

건성안 환자에서 페놀레드 검사의 임상적 유용성

위성욱 · 전연숙 · 문남주 · 김재찬

중앙대학교 의과대학 안과학교실

목적: 페놀레드 검사와 기존에 사용되던 쉬르머 검사, 눈물막 파괴시간 간의 비교를 통해 건성안 진단에 있어서 페놀레드 검사의 임상적 유용성을 확인하고자 하였다.

대상과 방법: Dry Eye Workshop (DEWS) 1, 2등급의 건성안 환자 30명과 정상 대조군 25명을 대상으로 오른쪽 눈에서 페놀레드 검사, 쉬르머 검사, 눈물막 파괴시간 검사를 각각 시행하고, 각 검사의 민감도와 특이도, 재현성을 비교하였으며 세 검사 간의 상관관계를 비교 분석하였다.

결과: 민감도와 재현성에 있어서는 눈물막 파괴시간이 특이도에 있어서는 페놀레드 검사가 우수한 결과를 보였다. 페놀레드 검사는 특이도와 재현성 면에서 쉬르머 검사에 비해 우수하였다. 건성안과 정상안 모두에서 페놀레드 검사는 쉬르머 검사에 비해 눈물막 파괴시간과 더 큰 상관관계를 보였다. 또한 검사 결과를 건성안 군에 한정할 경우 페놀레드 검사와 쉬르머 검사 간 상관관계가 유의하게 증가하였다.

결론: 페놀레드 검사는 쉬르머 검사에 비해 자극이 적고 검사 시간이 짧은 장점이 있다. 또한 페놀레드 검사는 특이도와 재현성, 눈물막 파괴시간과의 관련성에 있어 쉬르머 검사보다 우위에 있다. 건성안 군에서 페놀레드 검사와 쉬르머 검사 간의 상관관계는 더욱 증가한다. 따라서 페놀레드 검사는 건성안 진단에 있어 쉬르머 검사의 대안으로 사용될 수 있다.

〈대한안과학회지 2012;53(2):193-199〉

2007년 Dry Eye Workshop (DEWS)에서는 건성안을 ‘눈의 불편감 및 시력 장애, 그리고 안구 표면에 손상을 줄 수 있는 눈물층의 불안정성을 일으키는 눈물층과 안구 표면의 복합적인 질환’으로 정의하고 있다.¹ DEWS 분류법에서는 주관적 증상, 결막 충혈, 각결막의 염색 정도, 눈물층의 징후나 마이봄샘의 질환을 비롯하여 눈물막 파괴시간과 쉬르머 검사 결과에 따라 건성안을 분류하고 있다. 눈물막 파괴시간과 쉬르머 검사는 건성안 진단과 분류에 있어서 흔하게 사용되는 검사이다.

눈물막 파괴시간은 눈물막의 불안정성에 영향을 미치는 요소 중 눈물의 증발 정도와 직접적으로 연관성 있는 검사이다. 눈물막 파괴 시간은 Norm²에 의해 제안되었으며, Norm²과 Lemp³의 보고에 의하면 건성안 진단에 있어 형광 눈물막 파괴시간은 신뢰성 및 재현성이 높은 검사이다.

건성안의 병인 중 눈물 생성의 부족 또한 눈물막의 불안정성에 기여하는 요소이며, 이를 평가하기 위해 사용되는 것으로 쉬르머 검사가 있다. 그러나 점안 마취제를 사용하지 않은 쉬르머 검사는 검사지의 말단에 의해 발생하는 이물감에 의해 잔여 눈물량 외에 반사 눈물의 생성량이 더해진다.⁴ 그리고 쉬르머 검사는 5분이라는 비교적 긴 검사 시간이 소요되며, 이로 인한 반사성 눈물 생성도 증가된다. 쉬르머 검사에서 마취제를 사용한다고 해도 이물감에 의한 반사성 눈물은 일부 발생되며, 이는 마취되지 않은 속눈썹, 눈꺼풀테두리에 의한 자극 때문이다.⁴⁻⁶ 따라서 쉬르머 검사는 순수한 눈물 생성 부족을 평가하는 데 있어서는 한계가 있으며, 검사의 재현성이 낮고, 건성안의 진단에 있어 민감도가 낮다는 문제가 있다.⁷⁻¹¹

