

청색광, 가시광선 및 적외선이 차광보안경에 따라 투과되는 투과율 차이 비교

정인호, 이상덕, 이숙정*

김천대학교 치기공학과, 안경광학과, 신라대학교 치위생학과*

Comparison of blue light, visible light and infrared light transmittance difference of shading Goggles

In-Ho Jung, Sang-Deok Lee, Sook-Jeong Lee*

Department of Dental Technology, Gimcheon University,
Department of Optometry, Gimcheon University,
Department of Dental Hygiene, Silla University*

[Abstract]

Purpose: To know the transmittance of light when wearing shading goggles and to protect eyes from blue light emitted from dental scanner when using CAD/CAM works or inducing polymerization reactions of dental resin with curing unit and infrared light occurred when melting Dental precious metal and non-precious metal alloys.

Methods: By measuring and comparing the average transmittances of blue light, visible light and infrared light by using UV-Vis Spectrophotometer analysis measuring instrument, I compared 3 GREEN Color Goggles worn when casting Dental precious metal and non-precious metal alloys, and compared each of YELLOW, ORANGE Color Goggles worn when using Dental CAD/CAM scanners and Light Curing(LED) the Dental resin.

Results: In blue light range, YELLOW Color Goggles are more effective than ORANGE Color Goggles. In infrared light range, No.12 Goggles are more effective than No.10 and No.11 Goggles.

Conclusion: When wearing blue light shading goggles to avoid harmful blue light occurred in using dental scanner and curing light, and when wearing infrared light shading goggles to avoid harmful infrared light during casting, to avoid the Side Effects like transmittance rate of blue light and infrared light goggles becomes too high to block appropriate amount of harmful light or too low that causing lower image clarity.

● **Key words:** Blue light, Infrared light, Transmittance, Visible light, Wavelength

* 이 논문은 2019년도 산학연구처 교내연구과제(과제명: 차광보안경의 가시광선, 청색광 및 적외선 투과율 비교 gc19051)의 연구비 지원을 받아 작성된 논문임.

Corresponding author	Name	정인호	Tel.	054-420-4084	E-mail	jih4611@gimcheon.ac.kr
	Address	경상북도 김천시 대학로 214 김천대학교 치기공학과				
Received	2020. 2. 7	Revised	2020. 6. 18	Accepted	2020. 6. 23	

I. 서론

눈은 외부 물체에서 반사된 빛을 각막을 통해 망막에 맺히게 하여 정보를 받아들인다. 눈의 망막에는 맺힌 빛의 파장을 분석하여 빛을 인식하는 추체와 빛의 명암에 민감한 간체가 있어, 시각세포를 자극한 후 자극 전달 물체의 정보를 대뇌까지 제공하는 역할을 한다(Hong, 2017; Soares et al., 2017). 빛은 태양에 의해 만들어지는 태양 빛과 인간의 필요에 의해 만들어지는 인공 빛으로 나뉘볼 수 있으며, 태양 빛은 파장의 범위에 따라 감마선, X선, 자외선, 가시광선, 적외선, 마이크로파, 라디오파(전파) 등의 다양한 종류로 구분되어진다(Rhim et al., 2007; Elvidge et al., 2010). 인간은 광범위한 빛의 파장 범위 중 380~780nm 범위에 있는 빛의 파장을 이용하여 외부정보를 받아들이고 활용한다(Kim & Jeong, 2018).

치과기공소(실)에서는 인레이 수복이나 개인 트레이용 레진 제작 시 사용되고 있는 컴포지트 레진에 첨가한 광중합 개시제인 캄포로퀸은 가시광선의 Blue light(청색광)으로 활성화되어 중합반응을 진행하고, 작업모형에서는 지대치아별 경석고 모형 및 인상체 스캐닝에 있어서 백색광 스캐너와 청색광 스캐너를 이용하여 반복측정 작업을 하고 있다.

청색광에 따른 눈에 대한 자극을 줄이기 위해 광중합기 기기에는 팁을 부착하고, 시술자는 보안경을 착용한다. 팁과 보안경의 경우 광중합기의 빛이 푸른빛(청광)을 띠는 점을 착안하여 붉은 계열의 색을 유지함으로써, 직접 혹은 간접적 청색광의 푸른빛이 눈으로 직접 들어오는 양을 줄이고자 하였다. 그러나 광중합기용 팁이나 보안경의 경우 분실하거나 짧은 치료시간의 빛에 대한 노출이라는 인식으로 잘 부착해 놓거나 착용하지 않고 작업을 하는 경우가 많아 이러한 시술자의 행동은 그들의 눈에는 유해자극이 지속화 되는 것이다(Kim et al., 2006; Park, 2008; Harlow et al., 2016).

