

갑상샘눈병증에서 안와감압술 전후 외안근 부피 변화의 영상분석: Nunery 분류법 제1형과 2형 비교

황규연 · 조원경 · 백지선 · 양석우

가톨릭대학교 안과 및 시과학교실

목적: Nunery 1형과 2형 갑상샘눈병증 환자에서 안와감압술 전후 외안근의 부피 변화를 영상학적으로 분석해보고자 한다.

대상과 방법: 2005년 3월부터 2011년 3월까지 안와감압술을 시행한 갑상샘눈병증 환자 20명 31안을 복시와 근병증의 유무에 따른 분류인 Nunery 1형과 2형으로 나누었다. 외안근의 부피는 컴퓨터 단층 촬영의 관상면의 단면적의 합에 절편 두께를 곱하여 구하였다. 두 유형에서 수술 전 후의 변화를 후향적 비교하였으며, 안구돌출도의 변화와도 비교하였다.

결과: 1형에서는 수술 전후 외안근 부피가 유의한 차이가 없었으나, 2형의 내직근, 외직근, 총 외안근합의 부피는 수술 전에 비하여 수술 후 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p=0.044$, 0.022 , 0.049). 안와감압술 후 안구돌출도는 1형의 하강폭이 2형에 비해 크고 통계학적으로 유의하였다($p=0.025$). 수술 전 총 외안근의 부피는 술 후 안구돌출도의 감소와 중등도의 양의 선형 상관관계를 보여($r=0.505$) 외안근 부피가 클수록 안구돌출이 안와감압술로 교정되는 양이 적었다.

결론: 근병증을 보이는 Nunery 2형에서 안와감압술 후 외안근 부피가 의미있게 증가하였다.

〈대한안과학회지 2013;54(1):1-6〉

갑상샘눈병증은 자가면역기전에 의한 염증반응이 안와 내의 구조물을 침범하는 질환으로, 안구 돌출, 눈꺼풀 후퇴, 통증, 발적, 눈주위 부종, 복시, 노출성각막염, 그리고 드물게 실명 등의 안증상을 동반할 수 있다.¹⁻³ 갑상샘눈병증의 급성기에는 내과적 치료로서 보존적 치료나 염증과 부종을 조절하기 위한 부신피질호르몬제 치료 등을 주로 시행하지만,⁴⁻⁶ 염증성 시기가 지나가고 6개월 이상 안구돌출, 외안근 기능, 눈꺼풀 모양 등에 변화가 없이 안정된 경우에는 안구 돌출을 조절하기 위해 수술을 고려할 수 있다.⁶⁻⁸ 그러나 안정기에 수술하였더라도 수술 후 안와 영상검사에서 외안근의 크기가 유의하게 증가한다는 연구가 보고되고 있다.⁹⁻¹¹ 이의 원인은 명확치 않으나, 갑상샘눈병증의 재활성화¹²⁻¹⁴ 보다는 수술 전 후 발생한 정도의 염증 때문이거나, 수술로 인해 안와 부피가 증가하여 정수압(hydrostatic pressure)이 증가하기 때문으로 추정하고 있다.¹⁰ Nunery et al¹⁵⁻¹⁷은 갑상샘눈병증을 제한성근병증과 중심 20도 이

내에서의 복시 유무에 따라 제1형(비침윤성)과 제2형(침윤성)으로 분류하여 환자 치료 및 예후 예측에 활용하였다. 그러나 기존의 연구들은 이러한 분류와 관계없이 진행되었고⁹⁻¹² 실제로 외안근 변화가 많지 않은 비침윤성인 제1형에서는 감압술 후 외안근 부피변화에 대해서 연구된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 갑상샘눈병증의 Nunery 분류법 제1형과 2형 환자에서 안와감압술 시행 후 외안근 부피 변화가 차이가 있는지 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography, CT)을 이용하여 비교 분석하고 두 유형에서 안구돌출도 개선 정도와의 연관성을 파악하여 안와감압술의 효용성에 대해 알아보려고 한다.

대상과 방법

2005년 1월 1일부터 2010년 12월 31일까지 한 명의 술자에게 갑상샘눈병증으로 진단 후 안와감압술을 시행한 환자 20명 31안을 대상으로 의무기록을 이용한 후향적 방법으로 연구를 진행하였다.

