

타각적 조절 반응 평가의 임상 기술들의 비교

류동규^{1*}

¹신성대학 안경광학과

Comparison of clinical techniques to assess objectively accommodative response

Dong-Kyu Ryu^{1*}

¹Department of Optometry, Shinsung University

요 약 조절반응의 평가는 오토메트리 검사의 중요한 일부분이다. 본 연구는 조절반응의 타각적인 검사방법인 자동 굴절계와 MEM 검영법 및 Nott 동적검영법으로 측정된 검사결과와 상관성과 차이를 비교하고자 하였다. 본 연구의 취지에 동의하는 19~29사이(평균나이 22.22±2.43세)의 정상시력을 가진 27명의 대학생을 선정하여 4D(25cm)의 조절 자극이 주어진 상태에서 자동굴절계(Shin-Nippon NVision-K 5001)와 MEM 검영법 및 Nott 동적검영법을 실시하여 조절 반응을 측정하였다. 4D의 조절자극에 대한 조절반응은 자동굴절계(Shin-Nippon NVision-K 5001) 3.70±0.25D, MEM 검영법 3.58±0.30D 그리고 Nott 동적검영법 3.77±0.29D로 각각 측정되었다. 3가지 검사는 상호간에 높은 상관성이 있었다(p<0.05). MEM 검영법은 Nott 동적검영법보다 0.19±0.13D 더 낮게 측정되었고(p<0.05), 자동굴절계(Shin-Nippon NVision-K 5001)보다 0.12±0.24D 더 낮게 측정되었다(p<0.05). Nott 동적검영법과 자동굴절계(Shin-Nippon NVision-K 5001)로 측정된 값은 유의한 차이가 없었다(p>0.05). MEM 검영법으로 측정된 조절반응은 Nott 동적검영법이나 자동 굴절계로 측정된 값보다 더 낮았다. 저자는 조절반응을 평가할 때, MEM 검영법을 제외한 Nott 동적검영법과 자동굴절계(Shin-Nippon NVision-K 5001)는 상호 대체하여 사용할 수 있다고 주장한다.

Abstract Assessment of the accommodative response is an essential part of the optometric examination. This study measured objectively the accommodation responses those were measured by Autorefractor, MEM retinoscopy and Nott dynamic retinoscopy, and investigate the correlation and difference the results. Twenty-seven college students with normal visual acuity aged 19 to 29 years (mean 22.7±2.43 years) participated in this study. Their accommodative responses to accommodative demand of 4D (25cm) were measured with Shin-Nippon NVision-K 5001 Autorefractor, MEM retinoscopy and Nott dynamic retinoscopy. The accommodative responses to accommodative demand of 4D were 3.70±0.25D by Shin-Nippon NVision-K 5001 Autorefractor, 3.58±0.30D by MEM retinoscopy and 3.77±0.29D by Nott dynamic retinoscopy, respectively. There were high correlations among the three techniques (p<0.05). MEM retinoscopy was measured 0.19±0.13D lower than Nott dynamic retinoscopy (p<0.05) and it was measured 0.12±0.24D lower than Shin-Nippon NVision-K 5001 Autorefractor (p<0.05). There was no significant difference between Nott dynamic retinoscopy and Shin-Nippon NVision-K 5001 Autorefractor (p>0.05). MEM retinoscopy showed lesser accommodative responses than Nott dynamic retinoscopy and Shin-Nippon NVision-K 5001 Autorefractor. Author suggest that Nott dynamic retinoscopy may use Shin-Nippon NVision-K 5001 Autorefractor interchangeably to evaluate accommodative responses expect MEM retinoscopy.

Key Words : Dynamic retinoscopy, MEM, Nott dynamic retinoscopy, Accommodative response.

1. 서론

눈이 다양한 거리의 물체를 선명하게 초점을 맞추기

위하여 안구내의 굴절력을 변화시키는 것을 눈의 조절 (accommodation)이라고 하며, 주시하는 위치의 변화나 렌즈도수가입의 결과로 조절자극(accommodative demand)이

*교신저자 : 류동규(dkryu@shinsung.ac.kr)

접수일 10년 08월 09일

수정일 (1차 10년 08월 25일, 2차 10년 09월 02일)

게재확정일 10년 09월 08일

일어나 조절시스템(accommodative system)이 실제 반응하는 것을 조절반응(accommodative response)이라고 한다[1].

