눈물주머니코안연결술 전후 각막형태검사기의 눈물막 스캔과 Munk 점수의 연관성

Associations between the Munk Score and Tear Film Scan Revealed by Corneal Topography after Dacryocystorhinostomy

김세영 · 김나래 · 정지원 · 강성모

Se Young Kim, MD, Na Rae Kim, MD, Ji Won Jung, MD, Sung Mo Kang, MD

인하대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea

Purpose: We evaluated changes in the tear film parameters of the corneal surface, and their correlations with Munk scores, based on corneal topographic scans of patients with nasolacrimal duct obstructions who underwent dacryocystorhinostomy (DCR). We explored whether tear parameters can serve as useful indicators of functional surgical success.

Methods: We assessed 72 eyes of 45 patients diagnosed with nasolacrimal duct obstruction who underwent DCR. Tear film parameters were measured via corneal topography (Keratograph® 5M) once before, and three times after surgery, and included tear meniscus height (TMH), and the initial and average keratographic tear break-up time (NIK BUT-first and NIK BUT-average, respectively; measured noninvasively).

Results: The three postoperative TMH values were 0.31 ± 0.20 , 0.30 ± 0.22 , and 0.29 ± 0.15 mm, all of which were significantly lower than the preoperative value of 0.48 ± 0.29 mm (all, $p < 0.001$). Three months after surgery, the NIK BUT-first (6.90 ± 3.39 seconds) was significantly shorter than the preoperative value (8.39 ± 5.34 seconds; $p = 0.030$). The preoperative NIK BUT-average did not differ significantly from the values at the three postoperative timepoints ($p = 0.756$, $p = 0.753$, and $p > 0.999$). Changes in the Munk score after surgery correlated significantly with changes in the TMH ($r = 0.46$, $p < 0.001$). When functional success was defined as a Munk score ≤ 1 , the area under the curve (AUC) value corresponding to the ability of TMH to define functional success of 0.995, was statistically significant (cut-off of 0.31 mm; $p < 0.001$).

Conclusions: The TMH DCR correlated significantly with the Munk score, which is a quantitative measure of clinical symptom severity. The ability of TMH to define functional surgical success was excellent.

J Korean Ophthalmol Soc 2020;61(4):325-333

Keywords: Endonasal dacryocystorhinostomy, Non-invasive keratograph break-up time, Keratograph 5M, Tear meniscus height

■ Received: 2019. 9. 2. ■ Revised: 2019. 11. 20.

■ Accepted: 2020. 3. 17.

■ Address reprint requests to **Sung Mo Kang, MD**
Department of Ophthalmology, Inha University Hospital, #27
Inhang-ro, Jung-gu, Incheon 22332, Korea
Tel: 82-32-890-2400, Fax: 82-32-890-2417
E-mail: Ksm0724@inha.ac.kr

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

원발후천코눈물관막힘에 대한 눈물주머니코안연결술 후 치료 효과 평가 지표로 Munk 점수, 염색약소실검사 수치, 눈물띠 높이, 눈물소관 관류검사 결과가 이용되어 왔다. 그 중 Munk 점수는 비교적 간단한 병력 청취를 이용하여 주관적 증상을 비교할 수 있으며,¹ 객관적 지표로는 눈물띠 높이, 염색약소실검사 수치, 눈물소관 관류검사 결과가 임상적 의미를 갖는 것으로 알려져 있다.^{2,3} 눈물띠는 안구 표면에 분포된 전체 눈물의 약 75-90%에 해당하여 안구 표면

의 눈물 양을 대표한다.^{4,5} 눈물주머니코안연결술의 치료 효과 평가를 다른 다른 연구들에서 눈물피 높이를 측정하기 위해 세극등현미경,³ Videoreflective dacryomeniscometry (VRD),⁶ 전안부빛간섭단층촬영⁷ 등 여러 방법을 사용하였으며, 최근 적외선 영상 장비인 Keratograph® 5M (K5M; Oculus, Wetzlar, Germany)이 소개되었다.⁸

K5M은 880 nm 적외선 및 white LED spots을 각막에 투사하여 눈물막을 분석하는 영상 장비로 안구 표면을 이미징화하여 눈물피 높이뿐만 아니라 눈물막파괴시간을 정량적으로 측정할 수 있으며, 동영상으로 기록하여 역동적인 변화를 관찰할 수 있다.⁹ 또한, K5M은 적외선을 사용하기 때문에 국소 마취나 형광염색이 필요 없는 비침습적 영상 장비이다.⁸ K5M으로 측정한 눈물피 높이와 눈물막파괴시간에 대해 건성안과 정상안을 대상으로 한 연구들⁸⁻¹⁰은 있었으나 원발후천코눈물관막힘 환자에서 코경유 눈물주머니코안연결술 전후 눈물피 높이와 눈물막파괴시간의 변화를 K5M을 이용하여 정량적으로 평가한 연구는 아직 없다. 건성안과 정상안에서 K5M 측정치의 반복성과 재현성을 조사한 이전의 연구에서는 검사자 내 반복성과 검사자 간 재현성이 높아 신뢰도가 높다고 보고하였으므로,¹¹ 눈물흘림의 치료 효과 판단에 있어서도 임상적 유용성이 예상되며, 본 영상 장비는 고식적 지표인 눈물막 높이는 물론 환자의 증상에 밀접한 관련성을 갖는 눈물막파괴시간을 동시에 제공하므로, 원발후천코눈물관막힘 환자에서 코경유 눈물주머니코안연결술 전후 K5M 측정치의 변화를 살펴보고 그 임상적 의미를 평가하는 것은 의미가 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 K5M의 눈물막 분석 프로토콜인 tear film (TF)-스캔을 이용하여 코경유 눈물주머니코안연결술을 시행한 원발후천코눈물관막힘 환자에서 수술 전후 눈물피 높이, 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간을 자동으로 정량 계측하여 그 변화를 살펴보고, 주관적 임상 지표인 Munk 점수와의 관련성을 알아보고, 수술의 기능적 성공을 평가하는 지표로 유용한지 확인하고자 하였다.

