한국산학기술학회논문지
Vol. 11, No. 10 pp. 3789-3793, 2010

검영기 훈련 모형안의 굴절상태 눈금과 벗어난 시축의 평가

류동규[1*]
[1]신성대학 안경광학과

Evaluation of scale accuracy and effect of off-the-visual-axis on schematic retinoscope training eye

Dong-Kyu Ryu[1*]
[1]**Department of Optometry, Shinsung University**

요 약 검영기 훈련 모형안(모형안)에 표시된 굴절상태 눈금과 벗어난 시축의 효과를 타각적 굴절검사인 검영법으로 알아보자 하였다. 두 명의 능숙한 retinoscopist가 검영법을 이용하여 굴절상태를 무작위로 검사하였다. 동일한 7개의 훈련 모형안을 선정하여 각각 +4에서 -6 diopter(+4, +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6) 굴절상태 눈금을 맞추고 거리보정용 시험렌즈를 가입하여 180도 경선에서 중화거리를 측정하여 눈금설정 상태를 평가하였고, 시축과 5, 10, 15, 20도 시축에서 벗어난 굴절력을 측정하였다. 두 명의 retinoscopist가 측정한 눈금설정 상태는 7개 중 6개의 훈련 모형안 이 통계적인 차이가 있었다(P<0.05). 5, 10, 15, 20도 시축에서 벗어난 검영법 굴절력은 -0.13±0.06, -0.29±0.06, -0.58±0.11, -0.83±0.16 diopter 이였다. 모형안에 표시된 굴절상태 눈금과 검영법을 이용하여 측정한 굴절상태 눈금이 다를 수 있고, 모형안에 검영을 시축에 벗어나 시행할 경우 굴절 검사값에 오차를 유발할 수 있다.

Abstract To investigate accuracy of graduated scale of schematic retinoscope training eye(schematic eye) and induced effect when measured at off-axis from visual axis. Two skilled retinoscopist measured refractive power using retinoscope in random order. Seven schematic eyes from a single manufacturer were recruited and set to mark +4.00 to -6 diopter(+4, +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6). After introducing +2.00 diopter trial lens(50cm working lens), neutral distance was measured at 180 degree to estimate accuracy of scale, and refractive power measured at 0, 5, 10, 15 and 20 degree off-axis to see if any error was induced. According to the results measured by two specialists, in six of seven schematic eye, scale setting varied (p<0.05) and measured refractive power at 5, 10, 15 and 20 degree off-axis from visual axis were -0.13±0.06, -0.29±0.06, -0.58±0.11, and -0.83±0.16 diopter respectively. In some schematic eye, scale graduated on the schematic eye and scale measured by retinoscopy could be different and if retinoscopy is performed off-axis from visual axis, any measuring error can be caused.

Key Words : Retinoscopy, Schematic retinoscope training eye, Off-the-visual-axis, Retinoscopist.

1. 서론

검영법은 타각적으로 눈의 굴절상태를 측정하기위해서, 검영기를 사용하여 눈 안쪽을 조명하고 망막으로부터 반사된 빛의 변화를 검사할 수 있는 기술이며, 자각식 굴절검사 전에 실시한다. 자각식 굴절검사가 가능하지 않은 경우에는 타각식 검사만으로 눈의 굴절력을 검사할 수 있으며, 표준 자각식 굴절검사에 반응할 수 없는 피검자 및 동물의 굴절이상을 측정하는 실험 연구에도 타각적 굴절검사인 검영법을 사용할 수 있다[1].

