

은 및 백금 나노 입자의 함량에 따른 안 의료용 소재의 물성 변화

예기훈 · 성아영*

대불대학교 안경광학과

(접수 2010. 5. 26; 수정 2010. 5. 27; 게재확정 2010. 5. 28)

Physical Properties Variation of Ophthalmic Material in Content of Silver and Platinum Nanoparticle

Ki-Hun Ye and A-Young Sung*

Department of Ophthalmic Optics, Daebul University, Jeonnam 526-702, Korea

*E-mail: say@mail.daebul.ac.kr

(Received May 26, 2010; Revised May 27, 2010; Accepted May 28, 2010)

요약. 항균성을 포함한 나노 입자는 높은 활용성으로 인해 다양한 분야에 적용되고 있다. 본 연구는 HEMA (2-hydroxyethylmethacrylate), NVP (N-vinyl pyrrolidone), MMA (methylmethacrylate)에 나노 은 및 백금을 첨가한 후 농도조건을 다양화 하여 70 °C에서 약 40분, 80 °C에서 약 40분 마지막으로 100 °C에서 약 40분 동안의 열처리 공정을 거쳐 공중합 하였다. 사용된 나노 은과 백금 입자의 크기는 각각 10 ~ 20 nm를 나타내었다. 중합 후 생성된 고분자를 사용하여 물리적 특성을 측정 한 결과, 함수율 34.29 ~ 39.00%, 굴절률 1.422 ~ 1.430을 나타내었으며, 가시광선 투과율 78.8 ~ 92.5% 그리고 인장강도 값은 0.149 ~ 0.179 Kgf를 나타내었다. 나노 은과 백금 입자를 사용한 안 의료용 렌즈 재료는 콘택트렌즈 적용에 요구되는 기본적인 물성을 만족하였다.

주제어: 은 나노입자, 백금 나노입자, 함수율

ABSTRACT. Nanoparticle with antimicrobial property has been applied to various fields. This study added silver/platinum nanoparticles to HEMA (2-hydroxyethylmethacrylate), NVP (N-vinyl pyrrolidone) and MMA (methylmethacrylate) in various concentrations and copolymerized by heating at 70 °C for 40 minutes, 80 °C for 40 minutes, and finally, 100 °C for 40 minutes. The particle size of used nano silver and platinum was 10 ~ 20 nm respectively. Using the polymer produced through the copolymerization process, the authors have produced a contact lens and measured the physical characteristics which showed water content of 34.29 ~ 39.00%, refractive index of 1.422 ~ 1.430, visible transmittance of 78.8 ~ 92.5% and tensile strength of 0.149 ~ 0.179 kgf. The ophthalmic lens material produced using silver/platinum nanoparticles satisfied the basic physical properties required for contact lens application.

Keywords: Silver nanoparticle, Platinum nanoparticle, Water content

서론

안 의료용 기구 중의 하나인 콘택트렌즈는 안경과 더불어 주로 시력교정을 목적으로 하며, 안경 착용으로 인한 불편을 줄여주는 큰 장점으로 인해 착용률이 점차 증가해 왔으며, 앞으로도 계속적으로 증가 할 것으로 예상된다. 이러한 콘택트 렌즈의 발전은 여러 가지 기능성 소재의 적용과 함께 이어져 왔다. 그러나 앞으로의 콘택트렌즈의 발전은 소재 개발의 연구 뿐 아니라 콘택트렌즈의 기능성이 갖는 의료용 고분자로 발전할 것으로 예상된다. 콘택트렌즈는 직접적으로 각막을 덮어 시력 교정을 돕는 의료기구로 대기로부터의 산소 공급을 차단하여 눈의 신진대사를 원활히 이루지 못하게 하는 단

점을 갖고 있다.¹⁻⁴ 이를 보완하기 위한 목적으로 산소투과성이 뛰어난 실리콘을 적용하고 산소투과성 콘택트렌즈의 소재가 개발되어 점차적으로 발전되고 있다. 또한 기존에는 안경렌즈에만 적용되던 자외선 차단 효과를 콘택트렌즈에 응용한 자외선 차단 콘택트렌즈의 개발⁵ 그리고 기존의 콘택트 렌즈와 달리 홍채 부위의 색을 변화시켜 다양한 연출을 가능하게 하는 칼라 콘택트렌즈 등의 기능성 콘택트렌즈 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 앞으로도 이에 대한 연구는 계속 이어질 것으로 판단된다. 또한 최근에는 기능성 소재로 항균성을 갖는 콘택트렌즈에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.