대상과 방법

대상군

2016년 11월부터 2019년 3월까지 인하대학교병원 안과에서 원발후천코눈물관막힘으로 진단받고 코경유 눈물주머니코안연결술을 시행 받은 45명 72안을 대상으로 분석하였다. 수술 후 3개월 동안 경과 관찰하였으며, 관류검사에서 역류가 관찰되지 않고 코내시경검사상 실리콘관이 안정적으로 유지되고 있는, 즉 해부학적 성공의 수술 결과를 보

인 환자의 의무 기록을 후향적으로 분석하였다. 본 연구는 헬싱키선언을 준수하였고, 본원 임상시험윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다(승인 번호: INHAUH 2019-09-003).

원발후천코눈물관막힘 환자는 눈물흘림 증상이 있으면서 관류검사상 역류를 보인 환자로 정의하였다. 눈물점 막힘 및 외상, 코눈물기관 수술 과거력이 있는 경우, 부비동염이 있거나 고혈압, 녹내장 치료를 위해 코눈물관 쪽에 영향을 주는 약물을 사용 중인 환자는 제외하였다. 쇼그렌증후군, 외상편, 결막이완증, 각막텔렌 등 눈물막검사에 영향을 미칠 수 있는 안구 표면 질환이 있는 환자는 제외하였다. 또, 위에 언급한 바와 같이 수술 후 해부학적 성공을 보인 환자를 대상으로 하였으므로, 수술 후 실리콘 튜브 이탈, 수술 후 관류검사상 역류를 보인 환자 등은 제외하였다.

수술은 전신마취하에 한 명의 안과 전문의에 의해 동일한 방법으로 코경유 눈물주머니코안연결술이 시행되었다. 수술의 방법은 이전에 보고된 바와 같다.¹² 술 후 3개월간 Levofloxacin (Cravit; Santen Pharmaceutical Co., Ltd., Osaka, Japan)과 Fluorometholone (Ocumetholone; Samil Co., Ltd., Seoul, Korea)을 점안하였고, 실리콘관은 수술 3개월 후 모두 제거하였다.

Keratograph® 5M의 TF-스캔

눈물피 높이와 눈물막파괴시간은 수술 전, 수술 후 1주일, 수술 후 1개월, 수술 후 3개월, 총 4회에 걸쳐 K5M을 이용하여 측정하였다. 본 연구에서는 K5M의 TF-스캔을 이용하여 측정한 눈물피 높이 및 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간, 눈물막파괴시간을 분류한 레벨 지표를 수집하여 분석하였다. 눈물피 높이 측정 시 제조사의 지시에 따라 눈물막에 초점을 맞춘 영상을 얻기 위해 TF-스캔 모드로 설정 후 시행하였다. 눈물피 높이는 3초간 3회 눈을 깜박거린 후 촬영한 이미지에서 장비 내의 측정 프로그램을 사용하여 동공의 정 중앙에서 수직으로 6시 방향으로 그른 가상의 선에 위치한 눈꺼풀 테두리와 눈물피 사이의 수직 거리를 측정하였다(Fig. 1A).¹³ 눈물막파괴시간은 눈을 두 번 완전히 깜박인 후 환자가 마지막으로 깜박인 후부터 기계가 자동으로 감지하는 각막 표면의 고리 모양이 변화될 때까지의 시간을 측정하였다. 각막 위로 22개의 동심원을 투사 후, 내장된 프로그램을 이용하여 각막을 8개의 원과 24개의 방사형 직선으로 구분된 192개의 영역으로 나누고, 각 영역의 투사된 동심원이 변화할 때 눈물막파괴시간이 기록된다. K5M은 눈물막파괴시간을 두 개의 측정치로 나타낸다. 이 중 눈물막이 처음으로 파괴되는 시간이 첫 눈물막파괴시간(non-invasive keratograph break-up time-first, NIKBUT-first), 검사 종료 시까지 발생한 모든 지점의 눈물

막파괴시간의 평균값이 평균 눈물막파괴시간(non-invasive keratography first break-up time-average, NIKBUT-average)으로 측정되며, 평균 눈물막파괴시간을 구간별로 나누어 14초 이상의 NIKBUT-average는 level 0, 7초 ≤ NIKBUT-average < 14초는 level 1, 7초 미만의 NIKBUT-average는 level 2로 표시된다(Fig. 1B).

숙련된 한 명의 검사자가 일련의 검사를 진행하였으며 오전 10시-오후 5시 중 검사를 행하였다. 측정 시간대에 따른 일중 변화 영향을 줄이기 위해 실내온도 20-25°C, 습도 30-40%가 유지되는 환경의 동일한 검사실에서 검사를 시행하였다. 검사 전 안약 점안은 눈물막의 안정성에 영향을 미칠 수 있으므로 검사 시작 1시간 이내에는 안약 점안을 하지 않도록 하였다.

Munk 점수

눈물흘림 정도와 자각적 증상은 Munk 점수를 이용하여 grade 0 (눈물흘림 증상이 없는 경우)에서 grade 4 (빈번한 눈물흘림으로 하루 10번 이상의 손수건이나 티슈를 요구하는 경우)까지 평가하였다(Munk 점수는 다음과 같다: grade 0, 눈물 증상 없음; grade 1, 닦아냄을 요하는 눈물 증상이 하루에 2회 미만; grade 2, 닦아냄을 요하는 눈물 증상이 하루에 2회에서 4회; grade 3, 닦아냄을 요하는 눈물 증상이 하루에 5회에서 10회; grade 4, 닦아냄을 요하는 눈물 증상이 하루에 10회 이상).¹ Munk 점수는 눈물주머니코안연결술 전, 수술 후 3개월, 총 2회에 걸쳐 평가하였다. Munk 점수의 평가는 1명의 전공의가 시행하였으며, 대상 환자의 참여도를 높이기 위해 내원 시 외래에서 구두로 물어보거나, 외래 진료 후 귀가한 당일 전화 설문을 시행하는 것을 병행하였다. Choi et al¹⁴의 정의에 따라, 수술 후 3개월의 Munk 점수를 사용하여 grade 1 이하는 기능적 성공, grade 2 이상

은 기능적 실패로 정의하였다.¹⁴

통계 분석

눈물주머니코안연결술을 단안에 시행한 경우는 단안을 모집하였고, 양안 원발후천코눈물관막힘으로 눈물주머니코안연결술을 양안에 시행한 경우 양안 모두 통계 분석에 포함하였다. 수술 직전 TF-스캔으로 측정한 눈물띠 높이와 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간의 기초(baseline) 값과 수술 1주일 후, 수술 1개월 후, 수술 3개월 후에 측정된 값을 각각 paired *t*-test를 사용하여 비교하였으며, Bonferroni 보정을 시행하였다. 또, paired *t*-test를 사용하여 수술 전의 Munk 점수와 수술 3개월 후의 Munk 점수를 비교하였다.

