

## 녹내장 환자에서 안압의 하루 변동 반복성에 대한 고찰

공민귀 · 이정민 · 기창원

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 안과학교실

**목적:** 녹내장 환자에서 안압의 하루 변동이 반복성을 띄는지 알아보았다.

**대상과 방법:** 녹내장 환자 18명을 대상으로 48시간 동안 2시 혹은 4시를 제외하고 2시간 간격으로 Goldmann 안압계로 안압 측정 후 안압의 하루 변동이 반복성을 띄는지 분석하였다.

**결과:** 측정 1일째와 2일째 모두 양안에서 4시 및 6시의 안압이 가장 높았다. 대상 환자수가 다른 2시와 4시의 결과를 제외하고 나머지 시간대의 결과만을 분석 시 우안 일치도는 6시, 18시에서 매우 좋음, 8시, 20시, 22시, 24시에서 좋음을 보였으며 좌안 일치도는 6시, 22시에서 매우 좋음, 12시, 18시, 20시, 24시에서 좋음을 보였다. 2시에 안압을 측정한 5명의 결과를 제외하면 일치도는 우안은 6시, 18시에서 매우 좋음, 4시에서 좋음을 보였고, 좌안은 4시, 6시, 22시에서 매우 좋음을 보였다.

**결론:** 안압은 새벽에 최고치를 보였다는 점에서 하루 변동이 반복되는 경향성을 가진다고 생각하나, 측정 1일째와 측정 2일째의 시간대 별 반복성 비교에서 일치도가 나뉘를 보인 시간대가 많다는 점을 고려할 때 안압의 하루 변동에 반복성을 입증하기는 어려울 것으로 판단된다.

〈대한안과학회지 2012;53(8):1118-1123〉

안압은 시간대별로 다양한 변화를 보이며, 주간과 야간에 따른 주기를 가진다고 알려졌다.<sup>1</sup> 이를 안압의 하루 변동이라 하여 많은 연구가 이루어지고 있으나 아직까지 이에 대해서 완전히 밝혀지지는 않았으며 시간대별 연관성이 있을 것이라고 추측하고 있다. 현재까지 발표된 연구들을 살펴보면 Zeimer<sup>2</sup>는 얇은 상태로 안압을 측정하였을 때 안압이 아침에 가장 높이 올랐다가 저녁이 되면 떨어진다고 하였고 정상인을 대상으로 24시간 동안 누워서 안압을 측정한 연구에서는 반대로 주간에서 야간으로 갈수록 안압이 상승하는 소견을 보였다.<sup>3-5</sup> 서있는 자세에서 누운 자세로의 변환은 체액의 분포를 바꾸어 상공막 정맥압의 변화를 일으키고 이로 인해 안압의 상승을 유발할 수 있다.<sup>6</sup> Jorge et al<sup>7</sup>은 야간에 안압이 오르는데 이는 자세와 무관하게 나타난다고도 하였다. 많은 연구들이 단지 24시간의 연속된 안압 자료에 기초해 이루어졌기에 이러한 하루 변동이 반복성을 가지는지, 안압의 변화 주기도 24시간이 맞는지 등

에 대한 연구는 현재까지 활발히 이루어지지 않았고 관련된 몇몇의 연구에서도 결과는 서로 다양했다. Katavisto<sup>8</sup>는 녹내장 환자를 대상으로 Schiøtz 안압계로 시행한 연구를 통해 대상자 중 80%가 하루 변동이 반복된다고 하였으나 Wilensky et al<sup>9</sup>은 가정에서 피험자가 자기의 안압을 측정할 수 있도록 개발된 압평안압계를 이용하여 고안압 환자에서는 28%, 원발성 개방각 녹내장 환자에서는 34%만이 안압의 하루 변동에 반복성이 나타났다고 밝혔다. Realini et al<sup>10,11</sup>은 일주일 간격으로 대상자들을 두 번 내원토록 하여 오전 8시부터 오후 8시까지 두 시간 간격으로 안압을 측정한 후, 각 방문 시의 동일 시간대의 안압을 비교, intra-class correlation coefficient (ICC)로 분석하여 반복성 여부를 연구하였고, 그 결과 녹내장 환자 및 정상 피험자 모두 안압의 일치도가 좋음 이상으로 반복성을 보인다고 하였다. 단, 두 개의 시간대 간의 안압 차를 각 방문별로 비교했을 때에는 뚜렷한 반복성을 나타내지 않았다.

