Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 33, No. 1, pp. 47-53, February 2018
Copyright@2018 by The Korean Society of Safety (pISSN 1738-3803, eISSN 2383-9953) *All right reserved.* *https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2018.33.1.47*

안면부 여과식 방진 마스크와 안경 동시 착용 시 상호 영향

어원석 · 신창섭*†

사)한국산업위생협회 · *충북대학교 안전공학과

(2017. 10. 17. 접수 2017. 11. 25. 수정 / 2017. 12. 4. 채택)

The Effects of Interrelationship after Wearing between Respirators and Glasses Simultaneously

Won Souk Eoh · Chang Sub Shin*†

Korean Occupational Hygiene Association

*Department of Safety Engineering, Chungbuk National University

(Received October 17, 2017 / Revised November 25, 2017 / Accepted December 4, 2017)

Abstract : This study compares the interrelation of fit factor(FF) and visual acuity test by the order of wearing preference between Particulate filtering face piece respirators(PFFR) and glasses for 54 participants. Glasses fitting factors is Optical Center Height(OH), Vertex Distance(VD) and Pantoscopic Angle(PA) or Visual acuity. We measured those factors and expressed by the ratio of standard point and change point. Quantitative fit factor was measured by Portacount Pro+ 8038 and compared the result of preference of wearing order between respirators and glasses. Also, we selected to 6 exercises among 8 exercises OSHA QNFT (Quantitative Fit testing) protocol to measure the fit factors. The pass/ fail criterion of FF was set at 100. Visual acuity test chart is developed by Chunsuk Han was used, Descriptive statistics was performed. Descriptive statistics(SAS ver 9.2), it is used geometric means, Wilcoxon analysis, peason correlation(P=0.05) Fit factor was increased when the respirator was worn before wearing the glasses(p=0.000) and decreased for visual acuity(p=0.000) The negative correlation was showed between OH and Overall fit factor(r=-0.409, p=0.002). Among 54 participants, 11 participants(20.3%) were worn respirator before wearing glasses and 1 participant(1.9%) was worn glasses before wearing respirator. The overall fit test showed the higher level was investigated for the group of participants wearing respirator before wearing glasses in 6 exercises. Also, overall fit factor were increased when participants wore glasses prior to respirator(16.6) to respirator prior to glasses(36.6). Visual acuity were increased when participants wore respirator prior to glasses(93.8) to glasses prior to respirator(106.0). Finally, comparison result of overall fit factor and visual acuity were glasses first choice from mask first choice. The results showed that higher overall fit factor was investigate when the participants wore the respirator prior to glassess at all. The results implied that it is important to maintain the overall fit factor and visual acuity according to the consideration of OH for glasses fitting when worker wore respirator and glasses at the same time.

Key Words : particulate filtering facepiece respirators(PFFR), fit test, overall fit factor, glasses fitting, optical center height, pantoscopic angle, vertex distance, visual acuity

1. 서 론

국내 사업장에서는 호흡보호구를 많이 착용한다. 그 중 70%는 방진 마스크로 알려져 있다[1]. 호흡 보호구 착용 시 올바른 착용으로 안면에 정확하게 밀착하여 누설이 안 되도록 하는 것이 매우 중요하다[2]. 하지만 사업장에서 지급되는 호흡보호구의 크기는 대체로 부적절하여 잘 맞지 않고 업체에서 생산되는 마스크는 평균크기(Free a size) 한 종류로 불편감을 주는 경우가 많다. 아울러 호흡보호구 이외에 귀마개 등에서도 불편감을 호소한다[3]. 이에 안경 착용자의 경우는 마스크와 안경을 동시에 착용하게 되면 마스크와 안경이 서로 영향을 줄 수 있다. 또한 불편감과 밀착불량에 따른 누설, 안경위치의 변화로 인하여 시력에도 영향을 줄 수 있다.

Kim[1] 등의 연구결과에 의하면 규모별 여러 사업장

† Corresponding Author : Chang Sub Shin, Tel : +82-43-261-2461, E-mail : csshin@chungbuk.ac.kr
Department of Safety Engineering, Chungbuk National University, Chungdae-ro, 1 Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea

에서 48.52% 이상에서 63.07% 이하로 호흡보호구 착용에 대한 불편감을 호소하였다.