수술 전 및 수술 후 3개월 시점에 눈물막 지표인 눈물띠 높이, 첫 눈물막파괴시간 및 평균 눈물막파괴시간과 Munk 점수의 상관성을 확인하기 위하여 피어슨 상관계수(Pearson's correlation coefficients)를 사용하여 분석하였다. 또, 수술 전후 위 눈물막 지표의 변화값, Munk 점수의 변화값의 상관성을 확인하기 위하여 수술 전과 수술 3개월 후 측정된 눈물띠 높이의 변화량, 첫 눈물막파괴시간의 변화량 및 평균 눈물막파괴시간의 변화량을 피어슨 상관계수(Pearson's correlation coefficients)를 사용하여 Munk 점수의 변화량과 상관관계가 있는지 분석하였다.

수술 3개월째의 Munk 점수를 기준으로 grade 1 이하의 Munk 점수(기능적 성공)를 1군, grade 2 이상의 Munk 점수(기능적 실패)를 2군으로 정의하고, 두 군 사이의 눈물띠 높이, 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간을 *t*-test로 비교하였으며, 두 군의 평균 눈물막파괴시간 분류 레벨 빈도를 chi-square test로 비교하였다. 눈물주머니코안연결술 후 기능적 성공의 판별 기준으로서 TF-스캔 지표의 가치가 있는지 확인하고 그 기준치를 제시하기 위해 receiver oper-

Figure 1. Examination images using K5M. (A) Tear meniscus height (TMH) using K5M. TMH was measured vertically from the center of the lower eyelid margin to the upper border of reflex line of the tear meniscus. (B) Non-invasive keratograph break up time (NIKBUT) using K5M. NIKBUT was measured by the time the placido ring shape of the cornea surface change and was automatically detected.

ation characteristic (ROC) curve를 그려 area under the receiver operation characteristic (AUC)을 구하고, 민감도와 특이도를 고려한 cut-off value를 제시하였다. 본 논문에서 사용된 통계패키지는 SPSS version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)이다.

결 과

코경유 눈물주머니코안연결술을 시행 받은 환자 45명 72안을 대상으로 연구를 시행하였다. 남자 7명 12안, 여자 38명 60안이었으며, 평균 나이는 64.9 ± 11.5 세였다.

수술 전, 수술 후 1주일, 1개월, 3개월에 측정된 TF-스캔 지표의 추이를 알아보았다. 코경유 눈물주머니코안연결술 시행 전 K5M으로 측정된 눈물띠 높이의 평균은 0.48 ± 0.29 mm였다. 수술 후 1주일, 1개월, 3개월에 측정된 눈물띠 높이의 평균은 0.31 ± 0.20 mm, 0.30 ± 0.22 mm, 0.29 ± 0.15 mm로, 수술 후 모든 측정 시점에서 수술 전 측정값에 비해서 유의하게 낮았다($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$). 수술 전 첫 눈물막파괴시간의 평균은 8.39 ± 5.34 초였다. 첫 눈물막파괴시간의 평균은 수술 후 1주일에 9.05 ± 5.79 초, 수술 후 1개월에 7.12 ± 3.39 초로 감소하였으나 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았고($p > 0.999$, $p = 0.117$), 수술 후 3개월에는 6.90 ± 3.39 초로 통계적으로 유의한 감소를 보였다($p = 0.030$). 수술 전 평균 눈물막파괴시간의 평균은 12.04 ± 5.55 초였다. 평균 눈물막파괴시간의 평균은 수술 후 1주일에 12.75 ± 5.20 초로 증가하였고 수술 후 1개월 및 3개월에는 11.30 ± 4.78 초, 11.52 ± 3.85 초로 감소하였으나 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 1).

눈물주머니코안연결술 시행 전과 시행 후에 각각 눈물막 스캔 측정값과 Munk 점수의 상관성을 확인한 분석에서, 수술 전과 수술 후 공통적으로 Munk 점수와 눈물띠 높이는 유의한 상관관계를 나타내었으나 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간은 Munk 점수와 각각 유의한 상관관계를 나타내지 않았다(Table 2). 수술 전 환자군의 Munk 점수의

분포는 2점에서 4점 사이에 있었는데, 눈물띠 높이와 Munk 점수는 양의 상관관계를 나타내었으며, Munk 점수 4점의 경우에는 눈물띠 높이가 0.22 mm에서 1.37 mm까지 분포하였다(Fig. 2A). 수술 후 환자군의 Munk 점수는 0점에서 3점 사이에 분포하였고, 눈물띠 높이와 Munk 점수는 양의 상관관계를 나타내었으며, Munk 점수 3점의 경우에 눈물띠 높이는 0.49 mm에서 0.74 mm까지 분포하였다(Fig. 2B). 전반적으로, 코경유 눈물주머니코안연결술 시행 전 평가한 Munk 점수의 평균은 3.34 ± 0.72 점이었고, 수술 후 3개월에 평가한 Munk 점수의 평균은 0.90 ± 1.05 점으로, 수술 전 측정값에 비하여 유의하게 감소하였다($p < 0.001$).

