ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 26(4):255-259, December 2021
http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2021.26.4.255

Variations in Decisions of Addition and Pupillary Distance for Progressive Addition Lenses Fitting

Jae-Hyeon Noh[1,a], Byeong-Yeon Moon[2,b], Dong-Sik Yu[2,c], Sang-Yeob Kim[2,d], and Hyun Gug Cho[2,e,*]

[1]Dept. of Optometry, Kangwon National University, Student, Samcheok 25949, Korea
[2]Dept. of Optometry, Kangwon National University, Professor, Samcheok 25949, Korea
(Received November 25, 2021: Revised December 8, 2021: Accepted December 12, 2021)

Purpose: To investigate the variations in the decisions of addition and pupillary distance (PD) for progressive addition lens fitting. **Methods:** Thirty subjects (15 male and 15 female; mean age 22.46±1.16), monocular/binocular amplitude of accommodation (AA) depending on gaze direction (0º and 15º, 30º, 45º downward) and near PD with/without addition lenses were examined after refractive full correction. For 78 subjects (43 male and 35 female; average age 22.60±1.78), PDs depending on fixation distances (5, 4, 3, 2, 1.5, 1, 0.5, and 0.4 m) were measured and compared to the calculated PDs at the same distance using correlation coefficients. **Results:** All AAs measured at 15º, 30º, and 45º downward gaze were proportionately increased (p<0.001) with angular size compared to AA at horizontal (0º) gaze in all OD, OS, and OU. There was no difference in near PDs with and without the additional lenses. Correlation coefficients between measured PDs and calculated PDs showed a positive relationship in all fixation distances (r=1.000 at 5 m, r=0.986 at 4 m, r=0.726 at 3 m, r=0.967 at 2 m, r=0.955 at 1.5 m, r=0.948 at 1 m, r=0.953 at 0.5 m, r=0.946 at 0.4 m). **Conclusions:** Addition measured at the horizontal gaze should be adjusted in conditions with a habitual gaze angle. The distance PDs measured at finite distances should be properly calibrated to those of an infinite distance.

Key words: Progressive addition lenses, Accommodation, Gaze angle, Fixation distance, PD calibration

서 론

누진굴절력렌즈(progressive addition lens, PAL)는 원거리, 중간거리, 그리고 근거리의 모든 영역을 선명하게 볼 수 있는 다초점렌즈의 한 형태로써 조절부족 등의 불편함을 해소하기 위해 사용된다.[1] 렌즈의 구조는 원용부 영역에서 렌즈 아래쪽으로 가입도(addition)가 점진적으로 증가되어 최대 가입도 부위에 형성된 근용부 영역, 원용부와 근용부 영역을 이어주는 누진대(progressive corridor), 그리고 의도치 않게 형성되는 수차몰림부(unwanted cylinder)로 이루어진다.[2] PAL은 좌·우 렌즈의 대칭 및 비대칭 설계방식과 수차몰림부의 면적 범위를 조정한 설계방식에 따라 소프트설계(soft design)와 하드설계(hard design)로 대별되며,[3] 프리폼 디자인과 같이 원거리와 근거리 영역을 비구면 형태로 가공하는 기술이 적용되기도 한다.[4] PAL을 사용함에 있어서 적응도에 영향을 미치는 요인으로 가입도의 크기, 착용자의 연령, 그리고 원거리 굴절이상도 등[5]이 있지만, 실제 PAL의 설계와 디자인의 다양성으로 인해 착용 후 적응 정도는 매우 다양하게 나타난다. 이로 인해 PAL의 처방은 렌즈 주문 단계에서부터 원용굴절력, 가입도, 인셋량, 누진대, 경사각(pantoscopic angle), 안면각(face form), 안경테 크기, 그리고 착용자의 습관적 자세 등[6,7] 많은 참고값을 필요로 한다. PAL을 착용하면 원용부로부터 시선은 좁은 누진대를 따라 근용부로 이동하게 된다. 이러한 렌즈 특징으로 인해 PAL의 처방은 원용굴절력, 동공중심간거리(pupillary distance, PD), 가입도, 누진대 길이, 그리고 인셋량을 기본으로 하여 이루어지게 된다.