조절의 평가는 시력이상을 판단하는 중요한 부분 중 하나이며, 근거리 시표의 조절반응의 검사는 일부 조절과 양안시 이상을 진단하고, 치료를 진행하는 필수적인 검사이다[2]. 그래서 자각적, 타각적 방법으로 조절반응을 측정하는 검사법이 존재하고, 보편적인 자각적 방법인 ‘양안크로스 실린더법’이나 타각적인 방법인 ‘동적 검영법’을 이용하여 검사한다. 그렇지만 각각의 검사가 동일한 결과를 나타내지 못한다고 알려졌다[3,4].

임상에서 동적 검영법은 조절반응을 피검사자의 의견을 듣지 않고 판단하는 타각적 방법으로 검영기를 이용하여 시행하는 검사이다. 보편적인 동적 검영법의 원리는 망막에 공액(conjugate) 위치와 검영기의 개구부(sighthole)의 면이 일치할 때 관찰 되어지는 중화(neutral) 반사가 보이는 것이다[5]. 동적 검영법의 결과는 피검사의 조절상태가 저조절(underaccommodation)인지 과조절(overaccommodation)인지를 나타낸다. 조절랙(lag of accommodation)으로 알려진 저조절은 동적 검영법으로 가장 많이 관찰되며, 동행(with-motion)으로 보이고 이 의미는 초점이 자극되어진 면의 뒤에 있다는 뜻이다. 조절리드(accommodative lead)로 알려진 역행(against-motion)의 의미는 자극된 앞에 피검사자의 초점이 있어 과조절을 나타낼 것이다.

동적검영법은 Sheard 기술[4], Cross 방법[3], Nott 동적검영법[6,7] 그리고 MEM(monocular estimate method)[8]과 같은 다른 기술에 의해 측정될 수 있다. 특히 가장 많이 주목 받는 MEM 검영법은 일반적으로 조절반응의 정확한 방법으로 생각되어진다. 두 눈을 개방한 상태에서 단안 조절 반응을 평가하는 MEM 검영법은 안경 면(spectacle plane) 앞에 구면 렌즈를 사용하여 잠깐 덧붙여서 검사한다.[8,9] MEM 동적 검영법을 사용하여 40cm에서 $+0.50 \pm 0.25$ D의 조절 랙이 보고되었다.[10] MEM 검영법과 매우 흡사한 Nott 동적검영법[6,7]은 검사자가 중화(neutrality)를 보기위해서 렌즈를 사용하는 대신 피검사자가 근거리의 가까운 시표를 고정하여 보는 동안 검영기를 가깝게 또는 멀리 움직인다. 또한 Cross 검영법[3]은 근점(near point)을 피검사가 보는 동안, 중화반사(neutral reflex)를 얻기 위해서 검사자가 환자의 양안에 구면렌즈를 덧댄다, 그리고 Sheard 기술[4]에서는 중화 반사가 첫 번째로 보일 때까지 원거리 굴절 교정상태에 구면렌즈를 추가한다.

자동굴절검사는 적외선 광선을 눈에 투과하여 반사되는 광선을 계산하여 대상자의 굴절이상도가 자동으로 검

사되는 검사법으로 일반적으로 원거리 굴절검사에 쓰인다. 그러나 본 연구에서 사용된 자동굴절검사는 개방형 자동굴절계(NVision-K 5001, 일본)를 사용하여 원거리 굴절이상과 근거리 조절반응을 평가 할 수 있는 기기다.