치과기공소(실)에서 치과보철물용 주조체를 제작하는 방법은 Lost wax technique 기법으로 치과용 왁스로 납형 형태를 제작, 매몰 및 소환하여 도시가스화 산소를 열원으로 이용하여 용융 온도가 다양한 여러 가지

귀금속, 비귀금속 합금을 용해한 후 원심력을 발생시키는 원심주조기에서 주조체를 제작하고 있다. 위와 같이 합금을 용해하기 때문에 합금의 적절한 용융온도 및 주조시간을 조절하기 어렵고 특히, 적외선 영역에서 고온 주조를 행하여야 한다. 이러한 위의 모든 작업에서 차광보안경을 착용하여 반드시 눈을 보호하여야 한다. 플라스틱 보안경 중 고글형은 연마작업의 불꽃이나 미세한 분진, 절삭작업의 칩, 줄 작업의 칩 또는 약물의 비말 등의 비산물로부터 눈을 보호하는 것이며, 적외선 영역에서의 고온 작업 시 착용하는 차광보안경은 가스용접작업, 절단작업이나 용광로 앞에서 하는 작업 등에 유해광선의 장해로부터 눈을 보호하는 것이다(Choi & Kal, 2005). 따라서 치과용 레진의 광중합 과정 및 캐드캠 작업 시 스캐너에서의 청색광과 치과용 합금의 고온 주조 시 적외선으로부터 인한 눈의 장해가 일어날 수 있기에 작업 시 사용하고 있는 차광보안경에 UV-Vis Spectrophotometer(LAMBDA 265, Perkin Elmer, Korea)를 이용하여 청색광, 가시광선, 적외선의 투과율을 측정 비교하여 효율적인 보안경을 착용하는 것이 중요하다는 인식 전환과 태도 변화가 필요하다는 내용으로 위험으로부터 눈을 보호하고 예방하고자 하는 기초정보 자료로 사용되고자 함과 현재 일본산업규격(JIS)에는 차광보안경에 대한 국가 기술 표준이 산업표준화법에 의거하여 지정되어 있지만, 우리나라에서는 빛의 주파수에 따른 보안경에 대한 국가 기술 표준이 아직 지정되어 있지 않기에 유해광선에 따라 작업 환경에 맞는 적절한 보안경이 선택되어 사용되고자 함이다.

II. 연구 방법

1. 실험재료

본 연구에서 사용된 보안경은 캐드캠 작업 시 사용되는 Scanner와 광중합기에서 조사되는 청색광의 빛이 눈에 직·간접적으로 주는 자극을 줄이기 위해 사용하는 차광보안경인 Yellow Color Goggles, Orange