페놀레드 검사(phenol red thread test)는 쉬르머 검사에 비해 훨씬 짧은 15초 동안 페놀레드가 염색된 실을 아래 검결막에 위치시키며, 자극에 의한 반사눈물 생성량을 훨씬 줄일 수 있는 장점이 있다.⁷ 이러한 장점 때문에 페놀레드 검사는 결막낭의 잔여 눈물량 측정에 있어 더욱 용이하다고 알려져 있으며,¹² 동일한 실험군 내에서 매우 높은 재현성을 보이는 것으로 나타났다.^{13,14}

본 연구에서는 페놀레드 검사의 민감도와 특이도, 검사에서의 재현성에 대해 기존에 사용되던 쉬르머 검사, 눈물

■ 접수 일: 2011년 8월 29일 ■ 심사통과일: 2011년 11월 23일
■ 게재허가일: 2012년 1월 19일

■ 책임저자: 김 재 찬

서울시 동작구 흑석로 102
중앙대학교병원 안과
Tel: 02-6299-1665, Fax: 02-825-1666
E-mail: jck50ey@kornet.net

* 본 논문의 요지는 2010년 대한안과학회 제104회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

막 파괴시간과의 비교를 시행하였고, 세 가지 검사 간의 상관관계 분석을 통해 연관성 정도를 확인하여 페놀레드 검사의 임상적 유용성을 확인하고자 하였다.

대상과 방법

2010년 5월부터 2010년 10월까지 본원 안과 외래를 방문한 환자 중 서면 동의를 받은 DEWS 건성안 분류상 1,2 등급의 건성안 환자 30명과 정상인 25명을 대상으로 오른쪽 눈에서 페놀레드 검사와 쉬르머 검사, 눈물막 파괴시간 측정을 각각 시행하였다. DEWS 1, 2등급은 환자의 주관적인 안구 불편감 및 시각 증상이 중등도 이내이면서 간헐적인 양상으로 발생하여 일상 생활에 불편을 주며, 세극등 현미경 검사상 각막 내 실모양체가 존재하지 않고, 각막 염색상 명확한 중심부 또는 심한 점상 미란 병변이 없는 경우, 그리고 쉬르머 검사 결과가 5 mm 이상, 눈물막 파괴시간 결과가 5초 이상인 경우로 정의하였다. 세 가지 검사는 무작위 순서로 진행되었고 각 검사는 서로 최소 20분 이상의 간격을 두고 시행되었다. 또한 각 검사는 나머지 검사의 결과를 모르는 각각 다른 검사자에 의해서 시행되었다. 이전의 안과적 수술력 또는 건성안 치료를 시행 받은 경력이 있는 사람은 본 연구에서 제외하였다.

쉬르머 검사는 Schirmer tear test[®] (EagleVision Inc., USA)을 사용하였으며, 쉬르머 검사지의 말단 부분을 중간부 함몰 부위에서 접어 가쪽 눈구석에서 아래 눈꺼풀의 1/3에 해당하는 부분에 삽입하였으며, 삽입 전 점안 마취제는 사용하지 않았다. 5분이 지난 후 쉬르머 검사지를 제거한 뒤 젖은 부분의 길이를 mm 단위로 측정하였으며, 10 mm 이하인 경우를 건성안으로 판정하였다.

페놀레드 검사는 ZONE-QUICK[®] (Showa Yakuhin Kako Co. Ltd, Tokyo, Japan)을 사용하였으며, 페놀레드 실 중 3 mm 길이의 접혀진 부분을 가쪽 눈구석에서 아래 눈꺼풀의 1/3에 해당하는 부분에 삽입하였고, 또한 삽입 전 점안 마취제를 사용하지 않았다. 15초 후 페놀레드 실을 제거한 뒤 붉은 색으로 변한 부분의 길이를 mm 단위로 측정하였으며,

10 mm 이하인 경우를 건성안으로 판정하였다.

눈물막 파괴시간은 형광 염색제가 묻은 Fluorescein[®] (Haag-Streit international, Köniz, Switzerland) 검사지에 생리 식염수 1방울을 적신 다음, 아래 결막구석에 묻히고 눈을 감았다가 뜨게 한 다음 염색된 눈물막에 첫 번째 결손이 생길 때까지의 시간을 측정하였다. 검사 결과가 10초 이하인 경우를 건성안으로 판정하였다.

