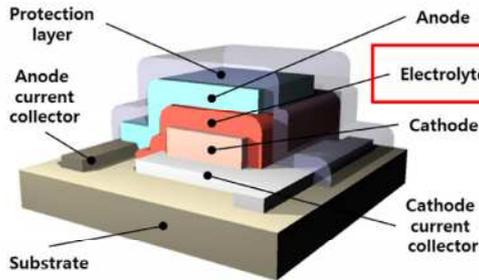
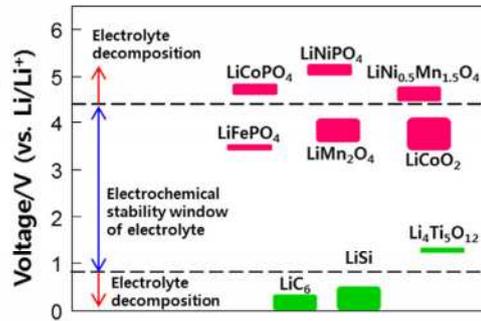


# All-solid-state lithium batteries

## • Schematic diagram



## • Stable voltage range of liquid electrolyte



<b>Cathode</b>	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , Li(MnNiCo)O <sub>2</sub> , LiFePO <sub>4</sub> etc.
<b>Electrolyte</b>	LiPON, LLTO, LiSICON etc. <b>(Electrochemical stability window: 0~5.5 V)</b>
<b>Anode</b>	Si, Si alloy, CNT, Li <sub>4</sub> Ti <sub>5</sub> O <sub>12</sub> etc.
<b>C. C.</b>	Ni, Cu, Pt, Al etc.

- 고온, 외부의 충격에 의한 폭발
- Swelling 현상
- Li degradation
- Side reaction

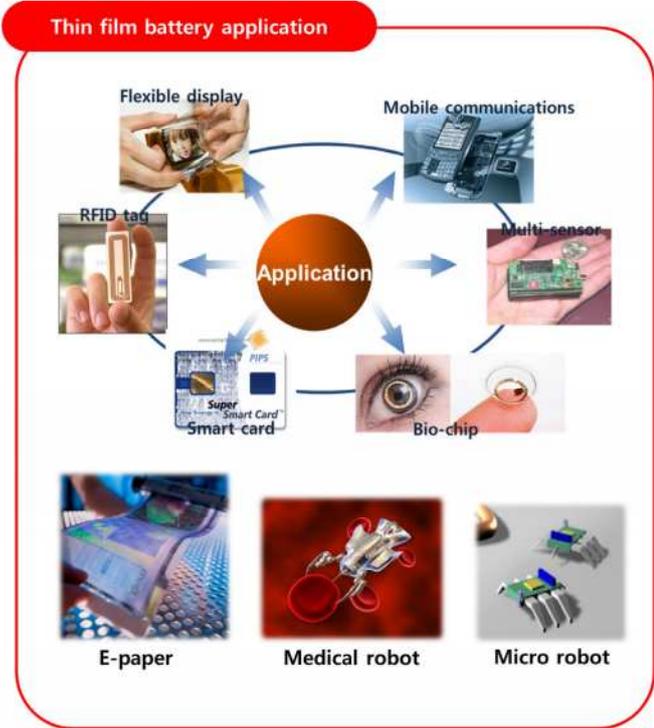
# Lithium-ion thin film battery

shapes and size  
Thermal stability  
Low self-discharge



Current densities  
Low ion-conductivity

## Thin film battery application



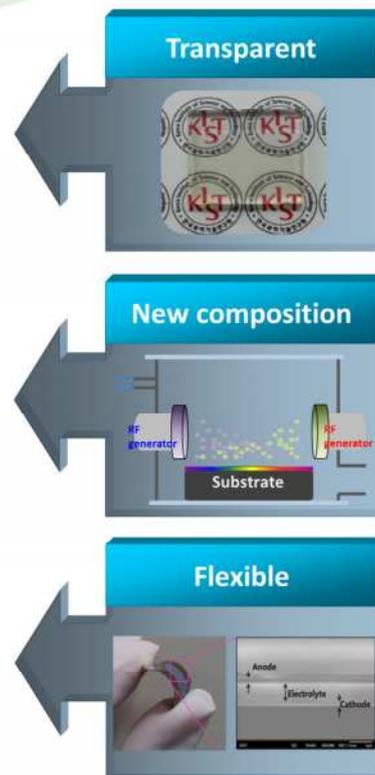
## Lithium thin film batteries

- Flexible batteries
- Transparent batteries
- 3D structured batteries



## Lithium ion thin film batteries on contact lens

KIST, Making New History  
KIST  
Korea Institute of Science and Technology



# Lithium ion thin film batteries on contact lens

## Approach 1, Pupil Transparent TFB

Transparent Part (MED Lens)

Non-transparent Part (Thin Film Battery)