PAL의 수요가 증가되면서 렌즈 제조사와 기기 개발자들은 렌즈 피팅에 필요한 측정기기를 제작하여 공급하고 있다. 이러한 기기들은 임상전문가들이 PAL 처방에 필요한 참고값을 쉽게 측정할 수 있도록 도움을 주지만, 검사자의 올바른 이해가 뒤따르지 않으면 검사과정에서 측정오차가 발생하게 되고, 이러한 오차로 인해 사용자가 제작된 안경에 적응하지 못하거나 불편함을 느끼게 될 수도

*Corresponding author: Hyun Gug Cho, TEL: +82-33-540-3411, E-mail: hyung@kangwon.ac.kr
Authors ORCID: [a]https://orcid.org/0000-0003-2384-9536, [b]https://orcid.org/0000-0003-0645-4938, [c]https://orcid.org/0000-0002-4387-4408, [d]https://orcid.org/0000-0001-6806-3305, [e]https://orcid.org/0000-0002-8267-3801

있다. 특히 장치를 이용하지 않는 경우 임상전문가들은 측정오차를 발생시키는 변수들을 정확히 알고 검사오류를 최소화해야 한다.

본 연구에서는 첫째, 수평주시 상태에서 측정한 가입도는 PAL의 근용부 처방에 적합한가? 둘째, 근용부 PD는 가입도렌즈를 착용한 상태에서 측정해야 하는가? 셋째, 원용부 PD를 측정할 때 검사거리에 따른 보정량은 얼마인가에 대한 질문을 해소하기 위해 가입도와 PD 결정에 영향을 주는 변수에 대해 살펴보았다.

대상 및 방법

1. 연구대상

검사는 문진을 통하여 전신질환 및 안질환이 없고 양안시 기능 이상이 없으며, 본 연구 목적에 동의한 자를 대상으로 하였다. 주시각도에 따른 조절력 측정과 가입도 렌즈 착용 유무에 따른 근거리 PD 측정의 대상자는 평균 연령 22.46±1.16세의 30명(남자 15명, 여자 15명)이었으며, 주시거리에 따른 PD 측정의 대상자는 평균 연령 22.60±1.78세의 78명(남자 43명, 여자 35명)이었다. 자각적 굴절검사로 측정한 대상자의 평균 굴절이상도는 구면 –2.16±7.30 D, 원주 –0.88±1.12 D이었다.

2. 주시각도 변화에 따른 조절력 측정

수동 포롭터(Phoropter 11625B, Reichert, USA)를 사용한 자각적 굴절검사를 통해 완전 교정한 다음, 대상자의 턱과 이마를 고정시켜 푸쉬업법(push-up)[8]을 이용하여 수평주시(0º)와 하방 15º, 30º, 45º 주시상태에서 각각 최대 조절력을 측정하였다. 측정은 각 눈에 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

3. 가입도 렌즈 착용 유무에 따른 근거리 PD 측정

대상자들의 이마와 턱을 고정시킨 다음 수평주시(0º), 하방 15º, 30º, 45º 주시상태에서 근거리 PD를 측정하였다. 굴절이상 교정상태에서 기준자를 안경테 위에 대고 카메라의 플래쉬를 주시하게 한 다음, 40 cm 거리에서 두 눈의 동공반사점을 디지털카메라(EOS-7D, Canon, Japan)로 촬영하였다. 수평주시(0º)와 하방 15º, 30º, 45º 주시상태에서 각각 촬영된 사진을 확대하여 기준자에 대한 상대적인 값으로 PD를 계산하였다. 추가로 +2.50 D 가입도렌즈를 착용시킨 후 동일한 방법으로 PD를 측정하였다.

4. 주시거리에 따른 PD 측정과 계산식에 의한 거리별 PD

주시거리별 PD 측정은 디지털카메라(EOS-7D, Canon, Japan)와 2 mm 간격의 투명격자지를 안경에 부착하여

Fig. 1. Glassess attached a transparent grid film (A) and reflection point and lattices (B) for PD measurement.