검사 결과 중 민감도는 총 건성안 환자의 수 중에서 각 검사의 양성(+)이 확인된 수를 백분율로 환산하였으며, 특이도는 총 정상인의 수 중에서 각 검사의 음성(-)이 확인된 수를 백분율로 환산하였다. 각 실험에 대한 페놀레드 검사, 쉬르머 검사, 눈물막 파괴시간의 결과는 Student's *t*-검정을 사용하여 비교 분석하였으며, *p*-value가 0.05 미만일 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다. 또한 재현성은 총 검사 대상자 55안 중에서 무작위로 선정한 10안을 대상으로 동일한 검사자가 각 검사당 최소 20분 간격을 두고 총 3회 같은 검사를 시행하였으며, 이 결과에 대한 표준편차를 구하여 확인하였다. 또한 각 검사의 재현성에 대한 통계적 유의성을 확인하기 위해 첫 번째 측정치에 대한 두 번째와 세 번째 측정치를 paired *t*-test를 사용하여 검정하였다. 세 가지 검사의 양자간 상관관계의 분석은 Pearson 상관분석을 이용하였고 *p*-value가 0.05 미만일 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다. 본 연구의 모든 통계학적 검증에는 SPSS 13.0을 사용하였다.

결 과

대상자들은 18세부터 55세까지의 연령 분포를 보였으며, 남자 23명(42%), 여자 32명(58%)이었고, 20대가 14명(25%)으로 참여 집단 중 가장 많은 비율을 차지했다(Table 1). 실험에 참여한 총 55안의 검사결과와 평균은 페놀레드 검사는 12.38 ± 3.52 mm, 쉬르머 검사는 11.16 ± 3.56 mm, 눈물막 파괴시간은 8.87 ± 3.36초였다. 페놀레드 검사 결과는 건성안에서 10.97 ± 2.86 mm, 정상안에서 14.08 ± 3.53 mm로 정상안에서 통계적으로 유의하게 증가되었다

Table 1. Demographic characteristics of dry-eye patients and normal subjects

| Age (yr) | Dry eye | | Normal | | Total |
|----------|---------|--------|--------|--------|-------|
| | Male | Female | Male | Female | |
| 11-20 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 |
| 21-30 | 2 | 3 | 4 | 5 | 14 |
| 31-40 | 3 | 5 | 3 | 2 | 13 |
| 41-50 | 2 | 6 | 1 | 3 | 12 |
| 51-60 | 2 | 4 | 5 | 1 | 12 |
| Total | 10 | 20 | 13 | 12 | 55 |

Values are presented as number.

Table 2. Average results of three diagnostic tests

| | Phenol red (mm) | Schirmer (mm) | BUT (sec) |
|---------|-----------------|---------------|-------------|
| Dry eye | 10.97 ± 2.86 | 10.3 ± 3.47 | 7.93 ± 3.28 |
| Normal | 14.08 ± 3.53 | 12.2 ± 3.46 | 10.0 ± 3.15 |
| Total | 12.38 ± 3.52 | 11.16 ± 3.56 | 8.87 ± 3.36 |

Values are presented as mean ± SD.

Table 3. Results of three diagnostic tests (measured 3 times consecutively with gap of 20 minutes)

| | Phenol red (mm) | | | Schirmer (mm) | | | BUT (sec) | | |
|-----------------|-----------------|-------|-------|---------------|-------|------|-----------|------|------|
| | 1st | 2nd | 3rd | 1st | 2nd | 3rd | 1st | 2nd | 3rd |
| Range of result | 8-15 | 10-21 | 12-20 | 9-19 | 12-21 | 5-20 | 5-10 | 8-13 | 6-13 |
| Average | 12.4 | 15 | 15.7 | 12.3 | 16.1 | 13.8 | 7.9 | 10.1 | 9.4 |
| <i>p</i> | >0.05 | | | <0.05 | | | >0.05 | | |

Table 4. Pearson correlation coefficient of each test

| Correlative methods | Total | | | Dry-eye | | |
|----------------------|-------------------------|------------------|--------------------|-------------------------|------------------|--------------------|
| | Phenol red -Schirmer | Schirmer -BUT | BUT -Phenol red | Phenol red -Schirmer | Schirmer -BUT | BUT -Phenol red |
| Pearson correlation* | 0.72 | 0.64 | 0.88 | 0.91 | 0.75 | 0.88 |
| <i>p</i> -value | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

*Pearson's correlation coefficient between three diagnostic tests.