청색광, 가시광선 및 적외선이 차광보안경에 따라 투과되는 투과율 차이 비교

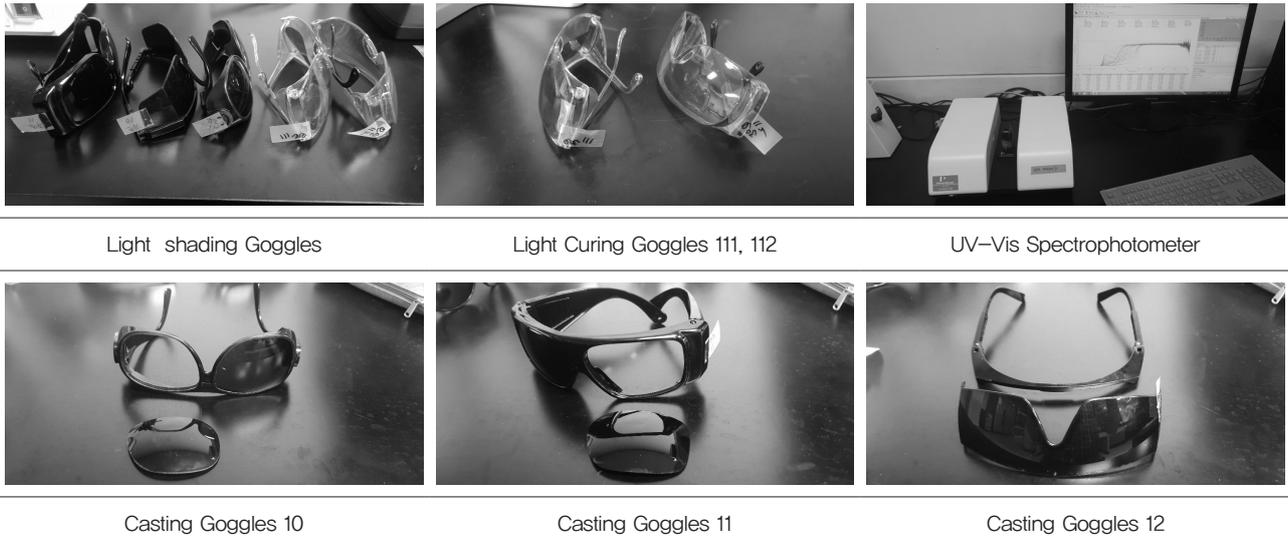


Figure 1. Light shading Goggles & UV-Vis Spectrophotometer.

Color Goggles(Encon, USA) 제품 각각 1개씩, 치과용 합금 주조 시 보편적으로 사용되고 있는 Green Color Goggles(OTOS, O.G.K, KOREA)로서 색상의 농도가 다른 제품 3개를 가지고 청색광, 가시광선, 적외선 영역에서의 투과율을 측정하여 비교하였다.

2. 실험방법

UV-Vis Spectrophotometer(LAMBDA 265, Perkin Elmer, Korea)를 이용하여, 보안경들을 기기 중앙의 빛이 통과하는 자리에 위치시키고 빛을 투과하였다(Fig. 1). 넓은 빛의 파장 범위 중 200 nm에서 1000 nm 사이 파장의 빛들에 대한 투과율을 1.8 nm 간격으로 나누어 보안경을 종류별로 각각 3회 측정 후 그 평균값들을 비교 분석하였다. 각 보안경들에 대한 200 nm에서 1000 nm 사이 파장 중 청색광과 가시광선 및 적외선의 투과율을 살펴보았으며, 청색광 차단 효과를 비교하기 위해 투과된 가시광선 파장 범위내에서 청색광이 차지하는 비율을 분석하였다. 또한 적외선에 대한 보안경들의 빛 투과율을 측정하여 열작용이 강한 적외선의 차단효과도 살펴보았다. 빛은 200 nm에서 1000 nm 사이 파장범위 중 ANSI Z80.3 1986 규정에 준하여, 청색광은 380 nm에서 500 nm로, 가시광선은 380 nm에서 780 nm 사이 파장의 빛으로, 적외

선은 750 nm에서 1,100 nm로 분류하였다.

III. 결과

1. 광투과율 스펙트럼 곡선

UV-Vis Spectrophotometer(LAMBDA 265, Perkin Elmer, Korea) 기기의 빛을 조사한 결과, 아래 (Fig. 2)와 같이 광투과율 스펙트럼 곡선은 200nm~1,000nm 사이에서 각 보안경들이 빛의 파장에 따른 투과율의 차이가 있음을 보여주고 있다.

2. 청색광 영역에서의 보안경들의 스펙트럼 투과율 곡선

200nm~1,000nm 사이의 넓은 파장의 영역 중 치과용 광중합기나 캐드캠 스캐너에서 조사되는 청색광의 파장인 380nm에서 500nm 사이의 청색광 영역만의 스펙트럼 분포는 (Fig. 3)과 같이 나타났다. 청색광 차광보안경에서는 보안경 112에서 청색광의 빛이 거의 투과되지 않는 비슷한 스펙트럼 곡선을 보였다. 보안경 111은 빛의 450nm 근처에서 광 투과율이 증가되는 모습을 나타내었다.

