



# 스마트폰 카메라를 이용한 눈꺼풀처짐 환자의 눈꺼풀 깜박임 특성 분석

## Analysis of Eyelid Blink Characteristics in Patients with Ptosis Using a Smartphone Camera

주태성<sup>1</sup> · 주진호<sup>1</sup> · 박인기<sup>2</sup> · 신재호<sup>1</sup>

Taesung Joo, MD<sup>1</sup>, Jin-Ho Joo, MD, PhD<sup>1</sup>, In-Ki Park, MD, PhD<sup>2</sup>, Jae-Ho Shin, MD, PhD<sup>1</sup>

경희대학교 의과대학 강동경희대학교병원 안과학교실<sup>1</sup>, 경희대학교 의과대학 경희의료원 안과학교실<sup>2</sup>

Department of Ophthalmology, Kyung Hee University Hospital at Gangdong, Kyung Hee University School of Medicine<sup>1</sup>, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, Kyung Hee University Medical Center, Kyung Hee University School of Medicine<sup>2</sup>, Seoul, Korea

**Purpose:** To compare eyelid blink characteristics between patients with ptosis and healthy controls using a smartphone camera.

**Methods:** The ptosis group consisted of 20 senile aponeurotic ptosis patients with margin reflex distance<sub>1</sub> ≤2.5 mm and the control group consisted of 10 healthy subjects without ptosis. The ptosis group was further divided into two groups based on an age cutoff of 70 years. Palpebral fissure height, levator function, margin reflex distance<sub>1</sub>, inter-blink interval, blink duration, blink rate, and blink velocity were measured and compared between the three groups based on photographs of the eyelids and videos of blinking taken with a smartphone camera.

**Results:** The palpebral fissure height, levator function, margin reflex distance<sub>1</sub>, and blink velocity were lower in the ptosis groups than in the control group but these values did not differ between the two ptosis groups. The palpebral fissure height, levator function, and margin reflex distance<sub>1</sub> were correlated with blink velocity. In the receiver operating characteristic (ROC) curve of blink velocity, the area under the receiver operating characteristic (AUROC) curve value was as high as 0.969 and the cut-off value was 32.36 mm/s.

**Conclusions:** It is possible to analyze eyelid blink characteristics using a smartphone camera and the results confirmed that palpebral fissure height, levator function, margin reflex distance<sub>1</sub>, and blink velocity were lower in the senile aponeurotic ptosis group than in the healthy control group and were unaffected by age. Additionally, blink velocity is valuable for diagnosis of ptosis due to the correlation between the degree of ptosis, blink velocity, and the ROC curve of blink velocity.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(7):873-880

**Keywords:** Blink velocity, Eyelid blink, Ptosis, Smartphone

■ Received: 2021. 2. 5.                    ■ Revised: 2021. 3. 15.

■ Accepted: 2021. 6. 20.

■ Address reprint requests to **Jae-Ho Shin, MD, PhD**  
 Department of Ophthalmology, Kyung Hee University Hospital  
 at Gangdong, #892 Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul 05278,  
 Korea  
 Tel: 82-2-440-7760, Fax: 82-2-440-7756  
 E-mail: ploadsky@naver.com

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

눈꺼풀은 눈을 보호하고, 각막의 눈물막을 유지하는 역할을 한다. 눈꺼풀 이상은 과도하게 눈을 덮거나 반대로 각막이 노출되게 하여 시각 이상까지 초래할 수 있다.<sup>1</sup> 이 중 흔하게 접하게 되는 눈꺼풀질환인 눈꺼풀처짐은 위눈꺼풀의 비정상적인 처짐을 특징으로 하며 눈꺼풀처짐 환자는 정상적인 눈꺼풀틈새(palpebral fissure height) (약 9-12 mm;<sup>2</sup> 아시아인들은 이보다 작다.<sup>3</sup>)의 높이까지 눈꺼풀을 올리는 데에 어려움을 겪는다.

© 2021 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

눈꺼풀처짐은 선천적 또는 후천적으로 단안 또는 양안에 발생할 수 있으며 여러 가지 원인에 의해 발생한다. 후천적 눈꺼풀처짐에서 가장 많은 형태는 연령과 관련된 퇴화에 의해 올림근널힘줄 부착탈락(levator aponeurosis dehiscence)으로 인한 널힘줄눈꺼풀처짐(aponeurotic ptosis)이다.<sup>4</sup> 널힘줄눈꺼풀처짐의 명확한 기전은 알 수 없지만 눈꺼풀올림근이 눈꺼풀판으로부터 떨어져 발생하는 것으로 생각하고 있으며<sup>5</sup> 이는 눈꺼풀 깜박임에도 영향을 미치게 된다.

눈꺼풀 깜박임은 시각 기능 유지, 안구 표면의 안정적 눈물막 분포, 눈물 배출 등에 있어 필수적인 작용이므로 적절하게 유지될 필요가 있다.<sup>6</sup> 비정상적인 눈꺼풀 깜박임은 안구 표면 건강과 시각 기능에 다양한 영향을 미칠 수 있다. 눈꺼풀 깜박임이 안되거나 눈꺼풀이 불완전하게 닫히는 경우에는 각막이 외부로 노출되고 눈물막이 증발하게 되어 노출각막병증이 발생하게 되며, 더 진행하게 되면 각막궤양이나 천공까지도 발생할 수 있게 되는데, 이런 상황을 유발할 수 있는 대표적인 질환으로 토안이 있다.<sup>7</sup> 눈깜박임 진폭, 눈깜박임 속도 등과 같은 눈꺼풀 깜박임의 특성은 건강한 눈과 건강하지 않은 눈 사이에서 차이가 있기 때문에 눈꺼풀 깜박임에 대해 정확하고 상세한 분석을 수행하는 것은 초기에 눈꺼풀의 이상 상태를 찾아내고, 그에 맞는 적절한 진단 및 치료를 수행함에 있어 중요하다.<sup>8</sup>