(Fig. 1) 주시거리 5 m, 4 m, 3 m, 2 m, 1.5 m, 1 m, 0.5 m, 0.4 m에서 디지털카메라 부착시표를 주시하게 한 후 플래쉬를 이용하여 두 눈의 동공반사점을 촬영하였다. 그리고 5 m에서 측정된 PD를 기준으로 식 (1)로부터 측정 주시거리와 동일한 거리의 PD를 계산하였다.[9]

$$\text{주시거리 PD} = \text{원거리 PD} \times \frac{\text{주시거리}(mm) - 12}{\text{주시거리}(mm) + 13} \quad (1)$$

5. 통계분석

SPSS for windows(Ver. 24.0)를 사용하여 주시각도에 따른 조절력 변화와 주시거리에 따른 PD 변화는 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)으로 평균을 비교하였고, Duncan과 Bonferroni 사후분석하였다. 그리고 주시거리에 따른 측정 PD와 계산에 의한 거리별 PD 간의 상관성은 Pearson's correlation coefficient로 분석하였다. 모든 분석은 유의확률이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 주시각도 변화에 따른 조절력 변화

근거리 주시를 할 때 주시각도 변화에 따른 조절력을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 제1안위 기준 수평주시(0º), 하방 15º, 30º, 45º 주시상태에서 측정한 조절력은 OD (oculus dexter)의 경우 각각 8.40±1.80, 8.82±1.88, 9.49±2.00, 10.17±2.25로 나타났고, OS(oculus sinister)의 경우 각각 8.65±1.79, 9.27±2.00, 9.89±2.28, 그리고 10.59±2.59로 나타났다. 그리고 OU(oculus uterque)에서는 각각 12.02±3.29, 13.13±3.63, 14.33±3.73, 15.47±3.91로 하방으로 주시할수록 조절력은 모두 유의하게 증가하였다(p<0.001).

Ripple[10]은 평균연령 26.4세 80명을 대상으로 주시각도별 조절력을 측정한 결과 0º에서 10.37 D, 상방 20º 주시에서 9.42 D, 하방 20º 주시에서 11.20 D, 40º 주시에서 12.42 D로 대상자 80명 모두 하방 주시 때 조절력이 증가된다고 하였다. Atchison 등[11]은 평균연령 20.9세 군에서 상방 주시상태를 제외한 모든 하방 주시에서 조절력이 증

Table 1. Change in amplitude of accommodation depending on fixation angle downward

Fixation angle downward	Accommodation (D)		
	OD	OS	OU
0°	8.40±1.80[a]	8.65±1.79[a]	12.02±3.29[a]
15°	8.82±1.88[b]	9.27±2.00[b]	13.13±3.63[b]
30°	9.49±2.00[c]	9.89±2.28[c]	14.33±3.73[c]
45°	10.17±2.25[d]	10.59±2.59[d]	15.47±3.73[d]
†*p*-value	*p*<0.001	*p*<0.001	*p*<0.001
‡post-hoc	a<b<c<d	a<b<c<d	a<b<c<d
N	30		

Data are expressed by mean±SD.
OD, oculus dexter; OS, oculus sinister; OU, oculus uterque
†*p*-value for repeated-measures ANOVA.
‡Analyzed by repeated-measures ANOVA with *Bonferroni post-hoc* test.

Table 2. Comparison of near pupillary distances measured without and with addition of +2.50 D

Fixation angle downward	Addition		*p*	r (*p*)	N
	None	+2.50 D			
0°	58.97±1.77	58.97±1.62	0.987	0.931 (*p*<0.001)	30
15°	58.92±1.82	58.95±1.76	0.730	0.958 (*p*<0.001)	
30°	58.87±1.89	58.82±1.87	0.620	0.958 (*p*<0.001)	
45°	58.58±1.96	58.55±1.89	0.787	0.940 (*p*<0.001)	

Data are expressed by mean±SD.