항균과 관련된 물질은 매우 다양하고 종류가 많지만 안 의료용 소재는 눈에 직접 착용함에 따라 무엇보다 인체 무해한

안정성이 뛰어나고 생체적합성을 갖는 물질이 사용되어야 한다. 이에 대한 항균성 물질로 나노 은, 금, 백금 등이 있으며, 매우 다양한 분야에서 적용되고 있다.⁶⁻¹¹

은(Ag)은 구리족 원소로 광택, 연성과 전성 등 기계적 특성이 우수하여 다양한 분야에 사용되고 있다. 특히 은(Ag)은 은 원자가 수분과 반응하여 이온화되며 은 이온이 세균의 호흡을 관장하는 효소를 억제하여 세균을 죽이는 것으로 알려졌다. 이러한 항균성의 특성으로 제품의 고유한 특성에 기능성을 첨가하여 적용된 제품이 다양한 분야에서 출시되고 있다.¹²⁻¹⁶ 최근 예 등¹⁷의 연구 결과를 통해 은을 포함한 콘택트렌즈의 포도상구균과 녹농균에 대한 항균성이 보고된 바 있다.

백금은 Ru(ruthenium), Rh(rhodium) 그리고 Pd(palladium) 등과 함께 백금족에 속하는 원소이며, 특히 촉매로 높은 효율을 갖는 특성을 가지고 있어 많이 사용되고 있다.¹⁸⁻¹⁹ 이와 같은 특성 중 백금은 나노 형태로 사용되어 질 때 나노 은, 나노 금 등과 같이 항균성을 가지고 있는 것으로 알려져 나노 백금의 사용도 확대 되어 가고 있다.

또한 금속 나노는 특유의 색을 가지고 있어, 이를 활용한 연구도 진행이 가능한 부분 중 하나로 볼 수 있다.

본 연구는 나노 금속을 안 의료용 소재인 콘택트렌즈에 적용한 실험으로 나노 은과 백금을 여러 조합으로 다양화 시켜 기존 콘택트렌즈에 사용되는 HEMA(2-hydroxyethyl methacrylate), NVP(N-vinyl pyrrolidone), MMA(methyl methacrylate), EGDMA(ethylene glycol dimethacrylate)과 함께 공중합하여 색을 가지며, 항균성의 기능성을 동시에 가질 수 있는 안 의료용 고분자를 제조하였으며, 또한 제조된 고분자의 함수율(water content), 굴절률(refractive index), 광투과율(optical transmittance), 인장강도(tensile strength) 등의 물리적 특성을 실험하여, 다양한 조건에서의 실험 결과를 비교 고찰하였다.

실험

실험 방법

실험에 사용된 재료로는 소프트 콘택트렌즈의 주 재료로 사용되고, 수산기를 포함하고 있어 친수성의 성질을 갖는 HEMA(2-hydroxyethyl methacrylate), 락탐고리가 포함되어 생체 친화력이 뛰어나며, 높은 친수성을 갖는 NVP(N-vinyl pyrrolidone), 하드 콘택트렌즈의 재료이지만 광학성이 뛰어나고, 렌즈의 형상을 견고히 하여 내구성을 높게 하는 MMA(methyl methacrylate), 그리고 모노머와의 결합을 돕는 교차결합제로 EGDMA(ethylene glycol dimethacrylate)를 사용하여 공중합 하였다. 실험에 사용된 배합 조건은 HEMA (96.20%), NVP(2.50%), MMA(1.00%) 그리고 교차결합제로 EGDMA (0.30%)를 기본으로 조합하였다. Reference 조합에 은의 양을 0.50%로 고정된 후 백금의 양을 1.00 ~ 7.00%까지 농도로

다양화하였다. 그리고 reference 조합에 백금의 양을 0.50%로 고정된 후 은의 양을 0.50 ~ 5.00%까지 농도로 다양화하여 조합하였다. 중합을 위해 사용된 개시제로는 AIBN(azobisisobutyronitrile)을 0.1% 농도로 사용하였다. 배합 조건에 맞춰 혼합한 모너머를 사용하여 약 30분의 교반과정을 거쳐 각각의 sample을 준비하였다.

실험에 사용된 platinum colloid는 약 100 ppm의 농도를 그리고 Au colloid는 약 25 ppm의 농도를 사용하였으며, 10 ~ 20 nm의 입자 크기를 확인하였다. 각각의 나노입자가 배합되는 양에 따라 교반된 재료는 색의 차이를 보여 제조된 고분자에도 다소 영향을 주었으며, 함량에 따라 노란색에서 회색빛을 다양하게 나타내었다.

교반 후 준비된 재료를 열 중합 방식으로 고분자를 제조 하였다. 제조 과정은 교반된 모너머를 콘택트렌즈 몰드에 주입 후 70 °C에서 약 40분, 80 °C에서 약 40분 그리고 마지막으로 100 °C에서 약 40분의 열처리를 공정을 거쳐 렌즈를 제조 하였다.

제조된 콘택트렌즈는 microwave oven에 약 10분간 건조한 후 건조된 무게를 측정 하고 0.9%의 염화나트륨 생리 식염수에 약 24시간 동안 흡수 시킨 후, 수화된 무게와 표면검사 및 광투과율과 인장강도 등의 측정을 통해 각 조합별 물리적 특성을 비교하였다.

