대한안과학회지 제 49 권 제 7 호 2008
J Korean Ophthalmol Soc 49(7):1159-1164, 2008
DOI : 10.3341/jkos.2008.49.7.1159

생체적출안구에서 외안근의 해부학적 계측과 황반 및 시신경과의 관계

김정림 · 이슬기 · 양재욱

인제대학교 의과대학 부산백병원 안과학교실, 인제대학교 의과대학 부산백병원 안과학연구재단

목적: 생체적출안구에서 외안근을 계측하고 사근, 황반, 시신경 간의 상호위치관계를 측정하여 기존의 사체안 대상 연구결과와 비교해 보고자 한다.
대상과 방법: 안구적출술을 받은 24안을 대상으로 각막윤부에서 외안근 부착부까지의 거리, 근폭 및 근간거리를 측정하여 기존 사체안 연구와 비교하였고, 안구를 절개한 후 황반에서 26게이지 바늘을 공막쪽으로 수직으로 관통시켜 안구 외측에서 황반, 시신경, 사근의 위치관계를 계측하였다.
결과: 윤부에서 상직근, 하직근까지의 거리가 Apt에 의한 기존 연구의 사체안과 유의한 차이가 있었다. 근폭은 모든 외안근에서 유의하게 좁게 측정되었다. 근간거리는 외직근과 상직근 사이, 상직근과 내직근 사이가 유의하게 좁았다. 시신경에서 황반까지의 거리는 3.99±0.62 mm, 상사근까지는 7.89±0.88 mm, 하사근까지는 5.95±0.83 mm였고 황반과 하사근 사이는 1.35±0.42 mm였다.
결론: 생체적출안구에서 외안근의 계측치는 기존의 사체안과 차이가 있었으며, 사체안의 보존 및 고정시의 근부피 변화, 인종간의 차이, 측정방법의 차이에 의한 것으로 추측된다.
〈한안지 49(7):1159-1164, 2008〉

외안근의 해부학적 위치관계에 관한 연구는 1884년 Fuchs[1]가 사체 31안을 대상으로 처음 연구한 이래로 여러 저자들에 의한 측정치가 보고되어 있다.[2-5]

현재는 1980년에 Apt[5]가 사체안 100안을 대상으로 안축장, 각막지름, 각공막 윤부에서 근부착부까지의 거리, 해부학적 각공막윤부의 넓이, 각 직근의 근폭, 각 직근의 근간거리 등의 여섯 항목을 측정한 수치가 가장 보편적인 자료로 쓰이고 있다.

이처럼 현재까지 보고된 외안근에 대한 형태학적인 계측은 주로 사체안에서 이루어졌으며 생체안에서 시도된 것은 수평사시 환자에서 사시수술 중 측정한 것이 보고되어 있다.[6-8]

이런 연구결과들의 측정치들을 기준으로 하여 현재 안구해부구조의 지표로 사용하고 있지만 실제 생체안의 측정치와 다를 수 있으며 그 관계는 증명된 바 없다. 또한 직근만을 대상으로 하여 측정한 자료가 대부분이므로 사근과 직근간 상호위치관계나 외안근과 그 주위의 해부학적 구조물과의 위치관계를 종합적으로 본 연구는 그 자료가 많지 않다.

따라서 본 연구에서 저자들은 사시를 진단 받았거나 사시 수술을 한 적이 없으며 안구의 부피변화가 더 적고 실제 생체안과 가장 근접할 것으로 사료되는 생체적출안에서 외안근에 대한 해부학적 계측을 하여 Apt[5]의 측정치와 비교하여 현재 사용중인 계측치의 유용성을 검증하고 사근, 황반, 시신경 상호간의 위치관계를 조사하여 근수술시 유용한 지표로 이용하고자 하였다.