동적 검영법 이외의 타각적인 조절반응 측정법은 주시물체를 피검자가 주시하는 상태에서 개방형 자동굴절계를 이용한 방법이다. 근거리 조절반응을 측정하는 여러 가지 임상적인 방법을 평가한 연구에서 개방형 자동굴절계를 “gold standard”로 정하여 40 cm 거리에서 조절반응을 측정하였고[4], 개방형 자동굴절계를 이용하여 양안시 상태에서 각각 10D, 6D 및 4D의 조절자극을 유발하는 거리의 조절반응을 측정하였다[11]. 마이너스 렌즈로 자극된 조절과 주시물체를 피검자에 근접시켜서 자극된 조절을 개방형 자동굴절검사를 이용하여 비교하였다.[12]

본 연구의 목적은 개방형 자동굴절계인 NVision-K 5001을 사용하여 25cm(4D)의 조절자극에 대하여 얻은 조절반응 결과를 기준으로 생각하고 동적 검영법 기술 중 일반적으로 많이 사용되는 MEM 검영법과 Nott 동적 검영법을 동일한 조건에서 각각의 조절반응을 검사하고 검사방법에 따른 조절반응량의 차이를 비교하고 검사들 사이의 연관성이 있는지 조사하여 임상검사에 활용하고자 한다.

2. 대상 및 방법

본 연구의 취지에 동의한 19~29세 사이(평균 22.7 ± 2.43 세)의 안경광학과 학생 27명이 2009년 5월 달부터 6월 달까지 연구에 참여하였다. 대상자 모두 안질환이 없고 사시가 없으며, 굴절교정시술을 받은 경력이 없고 양안 구면굴절력 차이가 0.75D 또는 원주굴절력이 0.50D를 초과하지 않으면서 소프트 콘택트렌즈로 단안 교정시력이 1.0 이상인 사람을 대상으로 하였다. 또한 push-up 법으로 측정된 조절력이 Hofstetter가 제시한 평균값이거나 최소값 이상이었으며[13], Titmus stereotest (Stereoptical, Chicago)로 측정된 입체시가 40초각을 넘지 않는 정상적인 양안시를 갖는 대상으로 하였다. 근거리 사위는 근거리 MIMCard(MIM, Bernell)로 측정하였으며, 내사위 4△~외사위 14△(평균 외사위 4.79△)이었다.

대상자의 10명은 정시(우안 등가구면 -0.05 ± 0.32 D, 좌안 등가구면 -0.03 ± 0.31 D)였으며, 17명은 근시(우안 등가구면 -2.59 ± 2.23 D, 좌안 등가구면 -2.79 ± 1.90 D)였다. 본 연구에 사용된 개방형 자동굴절계인 NVision-K 5001와 MEM 검영법과 Nott 동적검영법은 원거리 시력을 안경으로 교정한 상태에서도 측정이 가능하지만, 교정렌즈에

시험렌즈를 부가하고 측정할 경우 발생할 수 있는 반사로 인한 오차를 없애기 위해, 검사가 진행되는 동안 근시 대상자는 양안 모두 소프트 콘택트렌즈(Focus, CIBA Vision)로 완전 교정하였다. 또한 측정이 진행되는 동안 착용하고 있는 렌즈의 건조로 발생할 수 있는 측정값의 변동을 줄이기 위해 습윤제(Lacure, 삼일제약)를 점안하였다. 검사실의 조명을 보통 방의 조명으로 조정하고, 자동굴절계인 NVision-K 5001와 MEM 검영법과 Nott 동적 검영법에서 공통적으로 사용된 시표는 원거리(6 m)와 근거리(40 cm)에서 각각 0.4 시력에 해당하는 스넬렌 E 단일문자였다. 원거리시표는 투영식 시력표(ACP-7EM, Topcon)에 내장된 E 문자를 사용하였으며 근거리에서는 근거리 시력표 가운데 E 문자를 사용하였다.

MEM 검영법은 다른 두 검사와 동일 근거리 시표를 사용하기 위하여 MEM 카드(BC11981, Bernell)에 0.4 시력에 해당하는 스넬렌 E 단일문자를 이용하여 검영기 전면에 부착하였다. 피검자가 근거리 시표를 읽는 동안 검사자는 검영기의 관찰구를 통하여 피검자의 눈에 반사되는 검영기 반사광을 보고, 중화가 나타날 때 까지 단안 앞 안경면에 플러스 렌즈 또는 마이너스 렌즈의 적정 굴절력을 잠시 덧대면서 조절력 또는 조절리드와 결과 값을 평가한다[16]. 근거리 검사거리는 동일한 검사거리를 유지할 수 있도록 검영기에 25cm거리를 표시한 실을 연결하여 적정 근거리를 유지한다.