시약 및 재료

본 실험에 사용된 콘택트렌즈의 주재료인 HEMA(2-hydroxyethyl methacrylate)와 개시제인 AIBN(azobisisobutyronitrile)은 JUNSEI사 제품을, 소수성의 특성을 갖는 MMA(methyl methacrylate)는 Crown Guaranteed Reagents사 제품을 사용하였으며, 친수성의 특성을 갖는 NVP(N-vinyl pyrrolidone)는 Acros사 제품을, 교차결합제인 EGDMA(ethylene glycol dimethacrylate)는 sigma-aldrich사 제품을 구입하여 각각 사용하였다.

측정 기기 및 분석

함수율

함수율은 공중합된 고분자의 건조 되었을 때 무게와 0.9%의 염화나트륨(NaCl) 생리 식염수에 약 24시간 동안 흡수 시킨 후 수화된 무게를 각각 측정하여 중량측정법을 통하여 함수율을 산출 하였다. 콘택트렌즈의 수분 제거는 portion whatman # 1 filter paper를 사용한 Wet blotting 방법을 사용하여 측정하였다. 콘택트렌즈의 건조는 시료 병에 CaSO₄를 넣어 microwave oven에서 500 W ~ 650 W 정도의 세기로 약 10분 건조한 후 실온에서 30분 유지하여 건조된 무게를 측정하는 방식으로 각각을 측정하였다.

굴절률 및 인장강도

굴절률은 측정을 위해 ABBE Refractometer(ATAGO NAR

Table 1. Percent composition of samples unit: %

	HEMA	NVP	MMA	EGDMA	AgNO ₃	Platinum
R	96.20	2.50	1.00	0.30	-	-
A	95.71	2.49	1.00	0.30	0.50	-
AP1	94.77	2.46	0.99	0.30	0.49	0.99
AP3	92.94	2.42	0.97	0.29	0.48	2.90
AP5	91.19	2.37	0.95	0.28	0.47	4.74
AP7	89.49	2.33	0.93	0.28	0.46	6.51

1T, Japan)를 사용하였으며 인장강도의 경우, AIKOH Engineering사의 Model-RX series를 사용하여 측정하였다.

산소투과율

산소투과율 측정은 Rehder single-chamber system - O₂ permeometer model 201T(Rehder Development Company, Castro Valley, California, USA)를 사용하였으며, 35 °C ± 0.5 °C를 유지시킨 후 시험 시료를 고정 장치에 의해 센서의 음극과 맞닿아 고정하여 평행을 이룰 때의 전류 값을 측정하였다. 측정된 전류 값을 계산식에 대입하여 Dk/t(산소투과율)를 결정하였다.

결과 및 고찰

AgNO₃ 0.50%와 platinum nanoparticle 1.00 ~ 7.00%

조합의 물리적 특성

재료의 배합비

HEMA(96.20%), NVP(2.50%), MMA(1.00%), EGDMA(0.30%)을 배합하여 제조한 기본 조합과 나노 은을 0.50% 첨가한 조합 그리고 나노 은을 0.50%로 일정량 고정시킨 후 나노 백금의 양을 1.00 ~ 7.00%까지 증가시킨 sample을 각각 배합하였다. 실험에 사용된 배합비를 Table 1에 나타내었다. 또한 각 sample을 농도별로 분류하여 R, A, AP1, AP3, AP5, 그리고 AP7로 명명하였다.

함수율

중량측정법에 의해 얻어진 sample의 함수율과 평균 함수율을 Table 2에 나타내었으며, 측정된 함수율의 경향과 분포를 Fig. 1에 나타내었다.

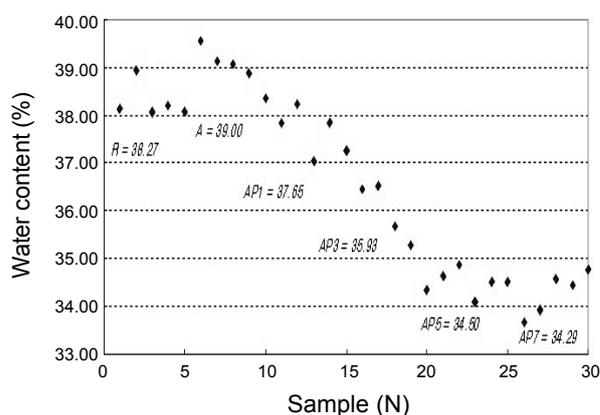
나노 은과 백금을 첨가하지 않은 sample R의 함수된 무게와 건조된 무게의 차이는 0.0251 g, 평균 함수율은 38.27%를, R의 조합에 나노 은을 0.50% 첨가한 sample A의 무게의 차이는 0.0233 g, 평균 함수율은 39.00%를 나타내었다.