대상과 방법

2004년 8월부터 2006년 6월까지 본원 안과에서 안구적출술을 받은 24명, 24안을 대상으로 하였다. 안구적출의 원인은 시력저하와 동반된 조절되지 않는 통증이 가장 많았는데 녹내장으로 인한 경우가 7안, 외상성

〈접수일 : 2007년 7월 18일, 심사통과일 : 2008년 4월 2일〉

통신저자 : 이 슬 기
부산시 진구 개금동 633-165
인제대학교 부산백병원 안과
Tel: 051-890-6016, Fax: 051-890-6329
E-mail: judysg@hanmail.net

* 본 논문의 요지는 2006년 대한안과학회 제96회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.
* 본 논문은 2006년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의하여 연구되었음.

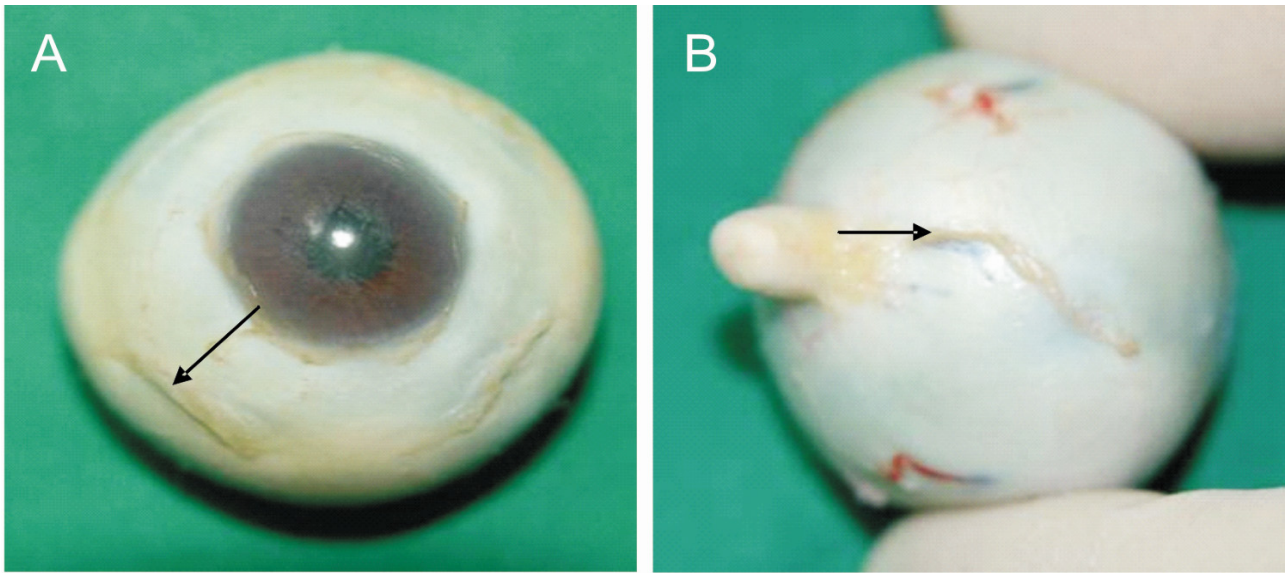

Figure 1. Measurements from an enucleated eyeball. (A) Anterior aspect of the globe showing muscle insertions and the limbus. Arrow indicates distance from the limbus to the anterior midpoint of the muscle insertion. (B) Posterior aspect of the globe showing the optic nerve head and the inferior oblique muscle insertion site. Arrow indicates the distance from the optic nerve to the posterior border of the inferior oblique muscle insertion site.

이 4안, 안내염 4안, 각막궤양 2안, 원인미상의 통증이 3안이었으며 그 외에는 안염증으로 인한 각막천공이 3안, 안내종양이 1안이었다. 안구위축이 온 경우를 제외시키기 위하여 안구적출술 전 초음파로 측정한 안축장이 22에서 25 mm인 경우만 포함하였고 그 외 근부착부 위치변화가 의심되는 경우, 사시 수술 받은 병력, 외상 및 질병으로 인한 공막열상 봉합술, 공막돌륭술, 유리체절제, 실리콘 오일 삽입 등의 후안부 수술병력이 있는 경우는 제외시켰다.