검영법의 원리는 피검자의 망막반사광을 동행(with-movement), 중화(neutrality), 역행(against-movement)으로 판단하여 검사거리와 판부렌즈로 피검사자의 굴절력을 알아내는 방법으로 간단하지만 기술을 습득하는 데에는 많은 실습이 필요하며, 검영법 실습교육에서 검영법 훈련용 모형안은 매우 중요한 역할을 한다[2]. 검영법 훈

*교신저자 : 류동규(dkryu@shinsung.ac.kr)
접수일 10년 08월 19일 수정일 (1차 10년 08월 31일, 2차 10년 10월 11일) 게재확정일 10년 10월 15일

련용 모형안을 이용하면, 검사자는 넓은 범위의 구면이상과 난시 굴절 이상을 반복적으로 검사 할 수 있어서 짧은 시간에 많은 사람들을 검사해 보는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 그러나 검영법 훈련용 모형안의 눈금설정이 양호하지 못할 수 있고, 보조렌즈 및 중화렌즈에 의한 표면반사와 광학적인 수차의 발생 및 비점수차의 발생과 같은 단점도 무시할 수 없으며, 또한 활발하고 까다로운 어린이나 안내매질이 흐린 노인을 검사하는 데 필요한 기술은 검영법 훈련용 모형안을 통하여 배울 수 없다는 단점도 있다[3].

타각적 굴절검사인 검영법은 소아과 환자들의 굴절이상 평가방법으로 유용하게 시행된다, 그러나 어린이의 협조나 차분함(sedation)이 부족할 때, 시축(visual axis)에서 굴절검사가 어려울 수 있다[4]. 검영법을 시축에서 시행하는 것은 대상자의 굴절이상을 정확히 결정하기위하여 필요하다고 관련 서적에 자주 언급되지만[5-7], 굴절이상의 결정에서 시축이 벗어난 검영법에 실제 효과에 관해서는 발표된 정보는 많지 않다. 그리고 시축이 벗어난 검영법의 이전에 연구는 수평경선을 따라 20도 또는 더 큰 편심에서 주변의 굴절검사를 측정하였으나[8-10], 이런 상황은 검영법 시행 시에 일어나는 경우가 드물다.

이 연구의 목적은 검영법을 시행하는 retinoscopist를 위하여 검영기 훈련 모형안에 표시된 굴절상태 눈금의 오차 값을 측정하고, 시축에서 벗어나 검영법을 시도할 때 나타나는 굴절 오차의 효과를 타각적 굴절검사인 검영법으로 알아보자 하였다.

2. 방법

본 연구취지에 동의한 숙련된 두 명의 retinoscopist를 선별하여 제조사와 모델이 동일한 검영기 훈련 모형안 7개를 선정한 후 모형안의 굴절상태 눈금을 +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6에 각각 맞추어 눈금의 정확성을 측정하기위해 각각의 굴절상태 눈금 수치에 +2.00 (50cm 검사거리 보정렌즈)을 더하여 50cm 검사거리에서 중화를 볼 수 있도록 하였다[3]. 다시 말하면 각 눈금 수치에서 동일한 50cm에서의 검영법 검사 값이 0D(zero Diopter)가 나오도록 보정렌즈(working lens)를 사용하였다. 그래서 +4눈금에 +6.00D, +3눈금에 +5.00D, +2눈금에 +4.00D, +1눈금에 +3.00D, 0눈금에 +2.00D, -1눈금에 +1.00D, -2눈금에 0.00D, -3눈금에 -1.00D, -4눈금에 -2.00D, -5눈금에 -3.00D, -6눈금에 -4.00D 검사거리 보정용 시험렌즈를 사용하여 모형안에 가입시킨 상태에서 검영기(HEINE BETA 200 Para Stop US Pat. 5859 687)를 사용하여 모형안의 전면부와 검영기의 개구부(peephole) 사이의 거리를 중화거리로 측정하였고, 이 측정값을 각각 눈금의 굴절상태로 계산하여[D=1/f ; D(굴절력의 단위, Diopter), f(초점거리, 단위는 미터)] 모형안의 굴절상태 눈금과 비교하였다.