Sample A의 조합에 나노 백금의 양을 1.00 ~ 7.00% 증가시킨 sample AP1 ~ AP7의 함수된 무게와 건조된 무게의 차이 및 평균 함수율은 sample AP1의 경우 0.0254 g, 평균 함수율 37.65%, AP3은 0.0238 g, 평균 함수율 35.93%, AP5는 0.0232 g, 평균 함수율 34.50% 그리고 AP7은 0.0231 g, 평균 함수율은

Table 2. Water content of samples

Sample		* m_{dry} (g)	** $m_{hydrated}$ (g)	*** w_{H_2O} (%)
R	Avg.	0.0406	0.0657	38.27
A	Avg.	0.0365	0.0598	39.00
AP1	Avg.	0.0421	0.0675	37.65
AP3	Avg.	0.0425	0.0663	35.93
AP5	Avg.	0.0441	0.0673	34.50
AP7	Avg.	0.0443	0.0674	34.29

* m_{dry} is the mass of the dry test specimens. ** $m_{hydrated}$ is the mass of the hydrated the specimens. *** w_{H_2O} is the water content.

**Fig. 1.** Effect of nano platinum concentration on water content.

34.29%를 각각 나타내었다. 이 결과로 볼 때 sample R의 함수율과 비교하여 sample A의 함수율이 증가한 것은 나노 은의 친수성 영향에 의해 증가된 것으로 판단된다. Sample A의 함수율과 비교하여 sample AP1 ~ 7은 백금의 비율이 높아짐에 따라 일정량의 함수율이 감소되었다. 이는 나노 백금의 존재에 의해 나노 은과 백금의 반응이 경쟁적으로 생성되어 함수율의 감소에 영향을 준 것으로 판단된다.

굴절률

굴절률 측정을 위해 0.9%의 염화나트륨 생리 식염수에 약 24시간 동안 함수시킨 후 측정할 수화된 sample의 굴절률에 대한 평균값을 Table 3에, 변화된 경향을 Fig. 2에 각각 나타내었다. Sample R은 1.422, sample A 1.425를, sample AP1 ~ AP7은 1.425, 1.429, 1.430 그리고 1.430으로 각각 나타내었다. 이 결과로 볼 때 함수율이 감소함에 따라 굴절률이 증가함을 확인하였다.

광투과율

조합하여 얻어진 콘택트렌즈의 평균 광투과율을 Table 4에 나타내었으며, 대표적으로 sample AP1-2의 측정 결과를 Fig. 3에 나타내었다. Sample R의 UV-B, UV-A 그리고 visible transmittance는 각각 85.2%, 88.2%, 91.5%의 평균값

Table 3. Refractive index of samples

		* $n_{hydrated}$
R	Avg.	1.422
A	Avg.	1.425
AP1	Avg.	1.425
AP3	Avg.	1.429
AP5	Avg.	1.430
AP7	Avg.	1.430

* $n_{hydrated}$ is the index of refraction.

Table 4. Optical transmittance of sample unit: %

Sample	UV-B	UV-A	Visible transmittance
R	85.2	88.2	91.5
A	78.5	85.6	86.9
AP1	74.8	83.5	88.2
AP3	74.5	83.4	87.7
AP5	74.8	83.5	87.9
AP7	71.5	82.5	86.8

을 나타내었다. A의 경우 78.5%, 85.6%, 86.9%를 AP1은 74.8%, 83.5%, 88.2%를, AP3은 74.5%, 83.4%, 87.7%를 나타내었으며, AP5는 74.8%, 83.5%, 87.9% 그리고 AP7은 71.5%, 82.5%, 86.8%를 각각 나타내었다. 이 결과로 볼 때 생성된 고분자의 가시광선 영역에 대한 전체적인 광투과율은 기존의 콘택트렌즈에 적합한 투과율을 나타내었다.

인장강도

캐스트 몰드법을 통해 중합한 콘택트렌즈의 인장강도는 0.157 kgf ~ 0.179 kgf의 범위를 나타내었으며, 대표적으로 sample AP3의 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

산소투과율

중합한 고분자를 사용하여 제조된 콘택트렌즈의 산소투과율을 측정하였으며, 대표적으로 sample AP3의 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 측정된 전류 값은 2.36 Ampere, 산소투과율은 $7.092 \times 10^{-9} \text{ cm}^3/\text{s mL O}_2/\text{mL} \times \text{mmHg}$ 로 계산되었다.

Platinum nanoparticle 0.50%와 AgNO₃ 1.00 ~ 5.00%의 물리적 특성

재료의 배합비

HEMA(96.20%), NVP(2.50%), MMA(1.00%), EGDMA(0.30%)을 배합하여 제조된 기본 조합과 나노 백금을 0.50% 첨가한 조합 그리고 나노 백금 0.50%의 일정량에 나노 은의 양을 1.00 ~ 5.00%까지 증가시킨 sample을 각각 배합하였다. 이에 대한 배합비를 Table 5에 정리하여 나타내었다. 또한 각 sample을 농도별로 분류하여 R, P, PA0.5, PA1, PA3, 그리고 PA5로 명명하였다.