현재 눈꺼풀처짐의 진단은 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능(levator function), 눈꺼풀각막반사간거리(margin reflex distance<sub>1</sub>, MRD<sub>1</sub>) 측정을 통해 시행하고 있다. 이는 모두 정적인 눈꺼풀의 형태를 측정하여 눈꺼풀처짐 정도를 확인하는 방식이다. 위의 측정값들은 눈꺼풀 사진을 통해서 분석이 가능하나 눈꺼풀 깜박임의 경우는 영상을 통해 동적 움직임을 분석해야 한다. 여러 장비 중에서 고속 카메라는 정확하고 움직임 감지 기능이 우수하여 매우 신뢰할 수 있는 결과를 제공하기 때문에 눈꺼풀연축, 눈꺼풀처짐 등 눈꺼풀 이상 운동을 야기하는 질환에서 눈꺼풀 깜박임 운동을 분석하는 데 많이 이용하고 있다.<sup>8,9</sup> 그러나 이런 전문 장비들은 진료를 시행하는 실제 임상 환경에서 경제적으로 실용적이지 않을 수 있다. 이에 Godfrey et al<sup>10</sup>은 고속 카메라와 스마트폰 카메라의 비교를 통해 최신 스마트폰 카메라(초당 240프레임, 720p 해상도)의 고해상도, 고속 비디오 그래픽 성능은 진료를 시행하는 실제 임상에게 의미 있는 정보를 제공하기에 충분하다고 하였다.

이를 통해 동적인 눈꺼풀의 형태로서 눈꺼풀 깜박임 운동에 대해 눈꺼풀처짐 환자군과 정상 대조군을 비교 분석한다면 눈꺼풀처짐 환자들의 눈꺼풀 깜박임 특성에 대해 알 수 있으며, 유의한 차이가 있는 경우 추가적으로 눈꺼풀 처짐 진단에 있어서도 도움을 받을 수 있을 것으로 생각한다.

눈꺼풀 깜박임 특성으로는 눈깜박임 사이 간격(inter-blink interval), 눈깜박임 시간(blink duration), 분당 눈깜박임 횟수(blink rate), 눈깜박임 속도(blink velocity)가 있다. 고속 카메라를 이용하여 서구인들을 대상으로 눈꺼풀 깜박임을 분석한 연구<sup>4</sup>는 있지만 한국인을 대상으로 국내에서 진행된 연구는 현재까지 보고된 바 없다.

이에 본 연구는 고속 카메라가 아닌 쉽게 사용할 수 있는 스마트폰 카메라를 이용하여 촬영한 사진 및 녹화 영상을 통해 눈꺼풀의 처짐 정도를 보여주는 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀 올림근 기능, MRD<sub>1</sub>과 눈꺼풀 깜박임 특성을 보여주는 눈 깜박임 사이 간격, 눈깜박임 시간, 분당 눈깜박임 횟수, 눈 깜박임 속도를 측정하여 눈꺼풀처짐 환자군과 정상 대조군을 비교하여 분석하고자 하였다.

## 대상과 방법

자발적으로 연구에 참여하기로 동의한 만 59세에서 85세 남자 12명, 여자 8명의 눈꺼풀처짐 환자군 20명 40안과 환자군의 나이와 성별을 고려하여 만 42세에서 75세 남자 4명, 여자 6명의 정상 대조군 10명 20안을 대상으로 연구를 시행하였다. 눈꺼풀처짐 환자군은 본원 안과에 위눈꺼풀처짐을 주소로 내원한 환자들 중 MRD<sub>1</sub>이 2.5 mm 이하인 노년 널힘줄눈꺼풀처짐 환자들을 기준으로 모집하였다. 위눈꺼풀수술을 받았거나 눈꺼풀처짐 외에 안면마비, 삼차신경마비, 중증근무력증, 선천성 눈꺼풀 이상 등 위눈꺼풀에 영향을 줄 수 있는 질환력 및 눈꺼풀 외상력이 있는 환자들은 제외하였다. 이외에도 안구 불편감을 유발하여 눈꺼풀 깜박임에 영향을 줄 수 있는 각막 및 결막질환을 보이는 환자도 제외하였다. 이 연구에 참여한 모든 대상자로부터 동의서(Informed Consent)를 받았고 연구윤리심의위원회의 승인(승인 번호: KHNMC-2021-02-013)을 받았으며 헬싱키선언을 준수하였다.

모든 환자에서 동일한 촬영자에 의해 동일한 장소에서 동일한 방식으로 눈꺼풀 사진촬영 및 눈꺼풀 깜박임 운동 녹화를 시행하였다. 환자를 의자에 앉힌 후 30 cm 떨어진 곳에 삼각대를 통해 스마트폰(Galaxy Note10 5G SM-N971N, Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Korea)을 Frankfurt horizontal plane 높이에 맞게 설치하였다. 눈꺼풀틈새와 MRD<sub>1</sub>을 측정하기 위하여 자연스럽게 정면을 보고 있을 때의 눈꺼풀 사진을 촬영하였고, 눈꺼풀올림근 기능을 측정하기 위해 이마근육을 사용하지 못하게 누른 후 아래를 볼 때와 위를 볼 때의 눈꺼풀 사진을 촬영하였다. 촬영할 때 길이 측정오차를 최소화하기 위하여 환자의 가쪽눈구석 옆으로 눈금자를 대고 촬영을 시행하였다. 눈깜박임 사이 간격, 눈

깜박임 시간(closing, opening, blink), 분당 눈깜박임 횟수, 눈깜박임 속도(closing, opening, blink)를 측정하기 위하여 뉴스를 시청하는 동안의 눈꺼풀 깜박임을 슬로우 모션 기능( $\times 1/4$  속도, 초당 240프레임, 1,080p 해상도)을 이용하여 총 3분을 녹화하였다. 영상분석 시 초기 1분의 영상은 대상자가 연구를 의식하여 눈꺼풀 깜박임에 영향을 미쳤을 가능성이 있으므로 제외하였고 나머지 2분에 대해서만 영상

분석을 시행하였다.