수술 전후 각 지표의 변화량의 상관성을 확인한 분석에서, 코경유 눈물주머니코안연결술 시행 전과 시행 3개월 후 측정된 눈물띠 높이의 변화량은 Munk 점수의 변화량과 유의한 상관관계를 보였으며($r = 0.46$, $p < 0.001$), 첫 눈물막파괴시간의 변화량($r = 0.38$, $p = 0.752$)과 평균 눈물막파괴시간의 변화량($r = -0.79$, $p = 0.511$)은 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 3).

다음으로, 수술 후 3개월째 grade 1 이하의 Munk 점수를 보고한 환자군을 1군, grade 2 이상의 Munk 점수를 보고한

Table 2. Correlations between K5M parameters (TMH, NIKBUT-first, NIKBUT-average) and Munk score at Pre-operation and Postoperative 3 months

Variable	Munk score	p-value*
Pre-operation		
TMH Correlation	0.58	<0.001
NIKBUT-first Correlation	0.17	0.144
NIKBUT-average correlation	0.15	0.209
Postoperative 3 months		
TMH Correlation	0.87	<0.001
NIKBUT-first Correlation	0.01	0.919
NIKBUT-average correlation	-0.02	0.832

TMH = tear meniscus height; NIKBUT-first = non-invasive Keratograph tear break-up time first; NIKBUT-average = non-invasive Keratograph tear break-up time average.

*Using a Pearson Correlation.

Table 1. Comparison Mean K5M parameters (TMH, NIKBUT-first, NIKBUT-average) at pre-operation and post-operation

Follow-up period	TMH (mm)	p-value*	NIKBUT- first (seconds)	p-value*	NIKBUT- average (seconds)	p-value*
Pre-operation	0.48 ± 0.29	-	8.39 ± 5.34	-	12.04 ± 5.55	-
Postoperative 1 week	0.31 ± 0.20	<0.001	9.05 ± 5.79	>0.999	12.75 ± 5.20	0.756
Postoperative 1 month	0.30 ± 0.22	<0.001	7.12 ± 3.39	0.117	11.30 ± 4.78	0.753
Postoperative 3 months	0.29 ± 0.15	<0.001	6.90 ± 3.39	0.030	11.52 ± 3.85	>0.999

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation.

TMH = tear meniscus height; NIKBUT-first = non-invasive keratograph tear break-up time first; NIKBUT-average = non-invasive keratograph tear break-up time average.

*Using a paired t-test with Bonferroni adjustment.

환자군을 2군으로 정의한 후, 두 군 사이에 눈물띠 높이와 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간 레벨 분류의 빈도에 차이가 있는지 분석하였다. 앞에서 서술한 바와 같이, 양안에 수술을 받은 사람은 양안 각각 Munk 점수를 보고하도록 하였다. Munk 점수 grade 1 이하인 1군, 즉 기능적 성공군은 50안(69%)이었으며 grade 2 이상인 2군, 즉 기능적 실패군은 22안(31%)이었다. 눈물띠 높이의 평균값은 1군이 2군에 비하여 유의하게 낮은 값을 가짐을 확인하였다($p < 0.001$). 반면, 눈물막파괴시간 지표인 첫 눈물막파괴시간과 평균 눈물막파괴시간은 각각 1군과 2군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p = 0.755$, $p = 0.638$). 평균 눈물막파괴시간을 기준으로 분류한 레벨의 빈도 또한

Figure 2. Scatter plots of Tear meniscus height (TMH) and Munk score. (A) There was a significant positive correlation between preoperative TMH and preoperative Munk score (Pearson correlation coefficient, $r = 0.58$, $p < 0.001$). (B) There was a significant positive correlation between TMH and Munk score at 3 months postoperatively (Pearson correlation coefficient, $r = 0.87$, $p < 0.001$).

통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p = 0.926$) (Table 4).

코경유 눈물주머니코안연결술 3개월 후의 TF-스캔 지표가 수술의 기능적 성공 혹은 실패를 판별하는 가치가 있는지 알아보기 위해, Munk 점수를 grade 1 이하로 응답한 군을 기능적 성공군으로 정의하고 K5M으로 측정한 수술 후 3개월 눈물띠 높이, 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간의 area under the ROC curve (AUROC)를 구하였다. 눈물띠 높이의 AUROC가 0.995 ($p < 0.001$)로 통계학적으로 유의하였고 가장 우수한 민감도와 특이도를 나타내는 임계값 (cut-off value)은 0.31 mm (민감도 100.0%, 특이도 94.0%)였다. 즉, 눈물띠 높이의 높고 낮음은 수술의 기능적 성공을 판단하는 데에 판별 가치가 유의하게 있었으며, 눈물띠 높이가 0.31 mm 기준점으로 더 낮은 눈물띠를 보일 경우 ‘눈물 증상이 없거나 닦아냄을 요하는 눈물 증상이 하루에 2회 미만’인 기능적 성공군에 민감도 100%, 특이도 94%로 속함

Table 3. Correlations between K5M parameters (Δ TMH, Δ NIKBUT-first, Δ NIKBUT-average) and Δ Munk score before and after surgery

Subject	Δ Munk score*	p -value†
Δ TMH‡	0.46	<0.001
Δ NIKBUT-first§	0.38	0.752
Δ NIKBUT-average¶	-0.79	0.511

TMH = tear meniscus height; NIKBUT- first = non-invasive keratograph tear break-up time first; NIKBUT-average = non-invasive keratograph tear break-up time average.

*Preoperation Munk score-postoperation 3 months Munk score; †using a Pearson correlation; ‡preoperation TMH-postoperation 3 months TMH; §preoperation NIKBUT to first-postoperation 3 months NIKBUT-first; ¶preoperation NIKBUT-average to post-operation 3 months NIKBUT-average.

Table 4. Comparison of Mean K5M parameters (TMH, NIKBUT-first, NIKBUT-average, Level) in functional success group or failure group at postoperative 3 months

Variable	0 ≤ Munk score ≤ 1	2 ≤ Munk score ≤ 4	p -value
TMH	0.21 ± 0.06	0.47 ± 0.12	<0.001*
NIKBUT-first	6.98 ± 3.60	6.71 ± 2.80	0.755*
NIKBUT-average	11.37 ± 4.01	11.84 ± 3.44	0.638*
Grade			0.926†
Level 0	5 (10)	3 (14)	
Level 1	34 (68)	15 (68)	
Level 2	11 (22)	4 (18)	

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%). TMH = tear meniscus height; NIKBUT-first = non-invasive keratograph tear break-up time first; NIKBUT-average = non-invasive keratograph tear break-up time average.