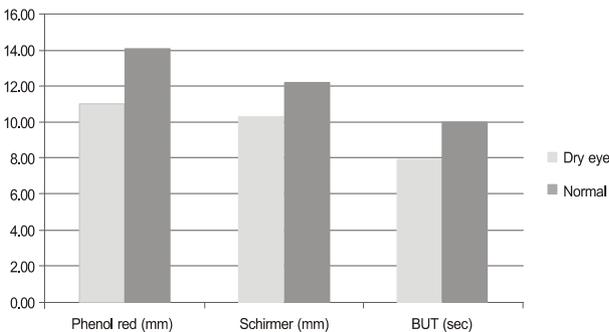


Figure 1. Difference between dry eye patients and normal subjects on each diagnostic test ($p < 0.01$).

($p < 0.01$, Student's *t*-test). 쉬르머 검사에서도 건성안에서 10.3 ± 3.47 mm, 정상안에서 12.2 ± 3.46 mm로 정상안에서 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$, Student's *t*-test). 눈물막 파괴시간 또한 건성안에서 7.93 ± 3.28 mm, 정상안에서 10.0 ± 3.15 mm로 정상안에서 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$, Student's *t*-test) (Fig. 1, Table 2).

민감도는 페놀레드 검사에서 50%, 쉬르머 검사에서 57%, 눈물막 파괴시간에서 77%로 눈물막 파괴시간에서 가장 높게 측정되었다. 특이도는 페놀레드 검사 80%, 쉬르머 검사 72%, 눈물막 파괴시간 52%로 페놀레드 검사에서 가장 높게 측정되었다. 재현성은 각 검사의 표준편차로 나타났다며 페놀레드 검사는 2.80, 쉬르머 검사 4.19, 눈물막 파괴시간의 2.01로 눈물막 파괴시간의 재현성이 가장 높

고, 쉬르머 검사의 편차가 가장 컸다(Fig. 2). 페놀레드 검사의 경우 첫 번째 측정치에 대한 두 번째, 세 번째 측정치의 차이를 분석한 결과, 세 검사 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 즉, 페놀레드 검사는 3회의 검사에서 통계적으로 유의한 재현성을 보였음을 알 수 있었다. 쉬르머 검사와 눈물막 파괴시간에서도 동일하게 검사를 시행하였으며, 눈물막 파괴시간은 페놀레드 검사와 동일하게 3회의 검사 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나($p > 0.05$), 쉬르머 검사의 경우 각 측정치 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$) (Table 3)

건성안과 정상안 군 모두에서 세 가지 검사 모두 양의 상관관계를 보였으며, 이는 통계적으로 유의하였다($p < 0.01$). 페놀레드 검사와 쉬르머 검사 간 Pearson 상관계수는 0.72, 쉬르머 검사와 눈물막 파괴시간 간 Pearson 상관계수는 0.64, 페놀레드 검사와 눈물막 파괴시간 간에는 0.88의 상관계수를 각각 보였다(Fig. 3).

건성안 군 30안에서 또한 세 가지 검사 모두 양의 상관관계를 보였으며, 이는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 페놀레드 검사와 쉬르머 검사 간에는 $r = 0.91$, 쉬르머 검사와 눈물막 파괴시간 간에는 $r = 0.75$, 페놀레드 검사와 눈물막 파괴시간 간에는 $r = 0.88$ 의 상관계수를 각각 보였다. 세 가지 검사 모두 건성안과 정상안 군 모두를 포함한 55안의 경우보다 건성안 군 30안에서 상관계수가 증가하는 양상을 보였다. 또한 페놀레드 검사와 쉬르머 검사 간 상관계수가 총 55안 군에서의 0.72보다 훨씬 증가한