수술의 적응증은 미용적 목적(13명, 65%), 노출성각막염의 치료 목적(6명, 30%)이었으며, 압박성 시신경병증(1명, 5%)이었다. 수술 당시 압박성 시신경병증이 있었던 경우는 1예에서 수술 전 고용량 부신피질호르몬제(1 g 경정맥 주사, 3일간)를 투여하여도 호전이 없어 응급으로 시행하였다.

대상환자 20명 중 11명(57.1%)은 양안 모두 안와감압

■ 접수 일: 2012년 1월 30일 ■ 심사통과일: 2012년 3월 12일
■ 게재허가일: 2012년 12월 2일

■ 책임저자: 양 석 우

서울특별시 서초구 반포대로 222

서울성모병원 안과

Tel: 02-2258-1200, Fax: 02-599-7405

E-mail: yswoph@catholic.ac.kr

* 이 논문의 요지는 2012년 대한안과학회 제108회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

술을 받았고, 9명의 환자는 단안에 안와감압술을 받았다. 6명 9안에서 지방감압술을 함께 시행하였다(평균 1.32 ± 0.58 ml). 수술 전 급성기 시기에 염증 완화 목적으로 고용량 부신피질호르몬제 치료를 받은 경우는 12명(1형 2명, 2형 10명), 방사선 치료를 시행한 경우는 5명이었다. 모든 환자의 성별, 나이, 수술 전후의 최대교정시력, 색각검사, 동공반사, 안압, 눈꺼풀검사, 프리즘 사시 검사, 안구운동성 검사, 세극등 현미경을 통한 전안부 및 안저 검사, 안구돌출도 검사를 조사하였고, 수술 전 1일과 수술 후 3개월째 시행한 CT 결과를 분석하였다.

수술 전 환자의 임상 증상 및 CT를 토대로 주로 지방침범을 특징으로 하고 제한성 근병증을 동반하지 않는 Nunery 1형(비침윤성)과 제1안위에서 20도 이내의 복시와 외안근 비대를 보이는 Nunery 2형(침윤성)으로 분류하였다.¹⁵⁻¹⁷

안와감압술은 누구접근법(transcaruncular approach)으로 안와 내벽과 하벽의 이벽 감압술(two wall decompression)을 시행하였다.¹⁸ 전신마취하에서 1:100,000 에피네프린이 섞인 리도카인을 안쪽눈구석부위와 누구 부위 결막에 주사한 후, Stevens 가위를 이용하여 누구의 가쪽 경계를 따라 절개한 뒤 눈꺼풀판 앞 눈물레군의 뒤로 박리하여 뒤눈물주머니오목능선에 도달하면 골막을 절개한다. 골막 밑으로 malleable retractor를 넣어 골막과 안와조직들을 함께 젖히고 거상기를 이용하여 안와 내벽을 깬다. 안와 내벽은 뒤눈물주머니오목능선에서 찢는충전근 부위까지 제거하고, 하벽은 내측부분은 골막을 더 아래쪽으로 젖혀서 아래안와 신경혈관다발 내측까지 제거한다. 이때 안와하벽과 내벽이 만나는 곳의 경계골은 남긴다. 일부에서 지방감압술을 병행하였으며 결막을 6-0 Vicryl®로 단속봉합하였다.

모든 환자들에서 수술 전 1일과 수술 후 3개월에 CT에서 외안근의 부피를 계산하였다. CT의 관상면(coronal plane)에서 각각의 외안근의 단면적을 재고, 여러 section에 걸쳐 근육을 추적하면서 관찰되는 외안근의 단면적을 모두 합한 후, 이 값에 절편두께를 곱하여 부피를 구하였다. 한 화면에

촬영된 근육의 면적은 marosis M-view의 program으로 근육을 따라 궤적을 그려 자동 계산하였다(Fig. 1). CT 절편 두께는 촬영시의 기계의 설정에 의한 것으로 2 mm였다. 외안근 중 내직근과 외직근, 하직근, 상직근군(상직근 및 윗눈꺼풀 올림근)을 측정하였으며, 상직근은 윗눈꺼풀 올림근과 구분이 어려워 함께 한근으로 간주하였다. 상사근과 하사근은 관상면을 추적하는 방법으로는 정확한 면적을 파악하기 어려워 측정하지 않았다. 총 외안근 부피는 측정값인 외직근, 내직근, 하직근, 상직근군의 합으로 정의하였다.