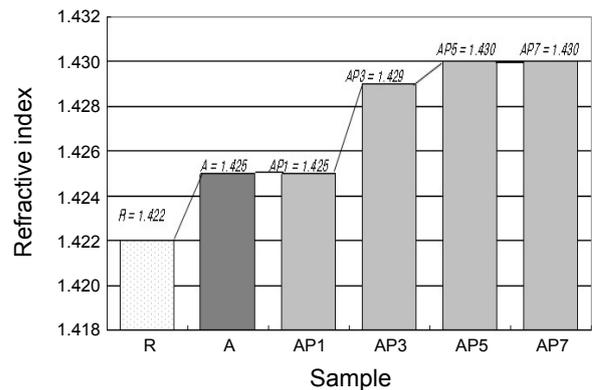


Fig. 2. Distribution chart of refractive index.

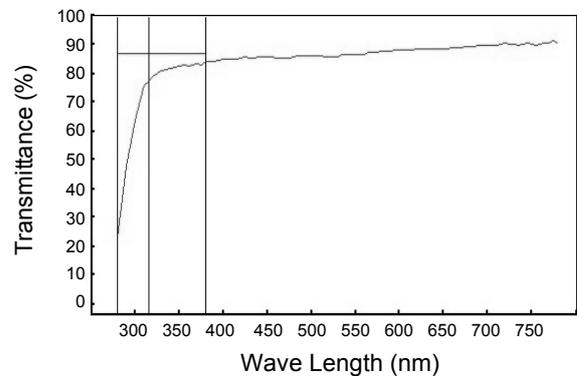


Fig. 3. Optical transmittance of AP1-2 sample.

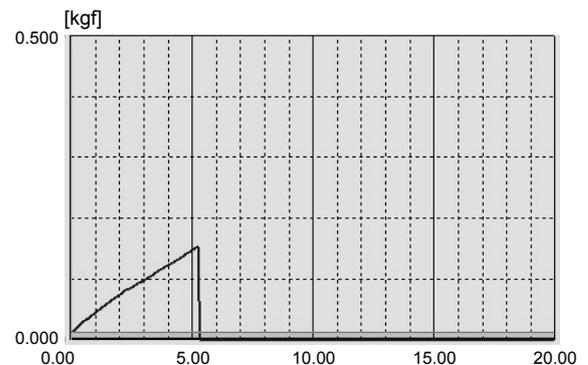


Fig. 4. Tensile strength of AP3-2 sample.

함수율

중량측정법에 의해 얻어진 각 sample의 함수율과 평균 함수율을 Table 6에 나타내었으며, 측정된 함수율의 경향과 분포를 Fig. 6에 나타내었다.

나노 은과 백금을 첨가하지 않은 sample R의 함수된 무게와 건조된 무게의 차이는 0.0223 g, 평균함수율은 37.31%를, R의 조합에 나노 백금을 0.50% 첨가한 sample P의 무게의 차이는 0.0253 g, 평균 함수율은 36.59%를 나타내었다.

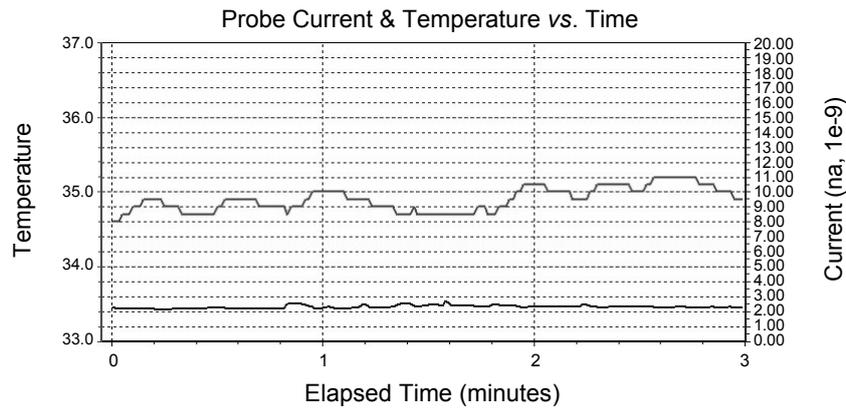


Fig. 5. Oxygen transmissibility of AP3-2 sample.