사업장에서 호흡보호구를 착용 시 불편감을 호소한 이유로 Chang[4] 등의 연구결과에 의하면 '안경착용이 불편하다' '시야확보가 곤란하다', '얼굴이 쪼인다' '호흡이 곤란하다' 등을 호소하였다. 또한 안경착용으로 발생하는 다양한 역학적, 시각적 불편감도 나타나고 있다[5-6]. 아울러 안경 착용자가 평소 호흡보호구 착용 시 안경으로 인한 불편감 역시 호소하는 경우가 증가하고[4] 그 수준 또한 매우 크다고 할 수 있다.

안경 착용 시 불편감의 원인은 잘못된 안경 축의 조제가공, 동공중심과 렌즈광심의 불일치, 정점간 거리 문제 등으로 발생하며 개인마다 안경 핏팅의 중요성에 대한 인식 수준의 차이 및 정기적으로 안경관리를 받지 않아 안경착용 방법과 안경 핏팅 검사의 부재의 문제로 불편 감을 가중 시킨다고 조사되었다[6].

안경 핏팅은 안경 착용 후 무게가 얼굴에 고르게 분산되도록 하고[7], 얼굴에 맞도록 조정하는 것을 말한다.

안경착용자의 핏팅 연구결과[8] 부적합한 핏팅은 안경테의 부적합, 동공 및 코 받침 위치와 평행한 정도, 정점간 거리, 다리꺾임부의 위치 및 길이, 두경부에 접촉 상태 순으로 제시되었다.

또한 안경 착용자의 예비 핏팅 실태조사 결과[6]에서는 잘못된 착용의 원인으로 안경테 흘러내림, 경사각, 벌림 각, 정점간 거리로 조사되었다. 특히 안경 핏팅 중 눈의 동공중심과 렌즈의 불일치가 발생하면 프리즘을 발생시켜 눈의 피로, 어지러움, 교정시력저하 등을 호소하며 양안 시 더욱 더 큰 부담으로 작용한다[9-10].

안경 핏팅 중에 광학중심높이를 비교한 연구결과 82.3%가 빛의 분산 및 굴절 등 시력의 문제가 나타났다[11]. 반면 동공중심과 렌즈의 광학중심점을 일치시킴으로서 수평, 수직프리즘 발생이 최소화되어 눈의 피로를 감소할 수 있었다[12]. 정점간거리에 따른 시력은 정점간 거리가 길어질수록 감소하였으며[7] 경사각은 눈의 회전 시 중심으로부터 수직방향과 관계가 있다[9].

이에 따라 마스크와 안경을 동시 착용 시의 불편감, 밀착불량에 따른 누설, 시력에 관한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구는 사업장에서 방진 마스크와 안경을 동시 착용 시 마스크 우선 착용과 안경우선 착용에 따라 광학중심점 높이(Optical Center Height, OH), 정점간 거리(Vertex Distance, VD), 경사각(Pantoscopic Angle, PA)등 안경 핏팅 항목에 따른 밀착계수(Fit Factor, FF)와 시력(Visual Acuity, VA)에 미치는 영향을 파악하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구 대상 및 방법

2.1. 대상 및 선정방법

1) 안경을 착용한 안전공학과 학생 총 58명중 4명을 제외한 54명을 최종 선정하였다.

2) 피험자 선정기준은 동작별 밀착계수 값이 현저히 낮은 실험이상자와 백내장, 녹내장, 비정상적인 안저소견, 얼굴 기형 그리고 사시가 있는 자는 대상에서 제외하며 외관상 육안검사를 통해 안경에 많은 스크래치가 발생한 안경 착용자도 배제하기로 규정하였다.

3) 보호구는 안면부 여과식 방진 마스크 free size 및 밀착 검사 결과가 우수한 Cup style 마스크를 선정하였다[10].

4) 우선순위 기준은 마스크와 안경을 순서대로 착용 후 마스크 우선은 먼저 마스크를 제대로 착용 후 안경을 나중에 조정하고, 안경 우선은 안경을 제대로 착용 후 마스크 조정하는 순서로 하였다.

(a) Mask first choice

(b) Glasses first choice

Fig. 1. Mask and glasses donning state according to first choice.

2.2 교육내용

1) 피험자에게 연구의 목적 및 내용을 설명하고 안면부 여과식 방진마스크와 안경의 우선순위 기준에 대

한 설명을 하였다.