안압의 패턴이 반복성을 나타내지는 임상에서 녹내장 환자에게 약물 투여시간을 일정하게 하고, 경과관찰 시에 안압 측정 시간을 비슷한 시간대로 통일하는 행동의 근거가 되는 가설이므로 저자는 48시간의 연속된 시간 동안 측정한 안압 기록을 분석하여 안압의 하루 동안의 변화가 반복성을 나타내는지 확인해보고자 하였다. 이를 위해 모든 대상자들을 입원토록 하여 연속된 2일간의 안압 측정이 가능하도록 하였고 약물 사용을 입원 전과 동일하도록 제한

■ 접수 일: 2011년 11월 28일 ■ 심사통과일: 2012년 2월 23일  
■ 게재허가일: 2012년 6월 19일

■ 책임저자: 기 창 원

서울특별시 강남구 일원로 81  
삼성서울병원 안과  
Tel: 02-3410-3569, Fax: 02-3410-0029  
E-mail: ckee@skku.edu

\* 본 논문의 요지는 2011년 대한안과학회 제106회 학술대회에서 포스터로 발표되었음.

하였으며, 일정한 시간에 안정된 상태에서 안압을 반복 측정하였다.

## 대상과 방법

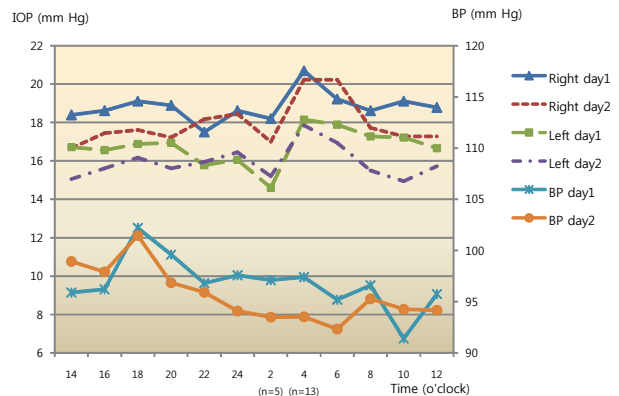
본 연구는 삼성서울병원 녹내장 외래에서 녹내장으로 진료 중인 18명을 대상으로 2005년 7월 29일부터 2011년 7월 11일 사이에 이루어졌다. 모든 녹내장 환자는 전방각경 검사상 개방각을 보이며 전형적인 녹내장성 시신경 유두손상과 30-2 Humphrey 시야검사상 이에 부합하는 시야 결손이 관찰되고 녹내장 이외의 시신경 손상을 일으킬 만한 원인 질환이 없는 경우였다. 대상자들은 주로 12:00에서 14:00 사이에 입원하여 나안시력, 최고 교정시력, 안압, 전방각경검사를 포함한 전안부 검사를 시행하였고, 이후 48시간 동안 02:00 (13명) 혹은 04:00 (5명)를 제외하고 2시간 간격으로 앓은 상태로 혈압 및 Goldmann 압평 안압계를 이용한 안압 측정을 하였다. 안압은 입원기간 동안 한 명의 안과 전공의가 우안에서 좌안 순으로 측정하였고, 혈압은 담당 간호사가 3교대로 측정하였다. 점안 중이거나 복용 중인 약은 입원 기간 중 모두 입원 전과 동일하게 사용토록 담당 간호사가 직접 점안하고 복용 지도하였으며, 대상군의 행동이나 음식 섭취에도 제한을 두지 않아 일상생활과 비슷하도록 하였다.