통계적 분석은 SPSS ver. 18.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) 프로그램을 이용하였다. 두 유형에서 수술 전 후 CT상 외안근의 부피 변화의 차이를 paired *t*-test로 분석하였고 연관된 다른 인자에 대해서는 피어슨 상관분석을 시행하였으며 유의확률 0.05 이하인 경우를 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

수술 환자를 Nunery 분류법으로 나누었을 때, 1형은 6명 11안(35.5%), 2형은 14명 20안(64.5%)이었다(Table 1). 전체 환자의 성비는 남녀 모두 각각 10명이었는데, 1형은 6명 중 5명이 여성이었고, 2형은 성비가 유사하였다(남자:여자=9:5). 평균 연령은 45.40 ± 13.43 세로 1형은 32.17 ± 8.78 세, 2형은 51.07 ± 10.88 세로 1형의 평균 연령이 더 낮았다. 두 유형의 수술 전 후 안구 돌출도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 수술로 인한 평균 안구돌출도의 감소는 1형에서 4.5 ± 0.9 mm로 유의하게 많았다.

외안근의 부피 변화는 근육마다 정도의 차이는 있지만 모든 외안근의 부피가 수술 전보다 수술 후 평균적으로 증가하였으나, Nunery 2형의 내직근(0.26 ± 0.32 ml), 외직근(0.11 ± 0.13 ml) 및 총 외안근의 부피합(0.42 ± 0.61 ml)만이 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p=0.022, 0.049, 0.044$) (Table 2). 1형의 내직근의 부피 변화(0.21 ± 0.42 ml)도 큰 편이었으나 통계학적으로 유의하지는 않

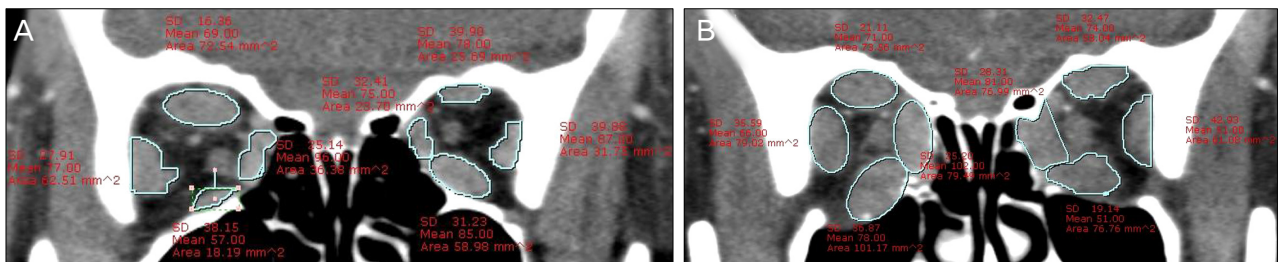


Figure 1. (A) Orbital CT scan for a patient who had orbital decompression of both orbits. The medial rectus, inferior rectus, lateral rectus, and superior rectus group in the left side was outlined on coronal view. (B) Postoperative coronal CT of same patient documenting postoperative bilateral enlargement in cross-sectional area of medial rectus, inferior rectus, lateral rectus, and superior rectus.

Table 1. Demographic data of Nunery type 1 and type 2 patients

	Type 1*	Type 2†	p-value
Number	6	14	
Orbits	11	20	
Sex			
Male	1	9	
Female	5	5	
Age (yrs)			
Mean ± SD	32.17 ± 8.78	51.07 ± 10.88	<0.05
Range	23-43	31-65	
Exophthalmos (mm)			
Preoperative	20.1 ± 1.96	19.26 ± 1.69	0.364
Postoperative	15.98 ± 2.19	15.44 ± 1.85	0.251
Change (Post-Pre)	4.5 ± 0.9	3.5 ± 1.4	0.039

Values are presented as number or mean ± SD.

Table 2. The preoperative and postoperative volume (ml) of the rectus muscles following orbital decompression

CT measure	Type 1 (n = 11)				Type 2 (n = 20)			
	Pre-operative	Post-operative	Change*	p-value	Pre-operative	Post-operative	Change*	p-value
MR	0.63 ± 0.11	0.84 ± 0.4	0.21 ± 0.42	0.085	1.06 ± 0.52	1.32 ± 0.49	0.26 ± 0.32	0.022
LR	0.48 ± 0.32	0.55 ± 0.31	0.07 ± 0.17	0.225	0.71 ± 0.44	0.82 ± 0.43	0.11 ± 0.13	0.049
IR	0.71 ± 0.17	0.77 ± 0.27	0.06 ± 0.16	0.593	1.27 ± 0.44	1.30 ± 0.46	0.03 ± 0.21	0.866
SRG	0.53 ± 0.16	0.57 ± 0.22	0.04 ± 0.15	0.768	0.86 ± 0.43	0.88 ± 0.32	0.02 ± 0.20	0.851
Total EOM†	2.35 ± 0.58	2.73 ± 1.04	0.38 ± 0.66	0.247	3.89 ± 1.51	4.32 ± 1.37	0.42 ± 0.61	0.044

Values are presented as mean ± SD.