Nott 동적검영법은 MEM과 동일한 25cm의 근거리 시표 크기, 조명으로 평가되었으나, 검사자 눈 앞에 근거리 시표는 동일한 위치에 고정되어 있으며 검영기의 반사광을 보고 중화를 보기위하여 검영기를 앞뒤로 움직인다[16]. 근거리 시표를 막대 자 25cm에 고정된 후, 피검자가 시표를 계속 주시하는 동안 검영기를 시표를 기준으로 더 가깝고 멀게 중화를 보기위하여 움직일 수 있다. 이 방법에서 피검자 위치와 검영기 위치 사이의 거리(m)를 역수로 하여 디옵터(Diopter) 단위로 계산하여 바꿀 수 있고, MEM 검영법에서 사용된 렌즈굴절력과 동일한 디옵터 단위로 변환된다. Nott 동적검영법은 중화를 처음 관찰한 거리를 기록하고 모든 검사가 끝날 때, Nott 동적검영법의 결과를 시표위치와 검영기의 출사동(exit pupil)의 위치의 사이를 디옵터 차이(dioptic difference)로 표현하였다[16].

Shin-Nippon사의 NVision-K 5001 자동굴절계(RYUSYO INDUSTRIAL CO., LTD, 이하 NVision-K)는 실제공간의 주시물체를 바라보는 상태에서 굴절이상을 측정할 수 있는 개방형 자동굴절계로, 임상적 타당성이 입증되었다.[14] 본 연구에 사용된 NVision-K의 정확도를 검증하기 위해 Win-Hall 등[15]과 같은 방법으로 42명

의 대상자에게 시험렌즈로 calibration을 시행하였다. 그리고 MEM 검영법과 Nott 동적 검영법은 검사 결과의 일관성을 위하여 능숙한 retinoscopist인 한 명의 검사자에 의하여 검영법을 시행하였다.

MEM 검사는 조절자극(4D:25cm)에 대하여 조절반응 결과가 동일한 경우 OD로 측정값을 얻는 방법으로 조절력 결과에 대해서는 플러스 결과 값만을 조절리드는 마이너스 결과만을 표기한다. 그러나 본 연구에서는 나머지 두 검사들과 동일한 조건의 조절반응 결과를 비교하기 위해 조절자극에 대한 눈앞에서부터 실제 거리의 조절반응 값을 계산하여 통계 처리하였다. 이 계산방법은 4D의 조절자극 값에 조절반응을 측정된 플러스렌즈 굴절력을 절대값으로 빼주고, 반대로 마이너스 굴절력을 절대값으로 더하였다. 그 이유는 플러스 굴절력을 사용하여 얻은 조절반응 값은 실제 조절을 덜 하는 상태이고, 마이너스 굴절력을 사용하여 얻은 조절반응 값은 실제 조절을 더하는 상태이기 때문이다. 모든 검사의 측정값은 조절반응 검사를 검사자가 3회 검사하여 평균을 낸 값을 SPSS를 이용하여 t-test와 correlation으로 통계 처리하였다.

3. 결과

27명의 대상자를 MEM(monocular estimate method)과 Nott 동적 검영법을 이용하여 각각 양쪽 눈을 측정하여 통계적으로 비교하였다. 각각의 기술에 대한 양쪽 눈의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(MEM: $p>0.05$; Nott 동적 검영법: $p>0.05$), 그래서 각 대상자에 오른쪽 눈(O.D: Oculus Dexter)의 결과만 이 연구의 사용하여 Paired sample t-test로 통계 처리하여 나타냈다[표 1].

[표 1] MEM 과 Nott 동적 검영법의 두 가지 동적 검영법에서 대상자의 오른쪽 눈 (O.D: Oculus Dexter), 왼쪽 눈 (O.S: Oculus Sinister)의 차이.