촬영된 사진은 동일한 계측자에 의해 Image J program (NIH, Bethesda, MD, USA)을 사용하여 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>을 측정하였다. 길이 측정오차를 줄이기 위해 모든 길이는 3회 측정 후 그 평균값을 사용하였다. 녹화된 영상 또한 동일한 계측자에 의해 동영상 플레이어(PotPlayer, Kakao Corp., Jeju, Korea)를 이용하여 눈꺼풀을 깜박이는 과정을 0.025초 단위로 처음, 마지막, 중간 3회 총 5번의 눈꺼풀 깜박임 운동을 캡처하여 눈깜박임 사이 간격, 눈깜박임 시간, 분당 눈깜박임 횟수, 눈깜박임 속도를 측정하였다. 눈꺼풀 깜박임은 위눈꺼풀이 내려가기 시작한 시점부터 아래눈꺼풀까지 내려간 후 다시 초기 위치로 올라오는 시점으로 정의하였다.

통계적 분석은 SPSS version 25.0 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 통해 눈꺼풀치짐 환자군과 정상 대

**Table 1.** Demographic features of subjects

Feature	Ptosis	Control	p-value
Number of patients	20	10	-
Age (years)	67.75 $\pm$ 7.71	58.1 $\pm$ 13.97	0.143*
Sex (M:F)	12:8	4:6	0.301 <sup>†</sup>

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

M:F = male:female.

\*t-test; <sup>†</sup>chi-square test.

**Table 2.** Comparison of patients with ptosis group and control group

	Ptosis	Control	p-value*
PFH (mm)	4.51 $\pm$ 1.14	8.11 $\pm$ 1.52	<0.001
LF (mm)	6.85 $\pm$ 1.59	10.78 $\pm$ 1.72	<0.001
MRD (mm)	-0.62 $\pm$ 0.62	3.13 $\pm$ 0.78	<0.001
Inter-blink interval (s)	3.48 $\pm$ 2.22	4.02 $\pm$ 2.93	0.494
Closing duration (s)	0.12 $\pm$ 0.03	0.12 $\pm$ 0.02	0.698
Opening duration (s)	0.30 $\pm$ 0.08	0.29 $\pm$ 0.02	0.772
Blink duration (s)	0.42 $\pm$ 0.10	0.42 $\pm$ 0.03	0.925
Blink rate (blink/minute)	19.71 $\pm$ 9.54	17.67 $\pm$ 7.58	0.395
Mean closing velocity (mm/s)	38.63 $\pm$ 12.59	66.51 $\pm$ 13.83	<0.001
Mean opening velocity (mm/s)	15.64 $\pm$ 4.68	27.59 $\pm$ 4.99	<0.001
Mean blink velocity (mm/s)	22.20 $\pm$ 6.25	38.92 $\pm$ 7.13	<0.001

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

PFH = palpebral fissure height; LF = levator function; MRD = margin reflex distance; s = seconds.

\*t-test.

**Table 3.** Comparison of patients with ptosis ( $\geq 70$ ) group, ptosis ( $< 70$ ) group and control group

	Ptosis ( $\geq 70$ )	Ptosis ( $< 70$ )	Control	p-value*
Number of patients	10	10	10	
PFH (mm)	4.41 $\pm$ 1.46	4.59 $\pm$ 0.78	8.11 $\pm$ 1.52	<0.001
LF (mm)	6.22 $\pm$ 1.90	7.41 $\pm$ 1.01	10.78 $\pm$ 1.72	<0.001
MRD (mm)	-0.58 $\pm$ 0.52	-0.65 $\pm$ 0.71	3.13 $\pm$ 0.78	<0.001
Inter-blink interval (s)	2.98 $\pm$ 2.31	3.92 $\pm$ 2.10	4.02 $\pm$ 2.93	0.079
Closing duration (s)	0.12 $\pm$ 0.03	0.12 $\pm$ 0.03	0.12 $\pm$ 0.02	0.359
Opening duration (s)	0.29 $\pm$ 0.05	0.31 $\pm$ 0.01	0.29 $\pm$ 0.02	0.442
Blink duration (s)	0.40 $\pm$ 0.07	0.43 $\pm$ 0.12	0.42 $\pm$ 0.03	0.373
Blink rate (blink/minute)	22.77 $\pm$ 9.92	16.95 $\pm$ 8.50	17.67 $\pm$ 7.58	0.053
Mean closing velocity (mm/s)	38.00 $\pm$ 11.35	39.20 $\pm$ 13.88	66.51 $\pm$ 13.83	<0.001
Mean opening velocity (mm/s)	15.48 $\pm$ 4.44	15.79 $\pm$ 5.00	27.59 $\pm$ 4.99	<0.001
Mean blink velocity (mm/s)	21.86 $\pm$ 6.16	22.51 $\pm$ 6.47	38.92 $\pm$ 7.13	<0.001

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation unless otherwise indicated.

PFH = palpebral fissure height; LF = levator function; MRD = margin reflex distance; s = seconds.

\*Kruskal-Wallis test.

조군의 모든 변수에 대해 *t*-test로 분석하였고, 성별은 *chi-square test*로 분석하였다. 연령에 따라 눈꺼풀 압박임의 차이를 확인하기 위해 눈꺼풀처짐 환자군을 70세 이상의 환자와 70세 미만의 환자를 추가로 2개의 군으로 나누어 정상 대조군과 총 3개의 군으로 한 비교는 Kruskal-Wallis test, 3개의 군을 각각 비교한 것은 Mann-Whitney test를 통하여 분석하였다. 눈꺼풀속도가 눈꺼풀처짐 진단에 도움이 되는지 확인하기 위하여 receiver operating characteristic (ROC) curve 분석을 시행하였다. *p*값이 0.05 이하인 경우를 유의한 경우로 정의하였다.