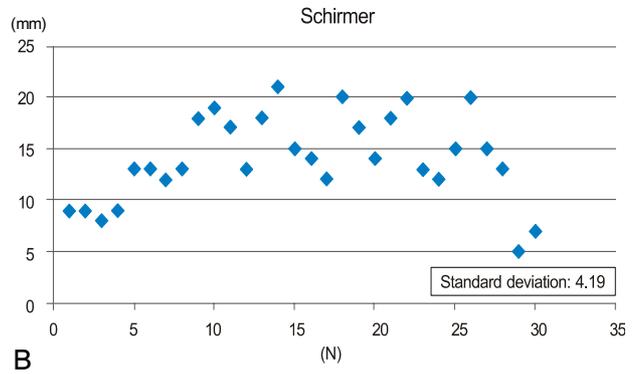
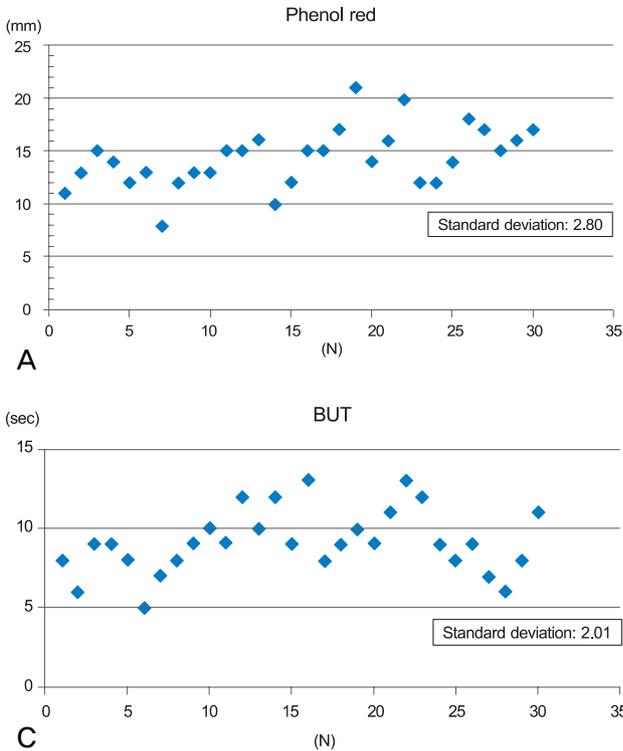


Figure 2. Repeatability of 30 objects on each test expressed by standard deviation. (A) Phenol red thread test. (B) Schirmer's test. (C) BUT.

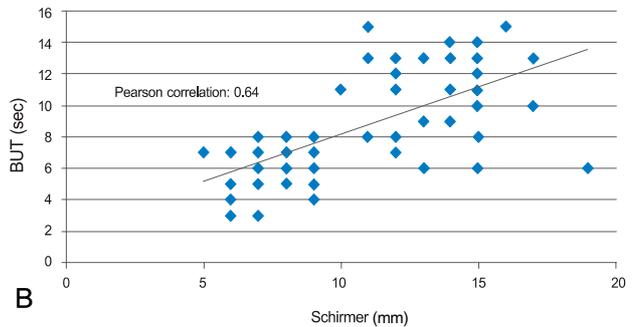
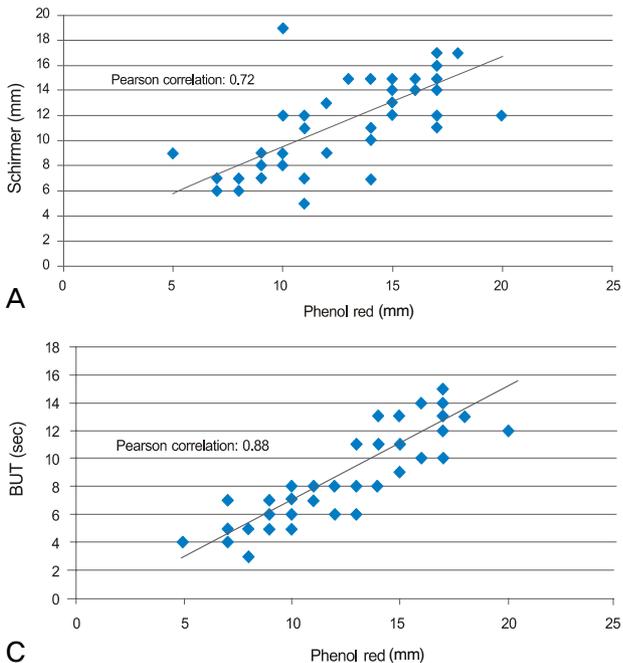


Figure 3. Relation between three diagnostic tests expressed by Pearson correlation. (A) Phenol red thread test and Schirmer's test. (B) Schirmer's test and BUT. (C) Phenol red thread test and BUT.

0.91로 나타나 건성안 군에서 두 검사의 연관성이 증가했음을 확인하였다(Table 4).

고 찰

페놀레드 검사는 쉬르머 검사의 단점인 낮은 재현성과 건성안 진단 시의 낮은 민감도를 극복하기 위해 개발된 검

사이다. 1983년 Hamano et al⁷은 보다 순수하고 정제된 cotton thread에 페놀레드액을 흡수시켜 페놀레드 실을 만들어 사용하였다. 본 연구에서 사용된 페놀레드 실은 수소이온농도(pH)에 민감하며, pH 6.6-8.2 사이인 눈물에 젖을 경우 본래의 색인 황색에서 적색으로 변화하게 된다. 정상 범위는 10-21 mm로 알려져 있다. 검사 시간은 한 눈 당 15초로서 5분이나 걸리는 쉬르머 검사에 비해 훨씬 짧다.