안구적출술은 360도 윤부결막절개 후 6개의 외안근을 모두 찾아 사시갈고리로 건 다음 공막에서 적어도 2 mm 이상 떨어진 위치에서 근육을 분리하여 근 부착부의 인지가 용이하도록 하였다.

안구 적출 후 계측은 (1) 안축장 (2) 각막 윤부에서 근부착부까지의 거리 (3) 근폭 (4) 근간 거리 (5) 외안근과 시신경, 황반부 등과의 해부학적 위치관계에 관하여 시행하였다.

안축장 측정은 각막전면과 안구후면의 가장 돌출된 부분을 기준으로 하여 digital Vernier caliper를 이용하여 측정하였고 각막 윤부에서 근부착부까지의 거리는 직근과 사근 모두 같은 방법으로 측정하였는데 공막에 붙은 근부착부의 중심에서 직각으로 떨어진 전각막 윤부까지의 거리를 측정하였다(Fig. 1). 근간 거리 측정은 직근 사이의 거리는 근 부착부가 끝나는 점을 기준으로 하였고 직근과 사근 사이의 거리는 두 근의 근부착부 중간점 사이의 거리를 측정하였다. 또한 외안근과 시신경, 황반부 등과의 해부학적 위치관계를 보기 위해 각막윤부를 따라 360도 공막절개술을 시행하여 각막, 홍채, 수정체를 제거한 후 26게이지 바늘을 이용하여 내측 황반에서 공막쪽으로 수직으로 관통 시켜 안구 외측면에서 황반, 시신경, 사근 상호간 위치 관계를 조사하고 시신경 유두의 이측경계에서 황반, 하사근의 뒤부착부, 상사근의 뒤부착부까지의 거리와 황반과 하사근의 뒤경계부까지의 거리를 기록하였다(Fig. 2, 3).

모든 측정은 0.05 mm 단위까지 측정되는 digital Vernier caliper를 이용하였고 근 부착부의 가장 앞부분을 측정의 기준으로 삼았고 한 명의 실험자가 각 3번씩 측정해 그 평균치를 기록하였다.

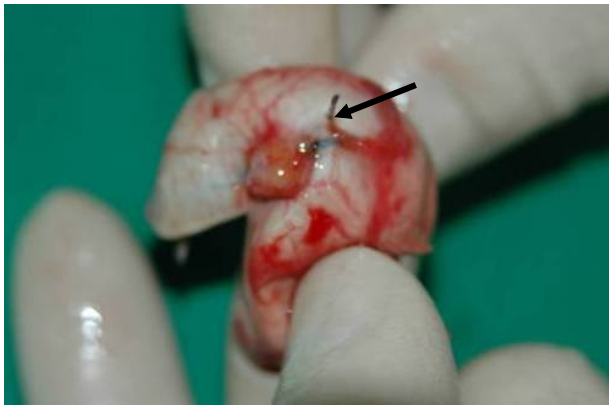

Figure 2. Macula site (arrow) was externally indicated by passing through a 26-gauge needle from inside the macula to outside.

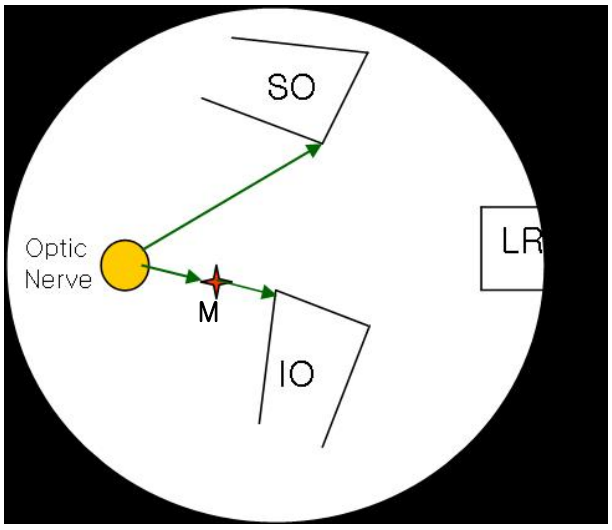

Figure 3. Relationships among the optic nerve, superior oblique muscle (SO), inferior oblique muscle (IO), and macula (M). Right eye.