또한 벗어난 시축의 굴절력을 측정하기위하여 검영기 훈련 모형안 7개의 굴절상태 눈금을 영점이 다르다면 재조정하여 0에 맞추고[3], 50cm 검사거리 보정용 +2.00D 시험렌즈를 모형안에 가입시킨 상태에서 시축에서(0도) 5도, 10도, 15도, 20도 오른쪽 수평방향으로 시축이 벗어난 위치에서 중화거리를 측정하여 각각의 굴절상태를 동일하게 계산하였다. 벗어난 시축은 검영기에 실을 연결하고, 모형안 아래에 각도기를 설치하여 측정하였다.

각 모형안은 1번부터 7번까지 고유상수를 붙였으며, 충전식 검영기의 방전으로 인한 조명의 밝기가 변할 수 있는 가능성을 배제하기위해 전기를 일률적으로 공급할 수 있는 코드가 있는 검영기를 사용하였다.

검영법 결과의 민감도를 높이기 위하여 검영법을 시행하는 retinoscopist는 임상경험이 있는 두 명이 검영법으로 중화거리를 측정하여 굴절상태를 계산하였다. 두 명의 타각적인 중화 판단 위치가 차이가 있을 수 있기 때문에 중화거리 측정 검사가 이루어지기 전에 두 retinoscopist의 검사 결과를 확인한 후 검사하였다.

검영법을 이용한 중화거리의 측정은 약간 어두운 상태에서 모형안의 동공축(Align pupillary axes)과 검사자의 시선을 정렬시키고, 검영기를 통하여 동공의 조명된 부분을 볼 때 렌즈 표면으로부터 두 개의 조그만 반사광(Purkinje image)이 보이는 상태에서 정렬하여 측정하였으며[3], 검영기 개구부(peephole)를 실로 연결하여 수평방향에서 중화가 보일 때까지 모형안 전면부와 검영기의 개구부의 거리를 3회 측정하여 그 거리를 중화거리로 판단하였다. 측정값으로 얻은 중화거리를 Diopter 단위로 환산하여(D=1/f) 단위를 일원화하였다. 모형안의 +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6 눈금에서의 굴절력은 각각의 굴절상태 눈금 수치에 +2.00(50cm 검사거리 보정)을 더한 보정렌즈(+6.00 ~ -4.00D)를 사용하여 50cm 검사거리에서 검영법을 시행하였고, 50cm(2D)에서 측정값으로 얻은 중화거리(m)의 역수를 가감하여 각각의 굴절력 눈금에 굴절력 오차값을 얻었다[눈금에서의 굴절력 오차값 (D) = 2-(1/f)].

모든 검사의 측정값은 두 검사자가 무작위로 각각 3회 검사하여 SPSS 10.0 통계프로그램을 이용하여 두 검사자 간의 차이를 비교하기위하여 paired sample t-test를 사용하여 통계처리하고, 모형안의 각 굴절상태 눈금이 보정렌즈를 사용하여 검사하여 오차가 없다면 0D(zero diopter)

의 굴절력이 측정되어야함에 따라 test value를 0.00로 지정하여 one sample t-test로 통계 처리하였다.

3. 결과

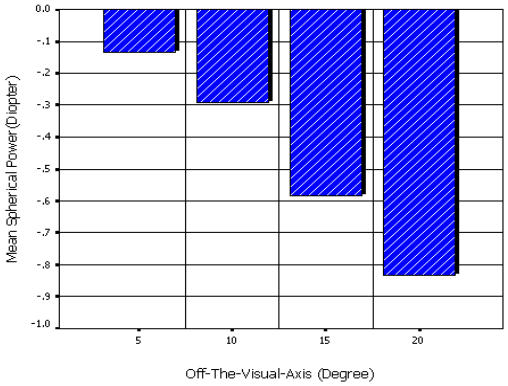
두 명의 retinoscopist가 제조사와 모델이 동일한 모형안 7개의 영점의 굴절상태를 검영법으로 각각 3번 측정하여 비교되어진 두 검사자 간의 검영법 결과는 retinoscopist1은 0.23±0.21D와 retinoscopist2은 0.20±0.19D로 나타났고, 그 차이는 0.03±0.07D로 통계적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 그래서 두 명의 retinoscopist의 검사 수치를 연구에 사용하였고 결과는 표 1에 있다.