*Using an independent t -test; †using a chi-square test.

을 확인하였다. 반면, 눈물막파괴시간 지표인 첫 눈물막파괴시간과 평균 눈물막파괴시간은 기능적 성공과 실패를 유의하게 판별할 수 없었다(NIKBUT-first AUC 0.505, $p=0.075$; NIKBUT-average AUC 0.558, $p=0.072$) (Table 5).

고 찰

원발후천코눈물관막힘은 환자에게 흐려보임, 눈물흘림, 시각적 왜곡 증상을 유발함으로써 독서, 운전, 직장 업무 등 일상생활에 방해가 되어 전체적인 삶의 질을 하락시킨다.¹⁵ 코눈물관막힘의 치료로 항생제 점안과 같은 보존적인 치료를 시도할 수 있으나, 증상의 호전이 뚜렷하지 않거나 관류검사상 역류 소견이 있으면 실리콘관 삽입술 및 눈물주머니코안연결술과 같은 수술적 치료를 고려한다.¹⁶ 이 중 눈물주머니코안연결술의 수술적 치료 성공률은 82-100%까지 다양하게 보고되고 있다.¹⁴ 본 연구에서 저자들은 외안부 진단 장비인 K5M의 TF-스캔을 이용하여 코경유 눈물주머니코안연결술을 시행한 원발후천코눈물관막힘 환자의 수술 전후 변화를 평가하고자 하였다. 눈물피 높이 지표는 수술 후 측정 기간동안 지속적으로 감소하였고, 환자의 임상 증상과 가장 밀접한 상관성을 보였으며, 수술의 기능적 성공을 유의하게 판별할 수 있었다.

영상장비를 이용한 눈물주머니코안연결술 결과의 정량적 평가

눈물주머니코안연결술 시행 후 수술 효과를 평가하기 위한 지표로 눈물흘림의 주관적인 증상을 반영한 Munk 점수를 사용할 수 있으나 증상을 정성적으로 표현한 지표라는 한계가 있다. 따라서 눈물주머니코안연결술 후 수술 효과를 객관적이며 정량적으로 평가하기 위한 지표로 눈물피 높이가 소개되었고,³ 눈물피 높이의 변화를 정확히 측정하기 위하여 다양한 장비가 시도되었다.^{3,6,7}

Francis et al⁶은 VRD를 이용하여 49명의 코눈물관막힘 환자와 20명의 정상군을 대상으로 눈물피 높이를 평가하였다. VRD는 세극등현미경에 단색 전하결합소자(charged

coupled device)를 부착하여 정반사 영상을 얻어 눈물피 높이를 측정할 수 있다. 눈물주머니코안연결술을 시행 받은 환자에서 수술 후 눈물피 높이가 정상군에 비해 유의한 차이가 없으며 수술 전과 비교하여서는 감소하는 경향을 보임을 보고하였다. VRD를 이용한 눈물피 높이 평가는 염색을 하지 않기 때문에 염색에 의한 눈물 부피 영향이 없는 장점이 있으나 고가의 장비로 대중성이 떨어진다는 단점이 있다.

Ohtomo et al⁷은 전안부 빛간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT)을 이용하여 원발후천코눈물관막힘으로 눈물주머니코안연결술을 시행 받은 24안(21명)에 대하여 수술 전후 눈물피 높이, 면적, 부피를 측정하였다. 전안부 OCT 기기로 1,310 nm의 파장을 이용하여 3차원 영상 및 단면 영상을 얻어 눈물피의 높이, 넓이, 부피를 간접적으로 측정하여, 눈물피의 높이, 넓이, 부피가 수술 전에 비해서 수술 2주 후, 2개월 후, 6개월 후에 유의하게 감소하므로 눈물흘림의 평가에 유용한 지표가 될 수 있음을 보고하였다. OCT는 눈물피 측정에 대한 높은 정확도와 좋은 재현성을 갖는 장비로 알려져 있다.^{13,17}

K5M은 눈물피 높이와 눈물막파괴시간을 측정할 때 비침습적이고 편안하게 눈물 분비를 자극하지 않고 시행할 수 있어 측정치의 신뢰도가 높은 것으로 알려져 있다.⁸ OCT에 비교하여 K5M은 상대적으로 검사에 소요되는 시간이 짧아 반사 눈물의 발생 가능성이 낮다.¹³ K5M을 이용한 눈물피 높이의 측정은 반복성과 재현성이 높다고 보고되었는데,^{11,18} 이 중 Tian et al¹¹은 비쇼그렌증후군 건성안군과 정상안에서 K5M으로 눈물피 높이와 눈물막파괴시간을 측정하였고, 정상안의 눈물피 높이 평균은 0.27 ± 0.12 mm, 건성안의 눈물피 높이 평균은 0.22 ± 0.07 mm로 재현성과 반복성이 높다고 하였다. 전안부 OCT와 K5M의 눈물층높이 측정치를 직접 비교한 연구도 있는데, OCT 측정치 평균이 K5M 측정치 평균에 비해 낮은 수치를 보이는 경향이 있으나, 두 기기의 측정치 간에는 높은 상관관계가 있다고 보고하였다.¹³ K5M의 경우 눈물막파괴시간을 추가적으로 제공하므로, 두 장비를 상호 보완적으로 이용할 수 있다고

Table 5. The ROC curve of K5M parameters (TMH, NIKBUT-first, NIKBUT-average) for functional success

Subject	AUROC (95% CI)	p -value [*]	Cut-off point	Sensitivity	Specificity
TMH	0.995 (0.000-1.000)	<0.001	0.31	100.0	94.0
NIKBUT-first	0.505 (0.358-0.652)	0.075	N/A	N/A	N/A
NIKBUT-average	0.558 (0.416-0.700)	0.072	N/A	N/A	N/A

ROC = receiver operating characteristic; TMH = tear meniscus height; NIKBUT-first = non-invasive keratograph tear break-up time first; NIKBUT-average = non-invasive keratograph tear break-up time average; AUROC = area under the ROC curve; CI = confidence interval; N/A = not available.