Thin Film Battery on PI

<Thin Film Battery on Lens>

## Approach 2, All Transparent TFB

Anode (ex.  $\text{SiN}_x$ )

Solid Electrolyte (ex. LIPON)

Laser lift-off

렌즈

Cathode (ex.  $\text{LiMPO}_4$ )

- Transparent Thin Film Battery using **Wide Band Gap Oxide Active materials**
- Low Temp. Crystallization using **KrF Excimer Laser or Laser Lift-off**

<Thin Film Battery on Lens>

# Lithium ion thin film batteries on contact lens

## Approach 1, Pupil Transparent TFB

Transparent Part (MED Lens)

Non-transparent Part (Thin Film Battery)

Thin Film Battery on PI

<Thin Film Battery on Lens>

Nano Energy 10 (2016) 204–207

Contents lists available at ScienceDirect

Nano Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/nanoenergy

Full paper

Scalable fabrication of flexible thin-film batteries for smart lens applications

HyeonSeok Lee<sup>a</sup>, Sangtae Kim<sup>a</sup>, Kwang-Bum Kim<sup>a</sup>, Ji-Won Choi<sup>b,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Center for Electronic Materials, Korea Institute of Science and Technology (KIST), 107, P.O. Box 107, Yusong, Taejeon 305-390, Republic of Korea

<sup>b</sup> Energy Conversion and Energy Storage Laboratory, Department of Material Science and Engineering, Seoul National University, 51-1, Shinlim-dong 1-gil, Kwanak-gu, Seoul 151-747, Republic of Korea

<sup>c</sup> Department of Nano-mechanical Systems and Technology, Korea University of Science and Technology (UST), P.O. Box 305, Yuseong, Taejeon 305-390, Republic of Korea

ARTICLE INFO

Keywords:  
Flexible battery  
Thin-film battery  
Smart lens  
Flexible electronics  
Optical transparent

ABSTRACT

The smart lens system is considered one of the ultimate wearable electronic platforms, with potential applications in health monitoring systems, robotics, or development for use in lens-based life-of-robotics, which greatly reduce the complexity of such systems. Here, we design and demonstrate the flexible thin-film battery applied to contact lens form-factor, with direct fabrication on polymer substrates and single step low-temperature annealing. The battery utilizes silicon  $\text{LiMPO}_4$  thin-film cathode, fabricated with KrF off-axis grating deposition. This solution enables necessary low-temperature crystallization of  $\text{LiMPO}_4$  thin-film and effectively reduces the annealing temperature of  $\text{LiMPO}_4$  down to 400 °C for the low-temperature crystallization. This solution enables necessary low-temperature crystallization of  $\text{LiMPO}_4$  thin-film and effectively reduces the annealing temperature of  $\text{LiMPO}_4$  down to 400 °C for the low-temperature crystallization. The battery demonstrates the energy storage capacity of 2.5 mAh/cm<sup>2</sup> under room conditions. The storage capacity is maintained to power glass lenses embedded in the contact lens for up to 11.7 h. In addition, the high energy density of 2.5 mAh/cm<sup>2</sup> flexible battery may enable a diverse set of smart lens devices, with scalable and CMOS-compatible fabrication processes.

1. Introduction

Over the past 10 years, the research interest in flexible batteries has increased by a significant amount, with a wide range of potential applications from wearable devices to bendable personal electronics [1]. One such application involves the smart lens system, one of the ultimate wearable electronic platforms [2]. Smart lenses may enable artificial intelligence-driven visual guide or real-time health monitoring platforms when coupled to smart electronic components such as cameras, display screens and displays [3–5]. One of the greatest challenges for this innovative technologies, however, lies in developing a flexible, compact and durable battery system that can be integrated into the lens format by CMOS-compatible processes.

Integrating conventional lithium ion batteries into contact lenses has several design challenges. The strict size and weight requirements for contact lenses indicate that only limited dielectric materials may be used. Salt and non-toxic silicon  $\text{LiMPO}_4$  is favored over solid-state conducting oxides (e.g.,  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiMnPO}_4$ ) [6]. Solid electrolytes must be used instead of organic solvent-based liquid electrolytes. These requirements, along with the lens form factor, put the thin-film solid-state battery in a practical option for smart lenses [7]. With recent progress on novel solid electrolytes with high  $\text{Li}^+$  conductivity over 10 mS/cm, we may expect further research developments in solid-state thin-film batteries for applications in smart lenses [8]. Yet, one major remaining challenge involves the high temperature required for annealing the thin-film cathode materials such as  $\text{LiMPO}_4$ . Thin-film cathode materials require annealing at temperatures above 500 °C [9–12]. However, no flexible substrate enables annealing at such temperatures. This suggests that either novel processing techniques involving low-temperature crystallization [13,14] or lift-off based transfer techniques [15] must be developed for successful integration of solid-state batteries into smart lenses.