[표 1] 두 명의 retionoscopist가 7개 검영기 훈련 모형안의 영점(zero scale)을 검영법으로 측정한 굴절력 차이 (N=Number of case, t=t-value).

	N	Mean (Diopter)	Mean Differences (Diopter)	t	Sig. (2-tailed)
Retinoscopist 1	21	0.23±0.21	0.03±0.07	1.56	0.13
Retinoscopist 2	21	0.20±0.19			

동일한 모델의 모형안 7개의 굴절상태 눈금을 +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6에 각각 맞추고 검사거리(50cm)에서 보정렌즈를 이용하여 각각의 굴절력상태 눈금에서 오차가 없다면 검영법을 결과 값이 0D(zero Diopter)가 되게 측정하였다. 모형안 1번에 -5.00 눈금을 제외하고는 모형안 7개의 모든 굴절상태의 눈금은 통계학적으로 유의한 값을 가졌다(p<0.05)[표 2]. 그러나 통상적으로 안경렌즈 굴절력이 0.25D 차이로 제작이 되므로, 굴절력 차이가 0.25D 이상인 모형안은 3번(0.40±0.05 ~ 0.54±0.11), 4번(0.37±0.07 ~ 0.52±0.07), 7번(0.39±0.06 ~ 0.53±0.04)의 모든 굴절상태 눈금에서 나타났으며, 그 외 1번, 2번, 5번, 6번 모형안도 통계적으로는 유의한 결과를 얻었으나, 0.1D 이하의 작은 오차를 보였다[표 2].

모형안 7개의 정확한 영점을 재조정하여 맞추고[4] 시축을 5도에서 20도(5도, 10도, 15도, 20도)로 변경한 결과는 모형안 7개의 모든 굴절상태의 눈금에서 통계학적으로 유의한 값을 가졌다(p<0.05). 시축에서 5도 벗어나는 차이도 굴절력 값에 변화를 보였고, 검영법으로 측정된 굴절력은 시축이 5에서 20도(5도, 10도, 15도, 20도) 중심에서 각각 크게 벗어날수록 근시정도가 증가하는 것을 보였다[표 3]. 시축에서 벗어난 각 위치에서 측정된 평균 굴절력은 5도, 10도, 15도, 20도에서 각각 -0.13±0.06D, -0.29±0.06D, -0.58±0.11D, -0.83±0.16D였다(그림 1).



[그림 1] 두 명의 retionoscopist가 7개 검영기 훈련 모형안의 시축에서 5, 10, 15, 20도 벗어난 위치에서 검영법으로 측정한 평균 구면 굴절력.

[표 2] 두 명의 retionoscopist가 7개 검영기 훈련 모형안의 +4.00에서 -6.00 굴절상태 눈금을 각각 보정렌즈로 보정한 상태에서 검영법으로 측정한 각각의 굴절력과 0D(zero diopter)를 one sample t-test(Test value = 0.00)로 통계 처리한 차이.