EOM = extraocular muscle; IR = inferior rectus; LR = lateral rectus; MR = medial rectus; SRG = superior rectus group (superior rectus/levator complex).

*Postoperative volume - preoperative volume; †MR + IR + LR + SRG.

았다($p=0.085$).

근육 부피 증가가 수술 전 근육 부피와 관계가 있는지 알아보기 위해 부피 증가가 가장 컸던 내직근의 수술 전 근육 부피와 수술 후 내직근 부피 증가량을 상관분석 하였더니 (Fig. 2), 두 요소는 선형 상관관계가 없었다($p=0.089$). 다시 Nunery 1형과 2형으로 나누어 두 수치의 상관분석을 하였는데, 1형에서는 선형 상관관계가 없었지만($p=0.222$), 2형은 통계적으로 유의한($p=0.013$) 중등도의 음의 상관관계를 가지고 있어($r=0.547$), 오히려 수술 전 근비대가 심할 수록 수술 후 근육 부피 증가는 적었다.

평균 안구돌출도에서 수술 전 두 유형 간의 안구돌출도는 유의한 차이를 보이지 않았으나 수술 후 변화량은 제1형이 4.7 ± 0.9 mm, 제2형이 3.5 ± 1.4 mm로 제1형의 안구 돌출 감소 효과가 컸으며, 통계학적으로 유의하였다($p=0.025$) (Table 1). 수술 전 총 외안근 부피의 합은 수술 후 안구 돌출과 통계학적으로 유의한 음의 선형 상관관계를 가지고 있었는데($p=0.003$, $r=0.505$) (Fig. 3A) 이는 수술 전에 외안근 부피의 합이 적을수록 수술의 안구돌출 교정 효과가 좋았다는 의미이다. 즉, 근육의 부피가 큰 경우에는 안구 돌출이 효과적으로 줄어들지 않았다. 그러나 총 외안근 부피의 변화량과 안구돌출도와는 상관관계를 보이지 않았다

(Fig. 3B).

고 찰

안와감압술 후 외안근의 부피증가는 이미 여러 문헌에서 보고되었는데, 그 원인에 대하여는 아직 확실히 밝혀진 바가 없다. 처음에는 수술 후 CT상 외안근의 부피 증가가 관찰될 때 안구돌출이나 안구주위 부종, 눈물 흘림 등의 임상적 증상을 동반하며 나타난다는 증례들이 보고되어 부피 증가의 이유가 갑상샘눈병증 자체가 재활성화되어 일어나는 변화로 설명하였다.^{9,12-14,19} 그러나 Chou and Feldon²⁰이 갑상샘눈병증이 재활성화되지 않았지만 CT상 외안근이 커진 증례를 발표하였고, Hu et al¹⁰은 재활성화 소견이 없는 12예의 갑상샘눈병증에서 수술 후 CT소견에서 외안근, 특히 내직근의 부피 증가가 있음을 보고하면서 이러한 변화가 질환의 재활성화가 아닐 가능성을 시사하였다.²¹ 뿐만 아니라, 이 원인이 수술 후의 약한 염증에 의하거나 안와공간이 넓어지면서 정수압에 변화가 생겨 발생한다고 주장하였다. Alsuhaibani et al¹¹은 내직근이 별집뿔동굴 내로 이동하면서 안와내 압력이 감소하게 되어 근육내 결합조직 또는 외안근과 결합조직 사이의 관계를 변화시켜 염증의