	N	Mean (Diopter)	Mean Differences (Diopter)	t	Sig. (2-tailed)
MEM O.D.	27	3.58±0.30	0.00±0.12	0.30	0.76
MEM O.S.	27	3.57±0.31			
Nott O.D.	27	3.77±0.29	0.03±0.11	1.81	0.08
Nott O.S.	27	3.73±0.29			

MEM과 Nott 동적 검영법 그리고 자동굴절계 NVision-K를 이용하여 4D 조절자극에 대한 조절반응을 디옵터 단위로 나타내어 각각의 두 기술을 비교하였다 [표 2]. MEM 검영법으로 측정된 조절반응은 3.58±0.30D,

Nott 동적검영법의 동일한 반응은 3.77±0.29D 그리고 NVision-K의 측정값은 3.70±0.25D로 각각 측정되었다. MEM 검영법은 Nott 동적검영법보다 0.19±0.13D 더 낮게 측정되었고(p<0.05), NVision-K보다 0.12±0.24D 더 낮게 측정되었다(p<0.05). Nott 동적검영법과 NVision-K로 측정된 값은 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

[표 2] 4diopter 조절자극에 대한 3가지 조절반응 검사법의 상호간 비교.

	N	Mean (Diopter)	Mean Differences (Diopter)	t	Sig. (2-tailed)
Autorefractor	27	3.70±0.25	0.12±0.24	2.67	0.01
MEM	27	3.58±0.30			
Autorefractor	27	3.70±0.25	-0.07±0.21	-1.76	0.09
Nott dynamic retinoscopy	27	3.77±0.29			
MEM	27	3.58±0.30	-0.19±0.13	7.73	0.00
Nott dynamic retinoscopy	27	3.77±0.29			

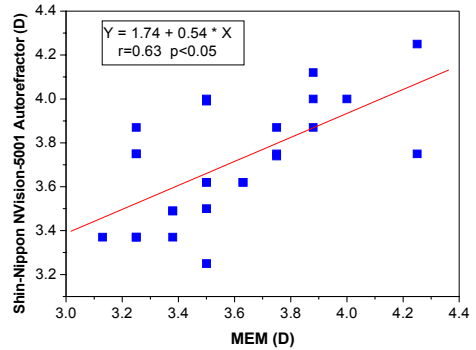
3가지 검사는 상호간에 높은 상관성이 있었다 (p<0.05). 자동굴절계와 MEM 검영법의 조절반응의 상관성은 r=0.63, p<0.05 이었으며, 자동굴절계와 Nott 동적 검영법의 상관성은 r=0.71, p<0.05 이었으며, MEM 검영법과 Nott 동적 검영법의 상관성은 r=0.90, p<0.05 이었었다[그림1~3].

4. 고찰 및 결론

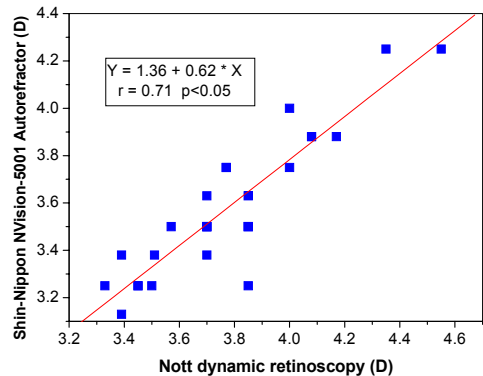
자동굴절계와 MEM 그리고 Nott 동적 검영법의 결과는 자동굴절계와 nott 동적 검영법의 조절반응 데이터가 MEM에 비하여 절대 값이 더 큰 결과를 얻었고 통계학적으로 유의하였다. 이 결과는 50명의 대상자에게 Nott 결과보다 MEM 측정값이 더 플러스였다는 Cacho등[16]의 연구와 동일하였고, 조절반응 평가에 대하여 MEM과 Nott 방법은 차이가 있다고 할 수 있다.