본 연구는 48시간 동안 2시간 간격으로 안압을 측정한 후 측정 1일째와 측정 2일째에서 각 시간대별 안압의 하루 변동이 반복성을 띄는지 보기 위한 연구로서, 측정 1일째와 측정 2일째의 동 시간대의 안압 간에 ICC를 구하고, 사후검정으로 Bonferroni method 보정 후에 반복성을 살펴보았다. 02:00와 04:00에는 안압을 측정한 환자수가 다른 시간대와 차이가 나는 관계로, 먼저 모든 대상자(18명)에서

02:00와 04:00의 안압 결과를 제외하고 나머지 시간대의 결과로 측정 1일째, 측정 2일째 간 동 시간대의 안압 하루 변동의 반복성을 ICC로 분석하였다. 추가로, 대상 환자수가 적은 02:00에 안압을 측정한 5명의 모든 시간대 데이터를 제외한 후, 13명의 환자군에서 04:00의 안압 결과는 포함시켜 동일한 방법으로 안압의 하루 변동 반복성을 분석하였다. ICC의 해석은 Bonferroni method 보정 후  $p < 0.05$ 일 경우에 한해, ICC가  $< 0.4$ 일 경우 일치도 나쁨,  $0.45 \sim 0.75$ 일 경우 일치도 좋음,  $> 0.75$ 일 경우 일치도 매우 좋음으로 보았다.<sup>12</sup>

## 결 과

대상자 중 남자는 12명, 여자는 6명이었고, 평균 나이는



**Figure 1.** Twenty-four-hour variations in intraocular pressure (IOP) and blood pressure (BP). IOP reaches its peak between 04:00 and 06:00 o'clock in both eyes and on both days. Out of 18 patients, 5 patients underwent IOP assessment at 02:00 o'clock and 13 patients at 04:00 o'clock.

**Table 1.** General and medication information of patients

Information	Variable
Age (mean $\pm$ SD, yr)	46.33 $\pm$ 12.70
Male (n [%])	12 (66.7)
Number of medications (n [%])	
0	3 (16.7)
1	2 (11.1)
2	6 (33.3)
$\geq 3$	7 (38.9)
Medications used (n [%])	
Prostaglandin	12 (66.7)
$\beta$ -Blocker/carbonic anhydrase inhibitor fixed combination	10 (55.6)
Adrenergic agonist	8 (44.4)
Carbonic anhydrase inhibitor	3 (16.7)
Adrenergic agonist/ $\beta$ -blocker fixed combination	2 (11.1)
Prostaglandin/ $\beta$ -blocker fixed combination	1 (5.6)

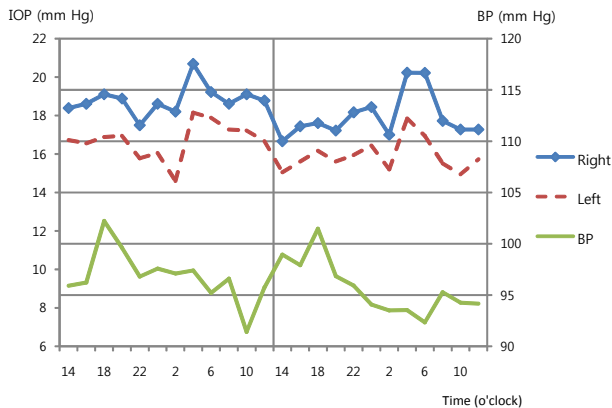
SD = standard deviation.