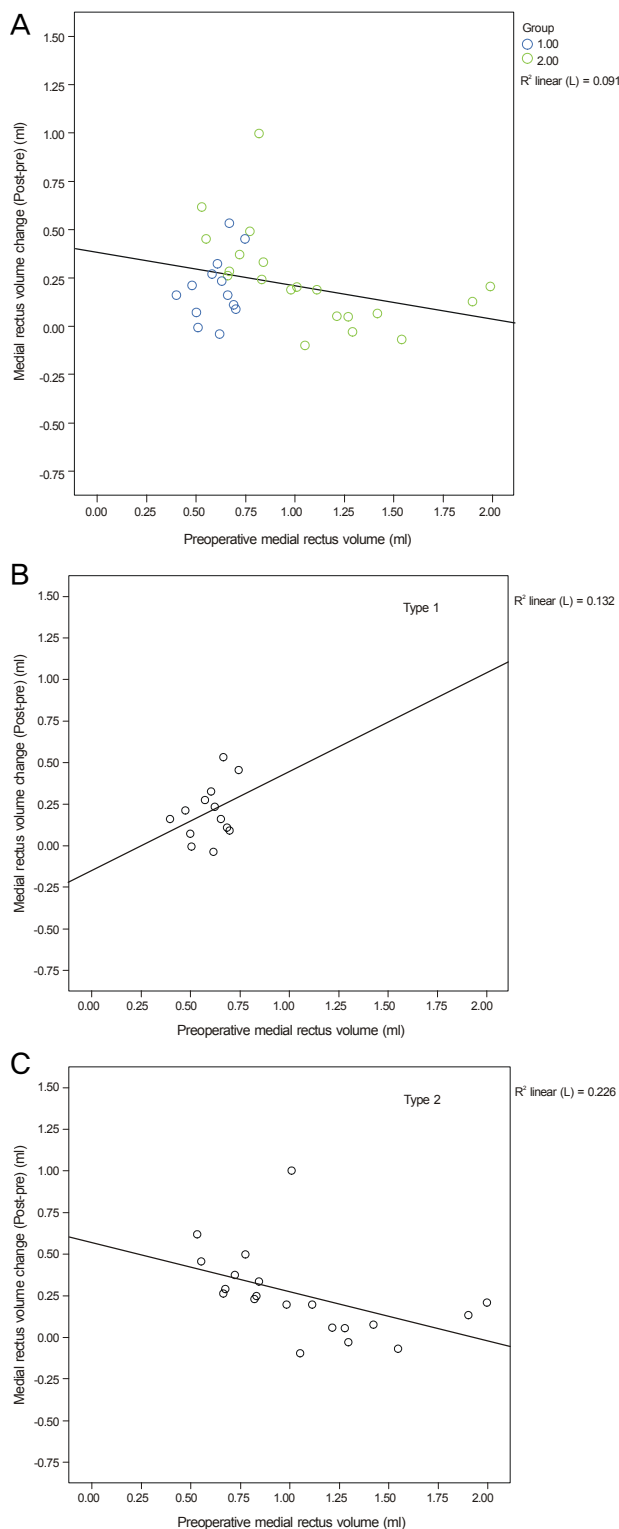


Figure 2. (A) The relationship between the changes in medial rectus muscle volume (postoperative-preoperative in ml) and the preoperative medial rectus muscle volume in ml. (B) Type 1 C. Type 2.

조장 및 부피의 증가를 보일 수 있다고 하였다.