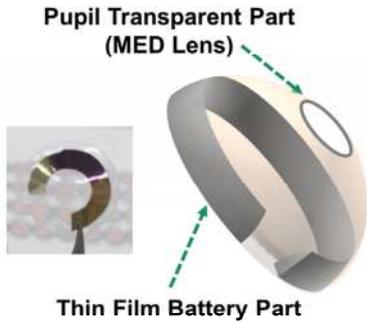
Here, we design and demonstrate a flexible battery applied to contact lens form-factor by developing a low-temperature processed thin-film battery. Specifically, we utilize thin-film cathode ( $\text{LiMPO}_4$ ) thin films are deposited at 40 °C of annealing by KrF excimer laser processing to ensure that the film grows with porous surfaces. The films exhibit optimal crystallization temperatures of 400 °C, over 100 °C lower than the required annealing temperature required for most cathode  $\text{LiMPO}_4$  [9–12]. This allows the entire battery to be developed on flexible polymer (PE)

\* Corresponding author at Center for Electronic Materials, Korea Institute of Science and Technology (KIST), 107, P.O. Box 107, Yusong, Taejeon 305-390, Republic of Korea.  
E-mail address: jwchoi@kist.ac.kr (J.W. Choi).

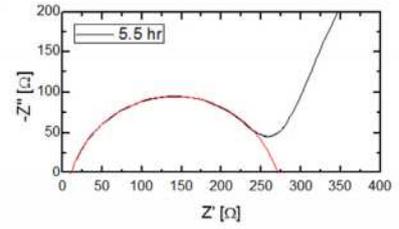
https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2016.08.024

Received 6 February 2016; Received in revised form 27 July 2016; Accepted 22 August 2016  
Available online 24 August 2016  
© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

# Pupil Transparent TFB



- Anode current collector
- Anode (Li)
- Electrolyte (LiPON)
- Cathode (LiFePO<sub>4</sub>)
- Cathode current collector
- Polyimide substrate

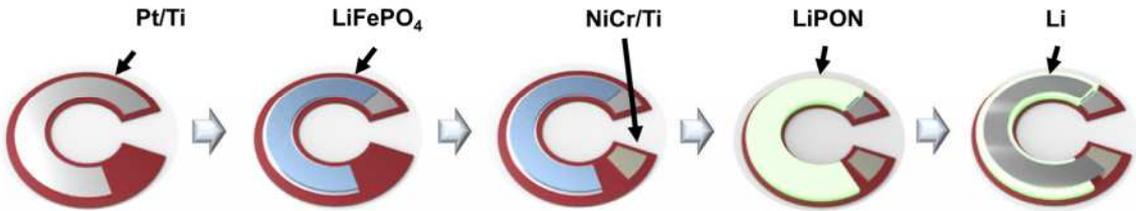


**Ionic Conductivity**  
 $= 1.21 \times 10^{-6} (\Omega \text{cm})^{-1}$

$$\sigma = d / (R \times A)$$

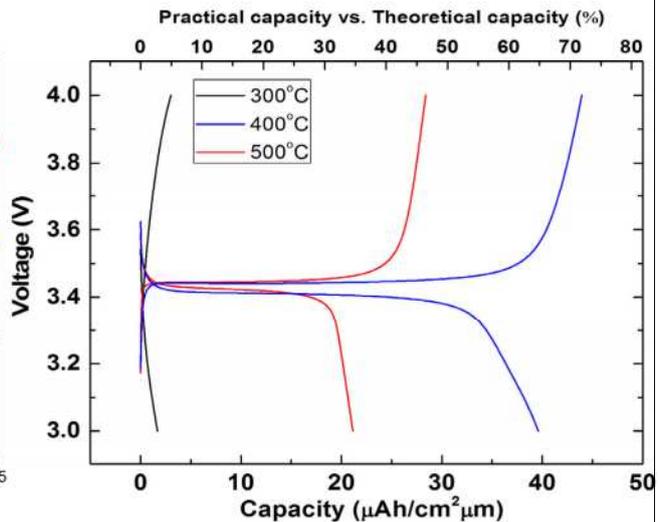
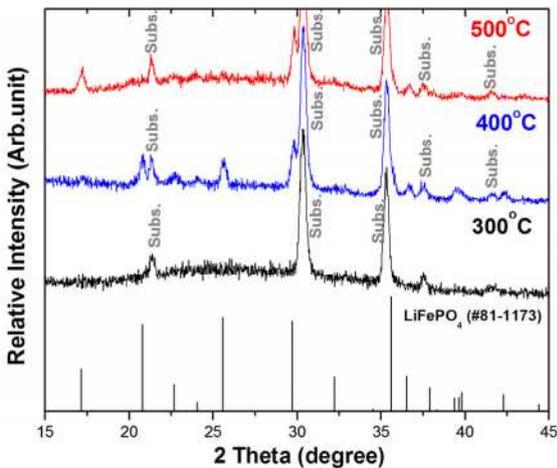
$\sigma$  : ionic conductivity  
 $d$  : thickness of thin film  
 $A$  : electrode area  
 $R$  : real part of impedance