가된다고 하였고, Takeda[12]는 평균적으로 8° 하방 주시 때 0.30 D(7.5%), 16° 하방 주시 때 0.64 D(16.1%)의 조절력 증가가 있다고 하였다. 이것은 하방 주시 때 발생한 섬모체근의 수축 때문에 나타난 결과라고 하였다. Jeon 등[13]도 0°에서의 조절력보다 32° 하방 주시 때 1.58 D 증가된다고 하였는데, 본 결과에서도 단안 조절력과 양안 조절력은 각각 0° 주시 때와 비교하여 15° 주시에서 평균 0.52 D와 1.28 D, 30° 주시에서는 1.17 D와 2.31 D, 그리고 45° 주시에서는 1.86 D와 3.45 D 증가하였다. 이러한 변화들은 조절력이 풍부한 20대를 대상으로 한 결과이지만, 임상에서의 가입도 측정이 대부분 0° 주시에서 이루어지므로 실제 주시습관을 고려하면 처방해야 할 가입도는 조정이 필요하다는 것을 말해 주고 있다. PAL의 경우 제조사마다 차이는 있으나 안경조제를 위한 정간거리와 판매되는 렌즈의 누진대 길이를 고려해 볼 때 최소 30° 이상의 하방 주시가 요구된다. 따라서 PAL의 처방에 적합한 가입도는 수평 주시상태에서 측정된 가입도를 기준으로 습관적 주시각도에서 명시역 확인을 통해 조정하여야 할 것이다. 또한 이러한 조정의 필요성을 분명히 확인하기 위해서는 조절이 부족한 노안을 대상으로 주시각도에 따른 조절력의 변화 정도를 확인하는 과정이 수반되어야 할 것이다.

2. 주시각도의 차이와 가입도렌즈 착용 유무에 따른 PD의 변화

주시각도 별 가입도렌즈 착용 유무에 따른 근거리 PD 변화는 Table 2와 같다. PAL 피팅에서 인셋량은 통상 원거리 PD와 근거리 PD의 차이로 결정되는데, 원거리 주시에서 근거리 주시로 이동할 때 두 눈의 눈모음은 조절과 폭주 자극으로 일어나게 된다.[14] 임상에서 PD 측정은 일반적으로 수평 주시상태에서 측정하게 되는데, 실제 PAL을 착용하면 가입도 영역으로 하방 주시하게 된다. 이 때 가입도로 인해 조절성폭주량이 감소되어 근거리 PD는 가입도가 없는 상태에서 측정한 값보다 더 커질 것이라고 예상할 수 있다. 40 cm 거리에서 +2.50 D의 가입도렌즈를 착용한 후 측정된 근거리 PD는 주시각도 0°, 15°, 30°, 45°에서 각각 58.97±1.62, 58.95±1.76, 58.82±1.87, 58.55±1.89으로 나타나 가입도렌즈를 착용하지 않고 측정한 PD와 차이를 보이지 않았다. 또한 주시각도에 따라서도 PD는 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 근거리 주시물체에 대해 무의식적으로 발생하는 근접성 폭주와 양안 주시선을 주시물체에 정렬시키려는 융합성 폭주[15]의 작용 때문인 것으로 보여진다. 따라서 인셋량 측정을 위한 근거리 PD 측정 시 주시각도와 가입도렌즈 착용 유무를 고려하지 않아도 측정오차는 발생하지 않는다는 것을 알 수 있다.

3. 주시거리에 따른 PD의 변화

PAL의 피팅에서 원거리 단안 PD는 아이포인트(eye point)와 일치시킨다. 안경조제 시 두 지점이 일치하지 않으면 불필요한 프리즘 작용[16]으로 눈의 피로, 양안시기능 저해, 상의 왜곡 및 어지러움이 유발되어 PAL의 부적응이나 불만족으로 이어질 수 있다. 따라서 임상에서 PAL의 안경조제를 위한 피팅의 어려움을 해결하기 위해 렌즈 제조사나 광학기기 제조사들은 PAL 피팅 측정기기를 보급하고 있다. 이러한 기기들의 원거리 PD 측정거리는 0.4 m (i.Terminal 2, Zeiss, Germany), 0.5 m(Trueview i, Hoya, Japan), 0.7 m(Eye-ruler 2, Essilor, France), 그리고 1.1~1.2 m (EYE-M, 아이미광학, Korea)로써 각 제조사마다 차이가 있지만, 측정값은 검사거리에 대한 오차를 모두 보정한 값이라고 설명하고 있다. 하지만 많은 임상전문가들이 측정기기를 사용하지 않고 피팅을 하는 경우가 많기 때문에 측정거리에 따른 측정값의 오차는 반드시 보정해 주어야 할 것이다.

