐만 아니라, 사진계측법에서도 지표를 정확하게 설정하기 위해서는 우선 정의를 잘 숙지하여야 하며, 일관성 있게 지표잡기 하는 것이 필요하다. 저자는 40개의 지표를 설정하였는데, Farkas⁷가 제시한 지표로부터 두부

정점(vertex, v), 두개최외점(eurion, eu), 후두부점(opisthocranium, op) 등과 표면거리지표를 제외시켰다. 왜냐하면, 이러한 지표들은 입상사진에서 지표잡기가 힘들거나 불가능하였기 때문이다. 또, 주위의 정상 해부학적 구조물이나 연조직에 의하여 가려지는 지표에 대해서는 사진촬영술에 앞서 2 mm 지름의 붉은색 스티커를 부착하였다. 예를 들면, 측면에서 미간점(glabella, g)은 눈썹에 의해 가려지며, 정면에서의 하이점(gnathion, gn)과 측면에서의 하악각점(gonion, go), 비근심점(sellion, se)은 주위의 돌출된 연조직에 의해 가려지기 때문에 지표잡기가 힘들었기 때문이다. 인체계측법에서 지표잡기가 힘들면, 측진을 반복함으로써 지표를 동정할 수 있는데 반해, 사진계측법에서는 불가능하기 때문에 미리 지표에 표시를 해 둔 것이다. 또, 비근의 지표설정은 전통적으로 비근점(nasion, n)을 사용해 왔으나, 비근점은 비전두봉합선(nasofrontal suture)의 중앙점이므로 골지표(bony landmark)에 해당한다. 인체계측과 사진계측 둘 다 연조직지표(soft tissue landmark)를 사용하기 때문에 비근점 대신 비근심점(sellion, se)을 지표로 삼았다. 40개의 지표들 가운데 비주최협점(subnasale', sn')과 비주족판점(footplate, fp)은 코의 지표에 해당하는 것으로, 저자가 새로 정의한 지표로서, 이들을 기준으로 한 계측항목들은 비주계측에 있어서 좀 더 세분화된 분석을 가능하도록 해주었다.

Farkas 등¹은 얼굴에서 사진계측법이 인체계측법과 가장 차이를 보이는 부위가 귀라고 함으로써 저자의 결과와 달랐다. 그들은 측면입상사진으로부터 귀를 계측하였는데, 측면에서 볼 때, 귀는 얼굴의 정중선 윤곽보다 훨씬 돌출되어 있을 뿐만 아니라, 귀의 4개의 지표들(이상점, 이하점, 이전점, 이후점)이 서로 한 평면에 있지 않다.⁹ 따라서 입상사진촬영술에서 조리개수치(f-stop)를 낮추어서 피사계심도(depth of field)를 깊게 하더라도 측면입상사진에서 초점을 안면정중선에 두었을 때에는 귀에서 초점이 정확하게 맞지 않으므로 사진계측법에서 오차가 생기게 마련이다. 저자는 사진계측법때 사용하는 기본적 촬영면인 전면, 측면, 그리고 기저면 뿐만 아니라, 귀의 면(ear plane)에 가장 가까운 사면도 함께 촬영함으로써 귀에서의 사진계측법의 정확성이 높았다. 따라서, 부위별 신뢰계측항목 빈도에서 얼굴 다음으로 높은 빈도를 나타내었다.

신뢰계측치가 아닌 항목, 즉 사진계측치가 인체계측치와 차이가 나는 항목은 계수를 구하여 이를 사진계측치에 곱함으로써 간접적으로 인체계측치를 얻을 수 있도록 하였다. 즉, 사진계측에서 신뢰계측항목은 그대로 인체계측치로써 사용하며, 신뢰계측치가 아닌 항목에 대해서는 각각의 해당 계수를 사진계측치에 곱하면 인체계측을 하지 않고도 간접적으로 인체계측치를 얻을 수 있다.

표준화임상사진술의 정확성을 더 높이기 위해서는 지표 동정에 대한 이해와 기법을 더 발전시켜야 하겠고, 피검자의 위치, 부위별 임상사진촬영면, 적절한 초점거리 확보 등 촬영 때 발생할 수 있는 오차들을 최소화할 수 있는 방법들을 앞으로 해결해야 할 과제로 생각한다.

V. 결 론

이 연구는 사진계측학적 분석법의 유용성을 인체계측학적 분석과 비교하여 조사한 것이다. 저자들은 임상사진술을 표준화하였으며, 이렇게 얻은 디지털영상으로부터 Photoshop을 이용한 사진계측법으로써 한국인 20대 남녀의 얼굴에서 거리, 각도, 그리고 경사도의 정상 계측치를 구하였고, 사진계측치와 인체계측치 사이에 차이가 있는 항목에 대해서는 계수를 구함으로써 사진계측치에 이를 곱하여 인체계측치를 간접적으로 얻을 수 있었다. 사진계측치와 인체계측치를 서로 비교하였을 때, 통계학적으로 유의한 차이가 없는 계측항목을 신뢰계측항목은 96개 항목 중 44개(45.8%)였으며, 계측부위별로는 얼굴(59.1%), 귀(58.3%), 안와(46.7%), 입술과 입(43.8%), 머리(33.3%), 그리고 코(32.1%)의 순서였다. 계측항목별로는 거리계측이 53.6%로서 가장 신뢰계측항목의 분포도가 높았으며, 각도계측은 44.4%, 경사도계측은 16.7%였다. 계측면 별로는 사

면임상사진에서 가장 높았다.

REFERENCES

1. Farkas LG, Bryson W, Klotz J: Is photogrammetry of the face reliable? *Plast Reconstr Surg* 66: 346, 1980
2. DiBernardo BE, Adams RL, Krause J, Fiorillo MA, Gheradini G: Photographic standards in plastic surgery. *Plast Reconstr Surg* 102: 559, 1998
3. Zarem HA: Standards of photography. *Plast Reconstr Surg* 74: 137, 1984
4. Farkas LG: Accuracy of anthropometric measurements: past, present and future. *Cleft Palate Craniofac J* 33: 10, 1996
5. DiSaia JP, Ptak JJ, Achauer BM: Digital photography for the plastic surgeon. *Plast Reconstr Surg* 102: 569, 1998
6. Farkas LG, Sohm P, Kolar JC, Katic MJ, Munro IR: Inclinations of the facial profile: art versus reality. *Plast Reconstr Surg* 75: 509, 1985
7. Farkas LG: *Anthropometry of the head and face*. 2nd ed, New York, Raven press, 1994, p 79
8. Cho JH, Han KH, Kang JS: Normal anthropometric values and standardized templates of Korean face and head. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 20: 995, 1993
9. Song JW, Kang JS: Anthropometry of normal Korean ears. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 12: 475, 1985
10. Dickason WL, Hanna DC: Pitfalls of comparative photography in plastic and reconstructive surgery. *Plast Reconstr Surg* 58: 166, 1976