^{*}Paired t -test with Bonferroni adjustment.

보인다.

고식적인 세극등검사로 눈물피 높이를 측정하는 방식은 세극등에 부착된 계측기를 이용하여 측정하거나 세극등 이미지를 캡처하여 측정하는 방식을 취하고 있다. 이에 반해, 영상 장비를 활용한 방식은 정량적 수치와 지형도를 제공하여 추가적인 활용이 용이하며, 그 측정치의 반복성과 재현성이 높으므로 이점이 있다. 특히 각막형태검사의 눈물막 스캔은 눈물피 높이 및 눈물막파괴시간을 동시에 검사할 수 있어 눈물흘림 환자의 치료에서 유용하게 이용될 수 있으리라 짐작할 수 있다. 저자들이 아는 한 K5M을 이용하여 눈물주머니코안연결술 전후의 눈물 양상을 비교한 연구는 아직 없으므로, 이 연구에서 이를 분석하였다.

눈물피 높이 변화

Roh and Chi³는 42명의 눈물주머니코안연결술을 시행 받은 코눈물관막힘 환자와 38명의 정상군을 대상으로 염색 소실검사와 세극등현미경을 이용한 눈물피 높이를 측정하고, 눈물주머니코안연결술 후 코눈물관막힘 환자에서 눈물피 높이와 염색소실검사 수치가 유의하게 감소함을 보고하였다. 또, 위에서 소개한 바와 같이, 다양한 영상 장비를 이용하여 눈물피 높이를 측정한 연구들은 눈물주머니코안연결술 후 눈물피 높이의 감소 경향을 공통적으로 보고하였다.^{3,6,7}

이 연구에서 수술 후 1주일, 1개월, 3개월에 시행한 K5M 검사에서 눈물피 높이의 평균은 0.31 ± 0.20 mm, 0.30 ± 0.22 mm, 0.29 ± 0.15 mm로, 경과 관찰 전 기간에 걸쳐 수술 전 측정값에 비해서 유의하게 낮았다. 이 연구에 참여한 환자들은 눈물주머니코안연결술 후 경과 관찰기간 중 주기적으로 관류검사와 코내시경검사를 통하여 새로운 눈물 배출 경로가 해부학적으로 성공적으로 유지되고 있는지 확인 받았다. 이로써, 눈물주머니코안연결술의 성공 시 눈물피 높이가 유의하게 감소하고 감소된 눈물피 높이는 최소 3개월 동안 유지되며, 해부학적인 성공과도 임상적 일치성을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

눈물막파괴시간의 변화

눈물막파괴시간은 눈물막 안정성을 평가하는 지표로 안구건조증 진단에서 가장 중요한 임상 지표 중 하나로 사용되고 있다.¹⁹ 건성안 환자를 대상으로 눈물막파괴시간과 눈물피 높이의 상관 관계를 살펴본 연구에서는 유의한 상관 관계가 보고된 적도 있고,^{20,21} 관련성이 없다고 보고된 적도 있다.²² 눈물막파괴시간은 눈물피 높이 측정치가 대변하는 눈물의 양과 직접 관계가 있는 수치가 아니므로 반드시 일치하지는 않는다. 원발후천코눈물관막힘 환자에서 눈물주

머니코안연결술 후 눈물막파괴시간 변화에 대한 이전의 연구가 있었는데,²³ 40명의 환자에서 눈물주머니 코안연결술 전후의 눈물막파괴시간을 비교하였다. 눈물막파괴시간은 점안 마취 및 형광염색 후 첫 번째 염색 결손이 나타나는 시간을 세극등현미경으로 측정하였다. 그 결과 눈물주머니 코안연결술 후 1개월, 3개월째 눈물막파괴시간이 유의하게 감소됨을 보고하였다.²³ 다른 연구에서 원발후천코눈물관막힘 상태에서 안구 표면의 눈물은 정상안에 비해 삼투압이 282.6 mOsm/L로 저삼투압 상태이며 눈물주머니코안연결술 후 눈물의 배출이 많아지면서 눈물의 삼투압이 297.7 mOsm/L로 유의하게 증가됨이 보고되었다.²⁴ 비록 수술 후 장기간의 연구 결과는 부족하나, 눈물 삼투압의 증가가 눈물막파괴시간의 감소와 유의한 연관이 있다는 기존의 보고²⁵를 미루어 볼 때, 눈물주머니코안연결술 후 눈물막 안정성의 감소로 건성안 소견이 악화될 수 있음을 시사하는 결과이다.

이 연구에서 K5M을 이용하여 측정한 첫 눈물막파괴시간의 평균은 수술 전 8.39 ± 5.34 초에서 수술 후 3개월에 6.90 ± 3.39 초로 유의하게 감소하였다. 수술 후 눈물흘림 증상 및 눈물피 높이는 감소하나 눈물의 질적인 지표인 삼투압이나 눈물막 안정성을 대표하는 지표인 눈물막파괴시간은 안구표면 질환을 악화시키는 방향으로 변할 수 있음을 유의해야 하며 술 전 건성안 및 안구표면질환의 위험이 있는 환자들에서 눈물주머니코안연결술을 결정할 때 충분한 수술 전 설명이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 본 연구에서 쉬르머검사, 건성안 증상 정도, 각막상피병증검사 등의 건성안 중증도를 살펴볼 수 있는 검사를 시행하지 않아 술 후 건성안이 발생하거나 악화되었다는 결론을 단정적으로 내릴 수는 없다. 추후 눈물주머니코안연결술 전후에 위의 검사들을 포함한 전반적인 눈물층 지표에 대한 추가적인 연구를 수행해야 할 것으로 생각한다.