2) 개인 얼굴에 적합한 마스크 선정, 밀착도 검사의 목적 및 필요성, 밀착도 검사 시기, 밀착불량으로 인한 누설부위, 동작 등 마스크 밀착관련내용 및 안경 핏팅 요소에 관하여 충분히 교육하였다.

2.3 안경 핏팅 기준 및 계측방법

1) 안경 핏팅은 얼굴에 적합하도록 설계와 조정하는 것을 말한다[7].

2) 안경 핏팅의 주요항목은 광학중심점 높이(Optical Center Height, OH), 정점간거리(Vertex Distance, VD), 경사각(Pantoscopic Angle, PA)로 선정하였고[6] 좌측을 계측하였다. Lee and Jin의 연구결과에[5] 의하면 광학적 중심높이가 변경되면 프리즘 발생 및 어지러움 증이 주로 발생한다[11]. 아울러 선행된 연구 안경조정 상태[9]와 안경 핏팅 실태조사[6]를 살펴본 결과 성인의 안경착용자의 부정확한 요인이 안경 착용의 부적절함(64%), 좌우평행도와 동공 및 코 받침 위치(39%), 좌우 평행도와 정점간 거리(18%), 다리꺾임부의 위치 및 다리 길이(20%), 측면 두경부에서의 다리 접촉 상태(22%)로 조사하였고[8] 또한 안경 착용자 예비 핏팅 실태조사 결과 안경테 흘러내림(38.5%), 경사각(65.4%), 정상 벌림 각(59.6%), 정점간거리(57.7%)로 조사하였다[6].

Fig. 2. Standard and change point of glasses fitting factors and donning state according to first choice.

3) OH는 수직적 요소로 안경테의 하부 림(Rim)에서 동공중심점까지 높이이다[11]. VD는 안경렌즈의 후면정점에서 각막정점까지 거리, 즉 측면에서 보았을 때 안경렌즈 면과 눈과의 거리이고[7] PA는 측면에서 보았을 때 렌즈전면과 안면의 수직선이 이루는 각이다[6]. 다시 말해서 눈의 시선이 중심점에서 안경렌즈와 수직방향으로 지나게 하며 얼굴을 측면에서 보았을 때 이루는 각과 관계가 있다[8].

4) 피험자마다 안경테 모양이 모두 상이하여 평소 안경 핏팅 항목(OH, VD, PA) 수치를 기준 점으로 정하고 마스크 및 안경 우선순위에 따라 각 각 변경되는 안경 핏팅 항목(OH, VD, PA) 수치를 변경 점으로 규정하였으며 이를 비율로 계산하였다.

2.4. 밀착계수 측정

1) 미국 TSI사의 호흡보호구 밀착도 시험기 (Porta Count Pro+8038)를 이용하여 우선순위에 따라 동작별로 밀착계수(Fit Factor, FF)를 측정한 후 차이를 비교하였다. 정량적 밀착도 검사 방법기준에 따라 100이상인 경우를 통과(Pass), 그 이하를 실패(Fail)로 판정하였다[13].

2) 밀착계수는 마스크 내부 농도와 공기 중 농도의 비로 산출된다. 밀착도 검사는 OSHA QNFT protocol의 기준을 따라 8개의 단계 중 6개 동작을 수행하도록 하였다. 6개 동작은 1번 정상 호흡(Normal breathing), 2번 깊은 호흡(Deep breathing), 3번 허리 굽히기(Bending over), 4번 머리를 좌우로 움직임(Turning head side to side), 5번 머리를 상하로 움직임(Moving head up to up), 6번 정상 호흡(Normal breathing)등 6개 동작을 선택하였다[13]. 그리고 FF를 2회 반복 측정하였다.

$$\text{Fit Factor} = C_o / C_i \quad (1)$$

C_o : 공기 중 농도

C_i : 마스크 내부 농도

$$\text{Overall fit factor} = n / (1/ff_1 + 1/ff_2 + \ldots + 1/ff_n) \quad (2)$$

ff : 각 동작 수행 시 밀착계수

n : 동작의 수

2.5 시력 측정방법

1) 시력표는 한천석 시력표를 사용하였으며 5 m 거리에서 좌측시력을 측정하였다.

2) 피험자의 평소 시력(VA)을 기준 점으로 정하고 마스크 및 안경 우선순위에 따라 각 각 변경되는 시력(VA)을 변경 점으로 규정하였으며 이를 비율로 계산하였다.