MEM과 Nott방법의 조절반응에 차이는 검사 시 구면 렌즈의 사용에 기인한다고 Cacho등[16]의 연구에서 주장하였다. Rosenfield등은 검사 중에 흐리게 보이는 조절반응에서 구면렌즈의 사용은 자극을 감소시킬 수 있다[4]. 그래서 이 감소는 MEM 동적 검영법을 시행할 때 조절반응의 평가에 영향을 줄 것이다. 그러나 Nott 동적 검영법과 자동굴절계는 피검사자의시선에 추가적인 렌즈를 사용하지 않으므로 조절의 변화가 적을 수 있다. Schor는 조절반응 검사에서 렌즈를 사용하지 않는 것이 MEM에

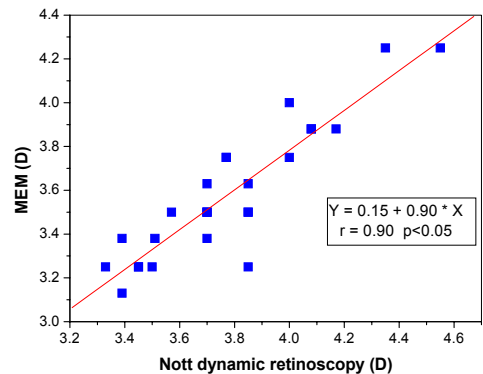
비하여 Nott 기술의 상당한 장점이라고 하였으며[17], 이런 장점으로 Rosenfield등과 Cacho등은 Nott 검영법은 조절반응의 임상적인 평가에 대한 바라던 결과를 얻기 위한 최선의 방법이 될 수 있다고 제안하였다[4,16].



[그림 1] Shin-Nippon NVision-5001 자동굴절계 와 MEM 동적 검영법 사이의 상관성



[그림 2] Shin-Nippon NVision-5001 자동굴절계 와 Nott 동적 검영법 사이의 상관성



[그림 3] MEM 검영법과 Nott 동적 검영법 사이의 상관성

기술들의 차이에도 불구하고, 선형방정식에 의하여 MEM과 Nott 검영법은 $r=0.90$ 의 높은 상관성을 보였다 [그림3]. 예를 들어 피검사자의 조절부족 증상으로 MEM의 높은 플러스 수치를 얻게 되면, 높은 상관성으로 인하여 Nott 검영법 평가 결과는 높은 조절 력(accommodative lag)으로 나타날 것이다. 그리고 자동굴절계의 조절반응 결과를 MEM과 Nott 검영법에 각각 비교한 상관관계는 $r=0.63$, $r=0.71$ 로 자동굴절계와 Nott 검영법 상관관계 수치가 높았다.

MEM과 Nott 검영법에서 얻은 결과 사이의 평균은 0.19 ± 0.13 D 통계적인 차이가 있었다. 이 결과는 두 종류의 동적 검영법은 교체하여 사용하기는 어렵다는 것을 알 수 있었다. 그러나 Rosenfield 등[4]과 같이 'gold standard' 생각하고 검사한 자동굴절계와 Nott 검영법에서 얻은 결과 사이의 평균은 0.07 ± 0.21 D 통계적인 차이가 없었기 때문에 자동굴절계와 Nott 검영법은 교체하여 사용할 수 있을 것이라 생각 할 수 있었다. 또한 자동굴절계 결과와 MEM은 평균차이는 0.12 ± 0.24 D 차이가 있어 ($P < 0.05$) 두 검사 사이에 검사결과를 대체 할 수 없을 것으로 생각되었다.

그러므로 두 동적 검영법에 결과에서 두 검사의 동일한 조절력 평가 수치는 일치함에 한계가 있다. 조절반응은 MEM이 Nott 검영법 보다 더 낮다. 다시 말해서, 조절력은 MEM이 Nott 검영법 보다 더 플러스 수치를 갖는다. 그리고 활동적인 조절력을 가진 피검사자의 성공적인 조절반응 검사를 위해서는 조절반응에 영향을 주지 않는 방법이 필요하다. 이런 이유로 저자는 Schor 등[17]과 동일하게 검사방법에 렌즈를 덧대지 않고 검사거리를 이동을 하는 Nott 동적 검영법이 렌즈를 사용하는 MEM 동적 검영법보다 더 적절한 기술이라고 생각한다.