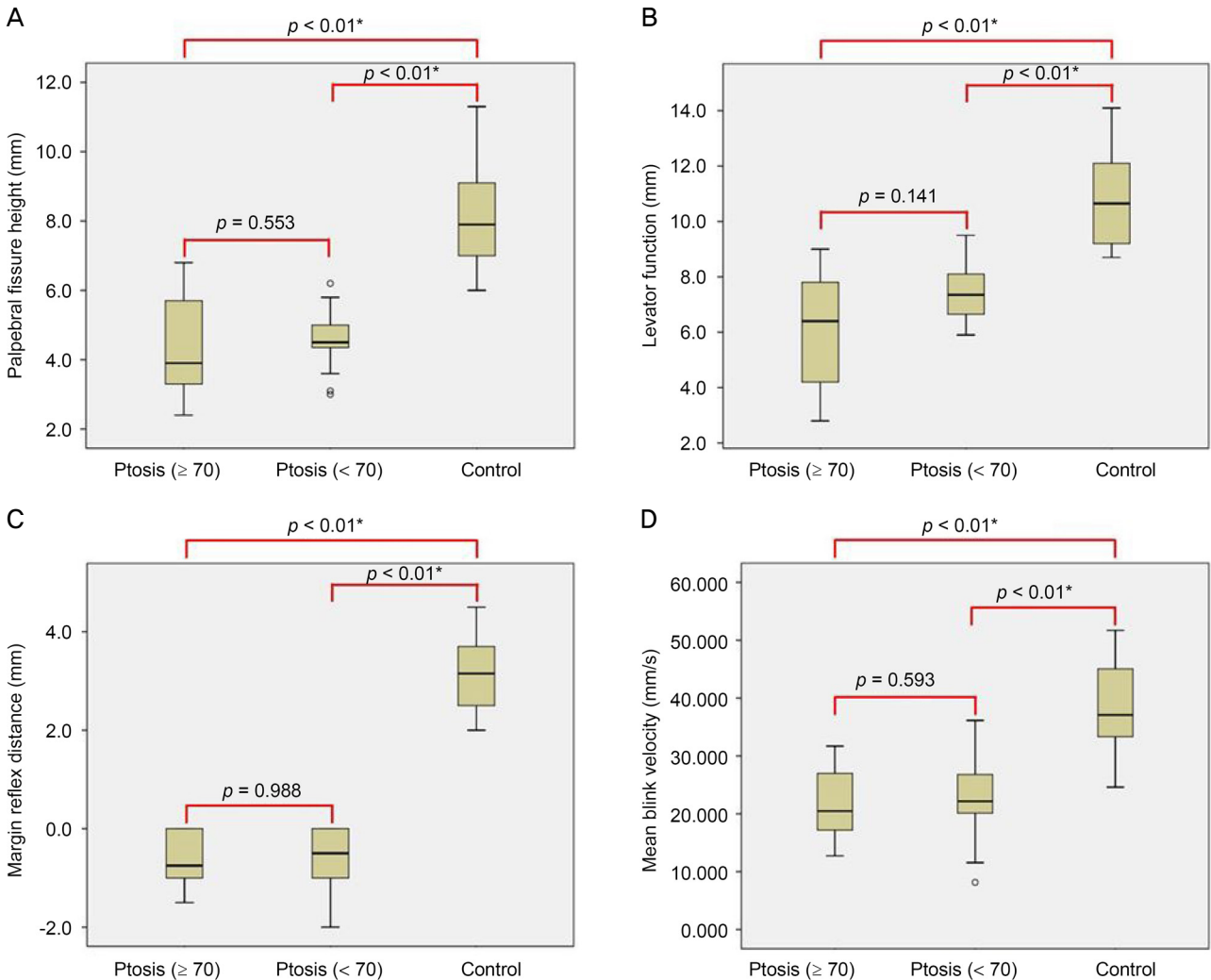
## 결 과

연구 대상은 눈꺼풀처짐 환자군 20명, 40안과 정상 대조

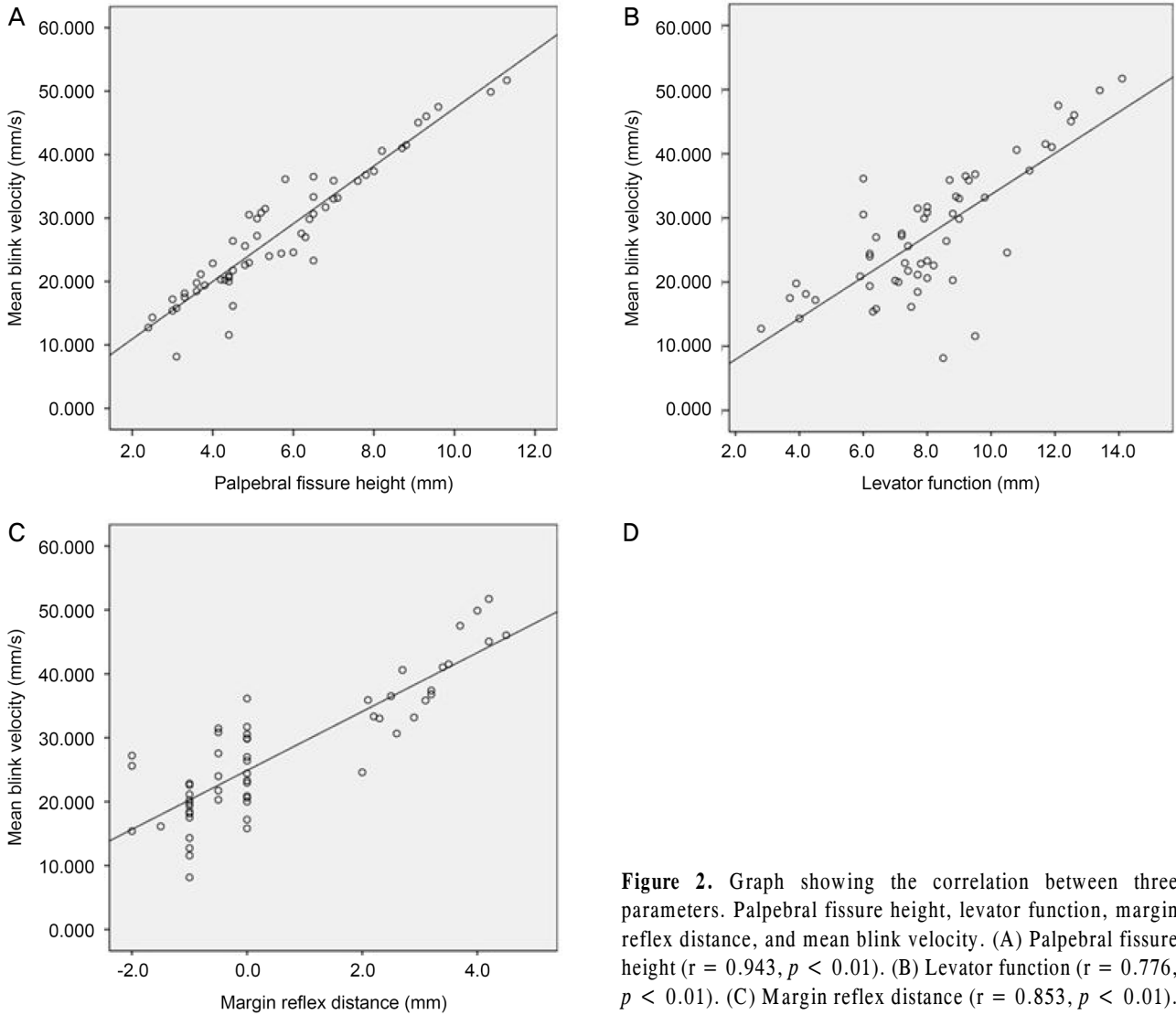
군 10명, 20안으로 눈꺼풀처짐 유무에 따라 2개의 군으로 나누었으며 각 군의 평균연령은  $67.75 \pm 7.71$ 세(59-85세),  $58.10 \pm 13.97$ 세(42-75세), 남녀 성비는 12:8, 4:6으로 의미 있는 차이는 없었다(*t*-test,  $p=0.143$ /*chi-square test*,  $p=0.301$ ) (Table 1).

눈꺼풀처짐 환자군에서 눈꺼풀의 처짐 정도를 보여주는 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>은 정상 대조군에 비해 모두 유의하게 작게 측정되었고( $p<0.01$ ) 눈꺼풀 압박 임 운동 특성을 보여주는 눈꺼풀속도 또한 유의하게 작게 측정되었다( $p<0.01$ ). 