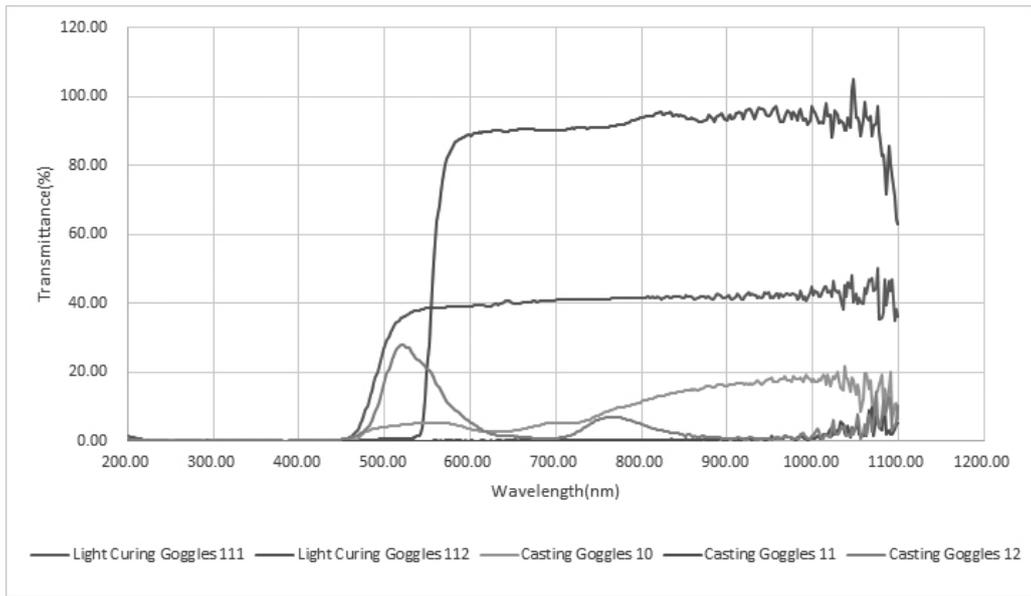


Figure 2. Transmittance curves of Goggles in Infrared light, Visible light and Blue light.

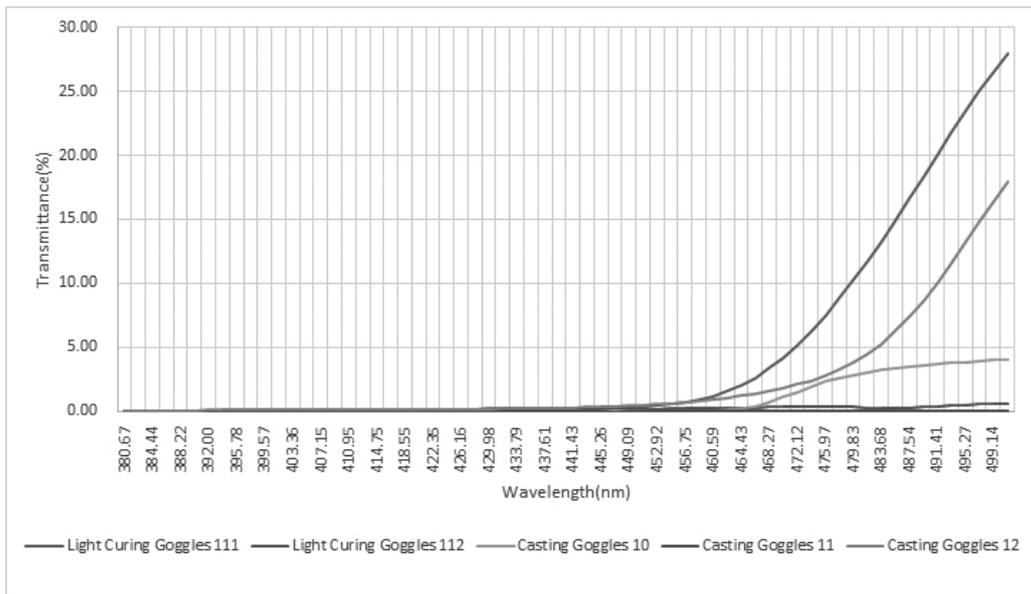


Figure 3. Transmittance curves of Goggles in Blue light.

3. 적외선 영역에서의 보안경들의 스펙트럼 투과율 곡선

치과용 합금 주조 시에 조사되는 적외선의 영역인 750 nm에서 1,100 nm 사이의 스펙트럼 분포는 (Fig. 4)와 같이 나타났다. 주형을 가열할 때 융점이 1,000℃

이하와 이상인 귀금속, 비귀금속 치과용 합금을 용해시키는 열원이 적외선 영역이며 파장은 750~1100 nm 이며, 적외선 차광보안경 11번은 모든 파장 영역에서 투과율이 낮게 나타났고, 10번은 12번보다 투과율이 높게 나타나 적외선 영역에서 눈을 보호 예방하기에는 어려울 것으로 판단된다.