46.33 ± 12.70세(범위 23-70세)였다. 대부분 (15/18, 83.3%) 한 개 이상의 안압하강제를 점안하고 있었으며 그중 7명 (38.9%)은 3가지 이상의 약제를 사용 중이었다(Table 1). 안압은 측정 1일째와 측정 2일째에서 모두 04:00, 06:00에 가장 높았으며 이는 양안에서 공통된 소견이었고(Fig. 1) 혈압의 일중 최고치와는 시간차가 있었다(Fig. 2). 전체 대상자의 안압 평균값은 측정 1일째와 측정 2일째에서 우안은 각각 18.80 ± 5.65 mmHg, 17.94 ± 5.39 mmHg이며, 좌안은 16.83 ± 4.04 mmHg, 15.91 ± 3.43 mmHg이었고 측정 1일째와 측정 2일째 간 동 시간대 안압 차이의 평균은 우안 0.86 mmHg, 좌안 0.92 mmHg로 양안 모두 측정 1일째에 비해 측정 2일째에서 안압이 내려가는 경향을 보였다(우안  $p=0.02$ , 좌안  $p=0.001$ , Table 2). 분석된 ICC의 일치도는 02:00와 04:00 결과를 제외한 18인의 분석에서 우안 0.221-0.874, 좌안 0.159-0.852였으며, 이 중 의미 있

는  $p$ -value와 좋음에서 매우 좋은의 일치도를 보인 시간대는 우안 06:00, 18:00 (이상 매우 좋음), 08:00, 20:00, 22:00, 24:00 (이상 좋음)이며, 좌안 06:00, 22:00 (이상 매우 좋음), 12:00, 18:00, 20:00, 24:00 (이상 좋음)이었다. 02:00에 안압을 측정한 5인의 모든 시간대 결과를 제외하고, 나머지 13인의 04:00 결과까지 포함시킨 분석 시 ICC는 우안 0.113-0.855, 좌안 0.017-0.866이며 이 중 의미 있는  $p$ -value와 좋음에서 매우 좋은의 일치도를 보인 시간대는 우안 06:00, 18:00 (이상 매우 좋음), 04:00 (이상 좋음)이며, 좌안은 04:00, 06:00, 22:00 (이상 매우 좋음)였다(Table 3). 상기 시간대를 제외한 나머지 시간대에서는 측정 1일째와 측정 2일째 간의 하루 동안 안압 변동의 반복성을 ICC를 통해 입증할 수 없었다.

## 고 찰

본 연구는 피험자에서 Goldmann 압평안압계로 연속된 48시간의 안압을 측정하여 그 결과를 분석하였기에 안압의 변동 주기가 24시간 이상일 수도 있음에 대한 고찰이 가능하였다. 이번 연구의 결과를 분석해볼 때 안압의 하루 변동은 어느 정도 경향성을 가지는 것으로 보이나, 동 시간대의 연관성 분석에서는 측정 1일째와 측정 2일째 간 반복성을 입증할 수는 없었다. 이는 이전 논문들에서 밝혀진 바와 유사한 결론이다. 서론에서 언급했던 Realini et al.<sup>10,11</sup>은 본 연구와 비슷한 조건으로 녹내장 환자 및 정상 피험자군 모두에서 각 시간대별 안압의 일치도를 분석하였고, 그 결과 좋음 이상의 반복성을 보인다고 하였다. 다만, 당시의 연구에서는 두 개의 시간대별 간에 안압 차이에서는 뚜렷한 반복성을 나타내지 않았기에 안압의 하루 변동이 반복성을



**Figure 2.** Forty-eight-hour variation of intraocular pressure (IOP) and blood pressure (BP). The peak and trough points of IOP and BP are not matched.

**Table 2.** Intraocular pressure (IOP) and mean blood pressure (BP) at each time point on Day 1 and Day 2 and their differences between Day 1 and Day 2