Table 3. Changes in pupillary distances depending on fixation distances

Fixation distances	5 m	4 m	3 m	2 m	1.5 m	1 m	0.5 m	0.4 m
PD (mm)	62.92±3.22	62.63±3.26	62.01±5.02	61.96±3.28	61.68±3.26	61.30±3.13	60.90±3.33	60.45±3.22
†*p*-value	$p<0.001$							
‡*post-hoc*	d	cd	bcd	bcd	bc	ab	ab	a
N	78							

Data are expressed by mean±SD.
†*p*-value for repeated-measures ANOVA.
‡Analyzed by repeated-measures ANOVA with Duncan's *post-hoc* test.

Table 4. Relationship between measured PDs and calculated PDs depending on fixation distances

Fixation distances	5 m	4 m	3 m	2 m	1.5 m	1 m	0.5 m	0.4 m
Measured PD (mm)	62.92±3.22	62.63±3.26	62.01±5.02	61.96±3.28	61.68±3.26	61.30±3.13	60.90±3.33	60.45±3.22
Calculated PD (mm)	62.61±3.21	62.53±3.20	62.40±3.20	61.14±3.18	61.88±3.17	61.37±3.14	59.86±3.07	59.12±3.03
Pearson's correlation coefficient	1.000	0.986	0.726	0.967	0.955	0.948	0.953	0.946
N	78							

Data are expressed by mean±SD.

Table 3은 측정거리에 따른 양안 PD의 변화 결과이다. 5 m에서 측정된 62.92±3.22를 기준으로 4 m에서는 평균 0.29 mm, 3 m에서는 0.91 mm, 2 m에서는 0.96 mm, 1.5 m에서는 1.24 mm, 1 m에서는 1.62 mm, 0.5 m에서는 2.02 mm, 그리고 0.4 m에서는 2.47 mm 만큼 감소되어 측정되었다. 또한 Table 4에서는 5 m에서 측정된 PD 62.92±3.22를 기준으로 주시거리별 계산 PD는 5 m에서 62.61±3.21로써 측정 PD와 평균 0.31 mm, 4 m에서 62.53±3.20으로 0.1 mm, 3 m에서 62.40±3.20으로 –0.39 mm, 2 m에서 61.19±3.24로 0.82 mm, 1.5 m에서 61.88±3.17로 –0.2 mm, 1 m에서 61.37±3.14로 –0.07 mm, 0.5 m에서 59.86±3.07로 1.04 mm, 0.4 m에서 56.79±3.02로 1.33 mm 차이를 보여 높은 상관성을 보였으나, 주시거리 0.5 m와 0.4 m에서는 1 mm 이상의 큰 오차를 보였고, 2 m에서는 0.5 mm 이상의 오차를 보였다. 따라서, 임상전문가들은 측정기기없이 검사할 때 검사거리에 따라 원거리 PD값의 보정이 필요하며, 피팅의 마지막 단계에서 동공반사점이 보정된 PD와 일치하는지 확인하는 과정을 거쳐야 할 것이다.

결 론

PAL의 처방에 적합한 가입도는 수평 주시상태에서 측정된 가입도를 기준으로 습관적 주시각도에서 조정되어야 한다.

가입도렌즈의 착용 유무에 따른 근거리 PD 측정값은 차이를 보이지 않았다.

검사거리에 따라 원거리 PD값의 보정이 필요하며, 피팅의 마지막 단계에서 동공반사점이 보정된 PD와 일치하는지 확인하는 과정이 필요하다.

REFERENCES

[1] Meister DJ, Fisher SW. Progress in the spectacle correction of presbyopia. Part 2: modern progressive lens technologies. Clin Exp Optom. 2008;91(3):251-264. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2008.00246.x
[2] Moon BY, Yu DS, Kim SY, et al. Proposal of corridor pattern to consider in progressive addition lens design. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2020;25(2):99-102. DOI: https://doi.org/10.14479/jkoos.2020.25.2.99
[3] Sung PJ. Optometric dispensing, the newest Ed. Seoul: Daihak Publishing company, 2015;278-279.
[4] Tang Y, Wu Q, Chen X, et al. A personalized design for progressive addition lenses. Opt Express. 2017;25(23):28100-28111. DOI: https://doi.org/10.1364/OE.25.028100
[5] Kim JH, Hong JS, Lee HJ. A research on the actual condition of wearing progressive addition lens in accordance with the occupations and refractive state of presbyopia. Korean J Vis Sci. 2009;11(2):93-103.
[6] Cho MH, Barnette CB, Aiken B, et al. A clinical study of patient acceptance and satisfaction of Varilux Plus and Varilux Infinity lenses. J Am Optom Assoc. 1991;62(6):449-453.
[7] Sullivan CM, Fowler CW. Progressive addition and variables focus lenses: a review. Ophthalmic Physiol Opt. 1988;8(4):402-414. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.1988.tb01177.x
[8] Benjamin WJ. Borish's clinical refraction, 2nd Ed. St Louis: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2006;1003.
[9] Sung PJ. Optometric dispensing, the newest Ed. Seoul: Daihak Publishing company, 2015;38-40.
[10] Ripple PH. Variation of accommodation in vertical directions of gaze. Am J Ophthalmol. 1952;35(11):1630-1634.