안와감압술은 근병증이 저명하고 복시를 보이는 경우에

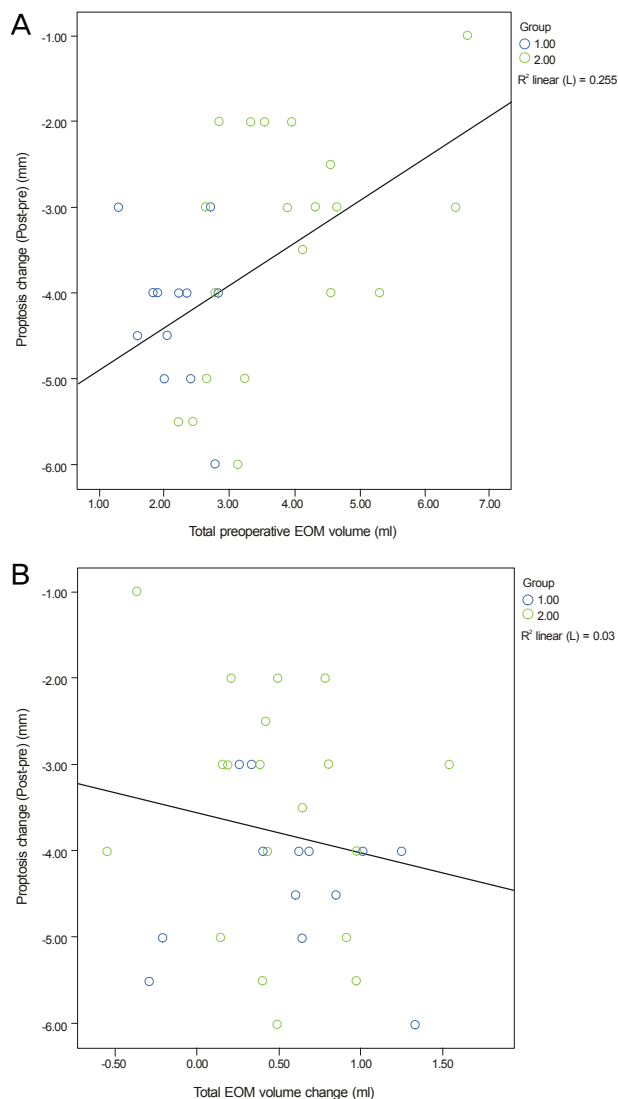


Figure 3. (A) The relationship between the preoperative total extraocular muscle volume (in ml) and the changes in proptosis (postoperative-preoperative in mm). (B) The relationship between the changes in total extraocular muscle volume (postoperative-preoperative in ml) and the changes in proptosis (postoperative-preoperative in mm).

도 시행하지만, 근병증이나 복시가 없어도 안구돌출이 심한 경우에도 미용적 목적으로 시행할 수 있다. 이러한 경우에도 외안근 부피의 변화가 있는지 알아보고자, 본 연구에서는 조사 대상자들을 Nunery¹⁵의 분류법에 의해 제1형과 제2형으로 나누어 부피 변화를 비교해 보았다. Nunery¹⁵ 1형은 비침윤형으로 근염과 제한성근병증이 나타나지 않고 외안근의 움직임이 정상이며, 대칭적인 안구돌출이 특징이다. 눈꺼풀 뒤당김과 이차적 노출각막염을 보이기도 한다. 반면, Nunery¹⁵ 2형은 제1안위에서 20도 이내의 복시와 심한 안구돌출이 비대칭적으로 나타난다. 근비대가 특징으로 심할 경우 근육의 섬유화를 동반하며, 전산화 단층촬영에서

외안근이 커지고 비대칭적이며 주로 하직근과 내직근을 침범하게 된다.^{16,17} 본 연구에서 조사한 제1형과 2형의 모든 외안근에서 수술 후 부피의 증가가 관찰되었지만, 특히 제2형의 내직근, 외직근 그리고 외안근 총합이 통계학적으로 유의한 부피 증가를 보였다. 제1형에서도 수술 후 내직근의 경우 부피 증가는 큰 편이었으나 통계학적으로 유의하지는 못하였다. 수술 전 근육의 상태에 따른 이와 같은 다른 결과는 제2형과 같은 근병증을 동반한 경우 근섬유 사이의 결합조직 내 hyaluronan이나 hydration의 축적이 1형에 비해 많아서 감압 후 압력 감소에 의한 부피 증가가 더 크지 않을까라고 생각한다. Nunery¹⁵는 제2형 갑상샘안병증에서는 외안근이 항원이 많이 존재하고 면역체계가 특히 외안근을 공격하게 되어 근병증이 심한 양상으로 나타난다고 설명하였다. 따라서 근병증이 있는 경우가 수술 후의 염증 전달물질이나 염증 세포도 근육사이, 혹은 근육내 더 잘 침투할 수 있을 것이라고 가정할 수 있다. 그러나 평균 비교가 아니라 상관관계를 파악하였을 때 전체 대상안에서 내직근의 수술 전 부피와 부피 변화량은 상관관계를 보이지 않았고, 오히려 2형의 경우 중등도의 음의 상관관계를 보였다. 즉, 2형의 경우, 술전 내직근 부피가 적을수록, 술후 내직근의 부피증가가 컸다. 1형에서 통계학적으로 유의하지는 않았는데, 대상자 수가 선형 상관관계를 분석할 만큼 많지 않았다. 2형 내직근의 수술 전 부피와 부피 변화량의 음의 상관관계는 Alsuhaibani et al¹¹이 부피가 작은 내직근일수록 수술 후 부피 증가가 높았다고 말한 주장과 일치하는 결과이다.