Table 5. Percent composition of samples unit: %

	HEMA	NVP	MMA	EGDMA	Platinum	AgNO ₃
R	96.20	2.50	1.00	0.30	-	-
P	95.71	2.49	1.00	0.30	0.50	-
PA0.5	95.23	2.47	1.00	0.30	0.50	0.50
PA1	94.77	2.46	0.99	0.30	0.49	0.99
PA3	92.94	2.42	0.97	0.29	0.48	2.90
PA5	91.19	2.37	0.95	0.28	0.47	4.74

Table 6. Water content of samples

Sample	<i>m_{dry}</i> (g)	<i>m_{hydrated}</i> (g)	<i>w_{H₂O}</i> (%)	
R	Avg.	0.0496	0.0791	37.31
P	Avg.	0.0438	0.0691	36.59
PA0.5	Avg.	0.0438	0.0775	37.50
PA1	Avg.	0.0458	0.0742	38.24
PA3	Avg.	0.0417	0.0659	36.75
PA5	Avg.	0.0465	0.0726	35.93

m_{dry} is the mass of the dry test specimens. *m_{hydrated}* is the mass of the hydrated the specimens. *w_{H₂O}* is the water content.

Sample P의 조합에 나노 은의 양을 0.50 ~ 5.00% 증가시킨 sample PA0.5 ~ PA5의 함수된 무게와 건조된 무게의 차이와 평균 함수율은 sample PA0.5는 0.0337 g, 평균 함수율 37.50%, PA1은 0.0284 g, 평균 함수율 38.24%, PA3은 0.0242 g, 평균 함수율 36.75% 그리고 PA5는 0.0261 g, 평균 함수율은 35.93%를 각각 나타내었다. 이 결과로 볼 때 sample R의 함수율과 비교하여 sample P의 함수율이 감소한 것은 나노 백금의 영향에 의해 감소된 것으로 판단된다. Sample P의 함수율과 비교하여 sample PA0.5와 PA1은 나노 은의 비율이 증가함에 따라 일정량의 함수율이 증가되었다. 그러나 나노 은의 존재에 의해 고분자의 함수율이 증가하다가 일정량의 함량에 도달하게 되면 나노 백금과 나노 은의 반응이 경쟁적으로 생성되어 함수율의 감소에 영향을 준 것으로 판단된다.

나노 은 0.5%와 나노 백금 1.00 ~ 5.00%를 첨가한 조합과

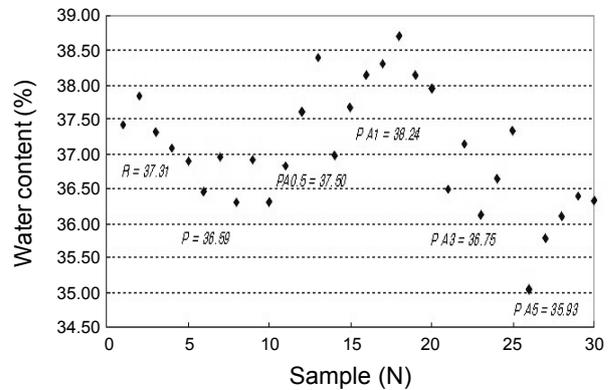


Fig. 6. Effect of nano silver concentration on water content.

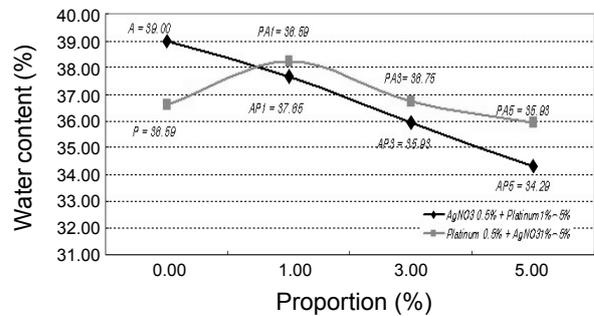


Fig. 7. Water content variation of samples with nanoparticles.

나노 백금 0.5%와 나노 은 1.00 ~ 5.00%를 첨가한 조합의 함수율을 비교한 결과 나타난 경향을 Fig. 7에 나타내었다. 일정량의 나노 은에 나노 백금을 증가시킨 sample은 나노 백금의 존재에 의해 나노 은과 백금의 반응이 경쟁적으로 생성되어 함수율이 감소되었다.

굴절률

굴절률 측정을 위해 0.9%의 염화나트륨 생리 식염수에 약 24시간 동안 함수 시킨 후 측정된 수화된 sample의 굴절률에

Table 7. Refractive index of samples

	* $n_{hydrated}$	
R	Avg.	1.425
P	Avg.	1.427
PA0.5	Avg.	1.425
PA1	Avg.	1.422
PA3	Avg.	1.427
PA5	Avg.	1.429

* $n_{hydrated}$ is the index of refraction.