DOI: https://doi.org/10.1016/0002-9394(52)91453-0
[11] Atchison DA, Claydon CA, Irwin SE. Amplitude of accommodation for different head positions and different directions of eye gaze. Optom Vis Sci. 1994;71(5):339-345. DOI: https://doi.org/10.1097/00006324-199405000-00006
[12] Takeda T, Neveu C, Stark L. Accommodation on downward gaze. Optom Vis Sci. 1992;69(7):556-561. DOI: https://doi.org/10.1097/00006324-199207000-00008
[13] Jeon IC, Kim HJ, Kim DP, et al. A study on the changes of convergence and accommodative function with 3 different gazes at near. Korean J Vis Sci. 2012;14(3):205-212.
[14] Fincham EF, Walton J. The reciprocal actions of accommodation and convergence. J Physiol. 1957;137(3):488-508. DOI: https://doi.org/10.1113/jphysiol.1957.sp005829
[15] Sung PJ. Optometry, 8th Ed. Seoul: Hyunmoon Publishing company, 2018;163-164.
[16] Moodley VR, Kadwa F, Nxumalo B, et al. Induced prismatic effects due to poorly fitting spectacle frames. S Afr Optom. 2011;70(4):168-174. DOI: https://doi.org/10.4102/aveh.v70i4.115

누진굴절력렌즈 피팅을 위한 가입도와 동공중심간거리의 결정 변수

노재현[1], **유동식**[2], **문병연**[2], **김상엽**[2], **조현국**[2,*]
[1]강원대학교 안경광학과, 학생, 삼척 25949
[2]강원대학교 안경광학과, 교수, 삼척 25949
투고일(2021년 11월 25일), 수정일(2021년 12월 8일), 게재확정일(2021년 12월 12일)

목적: 누진굴절력렌즈 피팅을 위한 가입도와 동공중심간거리(PD)의 측정 변수에 대해 분석하였다. **방법:** 30명의 대학생(남자 15명, 여자 15명, 평균연령 22.46±1.16세)을 대상으로 굴절이상 교정 후 수평 주시(0°)와 하방 15°, 30°, 45° 주시상태에서 조절력을 측정하고, 가입도렌즈 착용 유무에 따라 근거리 PD를 측정하였다. 그리고 78명의 대학생(남자 43명, 여자 35명, 평균연령 22.60±1.78)을 대상으로 주시거리 5 m, 4 m, 3 m, 2 m, 1.5 m, 1 m, 0.5 m, 0.4 m에서 PD를 측정하고, 5 m에서 측정된 PD를 기준으로 주시거리별 계산 PD와의 상관성을 분석하였다. **결과:** 수평 주시(0°) 조절력과 비교하여 하방 15°, 30°, 45° 주시상태에서 측정된 조절력은 우안, 좌안 그리고 양안에서 모두 주시각이 커질수록 더 증가하였다(p<0.001). 그리고 가입도렌즈 착용 유무에 따른 근거리 PD 차이는 나타나지 않았다. 주시거리별 측정 PD와 계산 PD간의 상관성은 모두 양의 관계를 보였다(5 m r=1.000, 4 m r=0.986, 3 m r=0.726, 2 m r=0.967, 1.5 m r=0.955, 1 m r=0.948, 0.5 m r=0.953, 0.4 m r=0.946). **결론:** 수평 주시상태에서 측정한 가입도는 습관적 주시각도에서 조정되어야 한다. 그리고 원거리 PD는 측정거리에 따라 정확한 보정이 필요하다.

주제어: 누진굴절력렌즈, 조절력, 주시각도, 주시거리, PD 보정