<Schematic diagram of deposition>



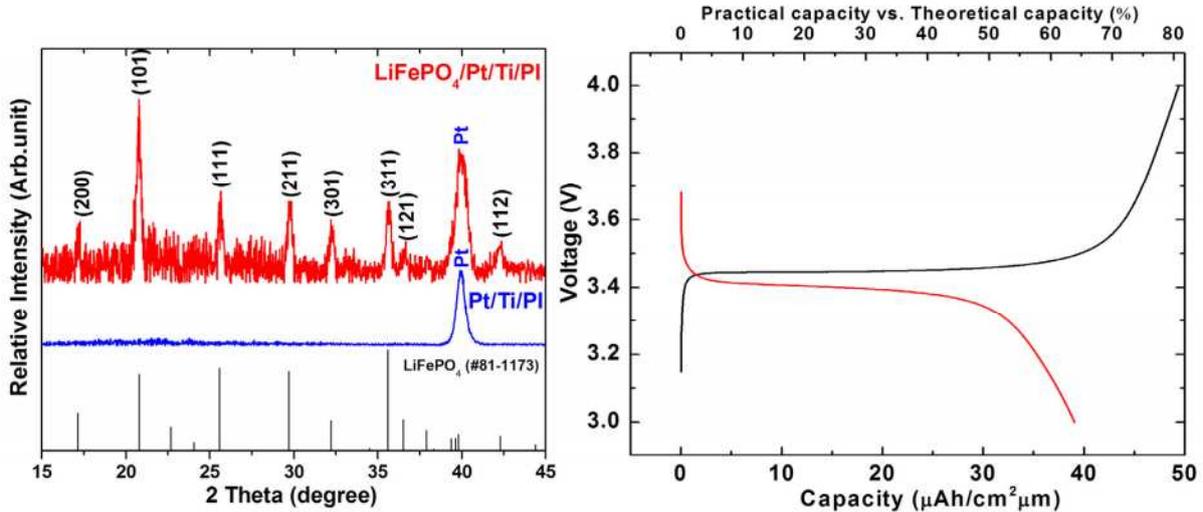
# Pupil Transparent TFB

❖ LiFePO<sub>4</sub>/ITO glass (beaker cell test with liquid electrolyte)



# Pupil Transparent TFB

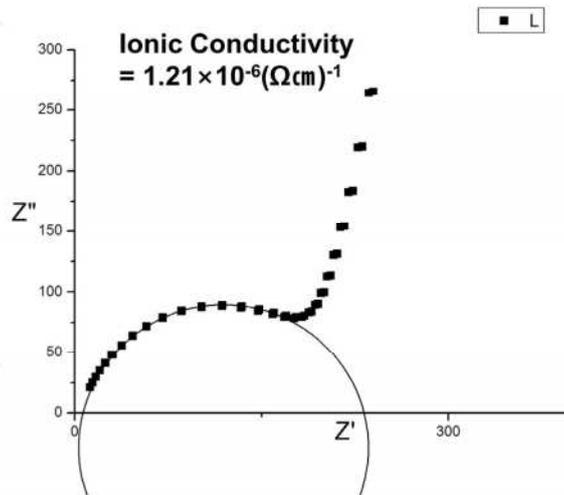
## ❖ LiFePO<sub>4</sub>/Pt/Ti/PI (beaker cell test with liquid electrolyte)



# Pupil Transparent TFB

## ❖ LiPON electrolyte

- Target composition	Li <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
- Discharge gas	N <sub>2</sub> 40 sccm
- Pressure of discharge gas	5 mTorr
- Power	120 W
- Substrate	Pt/Ti/SiO <sub>2</sub> /Si
- Substrate Temperature(Ts)	R.T.
- Deposition time	14hr

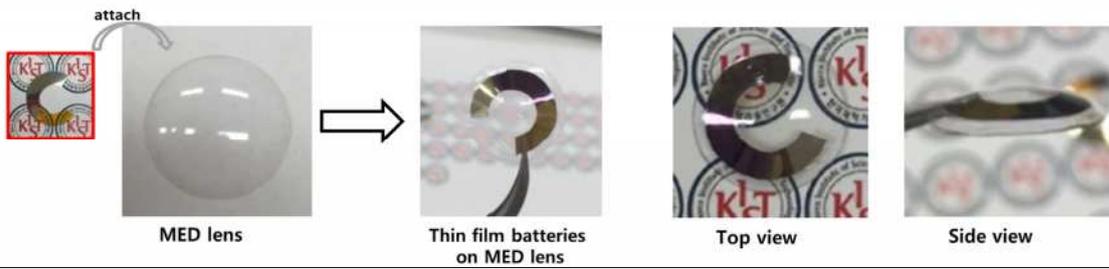
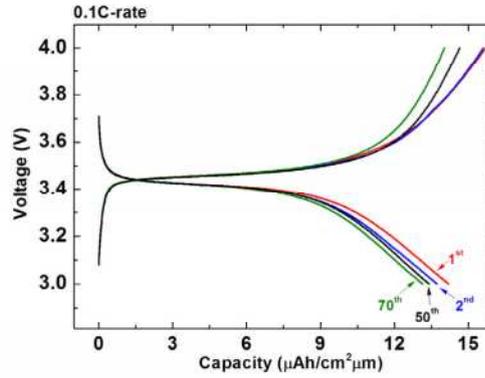
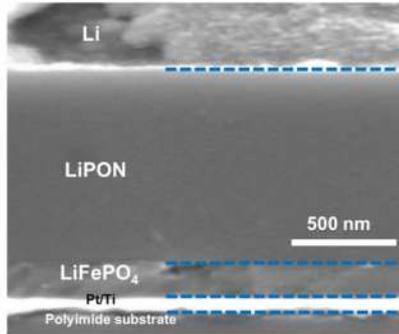