2.6. 통계분석

1) 실험 데이터는 SAS ver 9.2의 기술통계(TABULATE)로 분석하였다.

2) 우선순위에 따른 Overall fit factor 측정값을 UNIVARIATE로 확인한 결과 정규분포 하지 않고 대수 정규 분포함에 따라 기하평균(Geometric mean, GM)과 기하표준편차(Geomertirc standard deviation, GSD)로 구하였다. 유의성 검정은 모수가 적어 비모수통계인 Wilcoxon 검정을 실시하였으며, 유의 수준은 P=0.05로 하였다.

3) 우선순위별 OH, PA, VD, VA 각각의 분포는 Paired-t-test로 비교하였고 안경 핏팅 항목(OH, PA, VD), Overall fit factor와 Visual Acuity의 관계를 Pearson Correlation이용하여 상관분석을 실시하였다[7]. 상관관계는 각 5가지 항목에 따라 우선순위별 차이로 상관관계를 비교하였다.

3. 연구 결과 및 토의

3.1 연구 대상의 특성

본 연구에 참여한 피험자는 총 54명이며 남자 41명(75.9%), 여자 13명(24.1%)이 참가하고 대학교 안전공학과 학생 중 안경을 착용한 피험자를 대상으로 실시하였다. 피험자는 평소 밀착계수와 안경 핏팅 실험을 실시한 유경험자이며 전공수업과정을 통해 호흡보호구의 종류, 올바른 착용방법 및 밀착도에 대한 인식 그리고 전반적인 안전보건에 대한 지식을 보유하고 있는 것으로 조사되었다.

3.2 우선순위별 밀착계수

Fig. 3에서 우선순위에 따른 개인별 밀착계수 분포를 다음과 같이 비교하였다.

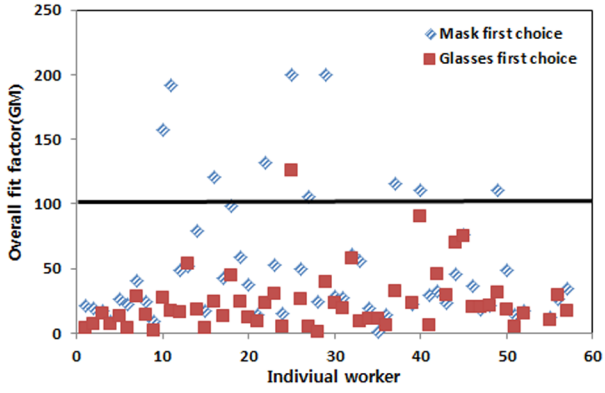


Fig. 3. Distribution of fit factors indiviual according to first choice.

피험자 54명의 개인별 분포를 살펴보면 마스크 우선 착용 시는 밀착계수 100이상이 11명(20.3%)이 나타났고 안경 우선 착용 시는 밀착계수 100미만이 53명(98.1%)으로 대부분을 차지하였으며 밀착계수 1에 가까운 피험자가 많았다. 아울러 안경 우선 착용 시 밀착계수 100을 넘는 사람은 1명(1.9%)밖에 없었다.

아울러 Fig. 4에서 우선순위에 따른 6가지의 동작별로 밀착계수 결과는 다음과 같다.

마스크 우선 착용 시에는 6개의 모든 동작에서 밀착계수 값이 높게 제시되었고 안경 우선 착용 시는 낮은 밀착계수를 보였다. 통계적으로도 유의한 차이가 있었다.(p=0.000)

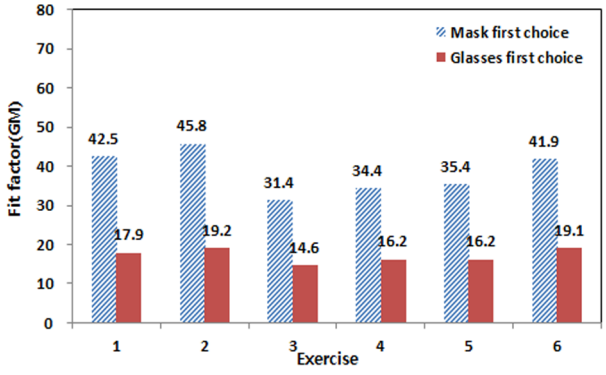


Fig. 4. Geometric means of fit factors exercise according to first choice.