TF-스캔 지표와 주관적 증상과의 연관성

Roh and Chi³는 코눈물관막힘 환자에서 환자의 주관적 눈물흘림 증상을 표현하는 tear symptom 점수가 눈물피 높이와 염색소실검사 수치 모두와 유의한 양의 상관관계를 나타냄을 보고하고, 이러한 수치가 술 후 주관적 증상의 중증도를 정량화할 수 있다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 눈물주머니코안연결술 전과 수술 후 3개월째에 측정한 눈물피 높이의 변화량과 Munk 점수의 변화량은 유의한 양의 상관관계를 가짐을 확인하였다. 코눈물관막힘의 주관적 증상인 눈물흘림의 호전을 눈물피 높이라는 객관적 지표의 감소로 정량적으로 평가할 수 있으므로 임상적으로 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다. 반면, 눈물막파괴시간지표인

첫 눈물막파괴시간과 평균 눈물막파괴시간을 눈물주머니 코안연결술 전과 수술 후 3개월 때에 측정하여 그 변화량을 살펴보았을 때, 첫 눈물막파괴시간 및 평균 눈물막파괴시간의 변화량과 Munk 점수의 변화량은 각각 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

기능적 성공 여부 판별을 위한 TF-스캔 지표의 활용

눈물주머니코안연결술 후 기능적 성공 여부에 대해, 수술 후 Munk 점수가 0에서 1점인 경우를 성공으로, 2에서 4점인 경우를 실패로 정의한 이전의 연구가 있었다.¹⁷ 이를 토대로 눈물주머니코안연결술 후 기능적 성공 여부를 K5M을 이용하여 측정한 눈물피 높이로 판단할 수 있는 기준치를 제시하고자 하였다. 눈물피 높이는 지표는 수술의 기능적 성공과 기능적 실패를 판별하는 데에 있어 AUC 0.995로 유의하게 높은 판별력을 보였고, 그 임계점(cut-off value)은 0.31 mm로 이 수치 이하에서 기능적 성공군에 민감도 100.0%, 특이도 94.0%로 속함을 확인하였다. 따라서 TF-스캔으로 측정한 수술 후 3개월의 눈물피 높이는 눈물주머니코안연결술의 기능적 성공 여부를 판별할 수 있는 중요한 지표 중 하나라고 생각된다. 반면 눈물막파괴시간 지표인 첫 눈물막파괴시간과 평균 눈물막파괴시간 지표는 수술의 기능적 성공을 유의하게 판별할 수 없었다.

제한점

본 연구의 제한점은 45명 72안의 비교적 적은 환자군을 대상으로 하였고, 수술 시행 후 관찰기간이 3개월로 단기 추적 관찰이었던 점이다. 추후 장기적인 대규모 관찰 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 이 연구의 환자군은 추적 관찰기간 3개월 동안 실리콘관을 유지하고 있고 스테로이드 안약을 사용하고 있었는데, 실리콘관의 존재와 스테로이드 안약 사용이 눈물층 지표에 영향을 미칠 수 있다. 향후 눈물층에 영향을 미칠 수 있는 약제의 사용을 배제한 연구가 이루어지는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 그리고 연구 대상 환자군의 평균 연령이 62.8세로 높아 노화에 따른 눈꺼풀의 수평 이완과 같은 눈물피 높이와 눈물막파괴시간에 영향을 미칠 수 있는 눈꺼풀 요인을 가지고 있을 가능성이 있다. 이를 보정한 연구가 바람직할 것으로 보인다.

결론

결론적으로 후천코눈물관막힘 환자에서 코경유 눈물주머니코안연결술 시행 전후 K5M의 TF-스캔을 이용하여 눈물막 지표를 측정하였을 때, 수술 후 눈물피 높이는 유의하게 감소하였다. 눈물피 높이의 변화량은 눈물흘림 증상의

호전을 정량적으로 표현할 수 있었으며, 눈물주머니코안연결술 후의 기능적 성공을 눈물피 높이 지표로 판별할 수 있음을 확인하였다.

REFERENCES

- 1) Munk PL, Lin DT, Morris DC. Epiphora: treatment by means of dacryocystoplasty with balloon dilation of the nasolacrimal drainage apparatus. *Radiology* 1990;177:687-90.
- 2) Shams PN, Chen PG, Wormald PJ, et al. Management of functional epiphora in patients with an anatomically patent dacryocystorhinostomy. *JAMA Ophthalmol* 2014;132:1127-32.
- 3) Roh JH, Chi MJ. Efficacy of dye disappearance test and tear meniscus height in diagnosis and postoperative assessment of nasolacrimal duct obstruction. *Acta Ophthalmol* 2010;88:e73-7.
- 4) Yokoi N, Bron AJ, Tiffany JM, et al. Relationship between tear volume and tear meniscus curvature. *Arch Ophthalmol* 2004;122:1265-9.
- 5) Mainstone JC, Bruce AS, Golding TR. Tear meniscus measurement in the diagnosis of dry eye. *Curr Eye Res* 1996;15:653-61.
- 6) Francis IC, Chan DG, Papalkar D, et al. Videoreflective dacryomniscometry in normal adults and in patients with functional or primary acquired nasolacrimal duct obstruction. *Am J Ophthalmol* 2005;139:493-7.
- 7) Ohtomo K, Ueta T, Fukuda R, et al. Tear meniscus volume changes in dacryocystorhinostomy evaluated with quantitative measurement using anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55:2057-61.
- 8) Abdelfattah NS, Dastiridou A, Sadda SR, Lee OL. Noninvasive imaging of tear film dynamics in eyes with ocular surface disease. *Cornea* 2015;34 Suppl 10:S48-52.
- 9) Lan W, Lin L, Yang X, Yu M. Automatic noninvasive tear breakup time (TBUT) and conventional fluorescent TBUT. *Optom Vis Sci* 2014;91:1412-8.
- 10) Lee KW, Kim JY, Chin HS, et al. Assessment of the tear meniscus by strip meniscometry and keratograph in patients with dry eye disease according to the presence of meibomian gland dysfunction. *Cornea* 2017;36:189-95.
- 11) Tian L, Qu JH, Zhang XY, Sun XG. Repeatability and reproducibility of noninvasive keratograph 5M measurements in patients with dry eye disease. *J Ophthalmol* 2016;2016:8013621.
- 12) Park HI, Lee KW, Kang SM. Prognostic factors associated with surgical time of endonasal dacryocystorhinostomy. *J Korean Ophthalmol Soc* 2017;58:757-62.
- 13) Beak JW, Doh SH, Chung SK. Comparison of tear meniscus height measurements obtained with the keratograph and fourier domain optical coherence tomography in dry eye. *Cornea* 2015;34:1209-13.
- 14) Choi YJ, Kim SJ, Yoo JM, Seo SW. Efficacy of intraoperative mitomycin C eye drops during and after dacryocystorhinostomy for canalicular obstruction. *J Korean Ophthalmol Soc* 2018;59:899-907.
- 15) Cheung LM, Francis IC, Stapleton F, Wilcsek G. Symptom assessment in patients with functional and primary acquired nasolacrimal duct obstruction before and after successful dacryocystorhinostomy surgery: a prospective study. *Br J Ophthalmol* 2007;91:1671-4.
- 16) Lee SM, Chung SJ, Lew H. Clinical efficacy of lacrimal endoscopy assisted silicone tube intubation in patients with nasolacrimal duct