청색광, 가시광선 및 적외선이 차광보안경에 따라 투과되는 투과율 차이 비교

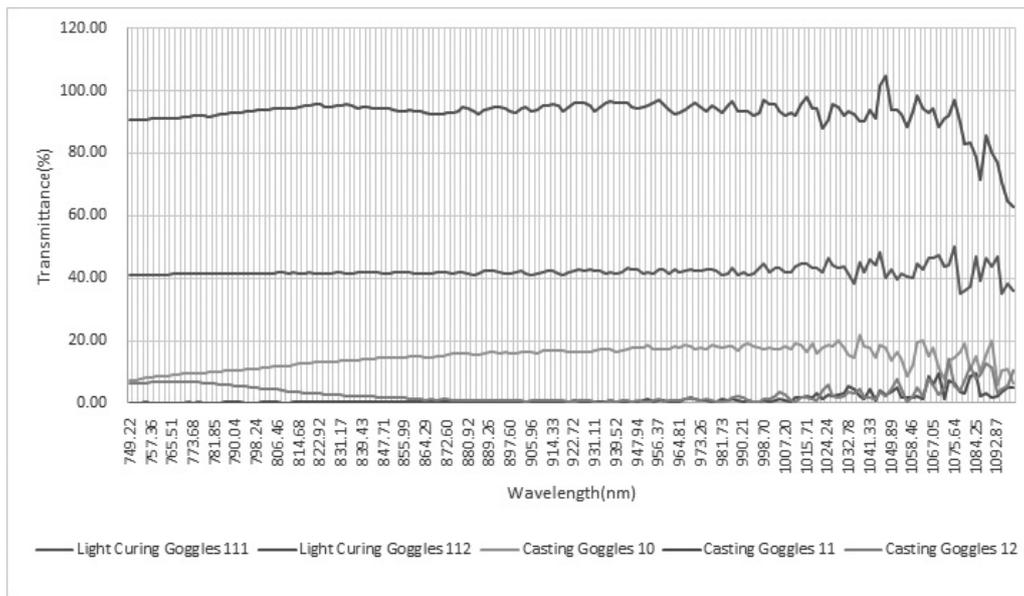


Figure 4. Transmittance curves of Goggles in Infrared light.

UV-Vis Spectrophotometer(LAMBDA 265, Perkin Elmer, Korea)를 이용하여, 보안경의 분광 투과율을 조사하여 청색광, 가시광선, 적외선의 투과율을 분석하였다. 파장이 380 nm에서 500 nm의 단파장 영역에 해당되는 청색광 차광보안경 111(Orange color) 제품이 3.97%이고, 112(Yellow color) 제품은 0.13%로서 투과율이 낮게 나타났다. 따라서 청색광에서의 차광보안경으로는 노란색보다는 주황색이 차단율이 좋다는 것을 알 수 있었다. 또한 적외선 범위에서는 노란색 차광보안경이 투과율이 높게 나타났다.

적외선 범위에서는 Light Curing Goggles 112가 93.98%로 투과율이 가장 높았고, Casting Goggles 11이 0.44%로 가장 낮았다. 적외선 영역에서의 Casting Goggles 10, 11, 12번 차광보안경의 투과율이 14.53%,

0.44%, 2.44%으로 나타났으며, 분광 투과율이 낮아질수록 적외선 차단율이 높아지는데, 특히 11번 차광보안경은 0.44%로 적외선 투과율이 가장 낮게 나타났다. 실제로 차광보안경을 착용해 보니 일반적인 이미지 식별이 어려울만큼 색상이 짙은 제품이었다(Table 1).

IV. 고찰

LED가 우리생활에서 쉽게 접할 수 있는 컴퓨터, TV, 스마트 폰, 디스플레이 등에 활용되어 청색광에 노출되는 시간이 길어지게 되었고 인터넷 기사, 신문이나 방송 매체에서 이러한 기기들에 장시간 노출 시 망막 손상, 불면증, 시야 흐림, 안구 건조증, 시력감퇴, 눈부심, 시세포 노화 등이 유발될 수 있다고 보도하기 시작

Table 1. Transmittance Analysis of in Infrared light, Visible light and Blue light