Fig. 5의 Overall fit factor에서도 역시 마스크 우선 착용 시(36.0)가 안경 우선 착용 시(16.6)보다 높은 결과가 나타났으며 통계적으로도 유의한 차이가 있었다.(p=0.000)

이에 따라 마스크와 안경의 우선 순위 선택에 따른 밀착계수의 차이가 확연하게 나타남을 알 수 있었다.

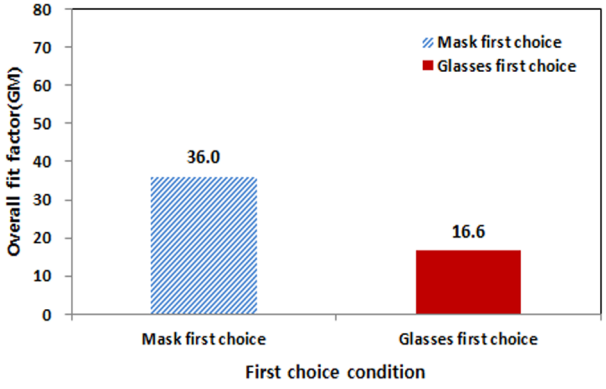
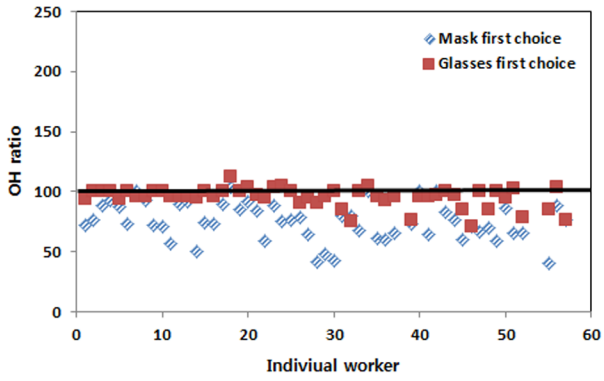


Fig. 5. Geometric means of Overall fit factors according to first choice.

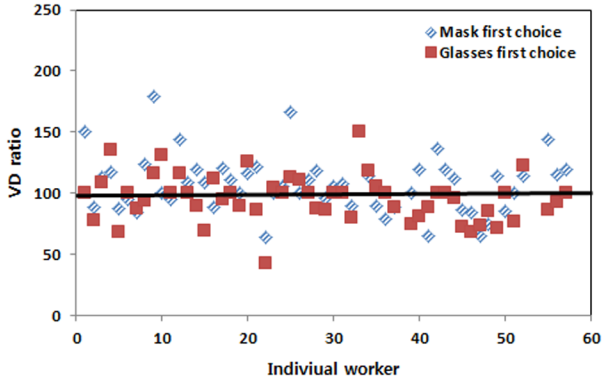
3.3 우선순위 별 개인 안경 핏팅 항목 분포 현황

개인별 우선순위에 따른 OH, VD, PA 등의 안경 핏팅 항목에 대한 분포를 Fig. 6에 비교하였다.

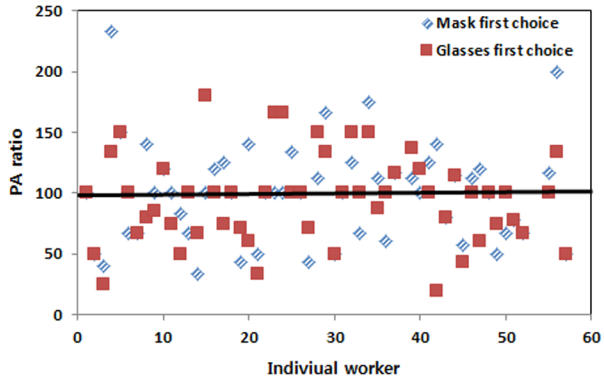
Fig. 6의 결과처럼 우선순위에 따라 OH, VD, PA 등 값이 차이가 있었다. OH의 비율은 (Fig. 6(a))안경우선 착용 시 100에 가깝게 분포된 것으로 보아 변화가 적음을 알 수 있었으며 이에 비하여 마스크 우선 착용 시는 OH비율이 100에 멀리 분포된 것으로 보아 변화가 많음을 알 수 있었다. 그 결과가 대부분 100을 넘지 않는 것으로 보아 마스크로 인하여 안경이 올라가게 되어 OH가 짧아졌다는 것을 알 수 있으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다.(p=0.000)



(a) Distribution of OH



(b) Distribution of VD



(c) Distribution of PA

Fig. 6. Distribution of glasses fitting factor according to first choice.