통계분석은 SAS 9.1.3으로 *t*-test를 이용하여 Apt의 기존 사체안 연구와 비교하였으며 *p*-value가 0.05보다 작은 경우를 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

결 과

대상자들의 연령은 25세부터 70세까지 였으며 평균 연령은 51.96±13.60세였다. 대상자 중 남자가 14명, 여자가 10명이었다. 대상군의 안축장은 22에서 25 mm로 평균은 23.09±0.92 mm였다(Table 1).

각막윤부에서 외안근 부착부까지의 거리는 내직근 5.40±0.43 mm, 하직근 6.23±0.42 mm, 외직근 7.02±0.60 mm, 상직근 7.56±0.70 mm, 상사근 15.87±0.84 mm, 하사근 17.32±0.99 mm로 직근 중에는 내직근이 각막윤부와 가장 가까웠고 상직근이 가장 멀었다. 모든 외안근 중에는 각막윤부에서 하사근 부착부의 중간점까지가 가장 멀게 측정되었다. Apt[5]의 결과와는 상직근, 하직근 수치가 의미있는 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 2).

근폭은 내직근 10.22±0.84 mm, 외직근 9.35±1.14 mm, 상직근 10.37±1.41 mm, 하직근 9.40±1.10 mm, 상사근 10.93±1.30 mm, 하사근 10.14±1.49 mm으로 외직근이 가장 좁았으며 직근 중 상직근이 가장 넓었고 모든 외안근 중 상사근이 가장 넓은 근폭을 보였다. 근폭은 Apt[5]의 연구에 비해 전반적으로 좁게 측정되었으며 측정치 모두가 통계적으로 의미있는 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 3).

근간거리는 내직근과 하직근 사이 거리 6.20±1.08 mm, 하직근과 외직근 사이의 거리가 7.81±1.23 mm, 외직근과 상직근 사이 거리 6.65±1.10 mm, 상직근과 내직근 사이 거리가 6.97±1.71 mm, 상사근과 상직근 사이 거리 10.93±1.09 mm, 하사근과 외직근 사이 거리가 11.99±1.10 mm였다. 직근끼리는 하직근과 외직근 사이가 가장 멀었고 내직근과 하직근 사이가 가장 가까웠다. 외직근과 상직근 간의 거리, 상직근과 내직근 간의 거리는 Apt[5]의 연구와 통계적으로 의미있는 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 4).

안구의 외측면에서 계측한 시신경 이측 경계면과 황반 사이의 거리는 3.99±0.62 mm, 시신경과 상사근 뒤부착점 사이의 거리는 7.89±0.88 mm, 시신경과 하

Table 1. Axial length, age and sex of enucleated patients

	Measurement	
	Mean±SD	Range
Axial length (mm)	23.09±0.92	22-25
Age (years)	51.96±13.60	25-70
Sex	Male (n=14), Female (n=10)	

SD=standard deviation.

Table 2. Distance from the limbus to muscle insertions

Muscle	Anterior limbus to anterior muscle insertion (mm)		*P*-value
	Present study	Apt†	
Medial rectus	5.40±0.43	5.30±0.70	0.1883
Inferior rectus	6.23±0.42	6.80±0.80	0.0001*
Lateral rectus	7.02±0.60	6.90±0.70	0.2202
Superior rectus	7.56±0.70	7.90±0.60	0.0087*
Superior oblique	15.87±0.84		
Inferior oblique	17.32±0.99		

* Statistical significance by *t*-test, $p<0.05$; † Apt L. Anatomical reevaluation of rectus muscle insertion. Trans Am Ophthalmol Soc 1980;78:365-75.