그러나 눈꺼풀속도 사이 간격, 눈꺼풀속도 시간, 분당 눈꺼풀속도 횟수는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ) (Table 2).

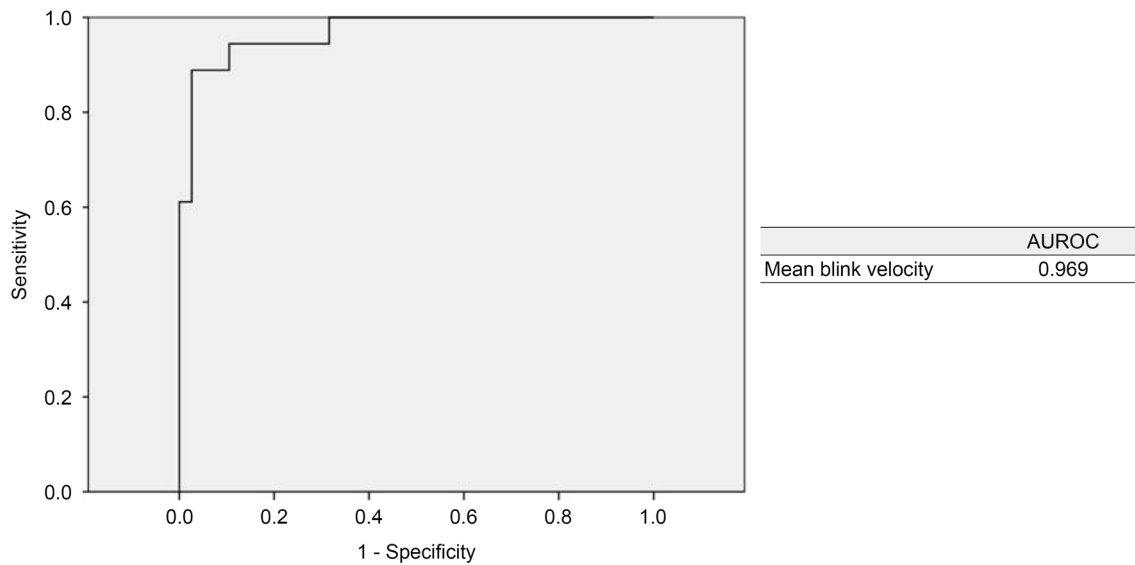
눈꺼풀처짐 환자군을 나이 70세를 기준으로 70세 이상과 70세 미만 2개의 군으로 추가로 나누어 정상 대조군을 포



**Figure 1.** Graph showing differences among four parameters. (A) Palpebral fissure height, (B) levator function, (C) margin reflex distance, (D) mean blink velocity for each of the three subgroups; ptosis ( $\geq 70$ ), ptosis ( $< 70$ ), control. \* $p < 0.05$ , Mann-Whitney test.