또한 검사 시 아래 검결막에 닿는 면적이 쉬르머 검사에 비해 훨씬 작기 때문에 이물감을 최소화하여 자극에 의한 반사눈물 생성을 거의 초래하지 않는다고 보고되어 있다.

쉬르머 검사는 점안 마취제를 사용하지 않는 경우 검사 시에 사용하는 쉬르머 검사지 말단의 결막 자극에 의한 반사 눈물이 생성되므로 눈물 분비량의 검사로서는 미흡하며, 환자에 따라 느껴지는 자극의 차이가 있어 결과의 차이가 많다. 또한 검사하는 사람에 따라 오차가 크고 그 재현성에 대해서도 논란이 많다.^{15,16} 점안 마취제를 사용한다고 해도 마취가 되지 않는 속눈썹 및 아래 눈꺼풀의 자극에 의해 반사 눈물이 일정량 발생하므로 수성 눈물의 부족을 평가하는 데 있어서는 한계를 보인다. Clinch et al⁶은 표면 마취제가 초기의 반사 분비량을 줄일 수는 있지만 완전하게 배제시키지는 못한다고 하였다. 그 외의 임상적인 검사로 로즈 벵갈 염색 등이 있고 실험실상의 검사로서는 오스몰 농도, 눈물 내 뮤신 또는 리소자임, 술잔세포, 락토펙틴의 측정 등의 방법이 있으나, 실험실상의 검사는 실제 임상에서 간단하고 저렴하게 시행하는 데 한계가 있다. 따라서 눈물막 파괴시간과 더불어 실제 임상에서 사용할 수 있는 검사 중 쉬르머 검사의 대안으로서 페놀레드 검사를 고려해볼 필요가 있다.

본 연구에서 페놀레드 검사, 쉬르머 검사와 눈물막 파괴시간은 정상안 군과 건성안 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. Chiang et al¹⁷의 연구에서도 비슷한 결과를 확인할 수 있는데, 66안의 정상안 군과 14안의 건성안 군간에 페놀레드 검사와 쉬르머 검사의 결과를 비교하였으며, 페놀레드 검사 결과의 평균은 정상안 군과 건성안 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 반면 쉬르머 검사 결과에서는 정상안 군과 건성안 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

또한 본 연구에서 건성안과 정상안 군 모두를 포함한 55안에서 페놀레드 검사, 쉬르머 검사, 그리고 눈물막 파괴시간이 각각 양의 상관관계를 보였으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 그리고 페놀레드 검사가 쉬르머 검사에 비해 눈물막 파괴시간과의 관련성이 더 높은 것을 확인하였고 (Pearson 상관계수: $0.72 < 0.88$), 이로써 건성안 진단 시 눈물의 증발을 반영하는 눈물막 파괴시간의 동반 검사로서 페놀레드 검사가 쉬르머 검사보다 유용할 것으로 생각된다. 그리고 검사 대상을 건성안 군 25안으로 국한하였을 때, 페놀레드 검사, 쉬르머 검사, 눈물막 파괴시간 모두 서로 간의 상관관계가 55안에서보다 더욱 증가하는 양상을 보임을 확인할 수 있었다. 특히 페놀레드 검사와 쉬르머 검사의 경우 총 55안에서 Pearson 상관계수가 0.72였으나 건성안 군에 국한하였을 경우 Pearson 상관계수가 0.91로

증가하는 양상을 보였다. 이는 건성안 환자의 진단 시 페놀레드 검사와 쉬르머 검사 간 상관관계가 더욱 증가함을 의미하며, 따라서 건성안 진단에 있어 페놀레드 검사가 쉬르머 검사의 대안으로서 적합할 것으로 생각된다. 그러나 Nichols et al¹⁸의 연구에서 건성안의 증상과 다양한 건성안 관련 검사를 시행하였으나 페놀레드 검사와 쉬르머 검사가 복합적으로 이상을 보이는 예는 없었고, Saleh et al¹⁹의 연구 또한 페놀레드 검사와 쉬르머 검사 간 약한 연관성만을 보이는 것으로 조사된 바 있다. 따라서 본 연구의 결과를 확립하기 위해서는 향후 보다 많은 실험군을 대상으로 하여 페놀레드 검사를 다른 건성안 진단 검사와 비교 분석할 필요가 있다.