Scale	Schematic eye1 (Mean)	Schematic eye2 (Mean)	Schematic eye3 (Mean)	Schematic eye4 (Mean)	Schematic eye5 (Mean)	Schematic eye6 (Mean)	Schematic eye7 (Mean)
+4.00	0.04±0.02*	0.05±0.02*	0.54±0.11*	0.37±0.07*	0.06±0.05*	0.05±0.03*	0.52±0.04*
+3.00	0.06±0.02*	0.06±0.02*	0.50±0.07*	0.47±0.02*	0.06±0.02*	0.05±0.03*	0.53±0.04*
+2.00	0.06±0.01*	0.04±0.02*	0.51±0.05*	0.50±0.07*	0.05±0.02*	0.04±0.02*	0.50±0.07*
+1.00	0.05±0.02*	0.04±0.03*	0.45±0.05*	0.51±0.05*	0.04±0.02*	0.04±0.02*	0.47±0.02*
0.00	0.03±0.02*	0.06±0.03*	0.41±0.12*	0.38±0.05*	0.07±0.03*	0.05±0.03*	0.51±0.08*
-1.00	0.04±0.03*	0.04±0.01*	0.46±0.05*	0.45±0.05*	0.03±0.01*	0.04±0.02*	0.48±0.06*
-2.00	0.06±0.02*	0.04±0.01*	0.51±0.06*	0.46±0.06*	0.03±0.02*	0.05±0.02*	0.48±0.05*
-3.00	0.07±0.02*	0.03±0.03*	0.50±0.06*	0.45±0.05*	0.04±0.03*	0.04±0.02*	0.52±0.06*
-4.00	0.05±0.02*	0.05±0.02*	0.40±0.05*	0.52±0.07*	0.05±0.03*	0.06±0.05*	0.52±0.04*
-5.00	0.05±0.04	0.06±0.02*	0.52±0.07*	0.47±0.06*	0.03±0.02*	0.06±0.02*	0.39±0.06*
-6.00	0.06±0.02*	0.07±0.02*	0.45±0.09*	0.40±0.07*	0.07±0.03*	0.04±0.02*	0.49±0.07*

* p<0.05

[표 3] 두 명의 retionoscopist가 7개 검영기 훈련 모형안의 영점(zero scale)에서 5~20도 시축을 벗어나 검영법으로 측정한 각각의 굴절력과 0D(zero diopter)를 one sample t-test(Test value = 0.00)로 통계 처리한 차이.

Off-the-visual -axis (Degree)	Schematic eye1 (Mean)	Schematic eye2 (Mean)	Schematic eye3 (Mean)	Schematic eye4 (Mean)	Schematic eye5 (Mean)	Schematic eye6 (Mean)	Schematic eye7 (Mean)
5	-0.17±0.06*	-0.12±0.09*	-0.11±0.09*	-0.13±0.08*	-0.13±0.08*	-0.14±0.07*	-0.12±0.06*
10	-0.27±0.07*	-0.26±0.05*	-0.31±0.05*	-0.28±0.07*	-0.31±0.05*	-0.30±0.08*	-0.28±0.08*
15	-0.60±0.11*	-0.60±0.11*	-0.49±0.04*	-0.69±0.08*	-0.49±0.04*	-0.54±0.12*	-0.66±0.11*
20	-0.98±0.16*	-0.78±0.11*	-0.74±0.14*	-0.85±0.14*	-0.76±0.13*	-0.90±0.25*	-0.79±0.13*
* $p<0.05$							

4. 고찰 및 결론

정확한 검영법은 임상 시력검사의 중요한 요소이며, 굴절이상, 약시, 사시를 검사할 때 필요한 정보를 제공한다. 검영법은 피검사자의 눈의 굴절력을 검사자가 타각적으로 망막반사광을 판단하여 측정되어 검사자 간에 차이가 있을 수 있고, 측정값의 객관화에 도움을 주기 위하여 모형안을 이용하여 초심자의 교육이나 숙달자의 굴절 보정용으로 사용된다.

모형안의 구조는 매우 간단하게 되어있다. 보통 전면원통과 후면 원통으로 구분되며, 전면 원통의 정면은 동공과 원통 안에 구면 렌즈가 있다. 이 렌즈는 일반적인 눈의 각막과 수정체의 플러스 굴절력과 같은 역할을 하며 플러스 굴절력은 변함이 없고 고정적이다. 후면 원통은 전면원통과 접촉되어 안쪽과 바깥쪽으로 밀거나 당길 수 있고, 모형안의 안축장을 변화하여 다양한 굴절이상도를 만들 수 있다. 후면 원통를 밀어 안축장이 짧아지면 보통 원시 효과가 일어나고, 후면 원통을 당기면 안축장이 길어지면 보통 근시 효과가 일어난다. 또한 모형안의 전면부에 추가적인 렌즈를 가입하여 더 높은 굴절 이상과 난시를 만들 수 있다.