**Figure 2.** Graph showing the correlation between three parameters. Palpebral fissure height, levator function, margin reflex distance, and mean blink velocity. (A) Palpebral fissure height ( $r = 0.943$ ,  $p < 0.01$ ). (B) Levator function ( $r = 0.776$ ,  $p < 0.01$ ). (C) Margin reflex distance ( $r = 0.853$ ,  $p < 0.01$ ).



**Figure 3.** Receiver operating characteristic (ROC) curves obtained for mean blink velocity as diagnostic value of ptosis. AUROC = area under the receiver operating characteristic curve.

합 총 3개의 군을 Kruskal-Wallis test로 비교한 결과에서는 각 군에서 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>, 눈꺼풀박입 속도는 모두 유의한 차이를 보였고( $p < 0.01$ ) 눈꺼풀박입 사이 간격, 눈꺼풀박입 시간, 분당 눈꺼풀박입 횟수는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ) (Table 3).

70세 이상 눈꺼풀처짐 환자군과 70세 미만 눈꺼풀처짐 환자군을 비교한 결과에서는 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>, 눈꺼풀박입 속도가 모두 유의한 차이를 보이지 않았으나( $p > 0.05$ ) (Fig. 1) 70세 이상 환자군에서 눈꺼풀박입 사이 간격은 유의하게 작고 분당 눈꺼풀박입 횟수는 유의하게 큰 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

70세 이상 환자군과 70세 미만 환자군을 정상 대조군과 각각 비교한 결과에서는 70세 이상 및 70세 미만의 환자군에서 정상 대조군에 비해 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>, 눈꺼풀박입 속도가 유의하게 작게 측정되었고( $p < 0.01$ ) (Fig. 1), 눈꺼풀박입 사이 간격, 눈꺼풀박입 시간, 분당 눈꺼풀박입 횟수는 모두 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

눈꺼풀처짐 환자군과 정상 대조군에서 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>과 눈꺼풀박입 속도와 Pearson 상관분석을 통해 상관관계를 분석하였고, 그 결과 모두 유의한 상관관계가 있음을 확인하였다( $r = 0.943$ ,  $r = 0.776$ ,  $r = 0.853$ ,  $p < 0.01$ ) (Fig. 2). 눈꺼풀박입 속도에 대해서 눈꺼풀처짐 진단의 가능 여부를 확인하기 위해 ROC curve를 그렸고, 결과는 다음과 같았다(Fig. 3). ROC curve의 area under the receiver operating characteristic curve (AUROC)는 0.969였고, 판별 기준점(cut-off value)값은 32.36 mm/s로 측정되었다.

## 고 찰

눈꺼풀 깜박임은 ‘위아래눈꺼풀이 움직여 일시적으로 눈을 닫음’으로 정의할 수 있다.<sup>8</sup> 눈꺼풀 깜박임은 이물질 제거, 외부로부터의 안구보호, 눈물막 재형성 등을 통해 시각과 안구표면의 상태를 유지하는 데 중요한 역할을 한다.<sup>11</sup> 눈꺼풀 깜박임은 크게 3가지로 분류할 수 있다.<sup>8</sup> 1) 무의식적으로 발생하지만 주기적으로 발생하는 자연적인 깜박임(spontaneous blink), 2) 의도적으로 발생하는 자발적인 깜박임(voluntary blink), 3) 갑작스러운 충격, 큰소리 또는 강한 빛에 의해 유발되는 반사 깜박임(reflex blink). 이 중, 본 연구에서는 자연적인 눈꺼풀 깜박임의 특성에 대해 분석을 시행하였다. 논문마다 차이는 있지만 정상인에서의 분당 눈꺼풀박입 횟수는 2-50회/분, 눈꺼풀박입 시간은 300-572 ms, 눈꺼풀뜸새는 7.4-12.8 mm라고 하며<sup>12</sup> 눈꺼풀 형태 및 깜박임은 나이<sup>4</sup>와 성별<sup>11,13</sup>에 영향을 받는다고 한다. 따라서 본 연구에서 나이 및 성별의 영향을 최소화하기 위해 눈꺼

풀처짐 환자군과 정상 대조군 사이에 나이와 성별에 차이가 없도록 모집하였다.

첫 번째로 눈꺼풀처짐 환자군에서 정상 대조군에 비해 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>, 눈꺼풀박입 속도가 모두 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 눈꺼풀을 움직이게 하는 근육은 다양하다. 우선 눈꺼풀을 감게 하는 근육은 눈둘레근(orbicularis oculi muscle)이며, 안면신경(cranial nerve VII, CN VII)에 의해 지배를 받는다. 눈꺼풀을 올리는 데에 관여하는 구조물은 감는 데 관여하는 구조물보다 많은데, 이마근육(frontal muscle, CN VII), 눈꺼풀올림근(levator palpebrae muscle, CN III), 뮐러근(Müller muscle), 교감신경, 아래눈꺼풀판근(inferior tarsal muscle, sympathetic innervations)과 위눈꺼풀판에 부착된 올림근널힘줄(levator aponeurosis) 등이 있다.<sup>1</sup> 눈꺼풀 깜박임은 눈꺼풀 관련 근육들 중에서도 큰 역할을 하는 눈둘레근과 눈꺼풀올림근의 push-pull로 이루어진다고 묘사하고 있다.<sup>12</sup> 눈꺼풀처짐은 눈꺼풀올림근 또는 올림근널힘줄 등의 눈꺼풀올림근에 기능이상 발생이 생기는 질환으로 그 결과 눈꺼풀처짐이 발생하게 되는 것이다. 이에 눈꺼풀처짐 환자군에서 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub> 모두 정상 대조군에 비해 작은 것을 볼 수 있다. 본 연구는 여기에 추가로 눈꺼풀박입 속도(closing, opening, blink) 역시 정상 대조군과 차이가 있음을 확인하였다.