수술 효과인 안구 돌출도 감소에 대한 분석에서, 1형의 안구돌출도 개선정도가 2형보다 좋았고 수술 전 총 외안근 부피와 안구돌출도 감소와도 중등도 양의 상관관계를 보여, 2형이 안와감압효과가 작을 수 있다고 생각할 수 있었다. 이는 2형 눈병증이 근침윤형이기 때문에 근섬유화를 동반하기 때문으로 생각한다. 수술 시야에서 2형 눈병증 환자는 조직의 섬유화가 심하여 지방 감압 등이 용이하지 않았는데, 이것이 같은 정도의 안와벽을 제거하더라도 감압 효과가 적은 원인으로 작용하였을 것으로 생각한다. 2형이 수술 후의 부피 증가가 더 두드러졌고, 이것이 안구돌출도의 변화에 연관을 줄 것으로 생각하여 전체 환자에서 수술 전후 외안근 부피의 변화정도와 안구돌출 개선 정도의 연관성을 분석하였으나, 유의한 관련은 없었다. 아마도 환자마다 비대가 되는 근육이 달라, 수술 후 일부 근육은 부피가 증가하더라도 전체 부피의 증가 정도는 차이가 없이 나타날 수도 있고, 증례의 수가 통계 분석을 하기에는 다소 작은 것이 영향을 미친 것으로 보인다.

본 연구에서 특이할 만한 점은 주로 안와 내벽과 하벽을

감압하였지만, 수술한 벽에 직접적인 영향이 없는 외직근의 부피증가도 통계학적으로 유의하게 나타난 점이다. 또한 Nunery¹⁵ 제2형에서 근침윤은 주로 하직근과 내직근에서 나타나게 되고 본 연구에서도 수술 전 내직근 부피의 평균 1.06 ± 0.52 ml, 하직근 부피의 평균 1.27 ± 0.44 ml로 하직근 비대가 관찰되었다. 그러나 하직근 부피 증가는 유의하지 않았는데, 이는 하벽 감압을 통한 수직 직경의 확장보다는 내벽 감압을 통한 수평 직경의 확장이 더 효과가 크기 때문으로 생각한다. 즉, 물리적 공간에 미치는 영향은 수평적 영향이 더 크기 때문에 상대적으로 하직근의 부피 증가는 미약하고, 외벽감압술을 시행하지 않아도 외직근은 수평 직경의 확장으로 인해 부가적인 부피 증가를 보이는 것으로 생각한다.

본 연구는 갑상샘안병증에서 안와감압술 후 외안근 부피 변화를 임상적으로 자주 사용되는 근침윤 여부에 따른 분류를 이용하여 분석한 최초의 시도로서, 부피 증가의 원인을 밝히는 데 도움을 줄 수 있고 더 나아가 두 유형에서 안와감압술 후 결과를 예측하는 데 도움이 될 수 있다는 점에서 의미가 있다고 생각한다.

참고문헌

- 1) Burch HB, Wartofsky L. Graves' ophthalmopathy: current concepts regarding pathogenesis and management. *Endocr Rev* 1993;14:747-93.
- 2) Weetman AP. Thyroid-associated eye disease: pathophysiology. *Lancet* 1991;338:25-8.
- 3) Wiersinga WM, Prummel MF. An evidence-based approach to the treatment of Graves' ophthalmopathy. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2000;29:297-319.
- 4) Bartalena L, Marocci C, Bogazzi F, et al. Glucocorticoid therapy of Graves' ophthalmopathy. *Exp Clin Endocrinol* 1991;97:320-7.
- 5) Wiersinga WM. Immunosuppressive treatment of Graves' ophthalmopathy. *Trends Endocrinol Metab* 1990;1:377-81.
- 6) Bartalena L, Pinchera A, Marcocci C. Management of Graves' ophthalmopathy: reality and perspectives. *Endocr Rev* 2000;21:168-99.
- 7) McCord CD Jr. Current trends in orbital decompression. *Ophthalmology* 1985;92:21-33.
- 8) Lyons CJ, Rootman J. Orbital decompression for disfiguring exophthalmos in thyroid orbitopathy. *Ophthalmology* 1994;101:223-30.
- 9) Wenz R, Levine MR, Putterman A, et al. Extraocular muscle enlargement after orbital decompression for Graves' ophthalmopathy. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 1994;10:34-41.
- 10) Hu WD, Annunziata CC, Chokthaweesak W, et al. Radiographic analysis of extraocular muscle volumetric changes in thyroid-related orbitopathy following orbital decompression. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 2010;26:1-6.
- 11) Alsuhaibani AH, Carter KD, Policeni B, Nerad JA. Effect of orbital bony decompression for Graves' orbitopathy on the volume of ex-