Corboy는 가장 좋은 모형안 조차도 굴절상태 눈금을 신뢰할 수 없다고 언급하였다[3]. 그러나 굴절상태 눈금의 상세한 오차에 대한 결과를 나타내지 않았다.

현재 연구에서는 모형안 7개 중 모형안 1번에 -5.00 눈금을 제외하고는 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있는 굴절력을 가졌다. 이것은 대부분의 눈금이 정확하지 않다는 것을 알 수 있었고, 그 굴절력의 차이가 0.25D 이상인 모형안은 7개 중 3번(0.40±0.05 ~ 0.54±0.11), 4번(0.37±0.07 ~ 0.52±0.07), 7번(0.39±0.06 ~ 0.53±0.04)의 3개의 모형안에서 모든 굴절상태 눈금에 오차가 나타났다. 이는 모형안의 굴절상태 눈금을 신뢰하기 어렵고, 굴절상태 눈금이 불완전한 모형안을 사용할 경우, 부정확한 측정값이나 거리 보정으로 검영법을 시행하는 검사자들에게 혼란을 줄 수 있다. 굴절상태 눈금의 오차가 확인되면 Corboy가 제안하는 검영기를 이용한 눈금보정을 시행하여 눈금을 보정할 수 있다[3].

시력검사 교과서에서 검영법의 정확성은 시축에서 시행될 때 향상된다고 언급되었다. Abrams는 검사자가 가능한 피검사자의 황반부에 가깝게 검사하면 주시 편차가 명백하게 작아진다고 하였다[11]. 그러나 검영법의 편심으로 유발되는 오차는 자세히 기록되어있지 않았다. 임상에서 비협조적인 아이들을 대할 때나 시축에 벗어난 상황에서 더 주의하여 검사해야한다.

이 연구에서 목적은 검영법으로 모형안에 굴절상태 눈금의 정확성과 시축에서 벗어난 검영법의 효과를 보기 위함이다. 그래서 저자는 다양한 굴절상태 눈금(+4D에서 -6D)과 편심의 정도(5도에서 20도)를 검사하였다.

저자의 결과들은 과거 연구자들의 연구를 증명할 수 있었다. 모형안의 굴절상태 눈금은 실제 눈금 값과 차이가 있었고, 시축에 벗어난 검영법을 시행하는 경우, 검영기 측정법의 정확성은 감소되었다. 유발된 오차는 작게 편심된 위치뿐만 아니라 주시가 더 크게 편심될 수록 더 커졌다.

유발되는 굴절력 오차의 원인을 알기위해, 모형안의 광학적인 시스템의 고려가 필요하다. 모형안의 굴절력은 모형안 내부에 위치한 렌즈굴절력과 안축장의 길이로 연관되어지는 기본적인 두 가지 요소로 구성된다. 내부의 렌즈굴절력은 외부의 광선을 초점을 맞추기 위해 (+)렌즈로 이루어 졌고, 동일한 모형안에서 같은 (+)굴절력 렌즈를 가지고 있다. 안축장의 길이는 길고 짧아짐에 따라 모형안의 굴절상태를 바꿀 수 있도록 되어있다. 그래서 모형안의 마크된 굴절력 상태 눈금의 위치가 제조상의 문제로 세밀하게 제작되지 않으면 근시나 원시 효과가 일어날 수 있다고 생각한다.