Table 3. Width of muscle insertions

muscle	Width (mm)		*P*-value
	Present study	Apt†	
Medial rectus	10.22±0.84	11.30±0.80	0.0001*
Inferior rectus	9.40±1.10	10.50±0.80	0.0001*
Lateral rectus	9.35±1.14	10.10±0.80	0.0001*
Superior rectus	10.37±1.41	11.50±0.80	0.0001*
Superior oblique	10.93±1.30	10.80	
Inferior oblique	10.14±1.49	9.60	

* Statistical significance by *t*-test, $p<0.05$; † Apt L. Anatomical reevaluation of rectus muscle insertion. Trans Am Ophthalmol Soc 1980;78:365-75.

Table 4. Distance between extraocular muscle insertions

Muscle to muscle	Distance between muscles (mm)		*p*-value
	Present study	Apt†	
MR-IR	6.20±1.08	5.90±0.80	0.0636
IR-LR	7.81±1.23	8.00±0.08	0.1766
LR-SR	6.65±1.10	7.10±0.08	0.0119*
SR-MR	6.97±1.71	7.50±0.08	0.0130*
SO-SR	10.93±1.09		
IO-LR	11.99±1.10		

MR=medial rectus muscle; IR=inferior rectus muscle; LR=lateral rectus muscle; SR=superior rectus muscle; SO=superior oblique muscle; IO=inferior oblique muscle.
* Statistical significance by *t*-test, $p<0.05$; † Apt L. Anatomical reevaluation of rectus muscle insertion. Trans Am Ophthalmol Soc 1980;78:365-75.

Table 5. Distance among fovea, oblique muscles, the optic nerve

Distance between structures	Distance (mm)
Optic nerve-fovea	3.99±0.62
Fovea-IO posterior border	1.35±0.42
Optic nerve-IO posterior border	5.95±0.83
Optic nerve-SO posterior border	7.89±0.88

IO=inferior oblique muscle; SO=superior oblique muscle.

사근 뒤부착점 사이의 거리는 5.95±0.83 mm였고 황반과 하사근 뒤부착점 사이의 거리는 1.35±0.42 mm로 측정되었다(Table 5).

고 찰

각막윤부에서 직근 부착부까지의 거리와 직근의 근폭은 1884년 Fuchs[1]가 사체 31안을 대상으로 연구를 시작한 후 여러 연구가 시도되었으며 현재는 1980년 Apt[5]의 연구결과가 가장 널리 알려져 있다. 정상인의 각막윤부로부터 직근부착부의 중심까지의 거리는 Fuchs[1]가 사체를 대상으로 31안에서 측정하여 내직근 5.5 mm, 외직근 6.9 mm, 하직근 6.5 mm, 상직근 7.7 mm라고 보고하였으며 Apt[5]는 사체 100안을 대상으로 측정하여 내직근 5.3±0.7 mm, 하직근 6.8±0.8 mm, 외직근 6.9±0.7 mm, 상직근 7.9±0.6 mm로 보고하였다.

생체안을 대상으로 한 연구는 주로 사시환자를 대상으로 술 중 측정하였으며 국내 보고를 보면 윤부에서 직근 부착부까지의 거리를 Paik and Cho[6]는 내직근 4.38±0.45 mm, 외직근 6.29±0.58 mm, Lee and Yang[7]은 내직근 4.72±0.49 mm, 외직근 6.29±0.58 mm, Shin et al[8]은 내직근 5.22±0.85 mm, 외직근 6.37±1.01 mm라고 보고하였다.

측정시의 기준 각막윤부의 위치, 근부착부의 어느 곳을 어떤 기구로 재느냐에 따라 이처럼 측정값은 다양하게 나타나게 되므로 정확한 수치를 정하긴 어렵지만 대체로 현재는 사체안 연구 및 사시환자에서 계측치를 토대로 하여 표준수치로 이용하고 있다. 이에 저자들은 사시가 없는 생체적출안에서 외안근의 해부학적 위치측정을 하여 그 이전의 사체안과의 비교를 통해 현재 쓰이는 계측치의 의미를 알아보고자 하였다.