Time (o'clock)	Right Eye			Left Eye			Mean BP		
	Day 1 (mm Hg)	Day 2 (mm Hg)	Difference	Day 1 (mm Hg)	Day 2 (mm Hg)	Difference	Day 1 (mm Hg)	Day 2 (mm Hg)	Difference
14	17.70 ± 5.98	16.25 ± 3.75	1.72	16.47 ± 3.72	14.95 ± 3.03	1.67	96	99	-3.0
16	18.05 ± 5.39	16.85 ± 4.74	1.17	16.37 ± 4.12	15.47 ± 2.85	0.94	96	98	-1.7
18	18.40 ± 5.82	17.10 ± 4.88	1.50	16.53 ± 3.68	16.05 ± 3.14	0.72	102	101	0.7
20	18.40 ± 5.06	16.75 ± 4.80	1.17	16.79 ± 3.40	15.47 ± 3.86	1.33	100	97	2.7
22	17.10 ± 4.24	17.85 ± 5.43	-0.67	15.60 ± 3.25	15.84 ± 3.57	-0.17	97	96	-5.6
24	18.00 ± 4.91	18.35 ± 5.10	0.17	15.84 ± 3.25	16.42 ± 3.50	-0.39	98	94	3.5
2 (n = 5)	18.20 ± 4.96	17.00 ± 5.66	1.20	14.60 ± 1.36	15.20 ± 3.37	-0.60	97	94	3.6
4 (n = 13)	20.80 ± 4.79	19.67 ± 6.31	0.46	18.00 ± 3.42	17.57 ± 3.94	0.31	97	94	3.87
6	19.20 ± 5.10	19.70 ± 6.02	-1.00	17.74 ± 3.98	16.74 ± 3.24	0.94	95	92	2.9
8	18.26 ± 5.43	17.30 ± 5.42	0.89	17.28 ± 4.16	15.47 ± 2.93	1.78	97	95	1.3
10	18.50 ± 8.69	16.75 ± 5.35	1.83	17.00 ± 6.44	14.79 ± 3.10	2.28	91	94	-2.9
12	18.25 ± 4.94	16.60 ± 5.39	1.50	16.47 ± 3.57	15.47 ± 3.31	0.94	96	94	1.6

IOP values are expressed as mean ± SD, unless otherwise indicated.

**Table 3.** Intraclass correlation coefficients (ICC) and p-value of intraocular pressure between Day 1 and Day 2 by time point

Time (o'clock)	N = 18		N = 13	
	Right eye ICC (p-value)	Left eye ICC (p-value)	Right eye ICC (p-value)	Left eye ICC (p-value)
14	0.337 (0.747)	0.325 (0.707)	0.161 (1.000)	0.201 (1.000)
16	0.432 (0.334)	0.159 (1.000)	0.238 (1.000)	0.017 (1.000)
18	0.784 (<0.001)*	0.615 (0.025) <sup>†</sup>	0.787 (0.003)*	0.605 (0.130)
20	0.606 (0.021) <sup>†</sup>	0.590 (0.026) <sup>†</sup>	0.636 (0.084)	0.627 (0.093)
22	0.746 (0.001) <sup>†</sup>	0.841 (<0.001)*	0.649 (0.070)	0.866 (<0.001)*
24	0.604 (0.039) <sup>†</sup>	0.654 (0.014) <sup>†</sup>	0.533 (0.312)	0.642 (0.094)
4 (n = 13)	NA <sup>‡</sup>	NA <sup>‡</sup>	0.718 (0.027) <sup>†</sup>	0.752 (0.014)*
6	0.874 (<0.001)*	0.852 (<0.001)*	0.855 (0.001)*	0.837 (<0.001)*
8	0.668 (0.010) <sup>†</sup>	0.479 (0.111)	0.591 (0.173)	0.443 (0.409)
10	0.221 (1.000)	0.174 (1.000)	0.113 (1.000)	0.085 (1.000)
12	0.503 (0.142)	0.574 (0.045) <sup>†</sup>	0.411 (0.714)	0.510 (0.294)

\*ICC: excellent; <sup>†</sup>ICC: good; <sup>‡</sup>Exclude IOP results at 04:00 o'clock.

갖는다고 말하기는 어렵다는 결론을 지었다.

이번 연구에서는 전체 입원기간 동안 대상군에게 음식 및 행동에 제한을 두지 않아 입원 전의 일상생활과 가능한 동일하도록 하였다. 또한, 입원 전에 사용했던 약물을 그대로 사용하며 안압을 측정하였고 안압의 하루 변동에 대한 반복성의 척도로 삼은 ICC는 시간대별로 나뉘어서 매우 좋음으로 다양한 일치도를 보였다.