- obstruction. J Korean Ophthalmol Soc 2018;59:582-8.
- 17) Fukuda R, Usui T, Miyai T, et al. Tear meniscus evaluation by anterior segment swept-source optical coherence tomography. Am J Ophthalmol 2013;155:620-4, 624.e1-2.
- 18) Arriola-Villalobos P, Fernández-Vigo JI, Díaz-Valle D, et al. Assessment of lower tear meniscus measurements obtained with keratograph and agreement with Fourier-domain optical-coherence tomography. Br J Ophthalmol 2015;99:1120-5.
- 19) Jeong S, Lee SB. Reliability of a new non-invasive tear film break-up time measurement using a keratograph. J Korean Ophthalmol Soc 2016;57:1354-60.
- 20) Wang J, Palakuru JR, Aquavella JV. Correlations among upper and lower tear menisci, noninvasive tear break-up time, and the Schirmer test. Am J Ophthalmol 2008;145:795-800.
- 21) Ibrahim OM, Dogru M, Takano Y, et al. Application of visante optical coherence tomography tear meniscus height measurement in the diagnosis of dry eye disease. Ophthalmology 2010;117:1923-9.
- 22) Savini G, Barboni P, Zanini M. Tear meniscus evaluation by optical coherence tomography. Ophthalmic Surg Lasers Imaging 2006;37:112-8.
- 23) Kim HG, Im SK, Park HY, Yoon KC. The changes in tear film after dacryocystorhinostomy. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:637-41.
- 24) Yuksel N, Akcay E, Ayan B, Duru N. Tear-film osmolarity changes following dacryocystorhinostomy in primary acquired nasolacrimal duct obstruction. Curr Eye Res 2017;42:348-50.
- 25) Yun JM, Yim HB, Kim HS, Na JS. Clinical significance of tear film osmolarity for non-Sjögren dry eye diagnosis. J Korean Ophthalmol Soc 2017;58:640-5.

= 국문초록 =

눈물주머니코안연결술 전후 각막형태검사기의 눈물막 스캔과 Munk 점수의 연관성

목적: 눈물주머니코안연결술을 시행한 코눈물관막힘 환자에서 각막형태검사기의 눈물막 스캔을 이용하여, 수술 전후 각막표면상의 눈물막 지표들을 계측하여 변화를 살펴보고, Munk 점수와와의 관련성을 알아보며, 수술의 기능적 성공을 평가하는 지표로 유용한지 확인하였다.

대상과 방법: 코눈물관막힘으로 진단받고 눈물주머니코안연결술을 시행한 환자 45명 72안을 대상으로 하였다. 수술 전 1회, 수술 후 3회에 걸쳐 각막형태검사기 Keratograph® 5M의 tear film (TF)-스캔을 이용하여 눈물막지표를 검사하였다. 눈물띠 높이, 첫 눈물막파괴시간, 평균 눈물막파괴시간의 수술 전후 차이를 비교하였고, Munk 점수와 TF-스캔 지표들과 상관관계를 확인하였으며, 기능적 성공에 대한 TF-스캔 지표들의 판별력을 조사하였다.

결과: 눈물띠 높이는 수술 전 측정값(0.48 ± 0.29 mm)에 비해 수술 후 3회에 걸쳐 측정된 값(0.31 ± 0.20 mm, 0.30 ± 0.22 mm, 0.29 ± 0.15 mm)이 각각 유의하게 낮았다($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$). 첫 눈물막파괴시간은 수술 전(8.39 ± 5.34 초)에 비해 수술 후 3개월(6.90 ± 3.39 초)에만 유의하게 짧아졌다($p = 0.030$). 평균 눈물막파괴시간은 수술 전에 비해 수술 후 3회에 걸쳐 측정된 값이 모두 유의한 차이를 보이지 않았다($p = 0.756$, $p = 0.753$, $p > 0.999$). 수술 전후 Munk 점수의 변화량과 눈물띠 높이의 변화량은 유의한 상관관계를 보였다($r = 0.46$, $p < 0.001$). 수술의 기능적 성공을 Munk 점수 1점 이하로 정의하였을 때, 기능적 성공에 대한 눈물띠 높이(임계값: 0.31mm)의 판별력은 AUC 0.995였으며 통계적으로 유의하였다($p < 0.001$).

결론: 눈물주머니코안연결술 시행 전후 측정된 TF-스캔 지표인 눈물띠 높이와 Munk 점수와의 상관 관계를 통해 눈물흘림 증상의 호전을 정량적으로 표현 가능함을 확인하였다. 또한 수술의 기능적 성공을 눈물띠 높이로 평가 시 판별력이 우수함을 확인하였다. <대한안과학회지 2020;61(4):325-333>

김세영 / Se Young Kim

인하대학교 의과대학 안과학교실
Department of Ophthalmology,
Inha University College of Medicine