Apt[5]의 연구에서는 성인의 사체해부 후 사후 안구의 부피변화를 5% 미만으로 최소화하기 위해 4일 동안 포르말린과 1일 동안 50% 에탄올에 고정시킨 100안을 대상으로 하였고 본 연구에서는 안구적출술을 받은 24안의 안축장 평균이 23.09±0.92 mm로 교과서나 다른 보고[5,9-11]에서 발표한 정상치인 23-25 mm 범위 안에 드는 경우만을 대상으로 하여 안구위축이 온 경우를 배제시켰다.

각막 윤부에서 직근까지의 거리 측정시는 본 연구에서는 Apt[5]의 연구와 동일 조건으로 전각막윤부를 기준으로 하여 근부착부 맨 앞쪽, 중간점까지의 거리를 측정하였고 이미 알려진 바대로 윤부에서 외안근이 부착하는 위치는 내직근이 가장 가까이 위치하고, 하직근, 외직근, 상직근, 상사근, 하사근 순으로 멀어지는 순을 보였다. Apt[5]의 연구와 측정치 비교시 개개의 측정치는 다소 차이가 났으나 일정한 경향성은 없었고 하직근, 상직근 수치는 통계적으로도 의미있는 차이를 보였다. 이렇게 수직근만이 사체안 연구에서보다 윤부에서 가까이 위치한 것은 본 연구와 사체안 안구의 전후, 수평, 수직 직경이 약간의 차이가 있었던 것에서 원인을 생각해 볼 수 있을 것 같다. 사체안 연구의 경우 수평, 및 수직 안구직경은 모두 24.4 mm로 동일했었던 것에 비해 본 연구에서는 수평직경 23 mm, 수직직경 22.5 mm로 수직직경이 약간 짧고 가로직경이 조금 더 긴 안구형태이었으므로 수직근 부착부까지의 거리만이 사체안 연구에 비해 짧게 측정되었을 가능성이 있다.

근폭에 관한 연구에서는 알려진 바와 같이 외직근이 가장 폭이 좁았고, 상직근이 가장 넓었으며 모든 외안근 중에는 상사근이 가장 넓게 측정되었고 사체안 연구와의 비교에서는 모든 직근에서 근폭이 의미 있게 좁게 측정되었다. 이러한 결과의 원인으로 세가지 정도를 고려해 볼 수 있는데 첫째, 사체안 처리과정 중 안구의 외안근 부피가 생체안과 달라질 수 있다는 것이다. 실제 시신의 방부 처리시 동맥으로 주입하는 포르말린은 혈관에서 누출되어 근섬유 조직 사이로 스며들어 실제 외안근의 부피를 생체안보다 크게 할 수 있으며 안구 적출 후 포르말린 고정액에 고정시도 몇 % 의 농도로, 몇 시간이나 고정시키는가에 따라 외안근의 부피가 달라질

수 있다.[12,13] 이렇게 사체안과 생체안 자체의 처리과정에서 생기는 근부피의 변화들이 측정치 차이를 내게 하는 중요한 원인이 될 것으로 사료된다. 둘째, 측정방법의 차이에 기인할 수 있는데 Apt[5]는 해부현미경을 사용하여 확대를 시켜 근부착부의 길이를 보았으므로 나안으로 측정하는 것보다 더 섬세하게 근섬유를 관찰할 수 있어 조금 더 넓게 측정되었으리라 생각된다. 셋째, 국내에서 사시수술 중 측정한 생체안 외안근의 계측에 대한 보고들[6-8]에서도 사체안 계측치보다 모두 좁은 근폭을 보이는 것으로 보아 측정방법 차이 외에도 인종간의 차이를 고려해 봐야 할 것이다.

직근 부착부 사이의 거리에 관한 보고는 Apt[5]의 연구 이전에 Duke-Elder and Wyber[14]가 근간거리를 도식으로 나타내었지만 측정 방법이 분명하지 않고 Gat[4]이 근폭을 각도로 측정하여 간접적인 방법으로 근간거리를 측정하였지만 실제로 측정한 것과 차이가 크므로 자료가 부족한 편이다. 본 연구에서의 측정결과 직근간에는 하직근과 외직근 사이가 가장 멀었고 내직근과 하직근 사이가 가장 가까워 전반적으로는 기존의 보고와 일치하였으나 각 계측치는 다소 차이가 나는 듯 보였으며 외직근과 상직근 간의 거리, 상직근과 내직근 간의 거리는 Apt[5]의 연구보다 의미있게 좁게 측정되었다.