높은 일치도를 보인 시간대는 주로 저녁 이후 및 새벽 시간대였다. 흡연이나 많은 양의 수분 섭취, 카페인 섭취 등은 단기간의 안압을 상승시킴이 보고된 바 있다. 아직 밝혀지지 않는 것으나 이 외의 다른 생활 패턴이 안압에 영향을 미친다면 입원 직후인 측정 1일째의 낮 시간은 측정 2일째의 낮 시간대와 그 직전 수시간 동안의 행동 패턴에 차이가 클 가능성이 높으나 입원 이후 일정 시간의 안정을 취한 이후인 측정 1일째의 밤 시간대는 측정 2일째의 밤 시간대와 이전 수시간 동안의 행동 패턴이 비슷했을 가능성이 높기에 이러한 점이 주로 밤에서 높은 일치도를 보였던 원인이라 가정할 수도 있을 것이다. 향후 입원 기간을 늘려 측정 2일째와 측정 3일째 간의 비교를 한다면, 이와 같은 가설에 대해 좀 더 명확한 해답을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

일치도는 낮과 밤에서 서로 다른 양상을 보였으나 측정 1일째의 안압이 측정 2일째에 비해 높은 경향은 시간대와 무관하게 거의 공통되었다. 이러한 현상은 Aakre<sup>13</sup>와 Realini et al<sup>10,11</sup>의 연구에서 건강한 대상군과 녹내장 집단에서도 모두 공통되게 나타났으며, 이번 연구에서는 혈압에서도 비슷한 경향을 관찰할 수 있었기에 상기 연구들에서 언급한 바와 같이 “white-coat” 현상에 의한 것일 수 있겠다. 이런 “white-coat”의 영향을 줄이기 위해서는 일정 간격을 두고 두 번 입원하여 검사를 시행하는 방법이 더 좋을 것으로 판단된다. 다만, Realini et al<sup>10,11</sup>의 연구에서 일주

일 간격으로 두 번 방문하여 검사를 시행했을 때에도 “white-coat” 현상이 나타났다는 점을 볼 때, 48시간 동안의 측정을 일주일 간격으로 두 번 시행하고 각 입원의 측정 1일째끼리 일치성을 분석하고, 같은 방법으로 각 입원의 측정 2일째 간의 일치성을 따로 분석하는 것이 이상적일 것으로 생각한다.

본 연구에서 새벽에 안압이 최고치를 보이기 바로 전 안압이 낮게 떨어진 후 상승하는 현상을 볼 수 있는데(Fig. 1) 이는 측정 1일째, 측정 2일째에서 양안에 공통되게 나타났다. 그 원인으로는 총 36안 중 21안(58%)에서 취침 직전에 prostaglandin 제제를 점안했기 때문에 이의 영향이 있었을 것이라 생각한다. 저자들은 약물에 의한 영향을 최소화하기 위해 약물 사용을 정해진 시간에 규칙적으로 하도록 제한하였으나 보다 궁극적으로는 약물 치료를 시작하지 않은 원발성개방우각녹내장 환자들을 대상으로 추후 연구가 이루어진다면 약물에 의한 영향을 더욱 배제할 수 있을 것이다.

48시간 동안 혈압과 안압의 하루 변동을 연관지어보면(Fig. 2.) 혈압이 먼저 상승한 후에 약간의 시간차를 두고 뒤이어 안압이 최고치를 보였고 이후 혈압이 최저로 떨어진 후 안압도 역시 어느 정도 시간 뒤에 최저치를 보이는 경향성이 있었다. 혈압은 수면시간 동안 떨어졌다가 아침에 급등하는 하루 변동을 보인다고 알려졌고,<sup>14,15</sup> 이는 본 연구의 결과와는 차이가 있었다. 혈압이 상승할 경우 섬모체 동맥압이 증가하여 안구 방수의 초미세여과량을 증가시키기 때문에 안압이 상승한다는 점을 볼 때,<sup>16,17</sup> 혈압과 안압이 각각 다른 시간대에 최고치를 보인 점에 대해서는 추후 연구가 필요하리라 생각한다.