$$\sigma = d / (R \times A)$$

σ : ionic conductivity  
d : thickness of thin film  
A : electrode area  
R : real part of impedance

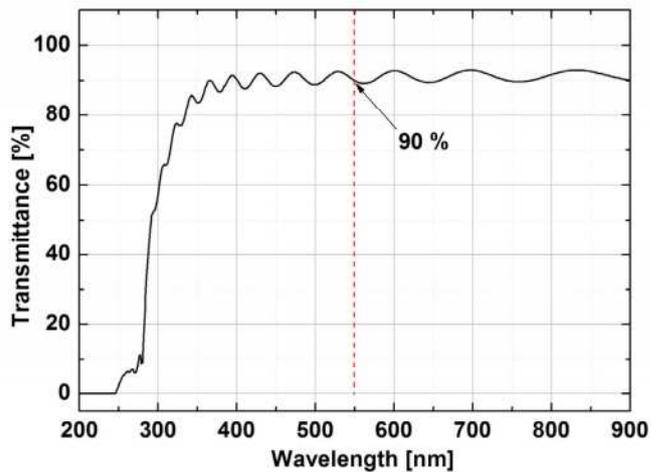
# Pupil Transparent TFB

## ❖ All solid state battery (with solid electrolyte)



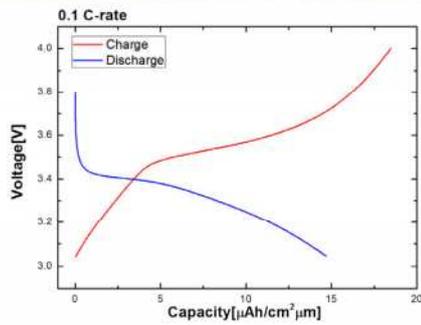
# Pupil Transparent TFB

## ❖ Parylene (passivation layer)



# Pupil Transparent TFB

❖ All solid state battery (with solid electrolyte)



## Lithium thin film batteries

- Flexible batteries
- Transparent batteries
- 3D structured batteries



# Applications

Y.-J. Yang et al., (2009) IEEE, ISSCC

- Drug delivery array + rechargeable lithium-ion nanowire battery (4.5mm in diameter)
- Pick up energy from external sources

Gerald E. Loeb et al., (2013) Annals of Biomedical Engineering



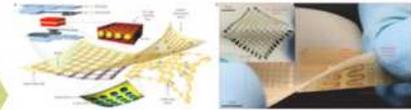
- Imbedded type pacemaker with lithium battery
- Battery voltage 3.0~4.0 V
- Battery life 18-24 months

H. Yao et al., (2009) IEEE, ISSCC



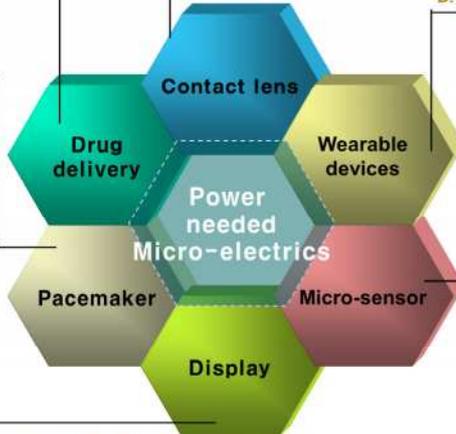
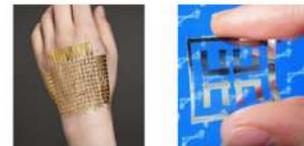
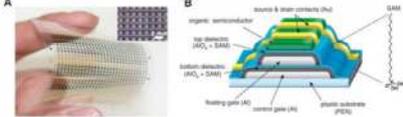
- monitoring tear glucose level
- Need external connection
- Not transparent

D.-H. Kim et al., (2014) Nat. Nanotech.