사근의 부착부의 위치에 대한 해부학적 계측 및 분석은 Fink[15]가 100안을 대상으로 시행하여 사근의 부착부는 변이가 있으며 상사근이 하사근 보다 심하여 하사근을 기준으로 외직근과 시신경유두, 황반부와의 위치와 거리에 관해 보고하였다. 외직근에서 하사근의 앞부착부까지의 거리를 Fink[15]는 9.6 mm, Feng et al[16]은 10±1.5 mm로 보고하였다. 본 연구에서 하사근과 외직근과의 거리는 12.02±1.01 mm로 두 결과보다 크게 측정되었는데 본 연구에서는 하사근와 외직근의 중심부 사이의 거리를 측정한 것이 두 연구 결과와 차이를 나타낸 것으로 생각된다.

사시 수술 시 사근의 부착부와 타 외안근과의 관계도 중요하지만 상사근 및 하사근 부착부 주위로는 시신경과 황반이 가까이에 위치하므로 상호간의 위치관계에 대한 개념을 아는 것이 합병증 방지를 위해서 술자에게 중요하다.

하사근의 뒤부착부에서 시신경유두사이의 거리는 현재까지 Fink[15]는 4.26 mm, Feng et al[16]은 5.6±0.9 mm, Whitnall[17]이 5.2 mm로 보고하였고 본 연구에서는 5.95±0.83 mm로 측정되었는데 Fink[15]의 경우 시신경주위의 시신경 섬유초를 완전히 제거하지 않고 측정하여 결과에 차이가 생겼을 것으로 생각된다.

황반은 하사근의 뒤부착부에서 후상방에 가깝게 위치하여 하사근 수술시 손상되지 않도록 주의를 기울여야 하며 하사근의 뒤부착부와 황반 사이의 거리는 Feng et al[16]이 2.5±0.8 mm, Whitnall[17]이 2.2 mm로 보고하였다. 본 연구의 측정치는 1.35±0.42 mm로 기존의 측정치보다는 약간 가깝게 측정되었다. Feng et al[16]의 연구에서는 포르말린에 고정한 38안을 대상으로 수술현미경하 황반에서 30게이지 바늘을 공막쪽으로 수직으로 관통을 시켜 하사근과 시신경유두, 황반 사이의 거리를 측정하였으므로 대상안의 수, 현미경 사용 유무 등의 측정 방법 차이를 고려해 보아야 할 것이다.

본 연구는 비록 연구수가 많지는 않았으나 사시가 없는 생체안에서의 최초 계측이라는 데 의미가 있으며 기존의 사체안을 대상으로 한 연구 결과와 해부학적 계측치 사이에 다소간 차이를 보였다. 특히 근폭은 유의하게 좁게 측정되어 사체안과 생체안 간의 차이 및 인종간의 차이가 있을 것으로 사료되며 향후 좀더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1) Fuchs E. Beiträge zur normalen Anatomie des Augapfels. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1884;30:1-60.
2) Weiss L. Über das Wachstum des menschlichen Auges und über die Veränderung der Muskelinsertionen am wachsenden Auge. Anat Embryol 1897;8:191-248.
3) Howe L. On the primary insertions of the ocular muscles. Trans Am Ophthalmol Soc 1902;9:668-78.
4) Gát L. Ein Beitrag zur Topographie des Ansatzes der vier geraden Augenmuskeln. Ophthalmologica 1947;114:43-51.
5) Apt L. An anatomical reevaluation of rectus muscle insertions. Trans Am Ophthalmol Soc 1980;78:365-75.
6) Paik HJ, Cho YA. Insertion of horizontal rectus muscles in strabismus. J Korean Ophthalmol Soc 1989;30:761-6.
7) Lee YC, Yang SW. Anatomical evaluations of the location and insertion shape of horizontal rectus muscle. J Korean Ophthalmol Soc 1995;36:1357-62.
8) Shin HM, Lew H, Yun YS. Muscle width and distance from limbus to muscle insertion site in strabismus patient. J Korean Ophthalmol Soc 2005;46:1387-92.
9) Yamamoto Y, Namiki R, Baba M, Kato M. A study of the measurement of ocular axial length by ultrasound echography. Acta Soc Ophthalmol Jpn 1960;64:1333-41.
10) Sorsby A, Leary GA, Richards MJ, Chaston J. Ultrasonographic measurement of the components of ocular refraction in life. Vision Res 1963;3:499-505.
11) Lee RH, Kim KS, Cho YA. The axial length of normal emmetropic eyes by ultrasonic biometry. J Korean Ophthalmol Soc 1983;24:27-31.
12) O'Sullivan E, Mitchell BS. An improved composition for embalming fluid to preserve cadavers for anatomy teaching in