마지막으로 피험자 수가 부족하여 일치도가 축소해석되었을 가능성도 있다. 총 47명과 40명을 대상으로 한

Realini et al<sup>10,11</sup>의 연구에서는 측정 시간이 낮 시간대로 국한되기는 하였으나 각 시간대별 일치도는 측정한 모든 시간대에서 좋음 이상의 결과를 보였기 때문이다. 추후 더 많은 피험자를 대상으로 하는 연구가 이뤄진다면 더 많은 임상적 의미를 줄 수 있을 것으로 판단된다.

안압은 녹내장 발병과 진행의 주요한 위험인자이나<sup>18-20</sup> 외래에서 시행하는 한 번의 안압 측정으로 안압의 하루 변동 여부와 그에 따른 영향을 알 수는 없다.<sup>3,21-23</sup> 더구나 환자들 중 일부에서는 수술 혹은 안압하강제 사용 후 외래 검사 시에 정상범위 내에서 안압이 유지됨에도 녹내장이 진행되는 경우를 종종 보게 된다.<sup>24-27</sup> 이는 여러 연구를 통해 하루 중 일정 시간대에서 안압이 상승하는 등 하루 변화를 보이기 때문에 생각되지만, 그 변화하는 패턴과 반복성은 아직 정립된 바가 없다. 이에 본 연구는 48시간의 연속된 기간 동안 안압의 하루 변동 패턴과 그 반복성에 대해 고찰 해본 것으로 하루 변동 패턴에 있어서는 반복되는 경향이 있었으나 ICC를 통한 반복성 분석에서는 외래에서 주로 안압을 측정하는 낮 시간대가 오히려 낮은 일치도를 보였다. 다만 입원 전 환자의 행동패턴이 안압에 영향을 줄 수 있을 것이라 가정한다면 좀 더 긴 기간의 추가적인 연구가 필요하리라 생각한다.

## 참고문헌

- Liu JH. Circadian rhythm of intraocular pressure. *J Glaucoma* 1998;7:141-7.
- Zeimer RC. Circadian variations in intraocular pressure. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. *The Glaucomas*, 2nd ed. Vol. 1. St. Louis: Mosby, 1996;429-45.
- Liu JH, Kripke DF, Hoffman RE, et al. Nocturnal elevation of intraocular pressure in young adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:2707-12.
- Noël C, Kabo AM, Romanet JP, et al. Twenty-four-hour time course of intraocular pressure in healthy and glaucomatous Africans: relation to sleep patterns. *Ophthalmology* 2001;108:139-44.
- Orzalessi N, Rossetti L, Invernizzi T, et al. Effect of timolol, latanoprost, and dorzolamide on circadian IOP in glaucoma or ocular hypertension. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:2566-73.
- Kothe AC. The effect of posture on intraocular pressure and pulsatile ocular blood flow in normal and glaucomatous eyes. *Surv Ophthalmol* 1994;38 Suppl:S191-7.
- Jorge J, Ramoa-Marques R, Lourenco A, et al. IOP variations in the sitting and supine positions. *J Glaucoma* 2010;19:609-12.
- Katavisto M. The diurnal variations of ocular tension in glaucoma. *Acta Ophthalmol Suppl* 1964;Suppl 78:1-130.
- Wilensky JT, Gieser DK, Dietsche ML, et al. Individual variability in the diurnal intraocular pressure curve. *Ophthalmology* 1993;100:940-4.
- Realini T, Weinreb RN, Wisniewski S. Short-term repeatability of diurnal intraocular pressure patterns in glaucomatous individuals. *Ophthalmology* 2011;118:47-51.
- Realini T, Weinreb RN, Wisniewski SR. Diurnal intraocular pressure patterns are not repeatable in the short term in healthy individuals. *Ophthalmology* 2010;117:1700-4.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159-74.
- Aakre BM, Doughty MJ, Dalane OV, et al. Assessment of reproducibility of measures of intraocular pressure and central corneal thickness in young white adults over a 16-h time period. *Ophthalmic Physiol Opt* 2003;23:271-83.
- Muller JE, Tofler GH, Stone PH. Circadian variation and triggers of onset of acute cardiovascular disease. *Circulation* 1989;79:733-43.
- Pickering TG, Shimbo D, Haas D. Ambulatory blood-pressure monitoring. *N Engl J Med* 2006;354:2368-74.
- Carel RS, Korczyn AD, Rock M, Goya I. Association between ocular pressure and certain health parameters. *Ophthalmology* 1984;91:311-4.
- Pederson JE, Green K. Aqueous humor dynamics: experimental studies. *Exp Eye Res* 1973;15:277-97.
- The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration. The AGIS Investigators. *Am J Ophthalmol* 2000;130:429-40.
- Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120:714-20.
- Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2002;120:1268-79.
- Asrani S, Zeimer R, Wilensky J, et al. Large diurnal fluctuations in intraocular pressure are an independent risk factor in patients with glaucoma. *J Glaucoma* 2000;9:134-42.
- Hughes E, Spry P, Diamond J. 24-hour monitoring of intraocular pressure in glaucoma management: a retrospective review. *J Glaucoma* 2003;12:232-6.
- Liu JH, Kripke DF, Twa MD, et al. Twenty-four-hour pattern of intraocular pressure in the aging population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:2912-7.
- Kidd MN, O'Connor M. Progression of field loss after trabeculectomy: a five-year follow-up. *Br J Ophthalmol* 1985;69:827-31.
- Schulzer M, Mikelberg FS, Drance SM. Some observations on the relation between intraocular pressure reduction and the progression of glaucomatous visual loss. *Br J Ophthalmol* 1987;71:486-8.
- O'Brien C, Schwartz B, Takamoto T, Wu DC. Intraocular pressure and the rate of visual field loss in chronic open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1991;111:491-500.
- Chauhan BC, Drance SM. The relationship between intraocular pressure and visual field progression in glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1992;30:521-6.