본 연구의 경우 페놀레드 검사, 쉬르머 검사와 눈물막 파괴시간의 측정을 무작위 순서로 진행하였다. 그러나 눈물막 파괴시간의 경우 쉬르머 검사와 같이 안구의 불편감을 유발할 수 있는 검사 이후에 시행하게 되면 눈물막 파괴시간의 결과에 영향을 미칠 수 있기 때문에 DEWS에서는 눈물막 파괴시간 측정을 가장 먼저 시행하는 것을 권장하고 있다.²⁰ 본 연구에서는 최소 20분의 검사 간격을 설정함으로써 각 검사 간 영향을 최소화하려고 시도했으나 향후 연구에서는 눈물막 파괴시간 측정을 우선적으로 시행해야 할 것이다.

재현성은 눈물 분비량 검사에 있어서 중요한 부분이며, 실제 임상에서 사용되기 위해서는 다른 검사자가 시행하여도 결과에 일관성이 있어야 하기 때문이다. 본 실험에서는 눈물막 파괴시간의 표준편차가 가장 작아 재현성이 높은 것을 알 수 있었고, 쉬르머 검사의 경우 기존 문헌에서 보고된 바와 같이 재현성 면에서 가장 단점을 보이는 검사임을 확인할 수 있었다. 또한 재현성에 있어 페놀레드 검사와 눈물막 파괴시간의 경우 $p > 0.05$, 즉 첫 번째 측정치와 두 번째, 세 번째 측정치 간에 유의한 차이가 없으므로 통계적으로 유의한 재현성을 보였다고 할 수 있다. 반면 쉬르머 검사는 $p < 0.01$ 로 첫 번째 측정치와 두 번째, 세 번째 측정치 간에 유의한 차이를 보여 재현성이 낮음을 다시 확인할 수 있었다.

본 연구의 경우 재현성을 측정함에 있어 페놀레드 검사, 쉬르머 검사와 눈물막 파괴시간의 첫 측정 후 다음 검사까지의 간격을 일률적으로 최소 20분 이상으로 규정하였다. 그러나 페놀레드 검사와 쉬르머 검사의 경우 검사 소요 시간이 각각 15초와 5분으로 차이가 있으므로, 향후 연구에서는 이러한 검사 시간 차이에 대한 보정이 필요할 것으로 생각한다.

최근 연구에 따르면 페놀레드 검사는 검사 시간이 짧기 때문에 기초 분비량보다는 아래 결막낭에 존재하는 잔여

눈물량을 측정하는 것으로 보고되고 있다.^{12,13,21} 그러나 Tomlinson et al²²은 페놀레드 검사가 눈물 외에도 눈 속의 다른 액체 성분의 흡수량을 측정하게 되며, 소량의 반사성 눈물 생성을 일으키기 때문에 실제로 아래 검결막의 잔여 눈물량만을 측정하지 못한다고 주장하였다. 따라서 페놀레드 검사가 실제로 어떤 눈물 요소를 반영하는지, 그리고 눈물 생성 부족의 평가에 있어 쉬르머 검사에 비해 우수한지에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론적으로 페놀레드 검사는 쉬르머 검사에 비해 환자에게 자극이 덜하고 반사 눈물 생성을 최소화할 수 있으며, 짧은 시간 내에 검사를 완료할 수 있고 특이도가 높다. 또한 쉬르머 검사에 비해 재현성이 높아 검사 결과가 의심스러울 경우 단시간 내에 재검사를 해볼 수 있다. 따라서 건설안 진단에 있어 눈물의 증발 정도를 반영하는 눈물막 파괴시간과 함께 눈물의 생성 정도를 평가하는 검사로서 여러 가지 한계를 갖는 쉬르머 검사 대신 페놀레드 검사를 고려할 수 있다.

참고문헌

- 1) The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocul Surf* 2007;5:75-92.
- 2) Norn MS. Desiccation of the precorneal film. I. Corneal wetting time. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1969;47:865-80.
- 3) Lemp MA. Report of the National Eye Institute/Industry workshop on Clinical Trials in Dry Eyes. *CLAO J* 1995;21:221-32.
- 4) Halberg GP, Berens C. Standardized Schirmer tear test kit. *Am J Ophthalmol* 1961;51:840-2.
- 5) Maurice D. The Charles Prentice award lecture 1989: the physiology of tears. *Optom Vis Sci* 1990;67:391-9.
- 6) Clinch TE, Benedetto DA, Felberq NT, Laibson PR. Schirmer's test: A closer look. *Arch Ophthalmol* 1983;101:1383-6.