두 번째로 눈꺼풀처짐으로 인한 변수의 차이가 나이로 인해 생긴 것인지 확인하기 위해 눈꺼풀처짐 환자군을 70세 이상과 미만으로 나누어 추가 분석을 하였다. 그 결과 두 환자군에서 차이가 없었고 정상 대조군과의 차이만을 확인하였다.

눈꺼풀처짐 환자군에서 정상 대조군에 비해 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>, 눈꺼풀박입 속도(closing, opening, blink)가 모두 작은 것을 볼 수 있었으나 눈꺼풀처짐 환자군 내에서 나이에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다. 이를 통해 눈꺼풀처짐이 눈꺼풀 근육들(특히, 눈꺼풀올림근)의 기능에 영향<sup>4</sup>을 주어 정상 대조군에 비해 눈꺼풀을 처지게 만들 뿐 아니라 눈꺼풀박입 속도도 감소시키는 것을 알 수 있고, 비록 나이가 눈꺼풀처짐 정도와 눈꺼풀 깜박임 속도에도 영향을 미치긴 하겠지만 눈꺼풀뜸새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>과 눈꺼풀박입 속도 사이에 상관관계가 있는 것을 통해 남아 있는 눈꺼풀 근육들의 기능이 즉, 눈꺼풀처짐의 정도가 나이보다는 눈꺼풀처짐 정도와 눈꺼풀박입 속도에 더 큰 영향을 미쳤다고 생각할 수 있다. 또한 눈을 뜨는 속도가 감는 속도에 비해 느린 것을 볼 수 있는데 이는 눈꺼풀을 닫는 근육인 눈둘레근과 눈꺼풀을 여는 근육인 눈꺼풀올림근 사이의 근섬유의 생리적인 차이에 의해 발생한

다. 눈꺼풀관 앞쪽에 있는 눈돌레근은 90% 이상이 Type I의 빠른연축근섬유로 이루어져 있으며 대조적으로 눈꺼풀 올림근은 그 비율이 훨씬 적다.<sup>14</sup>

눈깜박임 속도 외에 눈꺼풀 깜박임 특성을 보여주는 변수들 중에서 눈깜박임 사이 간격, 분당 눈깜박임 횟수, 눈깜박임 시간은 눈꺼풀처짐 환자군과 정상 대조군에서 차이가 없었다. 이는 눈꺼풀처짐이 상기 변수에 영향을 미치지 않는음을 보여주며, 눈깜박임 시간의 경우 Mak et al<sup>4</sup>에서도 유의한 차이를 보이지 않았다. 다만 70세 이상 환자군에서 70세 미만 환자군에 비해 눈깜박임 사이 간격이 유의하게 작았고 분당 눈깜박임 횟수가 유의하게 컸다. Sun et al<sup>13</sup>에 의하면 정상군에서 분당 눈깜박임 횟수는 나이에 따라 유의한 차이를 보이지는 않았지만 나이가 많을수록 증가하는 경향을 보여주었다. 눈꺼풀 깜박임을 유발하는 것으로 안구 불편감이 주요 원인으로 알려져 있으며,<sup>15</sup> Rodriguez et al<sup>16</sup>에 의하면 안구건조증이 있는 환자에서 분당 눈깜박임 횟수가 증가함을 보여주었다. 안구표면질환이 있는 경우 안구 불편감이 발생하며 안구표면질환 중 가장 흔한 것이 안구건조증과 눈꺼풀염이다. 두 질환 모두 나이가 영향인자로서 나이가 많아짐에 따라 유병률이 증가하는 것으로 알려져 있다. 따라서 70세 이상의 환자군에서 눈깜박임 사이 간격이 작고 분당 눈깜박임 횟수가 큰 것으로 생각된다.

세 번째로 눈꺼풀 깜박임을 동적으로 측정할 수치에서 눈깜박임 속도는 기존의 눈꺼풀처짐의 진단에 도움이 되는 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능, MRD<sub>1</sub>과 모두 유의한 상관관계를 보여 눈깜박임 속도 또한 눈꺼풀처짐을 진단하고 정도를 파악하는 데 도움이 될 것이라 생각하였다. 실제로 ROC curve에서도 AUROC 값이 0.969로 높은 값을 보여 눈꺼풀처짐 진단에 있어 눈깜박임 속도가 매우 큰 가치가 있을 것이라고 확인할 수 있었다. 판별 기준점도 32.36 mm/s로 측정되었으며 이보다 작은 경우 눈꺼풀처짐으로 진단할 수 있게 된다.

본 연구는 대상자가 많지 않았다는 것이 한계점으로 눈꺼풀 깜박임을 보다 정확하게 수치화하고 눈깜박임 속도를 진단 기준에 넣기 위해서는 더 많은 대상자를 통한 대규모 연구가 필요할 것으로 생각한다. 추가로 눈꺼풀처짐수술을 시행한 이후, 눈꺼풀처짐과 눈꺼풀 깜박임이 얼마나 호전되며 어떤 양상을 보이는지를 분석하여 수술 전과 비교하는 추가 연구를 진행하면 눈꺼풀처짐에 대해 더 많이 이해할 수 있을 것이라 생각한다.