Wave length (nm)	Light transmittance(%)				
	Light Curing Goggles 111	Light Curing Goggles 112	Casting Goggles 10	Casting Goggles 11	Casting Goggles 12
blue light 380~500	3.97	.13	.80	.00	2.03
Visible light 380~780	28.36	49.42	3.63	.04	6.44
infrared light 750~1100	41.82	93.98	14.53	.44	2.44

하면서 자연스럽게 청색광으로부터 눈과 시력 보호에 관심이 높아지게 되었다(Kim et al., 2012; Lee et al., 2013). 그에 따라 인간의 요구에 맞추어 개발되고 상용화된 것이 청색광 차단 렌즈이다. 현재 청색광 차단 렌즈는 여러 회사, 여러 종류의 렌즈가 출시되어 있는 상태이지만 우리나라에는 아직 차광보안경의 규격이 정하여져 있지 않고 있기 때문에 사용 표준이라는 것이 있을 수 없다. 그리하여 임상에서 사용되고 있는 제품의 여러 가지 색상의 렌즈에 빛을 투과하여 청색광 차단 효과에 효율적인 제품을 선택하였으면 한다. 김민석(2015)의 연구에서 렌즈의 분광 투과율에 따라 청색광 비율, 청색광 투과율 그리고 청색광 차단비율을 실험을 통해서 정리해 놓았다. 이에 따르면 분광 투과율이 낮아질수록 청색광 차단율이 높아지는 것을 알 수 있다. 다시 말해서 렌즈의 착색농도가 높아짐에 따라 청색광 차단율이 높아진다고 보고된 결과와 같았다. 치과용 광중합기로 청색광으로 중합시에는 보안경을 필히 착용하여 눈을 보호해야 하는데 청색광 영역에서는 노란색 차광보안경보다는 주황색 차광보안경이 더 차단 효과가 좋은걸 알 수 있었으며, 이숙정(2019)의 연구에서도 4가지 종류의 광중합기용 팁들 모두 청광 차단효과가 매우 우수한 것으로 나타났는데 보안경 중에서는 붉은색 계열의 보안경이 광중합기용 팁들과 비슷한 청광 투과율을 보여, 노란색 계열의 보안경보다 청광 차단효과가 더 우수한 것으로 나타났으며, 본 연구와 같은 결과를 알 수 있었다. 또한 팁들과 보안경들 모두 자외선 투과율이 매우 낮게 나타나 청색광과 마찬가지로 자외선 차단 효과가 매우 좋은 것으로 나타났다.

주조(鑄造; casting)란 가열하여 용해된 액체를 틀에 부어 넣어 물건을 만드는 작업을 말하며, 이 때 틀을 주형(鑄型; mold) 만들어진 물건을 주물(鑄物; casting)이라 한다. 적외선 차단에 효율적인 색상은 초록색으로서 차광보안경으로는 11번 제품이 모든 파장에서 투과율이 낮게 나타나서 차단 효과가 좋다고 생각하였으나 실제 착용하여 보니 사물 식별조차도 어려운 보안경이었으며, 12번 제품은 청색광 영역에서는 투과율이 높게 나타났지만 주조 작업의 고온의 열원인 적외선 영역에서는 투과율이 낮게 나타났다.

차광보호 안경의 역할은 가스 용접이나 고열노전작업으로는 눈부실 뿐만 아니라, 눈에 유해한 광선이 많이 포함되어 있어 장시간의 작업등으로는 다량의 유해광선을 받기 위해 눈에 장애를 일으켜 버리는 위험성이 있다. 또 유해광선의 거의가 인간의 눈으로는 느낄 수가 있지 않고, 모르는 사이에 눈에 데미지를 미친다. 그 장애 방지에는 작업에 응한 적절한 차광 보호도구를 사용할 필요가 있으며, 렌즈 색깔과 농도에 따른 적절한 보안경을 선택하여 사용해야 할 것이다. 본 연구는 일부 차광보안경들만을 실험하였으므로 연구 결과의 적용과 해석을 일반화하기에는 무리가 있을 것으로 사료되며, 전향적인 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결론

본 연구에서는 UV-Vis Spectrophotometer (LAMBDA 265, Perkin Elmer, Korea)를 이용하여 차광보안경에 조사하여 청색광, 가시광선, 적외선의 투과율을 계측하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 청색광 영역에서는 11번(Orange color) 차광보안경이 112번(Yellow color) 차광보안경보다 투과율이 3.97%, 0.13%로 112번이 청색광 차단에 더 효과적인 것을 알 수 있었다.