반면 VD와 PA비율의 분포를 살펴보면 (Fig. 6(b,c)) 안경 우선 착용 시가 마스크 우선 착용 시 보다 100에 가깝게 분포되었으나 그 차이는 적고, OH에 비해 100에서 멀리 분포되었음을 알 수 있다. 하지만 VD는 통계적으로 유의한 차이가 있었고(P=0.000), PA는 유의한 차이가 없었다.(P=0.404) 이에 OH, VD분포는 우선순위에 따라 변화하고 PA 분포는 우선순위에 상관없이 변화함을 알 수 있었다.

3.4 상관 관계 분석

위와 같이 우선순위에 따라 개인별 분포, 동작별 밀착계수와 Overall fit factor 모두에서 차이가 있고 개인 안경 핏팅 항목 분포 역시 차이가 있었다.

아울러 Table 1은 안경 핏팅 항목인 OH, VD, PA 등과 Visual Acuity, Overall fit factor의 각 항목별 상관관계를 분석한 결과이다. 이에 안경 핏팅 항목 중에서 OH와 Overall fit factor의 상관계수는 r=-0.409로 음의 상관성이 나타났고 통계적으로도 유의한 차이(p=0.002)가 있었다. 반면 Overall fit factor와 VD는 r=-0.075, PA는 r=-0.047로 상관관계가 없었다.

따라서 OH가 짧아지면 Overall fit factor가 높아지는 반비례 결과로 볼 때 안경과 마스크를 동시 착용 시 OH와 Overall fit factor가 상호영향을 주고 있는 것으로 확인되었다. 하지만 각각의 안경 핏팅 항목별 상관관계는 나타나지 않았고 또한 Visual Acuity 및 안경 핏팅 항목과 Overall fit factor의 상관관계 역시 없었다.

Table 1. Correlation analysis(GM(GSD))

		Overall fit factor	Visual acuity	OH	VD	PA
Overall fit factor	Pearson correlation(r)	1				
	p					
Visual acuity	Pearson correlation(r)	-0.095	1			
	p	0.492				
OH	Pearson correlation(r)	-0.409	0.016	1		
	p	0.002**	0.907			
VD	Pearson correlation(r)	-0.075	-0.222	-0.079	1	
	p	0.589	0.106	0.567		
PA	Pearson correlation(r)	-0.047	0.067	0.204	-0.082	1
	p	0.732	0.630	0.139	0.555	

3.5 안경 핏팅 항목의 단계별 인원

Fig. 6의 결과처럼 마스크와 안경의 우선순위에 따라 개인별로 각각의 안경 핏팅 항목 분포결과를 비교하였고 Table 2에서 안경 핏팅 항목의 인원을 단계별로 조사하였다.

마스크 우선 착용 시 안경 핏팅 항목 모두에서 90이상 110미만 단계 인원이 다른 단계에 비해 적거나 비슷함을 알 수 있다. 이는 전반적으로 마스크 착용으로 인하여 안경 핏팅이 변화하는 인원이 많음을 알 수 있다. 반면 안경 우선 착용 시에는 안경 핏팅 항목 중 OH의 경우 90이상 110미만의 단계의 인원이 다른 단계 인원에 비하여 확연히 높게 나타났으며 평소 OH가 유지된다는 것을 알 수 있다. 하지만 VD, PA 경우는 90이상 110미만의 단계의 인원이 다른 단계 인원과 비슷하여 OH와는 상이하였다.

Table 2. OH, VD, PA ratio according to first choice(N)

Classification		Mask first choice N(%)	Glasses first choice N(%)
OH ratio	<90	45(83.3)	9(16.7)
	90~110	9(16.7)	44(81.5)
	>110	0(0)	1(1.8)
VD ratio	<90	14(25.9)	20(37.0)
	90~110	15(27.8)	23(42.6)
	>110	25(46.3)	11(20.4)
PA ratio	<90	20(37.0)	23(42.6)
	90~110	12(22.2)	16(29.6)
	>110	22(40.7)	15(27.8)
Total		54(100)	

3.6 우선순위별 개인 시력 분포 현황

Fig. 7의 결과처럼 우선순위별 안경 핏팅 항목과 시력의 변화를 다음과 같이 비교하였다.