저자의 자동굴절계와 MEM 검영법 및 Nott 동적검영법으로 측정된 조절반응의 결과는 'gold standard'로 생각되는 자동굴절계가 Nott 동적검영법의 조절반응량은 같지만, MEM 검영법과는 차이가 나고, 원인으로 자동굴절계와 Nott 동적검영법에 사용하지 않지만, MEM 검영법 검사할 때 피검사자에게 사용되는 (+)또는(-) 렌즈 때문에 차이가 있다는 이전 연구와 일치하였다. 저자의 결과는 조절반응 검사에 렌즈가 사용되는 MEM 검영법 결과보다 자동굴절계와 Nott 동적검영법이 더 실제와 동일한 조절반응량을 측정된 것이라고 주장하며, 현재 조절반응을 검사하는 자동굴절계가 제한적으로 사용되므로 렌즈 없이 신속하고, 조절반응량의 렌즈 굴절력에 의한 오염도가 낮은 조절반응검사를 얻기 위해서 Nott 동적검영법 사용하여 제안한다. 그러나 Nott 동적검영법은 선행 연구자들에 의한 다양한 연구결과가 미약하므로 이에 따르는

추가 연구가 더 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- [1] Millodot M, "Dictionary of optometry and visual science, 6th ed". Butterworth-Heinemann, pp .3, 2004.
- [2] Scheiman M, Wick B., "Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders". JB Lippincott Company, pp. 19-26 1994.
- [3] Locke, C. L. and Somers, W., "A comparison study of dynamic retinoscopy techniques". Optom. Vis. Sci. 66, pp. 540-544, 1989.
- [4] Rosenfield, M., Portello, J. K., Blustein, G. H. and Jangs, C., "Comparison of clinical techniques to assess the near accommodative response". Optom. Vis. Sci. 73, pp. 382-388, 1996.
- [5] Bennett, A. G. and Rabbetts, R. B., "Clinical Visual Optics, 2nd edn", Butterworths, London, pp. 396, 1989.
- [6] Nott, I. S., "Dynamic skiametry, accommodation and convergence". Am. J. Physiol. Opt. 6, pp. 490-503, 1925.
- [7] Nott, I. S., "Dynamic skiametry. Accommodative convergence and fusion convergence". Am. J. Physiol. Opt. 7, pp. 366-374, 1926.
- [8] Rouse, M. W., London, R. and Allen, D. C. An evaluation of the monocular estimate method of dynamic retinoscopy. Am. J. Optom. Physiol. Opt. 59, 234-239, 1982.
- [9] Haynes, H. M., "Clinical observations with dynamic retinoscopy". Optom. Wkly. 51, pp. 2306-2309, 1960.
- [10] Rouse, M. W., Hutter, R. F. and Shiftlett, R., "A normative study of the accommodative lag in elementary school children". Ophthal. Physiol. Opt. 61, pp 693.697, 1984.
- [11] McClelland JF, Saunders KJ, "The repeatability and validity of dynamic retinoscopy in assessing the accommodative responses". Ophthal Physiol Opt 23, pp 243-250, 2003.
- [12] Anderson HA, Hentz G, Glasser A, Stuebing KK, Manny RE, "Minus lens-stimulated accommodative amplitude decreases sigmoidally with age : A study of objectively measured accommodative amplitudes from age 3". Invest Ophthalmol Vis Sci 49(7), pp 2919-2926, 2008.
- [13] 신진아, "안기능과 임상굴절". 서울, 한미의학, pp.

- 113, 2003.
- [14] Davies LN, Mallen EAH, Wolffsohn JS, Gilmartin B, "Clinical evaluation of the Shin-Nippon NVision-K 5001 / Grand Seiko WR-5100K Autorefractor". *Optom Vis Sci* 80(4), pp. 320-324, 2003.
- [15] Win-Hall DM, Ostrin LA, Kasthurirangan S, Glasser A, "Objective accommodation measurement with the Grand Seiko and Hartinger Coincidence Refractometer". *Optom Vis Sci* 84(9), pp. 879-887, 2007.
- [16] Cacho, M. P., Garcia, A., Garcia, J. R. and Lopez, A., "Comparison between MEM and Nott dynamic retinoscopy". *Optom. Vis. Sci.* 76, pp. 650-655, 1999.
- [17] Schor, C. M. and Narayan, V., "Graphical analysis of prism adaptation, convergence accommodation and accommodative convergence". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 59, pp. 774-784, 1982.

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