결론적으로 전문 장비인 고속 카메라를 통하지 않더라도 스마트폰 카메라를 통해 눈꺼풀 깜박임에 대한 유의한 분석을 시행할 수 있었으며, 눈꺼풀처짐 환자는 정상인에 비해 눈꺼풀이 처지고 눈깜박임 속도가 떨어지게 된다. 나이

에 따라 눈깜박임 횟수는 증가하지만 이는 나이에 따른 안구 불편감의 증가로 인한 것으로 생각되며, 눈꺼풀처짐이나 눈꺼풀 깜박임 운동에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 나이보다는 눈꺼풀처짐에 의해 남아 있는 눈꺼풀 근육의 기능들이 더 중요한 것으로 보이며 눈꺼풀처짐과 눈깜박임 속도의 양의 상관관계를 통해 눈깜박임 속도 또한 눈꺼풀 처짐과 같이 눈꺼풀처짐의 진단 기준으로서 가치가 있을 것이라 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Jeong SH. Disorders of the eyelid. Clin Neuroophthalmol 2012; 2:1-5.
- 2) Sudhakar P, Vu Q, Kosoko-Lasaki O, Palmer M. Upper eyelid ptosis revisited. Am J Clin Med 2009;6:5-14.
- 3) Le TT, Farkas LG, Ngim RC, et al. Proportionality in Asian and North American Caucasian faces using neoclassical facial canons as criteria. Aesthetic Plast Surg 2002;26:64-9.
- 4) Mak FH, Harker A, Kwon KA, et al. Analysis of blink dynamics in patients with blepharoptosis. J R Soc Interface 2016;13:20150932.
- 5) Fujiwara T, Matsuo K, Kondoh S, Yuzuriha S. Etiology and pathogenesis of aponeurotic blepharoptosis. Ann Plast Surg 2001;46:29-35.
- 6) Osaki MH, Osaki TH, Garcia DM, et al. Analysis of blink activity and anomalous eyelid movements in patients with hemifacial spasm. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2020;258:669-74.
- 7) Fu L, Patel BC. Lagophthalmos [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, c2020 [cited 2021 Jan 25]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560661/>.
- 8) Kwon KA, Shipley RJ, Edirisinghe M, et al. High-speed camera characterization of voluntary eye blinking kinematics. J R Soc Interface 2013;10:20130227.
- 9) Cruz AA, Garcia DM, Pinto CT, Cechetti SP. Spontaneous eye-blink activity. Ocul Surf 2011;9:29-41.
- 10) Godfrey KJ, Wilsen C, Satterfield K, et al. Analysis of spontaneous eyelid blink dynamics using a 240 frames per second smartphone camera. Ophthalmic Plast Reconstr Surg 2019;35:503-5.
- 11) Pult H, Riede-Pult BH, Murphy PJ. A new perspective on spontaneous blinks. Ophthalmology 2013;120:1086-91.
- 12) DeAngelis KD, Rider A, Potter W, et al. Eyelid spontaneous blink analysis and age-related changes through high-speed imaging. Ophthalmic Plast Reconstr Surg 2019;35:487-90.
- 13) Sun WS, Baker RS, Chuke JC, et al. Age-related changes in human blinks. Passive and active changes in eyelid kinematics. Invest Ophthalmol Vis Sci 1997;38:92-9.
- 14) Ezra DG, Beaconsfield M, Collin R. Surgical anatomy of the upper eyelid: old controversies, new concepts. Expert Rev Ophthalmol 2009;4:47-57.
- 15) Nakamori K, Odawara M, Nakajima T, et al. Blinking is controlled primarily by ocular surface conditions. Am J Ophthalmol 1997;124: 24-30.
- 16) Rodriguez JD, Lane KJ, Ousler GW 3rd, et al. Blink: characteristics, controls, and relation to dry eyes. Curr Eye Res 2018;43: 52-66.

= 국문초록 =

## 스마트폰 카메라를 이용한 눈꺼풀처짐 환자의 눈꺼풀 깜박임 특성 분석

**목적:** 눈꺼풀처짐 환자군과 정상 대조군 사이의 눈꺼풀 깜박임 특성을 스마트폰을 통해 비교하고자 하였다.

**대상과 방법:** 눈꺼풀각막반사간거리가 2.5 mm 이하인 노년 널힘줄눈꺼풀처짐 환자군 20명과 정상 대조군 10명을 대상으로 눈꺼풀처짐 유무로 2개 군으로, 환자군을 70세 기준으로 2개 군으로 나누어 대조군 포함 3개 군으로 나누었다. 스마트폰으로 촬영한 사진과 깜박임 영상을 통해 각 군에서 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능, 눈꺼풀각막반사간거리, 눈깜박임 사이 간격, 눈깜박임 시간, 분당 눈깜박임 횟수, 눈깜박임 속도를 비교하였다.

**결과:** 정상 대조군과 비교해 눈꺼풀처짐 환자군에서 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능, 눈꺼풀각막반사간거리, 눈깜박임 속도는 작았다. 70세 기준으로 나눈 2개의 환자군과 대조군을 포함한 총 3개 군을 비교했을 때 환자군에서 상기 값들은 나이에 의한 차이는 없었고 대조군에 비해 작았다. 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능, 눈꺼풀각막반사간거리가 눈깜박임 속도와 상관관계를 보였으며 눈깜박임 속도의 receiver operating characteristic (ROC) curve에서 area under the receiver operating characteristic (AUROC) curve값이 0.969로 높았고 판별기준점은 32.36 mm/s이었다.

**결론:** 스마트폰을 통해서도 눈꺼풀 깜박임 운동에 대해 분석할 수 있었으며, 노년 널힘줄눈꺼풀처짐 환자군에서 눈꺼풀틈새, 눈꺼풀올림근 기능, 눈꺼풀각막반사간거리, 눈깜박임 속도가 정상 대조군에 비해 작으며 나이의 영향을 받지 않는 점을 확인할 수 있었다. 또한 눈꺼풀처짐 정도와 눈깜박임 속도 사이의 상관관계와 눈깜박임 속도의 ROC curve를 통해 눈깜박임 속도가 눈꺼풀처짐 진단에 가치가 있을 것이라고 본다.

〈대한안과학회지 2021;62(7):873-880〉

주태성 / Taesung Joo

경희대학교 의과대학 강동경희대학교병원 안과학교실  
Department of Ophthalmology,  
Kyung Hee University Hospital at Gangdong,  
Kyung Hee University School of Medicine