Table 8. Optical transmittance of sample

unit: %

Sample	UV-B	UV-A	Visible transmittance
R	89.8	90.2	92.5
P	83.9	89.1	91.2
PA0.5	81.8	87.2	89.9
PA1	78.8	85.6	87.8
PA3	70.9	78.8	80.8
PA5	60.5	70.1	78.8

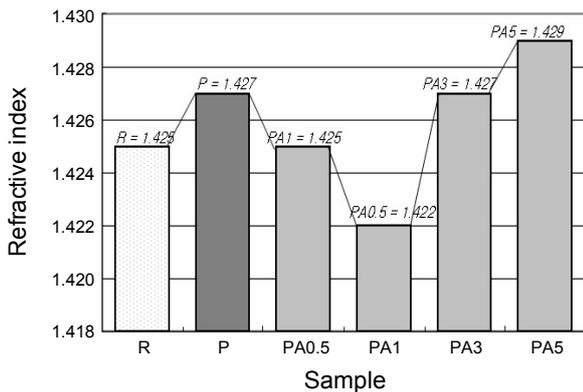


Fig. 8. Distribution chart of refractive index.

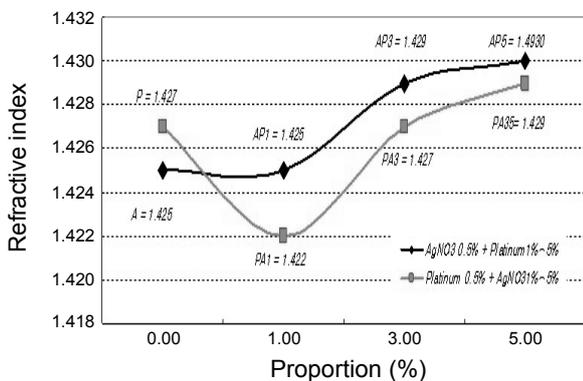


Fig. 9. Refractive index variation of samples with nanoparticles.

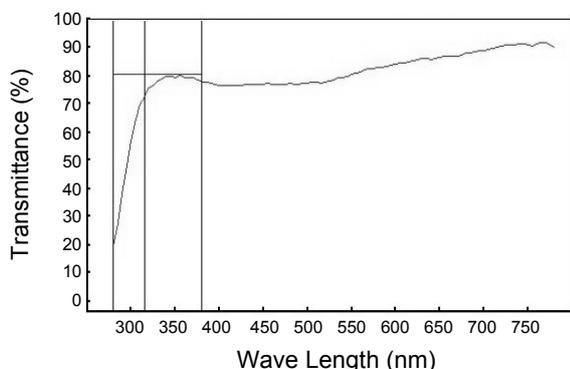


Fig. 10. Optical transmittance of PA3-3 sample.

대한 평균값을 Table 7에, 변화된 경향을 Fig. 8에 각각 측정되었다. Sample R은 1.425, sample P 1.427를, sample PA0.5 ~ PA5는 1.425, 1.422, 1.427 그리고 1.429로 각각 측정되었다. 이 결과로 볼 때 함수율이 증가함에 따라 굴절률이 감소함을 확인할 수 있었다. 나노 은 0.50%와 나노 백금 1.00 ~ 5.00%를 첨가한 조합과 나노 백금 0.50%와 나노 은 1.00 ~ 5.00%를 첨가한 조합의 굴절률을 비교한 결과 경향을 Fig. 9에 나타내었다. 나노 백금 0.50% 첨가한 P와 비교하여 PA1 ~ PA5의 조합은 나노 은의 함량을 1.00 ~ 5.00% 증가함에 따라 PA1은 굴절률이 감소하였으나, PA3과 PA5의 조합에서는 증가하는 경향을 나타내었다.

나노 은을 0.50% 첨가한 A와 비교하여 AP1 ~ AP5의 조합에서 나노 백금의 함량이 1.00 ~ 5.00% 증가함에 따라 함수율은 감소하였으나 굴절률은 증가하는 경향을 나타내었다.

광투과율

Sample R의 UV-B, UV-A 그리고 visible transmittance는 각각 89.8%, 90.2%, 92.5%의 평균값을 나타내었다. 이 결과로 볼 때 생성된 고분자의 가시광선 영역에 대한 전체적인 광투과율은 비교적 높은 값을 나타내었으며, 생성된 고분자의 광투과율은 나노 은의 함량이 증가할수록 가시광선의 투과율은 다소 감소하였고, UV-B와 UV-A의 자외선의 투과율은 차단되는 것으로 나타났다.

인장강도 및 산소투과성

각 sample에 대한 인장강도는 0.149 kgf ~ 0.168 kgf의 범위를 나타내었으며, 산소투과율은 $5.637 \times 10^{-9} \text{ cm}^3/\text{s mL O}_2/\text{mL} \times \text{mmHg}$ 을 나타내었다.