- 7) Hamano H, Hori M, Hamano T, et al. A new method for measuring tears. *CLAO J* 1983;9:281-9.
- 8) Mackie IA, Seal DV. The questionably dry eye. *Br J Ophthalmol* 1981;65:2-9.
- 9) Farris RL, Gilbard JP, Stuchell RN, Mandel ID. Diagnostic tests in keratoconjunctivitis sicca. *CLAO J* 1983;9:23-8.
- 10) Lucca JA, Nunez JN, Farris RL. A comparison of diagnostic tests for keratoconjunctivitis sicca: lactoplate, Schirmer, and tear osmolarity. *CLAO J* 1990;16:109-12.
- 11) Kurihashi K. Cotton thread method for measuring lacrimation (author's transl). *Klin Monbl Augenheilkd* 1978;172:876-9.
- 12) Sakamoto R, Bennett ES, Henry VA, et al. The phenol red thread test: a cross-cultural study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;34:3510-4.
- 13) Cho P. The cotton thread test: a brief review and a clinical study of its reliability on Hong Kong-Chinese. *Optom Vis Sci* 1993;70:804-8.
- 14) Little SA, Bruce AS. Repeatability of the phenol red thread and tear thinning time test for tear film function. *Clin Exp Optom* 1994;77:64-8.
- 15) Lee JH, Hyun PM. The reproducibility of Schirmer test. *Korean J Ophthalmol* 1988;2:5-8.
- 16) Wright JC, Meger GE. A review of the Schirmer test for tear production. *Arch Ophthalmol* 1962;67:564-5.
- 17) Chiang B, Asbell PA, Franklin B. Phenol- red thread test and Schirmer test for tear production in normal and dry eye patients. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1988;29(suppl):337.
- 18) Nichols KK, Nichols JJ, Lynn Mitchell G. The relation between tear film tests in patients with dry eye disease. *Ophthalmic Physiol Opt* 2003;23:553-60.
- 19) Saleh TA, McDermott B, Bates AK, Ewings P. Phenol red thread test vs Schirmer's test: a comparative study. *Eye* 2006;20:913-5.
- 20) Methodologies to diagnose and monitor dry eye disease: report of the diagnostic methodology subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocular Surf* 2007;5:108-52.
- 21) Cho P, Chan CC. Interexaminer difference and the effect of training on the phenol red thread test results in Hong Kong-Chinese. *Optom Vis Sci* 2003;80:820-5.
- 22) Tomlinson A, Blades KJ, Pearce EI. What does the phenol red thread test actually measure? *Optom Vis Sci* 2001;78:142-6.

=ABSTRACT=

Clinical Usefulness of the Phenol Red Thread Test as Diagnostic Tool in Dry Eye Patient

Sung Wook Wee, MD, Yeoun Sook Chun, MD, PhD, Nam Ju Moon, MD, PhD, Jae Chan Kim, MD, PhD

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical usefulness of the phenol red thread test as a diagnostic tool of dry eye by comparing the phenol red thread test, Schirmer's test and tear break-up time.

Methods: The present study included 30 dry eye patients belonging to dry eye workshop grade 1 or 2 and 25 normal subjects. Phenol red thread test, Schirmer's test, and tear break-up time were performed on each subject's right eye. The sensitivity, specificity and repeatability of each test were compared, and the correlations between the 3 tests were also analyzed.

Results: Tear break-up time was superior to the other tests in terms of sensitivity and repeatability. The phenol red thread test was better than Schirmer's test in terms of specificity and repeatability. In all 55 patients including dry eye patients and normal subjects, the phenol red thread test showed a greater correlation with tear break-up time than did Schirmer's test. In addition, in 25 dry eye patients, the correlation between the phenol red thread test and Schirmer's test increased significantly.

Conclusions: The phenol red thread test is less irritating and requires a shorter testing time than Schirmer's test. Additionally, the phenol red thread test is superior to Schirmer's test in terms of specificity, repeatability, and relation to tear break-up time. In addition, the correlation between the phenol red thread test and Schirmer's test significantly increases in dry eye patients. Therefore, the phenol red thread test is a good substitute option for Schirmer's test in diagnosing dry eye. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(2):193-199

Key Words: Correlation, Dry eye, Phenol red thread test, Repeatability, Sensitivity

Address reprint requests to **Jae Chan Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chung-Ang University Hospital
#102 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 156-755, Korea
Tel: 82-2-6299-1665, Fax: 82-2-825-1666, E-mail: jck50ey@kornet.net