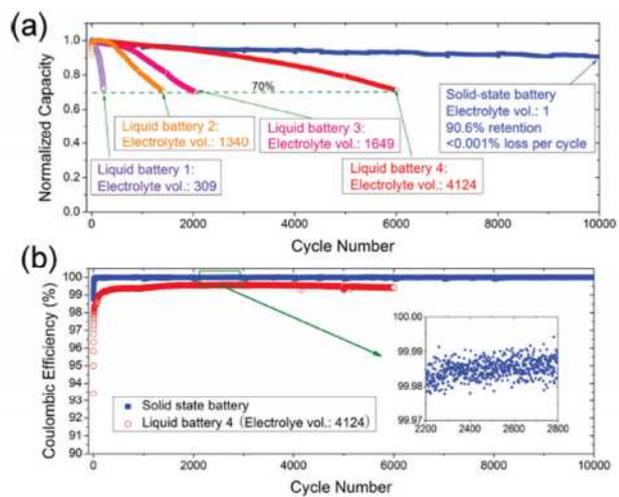
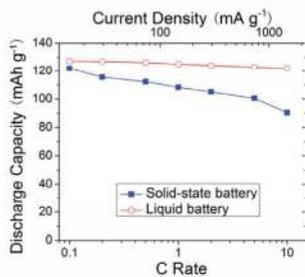
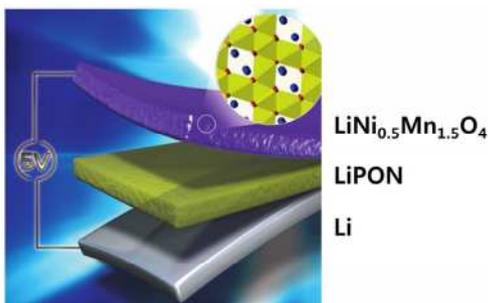
- Multifunctional wearable devices

T. Sekitani et al., (2009) Science



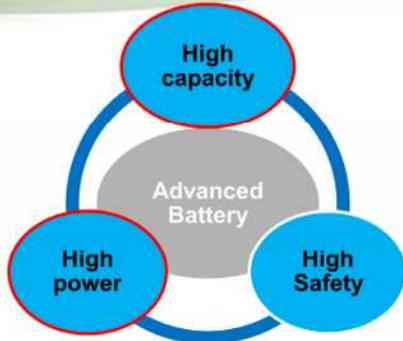
# All-solid-state lithium batteries

“Solid Electrolyte: the Key for High-Voltage Lithium Batteries”

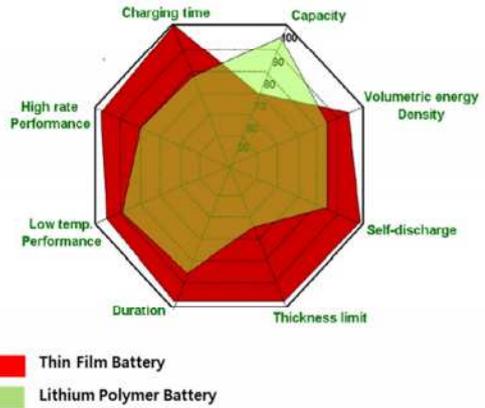
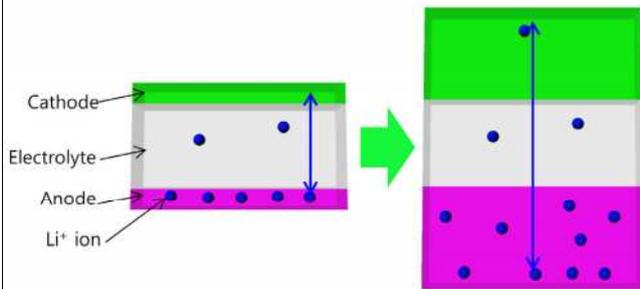


Nancy J. Dudney et al, Adv. Energy Mater. 2015, 5, 1401408

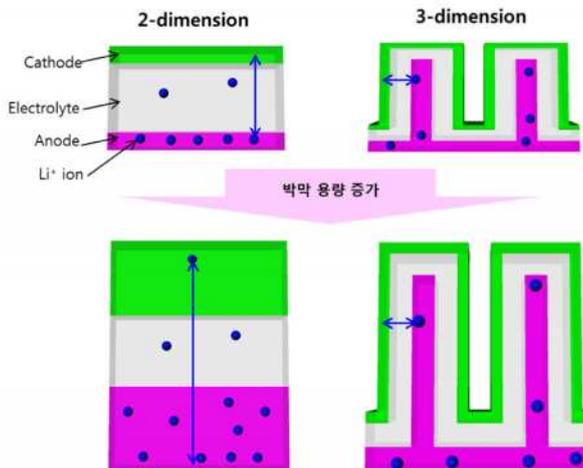
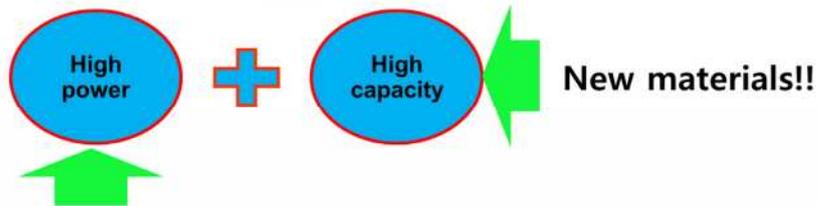
# Limitation