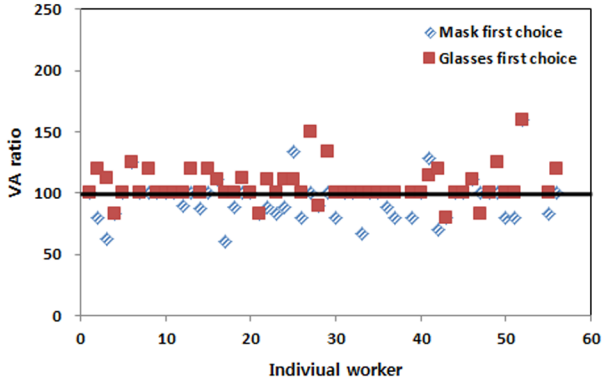


Fig. 7. Distribution of VA according to first choice.

안경 우선 착용 시보다 마스크 우선 착용 시에서 100보다 낮게 분포되었으며 이는 시력이 저하됨을 알 수 있다. 안경 우선 착용 시는 평소 시력보다 같거나 높게 나타났고 반면 마스크 우선 착용 시는 같거나 낮게 나타났다. 통계적으로 유의한 차이가 있었다. (p=0.000)이는 우선순위에 따라 안경 핏팅이 변화하므로 시력의 차이가 발생함을 알 수 있었다.

3.7 우선순위별 시력

Fig. 8의 결과에서 우선순위별 시력의 차이를 보면, 시력이 안경 우선 착용 시(106.0)가 마스크 우선 착용 시(93.8)보다 높은 결과를 나타났고 통계적으로도 유의한 차이가 있었다.(p=0.000)

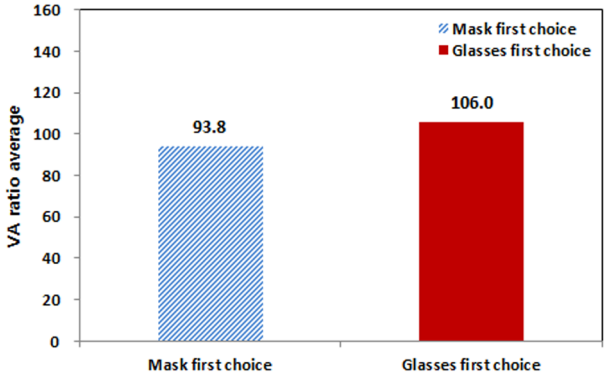


Fig. 8. Geometric means of VA ratio according to first chioce.

기존의 연구결과를 살펴보면 광학중심점 높이가 많이 움직이면 빛의 굴절과 분산이 발생하여 상이 왜곡되고 흐려보이게 되며, 어지러움과 두통, 안정피로의 증상이 나타나게 된다[14-15]. 안면각 변화에도 시력과 대비감도가 감소하였다[16].

본 연구에서는 안경 우선 착용 시는 적절한 안경 핏팅을 유지하게 되어 시력이 좋아지고 마스크 우선 착용 시는 안경 우선 시 보다 OH, VD, PA 등 안경 핏팅 항목의 변화로 시력이 낮아짐을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구는 방진 마스크와 안경을 동시 착용 시 우선순위에 따른 안경 핏팅 항목의 변화 및 밀착계수와 시력에 미치는 영향을 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 마스크와 안경 착용의 우선 순위에 따라 마스크의 밀착계수에 영향을 미친다. 마스크 우선 착용 시는 100이상이 11명(20.3%)이었으나 안경 우선 착용 시는

1명(1.9%)에 지나지 않았다. 각 각의 밀착계수 6개의 동작에서 마스크 우선 착용 시가 안경 우선 착용 시보다 밀착계수가 높게 나타났고 동작별 밀착계수를 평균한 Overall fit factor의 경우도 마스크 우선 착용 시 36.0에서 안경 우선 착용 시 16.6으로 밀착계수가 감소하였다.(p=0.000)

2. OH, VD, PA 등 안경 핏팅 항목 중 OH와 VD 마스크와 안경을 동시 착용 시 우선순위에 따른 분포 변화를 알 수 있고(P=0.000) PA 분포는 우선순위에 상관없이 변화되는 것을 알 수 있었다. VD(P=0.000)

3. OH, VD, PA 등 안경 핏팅 항목과 Visual acuity, Overall fit factor를 상관 분석한 결과 OH와 Overall fit factor간의 음의 상관관계가 나타났다.(r=-0.409)

4. 시력은 우선순위에 따른 분포에서 차이가 있었고(P=0.000) 마스크 우선 착용 시 93.8로 시력이 저하되었으며, 안경 우선 착용시 106.0으로 시력이 증가하였다.(p=0.000)

5. 따라서 마스크와 안경을 동시 착용 시에는 안경 핏팅 항목 중 OH를 고려하여 우수한 밀착과 시력을 유지하는 것이 매우 중요하다.