결론

본 연구는 나노 은 및 백금 입자를 첨가하여 여러 가지 모너머와 함께 중합하여 의료용 소재인 콘택트렌즈에 적용 시켜 기능성 고분자 소재를 제조하였다. 제조 후 함수율, 굴절률, 광투과율, 인장강도, 산소투과율을 통해 물리적 특성을 측정하였다. 나노 은 0.50%와 나노 백금을 1.00 ~ 7.00%를 첨가한 결과 sample R의 함수율과 비교하여 sample A의 함수율이 증가

한 것은 나노 은의 영향에 의해 증가된 것으로 판단된다. Sample A의 흡수율과 비교하여 sample AP1 ~ 7은 백금의 비율이 높아짐에 따라 일정량의 흡수율이 감소되었다. 나노 백금의 존재에 의해 나노 은과 백금의 반응이 경쟁적으로 생성되어 흡수율의 감소에 영향을 준 것으로 판단된다. 평균 광투과율은 UV-B, UV-A, visible transmittance에서 각각 71.5% ~ 85.2%, 82.5% ~ 88.2%, 86.8% ~ 91.5%의 범위를, 평균 굴절률은 1.422 ~ 1.430의 범위를, 인장강도의 경우, 0.157 kgf ~ 0.179 kgf의 범위를 나타내었다.

나노 백금 0.50%와 나노 은을 0.50 ~ 5.00%로 첨가한 결과 sample R의 흡수율과 비교하여 sample P의 흡수율이 감소한 것은 나노 백금의 영향에 의해 감소된 것으로 판단된다. Sample P의 흡수율과 비교하여 sample PA0.5와 PA1은 나노 은의 비율이 증가함에 따라 일정량의 흡수율이 증가되었다. 그러나 나노 은의 존재에 의해 고분자의 흡수율이 증가하다가 일정량의 함량에 도달하게 되면 나노 백금과 은의 상호작용으로 흡수율의 감소에 영향을 주었다. 평균 광투과율은 UV-B, UV-A, visible transmittance에서 각각 60.5% ~ 89.8%, 70.1% ~ 90.2%, 78.80% ~ 92.5%의 범위, 평균 굴절률은 1.422 ~ 1.429의 범위, 인장강도의 경우 0.149 kgf ~ 0.168 kgf의 범위를 나타내었다. 본 실험 결과 생성된 고분자는 착색 효과를 지니면서 동시에 항균성을 포함한 콘택트렌즈 및 기능성 의료용 고분자에 다양한 조건으로 적용이 가능 할 것으로 판단된다.

Acknowledgments. This research was financially supported by the Ministry of Education, Science Technology (MEST) and Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) through the Human Resource Training Project for Regional Innovation.

REFERENCES

1. Compan, V.; Andrio, A.; López-Alemayn, A.; Riande, E.; Refojo, M. F. *Biomaterials* **2002**, 23(13), 2767-2772.
2. Holden, B. A.; Mertz, G. W. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* **1984**, 25, 1161-1167.
3. Papas, E. B.; Vajdic, C. M.; Austen, R.; Holden, B. A. *Current Eye Research* **1997**, 16(9), 942-948.
4. Hill, R. M.; Fatt, I. *Science* **1963**, 142(3597), 1295- 1297.
5. Kim, T. H.; Ye, K. H.; Sung, A. Y. *Journal of the Korean chemical society* **2009**, 53(3), 391-394.
6. Park, J. S.; Park, K. B.; Kim, S. D.; Park, H. D. *J. of the Korean Sensors Society* **2009**, 18(5), 327.
7. Wu, H. T.; Lee, M. J.; Lin, H. M. *J. of Supercritical Fluids* **2005**, 33, 173.
8. Allen, H. F. *Ann. ophthalmol.* **1971**, 3(3), 235.
9. Feng, Q. L.; Wu, J.; Chen, G. Q.; Cui, F. Z.; Kim, J. O. *J. Biomed Mater Res.* **2000**, 54(4), 662.
10. Cecil, W. C.; Charles, M. P.; Paul, W. K. *J. AWWA.* **1962**, 54, 208.
11. Ye, K. H.; Kim, T. H.; Sung, A. Y. *Kor. J. Vis. Sci.* **2009**, 11(4), 307.
12. Lansdown, A. B. *Curr. Probl. Dermatol.* **2006**, 33, 17.
13. Kim, T. N.; Feng, Q. L.; Kim, J. O.; Wu, J.; Wang, H.; Chen, G. C.; Cui, F. Z. *J. Mater. sci. Mater. Med.* **1998**, 9, 129.
14. Lim, S. K.; Lee, S. K.; Hwang, S. H.; Kim, H. Y. *Macromol. Mater. Eng.* **2006**, 291, 1265.
15. Li, X. J.; Wang, J.; Shenm, L. R.; Xum, Z. J.; Li, P.; Wan, G. J.; Huang, N. *Surf. Coat. Technol.* **2007**, 201, 8155.
16. Rai, M.; Yadav, A.; Gade, A. *Biotechnol. Adv.* **2009**, 27, 76.
17. Ye, K. H.; Cho, S. H.; Sung, A. Y. *J. Kor. Chem. Soc.* **2009**, 53(5), 542.
18. Kim, J. H.; Lee, W. H. *The Korean society for geosystem engineering* **1996**, 33, 358.
19. Lee, H. Y.; Chon, H. T. Sager, M. *The Korean society for geosystem engineering* **2006**, 43(1), 84.