the United Kingdom. J Anat 1993;182:295-7.
13) Ward SR, Lieber RL. Density and hydration of fresh and fixed human skeletal muscle. J Biomech 2005;38:2317-20.
14) Duke-Elder S, Wyber KC. System of ophthalmology, Vol. 2. St. Louis: Mosby, 1961;426-7.
15) Fink WH. Oblique muscle surgery from the anatomical viewpoint. Trans Am Ophthalmol Soc 1949;47:215-53.
16) Feng X, Pilon K, Yaacobi Y, Olsen TW. Extraocular muscle insertions relative to the fovea and optic nerve: humans and rhesus macaque. Invest Ophthalmol Vis Sci 2005;46:3493-6.
17) Whitnall SE. Anatomy of the human orbit, 2nd ed. London: Oxford Medical Publication, 1932;257-79.

=ABSTRACT=

Anatomical Evaluation of Extraocular Muscles and Relationships Among Macula and Optic Nerve in Enucleated Eye

Jung Lim Kim, M.D., Sul Gee Lee, M.D., Jae Wook Yang, M.D.

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Inje University, Pusan, Korea
Ophthalmology Research Foundation, Inje University, Pusan, Korea

Purpose: To make an anatomical evaluation of extraocular muscles, macular and optic nerve in enucleated eyes of live subjects and to compare the results with a previous autopsy study.
Methods: Twenty-four surgically enucleated eyes were studied. The distance from the limbus to the muscle insertion site, muscle width, and the distance between muscle insertion sites were measured and compared with an Apt study. After an incision through the eyeball, a 26-gauge needle was passed perpendicularly through the macula to the sclera. We measured the distances between the oblique muscles and the macula and optic nerves from an external site of the eyeball.
Results: The distance from the limbus to the muscle insertion site showed a significant difference in the superior and inferior rectus muscle. All measurements of muscle widths were significantly narrower than those of autopsy studies. The distances between the muscles were significantly closer between the lateral and superior muscles and between the superior and medial rectus muscles. From the optic nerve to the muscle was 3.99±0.62 mm, to the superior oblique muscle was 7.89±0.88 mm, to the inferior oblique muscle was 5.95±0.83 mm, and the macula to the inferior oblique muscle was 1.35±0.42 mm.
Conclusions: Since most of the measurements were different from those of autopsy studies, we should consider the effects of preservation and fixation solution on autopsy eyes, race, and the differences among measurement instruments.
J Korean Ophthalmol Soc 49(7):1159-1164, 2008

Key Words: Enucleated eyeball, Limbus-insertion distance, Macula, Muscle width, Optic nerve

Address reprint requests to **Sul Gee Lee, M.D.**
Department of Ophthalmology, College of Medicine, Inje University
#633-165 Kekum-dong, Pusanjin-gu, Pusan 614-735, Korea
Tel: 82-51-890-6016, Fax: 82-51-890-6329, E-mail: judysg@hanmail.net