Application	System (mm <sup>3</sup> )	Battery (mm <sup>3</sup> )
 Micro-air vehicle	3.0	110
 Environmental sensing	150	350
 Biological monitoring	0.0073	326
 Microelectronic pill	0.5	1200



# Approaches



**2차원 구조의 박막전지**  
 두꺼운 박막두께 (고용량 달성의 필수요소)  
 리튬이온의 이동거리 감소  
 이온 전도도의 한계 발생

VS

**3차원 구조의 박막전지**  
 높은 비표면적  
 높은 이온 전도도  
 고출력 및 고용량 특성 달성

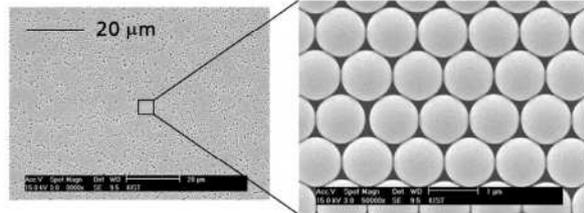
# 3-D structured electrodes

## ➤ Hemisphere structured Sn-LMO

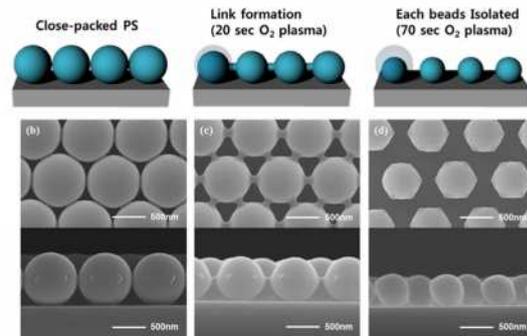


J.-W. Choi et al., *Electrochem. Commun.* **43** (2014)

## “ Three-dimensional hemisphere-structured $\text{LiSn}_{0.0125}\text{Mn}_{1.975}\text{O}_4$ thin-film cathodes ”

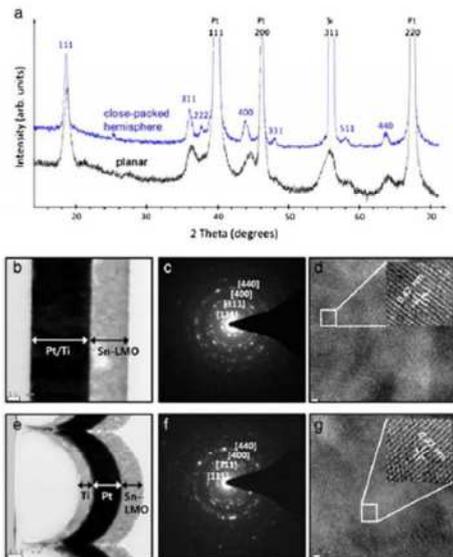


- $\text{Sn-LiMn}_2\text{O}_4 \rightarrow$  great cyclic retention
- Hemisphere structure  $\rightarrow$  by simple spin-coating

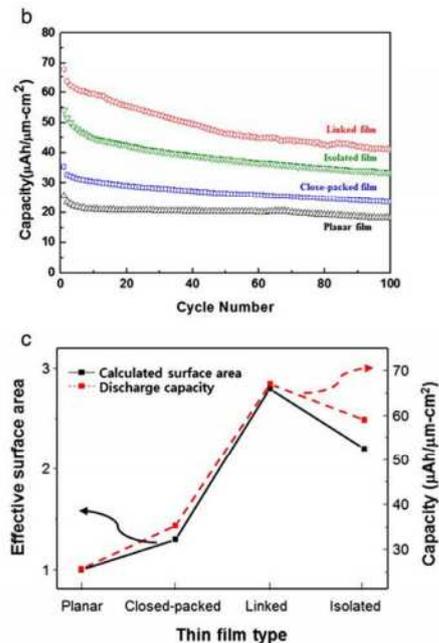


# 3-D structured electrodes

## ➤ XRD and TEM analysis



## ➤ Electrochemical properties



✓  $\text{LiMn}_2\text{O}_4 \sim 43 \mu\text{Ah}/\text{cm}^2\text{-}\mu\text{m}$  (0.3 C-rate) *J. Power Sources* **232** (2013) p.7