=ABSTRACT=

## Repeatability of Intraocular Pressure Patterns in Glaucomatous Patients

Mingui Kong, MD, Jeong Min Lee, MD, Changwon Kee, MD, PhD

*Department of Ophthalmology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** To investigate the repeatability of 24-hour intraocular pressure (IOP) patterns in glaucomatous patients.

**Methods:** The author reviewed bilateral IOP data of 18 glaucoma patients who were admitted for 2 days. IOP data were collected in both eyes every 2 hours using Goldmann applanation tonometry during a 48-hour admission except at 02:00 o'clock (13 patients) and 04:00 o'clock (5 patients). The intraclass correlation coefficient was used to analyze the agreement of IOP patterns between the first and the second 24 hours.

**Results:** IOP reached its peak between 04:00 o'clock and 06:00 o'clock in both eyes and on both days. On evaluation, the IOP data excluding the results of 02:00 o'clock and 04:00 o'clock, agreement of IOP values of 18 patients was good to excellent at 06:00, 18:00, 20:00, and 24:00 o'clock in both eyes. Agreement of IOP values at 08:00 and 12:00 o'clock was good in the right eye and the left eye, respectively. The agreement of IOP values of 13 patients who underwent IOP assessment at 04:00 o'clock and not at 02:00 o'clock, was good to excellent only at 04:00 and 06:00 o'clock in both eyes. Otherwise, agreement was poor or not significant except at 18:00 and 22:00 o'clock which showed good agreement in the right eye and the left eye, respectively.

**Conclusions:** Presumable, a circadian IOP pattern exists, because in the present study, IOP reached its peak in the early morning on both days. However, to stipulate IOP patterns were repeatable appears to be difficult since there were numerous time points with poor agreement.

J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(8):1118-1123

**Key Words:** Diurnal, Glaucoma, Intraocular pressure, Repeatability, Twenty-four-hour

---

Address reprint requests to **Changwon Kee, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, Samsung Medical Center  
#81 Irwon-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea  
Tel: 82-2-3410-3569, Fax: 82-2-3410-0029, E-mail: ckee@skku.edu