보통 사람의 안축장은 시축에서 가장 길기 때문에, 시

축에 벗어나 검영법을 시행하면 원시 오차가 유발된다는 연구도 있지만[12] 저자의 연구의 편심된 검영법에 근시 굴절력 변화에 부합되지 않는다. 반면에 빛 광선이 렌즈를 비스듬히 들어올 때, 근시 오차를 유발한다[13,14]는 연구들은 저자의 시축을 벗어난 검영법 결과와 매우 유사하였다. Erickson는 Gullstrand 모형안을 사용하여 안내렌즈(intraocular lens)를 7도, 11도, 15도를 비틀어서 -0.30, -0.77, -1.47 diopter의 근시 굴절력의 이동을 증명하였다.[13]

저자의 모형안에 굴절상태 눈금과 시축에서 벗어난 검영법의 연구 결과는 모형안에 굴절상태 눈금은 신뢰성이 낮고, 편심위치의 원인으로 측정값의 오차를 막기 위해서 정확한 시축에서 굴절검사를 한다는 이전 추천과 일치하였다. 저자의 결과는 실제 모형안의 굴절상태 눈금의 오차를 Diopter로 나타내었고, 실제 검영법 중에 일어날 수 있는 작은 시축에서 벗어난 굴절력을 측정하였다는 특징이 있다. 검영법을 하는 Retinoscopist는 굴절오차를 보완하기위해서 모형안을 사용할 경우 굴절상태 눈금을 보정하여 사용해야하고, 가능한 시축에 가깝게 검영법을 시행해야한다. 보정 이상과 정렬 이상을 retinoscopist에게 알려주는 기기가 나타나기 전까지 보정과 정렬은 검영법을 통하여 정기적으로 검사해야한다.

참고문헌

[1] Goss DA, West RW, Introduction to the optics of the eye. Boston, Butterworth-Heinemann, pp. 155-161, 2002.

[2] Sloane AE, Manual of refraction, 2nd ed. Boston, Little, Brown Co, pp. 83-109, 1970.

[3] Corboy JM. The retinoscopy Book, Fifth ed. Thorofare, NJ Slack, pp, 37-48, 2003.

[4] Saunders RA, Andrew CJ, Refractive changes in children under general anesthesia. J Pediatric Ophthalmol Strabismus 18, pp. 38-41, 1981.

[5] Safir A. Refraction and clinical optics. Hagerstown: Harper & Row, Publishers Inc., pp. 174, 1980.

[6] Abrams D. Duke-Elder's practice of refraction, 10th ed. New York: Churchill Livingstone, pp. 164, 1993.

[7] Michaels DD. Visual optics and refraction a clinical approach, 3rd ed. St. Louis: Mosby, pp. 305, 1985.

[8] Lotmar W, Lotmar T. Peripheral astigmatism in the human eye: Experimental data and theoretical model predictions. J Opt Soc Am, 64, pp. 510-513, 1974.

[9] Millodot M, Lamont A. Refraction of the periphery of the eye. J Opt Soc Am, 64, pp. 110-111, 1974.

[10] Rempt F, Hoogerheide J, Hoogenboom WPH. Peripheral retinoscopy and the skiagram. Ophthalmologica, 162, pp. 1-10, 1971.

[11] Abrams D. Duke-Elder's practice of refraction, 10th ed. New York: Churchill Livingstone, pp164, 1993.

[12] Berges O, Puech M, Assouline M, Letenneur L, Gastellu-Etchegorry M. B-mode-guided vector-A-mode versus Amode biometry to determine axial length and intraocular lens power. J Cataract Refract Surg, 24, pp. 529-535, 1998.

[13] Erickson P. Effects of intraocular lens position errors on postoperative refractive error. J Cataract Refract Surg, 16, pp. 305-311. 1990.

[14] Korynta J, Bok J, Cendelin J, Michalova K. Computer modeling of visual impairment caused by intraocular lens misalignment. J Cataract Refract Surg, 25, pp. 100-105, 1999.

류 동 규(Ryu Dong--kyu) **[정회원]**

- 2006년 2월 : 을지의과대학교 보건대학원 옵토메리학과 (옵토메트리석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 을지대학교 을지대학원 보건학과 (안경광학박사 과정)
- 1996년 6월 ~ 2001년 12월 : 인하대학병원 안과 검사실
- 2002년 1월 ~ 2009년 11월 : 인재대학교 서울백병원 안과 검사실장
- 2010년 3월 ~ 현재 : 신성대학 안경광학과 교수

<관심분야>
의, 생명공학