References

1) K. Y. Kim, Y. G. Phee, K. J. Lee, J. J. Kim, Y. H. Ki, S. Y. Kim and J. H. Whang, “A Study of Survey for PPE Selection and Wearing and Setup Standard of PPE in Korea”, Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 151-159, 2008.
2) I. K. Byun and Y. S. Yi, “A Experimental Study on the Performance of Filter- Integrated Half-masks”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 5, No. 3, pp. 3-7, 1990.
3) S. H. Hwang, M. K. Joo and L. B. Park, “The Research of Effects by using a Hearing Protection (Ear Plug) in the Military”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 28, No. 4, pp. 103-106, 2013.
4) S. S. Chang, H. W. Kim, H. A. Kim and Y. M. Roh, “Current Status of Respirator Usage and Analysis of Factors Causing Discontinued Use of Respirator in the Small - Scale Industries in Korea”, Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene, Vol. 8, No 1, pp. 133-145, 1998.
5) S. E. Lee and Y. H Jin, “The Congruity between the Optical Center of Spectacles and Pupillary Center”, Journal of Korean Oph. Soc. Vol. 40, No. 4, 1999.
6) Y. R. Cho, H. J. Park, G. C. Yoo, J. S. Sung, and J. M. Kim, “A Study on Fitting Analysis of Spectacle Wearers”, J. Korean Vis. Sci. Vol. 2, No. 2, pp. 205-209, 2000.
7) J. H. Kim and H. J. Lee, “Clinical Estimation of Corrected with Change in Vertex Distance”, J. Korean Oph. Opt. Vol. 15, No. 1, pp. 25-30, 2010.
8) H. J. Kim, K. J. Lee, K. C. Mah, S. J. Chung and H. J. Oh, “A Study on the Complaints of Spectacle Wearers”, J. Korean Vis. Sci. Vol. 2, No. 2, pp. 197-203, 2000.
9) P. J. Sung “Optometric dispensing”, 3rd Ed. Seoul : Daihakseorim, pp. 17, 2010.
10) W. S. Eoh, YB Choi, and C. S. Shin, “Comparison of Effects of Mask Style and Donning Training on Fit Factors of Particulate Filtering Facepiece Respirators”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 5, pp. 35-41, 2016.
11) H. Kim, S. A. Park, J. S. Baek, J. H. Park and E. H. Lee, “Measurement of Horizontal and Vertical Prism Diopter According to Difference between the Optical Center and Pupil Center”, J. Korea Opt. Soc. Vol. 16, No. 1, pp. 1-5, 2005.
12) W. J. Park, S. W. Kim, H. Y. Hwang, D. S. Yu and J. S. Son, “Induced Prism by the Categories of Spectacle Frames”, J. Korea Opt. Soc. Vol. 17, No. 3, pp. 311-319, 2012.
13) H. W. Kim, J. E. Baek, H. K. Seo, J. E. Lee, J. P. Myong, S. J. Lee and J. H. Lee, “Comparison of Fit for Healthcare Workers Before and After Training with the N95 Mask”, Korean Industrial Hygiene Association Journal, Vol. 24, No. 4, pp. 528-535, 2014.
14) H. D. Kim, E. K. Park and K. H. Kim, “Clinical Evaluation between the Optical Center of Spectacles and Pupillary Center”, J. Korea Opt. Soc. Vol. 8, No 2, pp 19-24, 2003.
15) G. K. von Noorden, “Binocular Vision and Ocular Motility”, 3rd Ed. St Louis : The CV Mosby Co, pp. 158, 1985.
16) D. Y. Ko, K. H. Kim and D. H. Lee, “Clinical Evaluation on Variation of Face Form Angle of Eyewear”, J. Korean Oph. Opt. Vol. 20, No. 4, pp. 477-484, 2015.