2. 적외선 영역에서는 10, 11, 12번 차광보안경의 투과율이 14.53%, 0.44%, 2.44%로 나타났으며, 11번 제품은 모든 파장 영역에서 투과율이 매우 낮게 나타났고, 10번은 12번보다 투과율이 높게 나타나 적외선 영역에서 눈을 보호 예방하기에는 어려울 것으로 사료되며, 투과율이 낮을수록 적외선 차단율이 높아지는데, 11번 차광보안경은 색상이 너무 짙어 일반적인 사물 식별조차 어려웠다.

본 연구는 치과용 레진 광중합기나 캐드캠 스캐너 사용 시 발생하는 청색광을 차단시키는 보안경과 치과용 귀금속합금과 비귀금속합금 주조 시 열원인 적외선을

차단시키는 보안경을 가지고 청색광과 적외선의 영역에서 차단보안경이 지나치게 투과율이 높아서 차단 효과를 보지 못하거나, 지나치게 투과율이 낮아져서 이미지 선명도가 낮아지는 부효과를 피할 수 있도록 한다. 치과 기공사들의 작업과정에서 유해한 광선에 반복적으로 노출될 수 있음을 알리고 국내에서 판매되고 있는 차광보안경은 제품 규격이 없는 것으로 알고 있어 이 연구가 조금이라도 도움이 될 수 있으리라 생각되고 보다 개선된 방안들이 고찰되기를 바라며, 그에 따른 작업장에서 적합한 개인보호구인 규격화된 차단보안경을 구입 착용하여 건강한 눈을 보호하고 예방하기 위함이다.

REFERENCES

Choi SB, Kal WM. Protection Lesson. Gold Publishing Co, 80-85, 340, 2005.

Elvidge CD, Keith DM, Tuttle BT & Baugh KE. Spectral identification of lighting type and character. *Sensors(Basel)*, 10(4), 3961-3988, 2010.

Harlow JE, Rueggeberg FA, Labrie D, Sullivan B & Price RB. Transmission of Violet and blue light through conventional(layered) and bulk cured resin-based composites. *J Dent*, 53, 44-50, 2016.

Hong KH, Lee HJ & Kim SJ. Evaluating Factors Affecting Ocular Fatigue of College Students. *Korean J Vis Sci*, 19(4), 541-549, 2017.

Kim BH, Han SH, Shin YG, Kim DY. Aided distance visual acuity and refractive error changes by using smartphone. *J Korean Oph Opt Soc*, 17(3), 305-309, 2012.

Kim HR & Jeong JH. Optical Evaluation of MR8 Material spectacle Lens with a New Method for the analysis of Blue Light. *Korean J Vis Sci*, 20(4), 413-420, 2018.

Kim MS. Effect of Transmittance on Image in Blue Light Blocking lens. University Konyang, Unpublished Master's thesis, 2015.

Kim YG, Kim JD, Kim TK, Lee KH, Han SH & Choi JW. Comparison of the Short-term Effects of Jjimjilbang Therapy and Infrared Therapy on Pain Scale of Patients with Knee Osteoarthritis. *Korean J Clin Geri*, 7(4), 419-425, 2006.

Lee JY, Yun EJ, Kim SM, Hwang HK, Park GJ. The change of the eye and a correlation depending on watching a smartphone and taking in alcohol. *J Korean Oph Opt Soc*, 18(4), 473-479, 2013.

Lee SJ. A Convergence Study on Comparison of the Difference in the Blue-Light Transmittance by Goggles and Dental Curing Light Unit Tips. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(12), 177-181, 2019.

Park YJ. Effects of gamma-ray irradiation on intracellular Ca²⁺ regulation in A549 human lung cancer cells, Master's thesis, University of Inha, Incheon, 2008.

Rhim SY, Kim YG, Kim TK, Kim JD, Choi JW & Kim JK. Comparison of the short-term effects of jjimjilbang therapy and infrared therapy on pain scale of patients with chronic low back pain. *Korean J Clin Geri*, 8(4), 417-432, 2007.

Soares CJ, Rodrigues MP, Vilela AB, Rizo ER, Ferreira LB, Giannini M, Price RB. Evaluation of Eye Protection Filters Used with Broad-Spectrum and Conventional LED Curing Lights. *Brazilian Dental Journal*, 28(1), 2017.