- traocular muscles. Br J Ophthalmol 2011;95:1255-8.
- 12) Baldeschi L, Lupetti A, Vu P, et al. Reactivation of Graves' orbitopathy after rehabilitative orbital decompression. Ophthalmology 2007;114:1395-402.
- 13) Kalmann R, Mourits MP. Late recurrence of unilateral graves orbitopathy on the contralateral side. Am J Ophthalmol 2002;133:727-9.
- 14) Selva D, Chen C, King G. Late reactivation of thyroid orbitopathy. Clin Experiment Ophthalmol 2004;32:46-50.
- 15) Nunery WR. Ophthalmic Graves' disease: a dual theory of pathogenesis. Ophthalmol Clin North Am 1991;4:73-87.
- 16) Nunery WR, Martin RT, Heinz GW, Gavin TJ. The association of cigarette smoking with clinical subtypes of ophthalmic Graves' disease. Ophthal Plast Reconstr Surg 1993;9:77-82.
- 17) Nunery WR, Nunery CW, Martin RT, et al. The risk of diplopia following orbital floor and medial wall decompression in subtypes of ophthalmic Graves' disease. Ophthal Plast Reconstr Surg 1997;13:153-60.
- 18) Park SJ, Kim YD. Two-wall orbital decompression for endocrine exophthalmos. J Korean Ophthalmol Soc 1992;33:907-13.
- 19) Bunting H, Creten O, Muhtaseb M, Shuttleworth G. Late reactivation of thyroid associated ophthalmopathy causing optic neuropathy. Postgrad Med J 2008;84:388-90.
- 20) Chou PI, Feldon SE. Late onset dysthyroid optic neuropathy. Thyroid 1994;4:213-6.
- 21) Dagi LR, Zoumalan CI, Konrad H, et al. Correlation between extraocular muscle size and motility restriction in thyroid eye disease. Ophthal Plast Reconstr Surg 2011;27:102-10.

=ABSTRACT=

Radiographic Analysis of Extraocular Muscle Volumetric Changes Following Orbital Decompression in Thyroid-Associated Orbitopathy: Comparison of Nunery Types 1 and 2

Kyu Yeon Hwang, MD, Won Kyung Cho, MD, Ji Sun Paik, MD, Suk Woo Yang, MD, PhD

Department of Ophthalmology and Visual Science, Seoul St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the radiographic volume change in extraocular muscles (EOM) following orbital wall decompression for Nunery type 1 and type 2 thyroid-associated orbitopathy (TAO).

Methods: Medical records of 31 orbits in 20 patients undergoing postoperative orbital CT after orbital decompression for TAO were retrospectively reviewed. The patients were divided according to Nunery classifications. A type 1 classification was assigned to patients who had no diplopia and essentially normal versions. A type 2 classification was assigned to patients with restrictive motility loss and diplopia within 20 degrees of the primary position. EOM volumes were determined by the summation of each EOM's cross-sectional areas in the coronal plane of the CT scans and multiplying the sum by the slice thickness. Main outcome measure was a comparison of EOM volume changes between types 1 and 2 TAO and a relationship between EOM volume and change in proptosis.

Results: In type 2 TAO, a significant increase in the volume of the medial rectus muscle, lateral rectus, and total EOM was detected postoperatively ($p = 0.044, 0.022, 0.049$), whereas no significant changes were found in the EOM's volume changes in type 1 TAO. The reduction of proptosis after orbital decompression in type 1 TAO was significantly greater than in type 2 TAO ($p = 0.025$). A significant positive association was observed between the preoperative EOM volumes and the reduction of proptosis following orbital wall decompression ($r = 0.505$).

Conclusions: The postoperative EOM volumes following orbital wall decompression was significantly increased in Nunery type 2 patients who had restrictive myopathy. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(1):1-6

Key Words: Extraocular muscle (EOM), Nunery, Radiographic, Thyroid-associated orbitopathy (TAO)

Address reprint requests to **Suk Woo Yang, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea, Seoul St. Mary's Hospital
#222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea
Tel: 82-2-2258-1200, Fax: 82-2-599-7405, E-mail: yswoph@catholic.ac.kr