# 3-D structured electrodes

## ➤ Hemisphere structured L-NMC-O

**Fabrication and Electrochemical Properties of Hemisphere Structured 3D  $\text{Li}(\text{Li}_{0.2}\text{Mn}_{0.54}\text{Co}_{0.13}\text{Ni}_{0.13})\text{O}_2$  Cathode Thin Film for All-Solid-State Lithium Battery**

H. Yim<sup>1,2</sup>, W. Y. Kang<sup>1</sup>, S.-J. Yoon<sup>1</sup>, Y. C. Kim<sup>2</sup>, and J.-W. Choi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Material Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Guseong, 305-390, Korea  
<sup>2</sup>Department of Chemical Engineering, Agency for Defense Industry, Yuseong, 462-071, Korea

The  $\text{Li}(\text{Li}_{0.2}\text{Mn}_{0.54}\text{Co}_{0.13}\text{Ni}_{0.13})\text{O}_2$  cathode thin films were deposited on planar, hemisphere, linked hemisphere, and isolated hemisphere structured Pt current collector thin films to investigate the effect of 3-dimensional (3D) structure for the electrochemical properties of active cathode thin films. The film of linked hemisphere structure showed the highest initial discharge capacity of 142  $\mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$  (100  $\mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$  at 100 cycles) compared with planar (60  $\mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$ ), hemisphere (64  $\mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$ ), and isolated hemisphere (73  $\mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$ ) thin films due to increase of surface area for cathode thin films. Linked hemisphere showed the biggest capacity and the best rate performance because of morphology of each hemisphere being strong connection.

**Keywords:** Lithium, Hemisphere, Cathode, HP Sputtering

**1. INTRODUCTION**

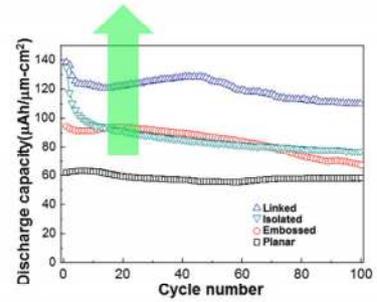
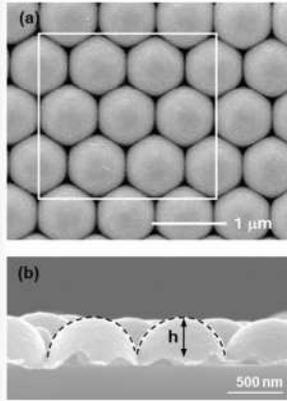
The thin lithium batteries are widely used as energy storage source in various fields such as microelectromechanical systems (MEMS), smart cards devices, and energy storage systems. However, battery volume of current (NMC) and other small devices application is 1 to 10 times bigger than system volume without battery,<sup>1,2</sup> so thin film battery with high energy density is required. Therefore, many researchers have been focused on alternative compounds such as  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{LiVPO}_4$ , and  $\text{LiMO}_2$  (M = Mn, Ni, and Co).

Among them, the  $\text{Li}(\text{Li}_{0.2}\text{Mn}_{0.54}\text{Co}_{0.13}\text{Ni}_{0.13})\text{O}_2$  cathode material has received much attention due to its inherent stability and high capacity up to 200  $\text{mAh}/\text{kg}$  in thin film battery form. Thin film cathode electrode on 2-D cathode electrode has been fabricated to assist with high energy density, but it causes slow transport speed of ions because it is difficult to pass through thick films. Therefore, 3-D electrode for all solid-state lithium ion thin film battery has been progressively drawn attention as a new design of electrodes because of its high capacity, fast lithium ion mobility from short path, and high energy to area ratio.<sup>3-5</sup> Hierarchical structure,<sup>6,7</sup> porous,<sup>8,9</sup> and layered electrode<sup>10</sup> have been researched to show better performance by increasing the surface to volume.

**2. EXPERIMENTAL DETAILS**

**2.1. Deposition Process**

The  $\text{Li}(\text{Li}_{0.2}\text{Mn}_{0.54}\text{Co}_{0.13}\text{Ni}_{0.13})\text{O}_2$  target were fabricated from powder which were prepared through a solid-state reaction by using  $\text{MnO}_2$  (>99%, Aldrich),  $\text{NiO}$  (>99%, Aldrich), and  $\text{Co}_2\text{O}_3$  (>99%, Aldrich) in a stoichiometric proportion with 5% excess  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  (>99%, Aldrich) as compensator for the lithium loss at high temperature. The planar type  $\text{Li}(\text{Li}_{0.2}\text{Mn}_{0.54}\text{Co}_{0.13}\text{Ni}_{0.13})\text{O}_2$  thin films were fabricated as reference by RF sputtering coating on 300 nm Pt(20 nm Ti) on Si(100) wafer. The base pressure of sputter chamber was maintained around  $3.7 \times 10^{-5}$  Torr while the distance of target to substrate was fixed at 4 cm, and the target was pre-operated at 20 W for 10 min. The deposited films were achieved at the gas ratio of Ar/O<sub>2</sub> = 3:1, the working pressure of 30 mTorr, and the

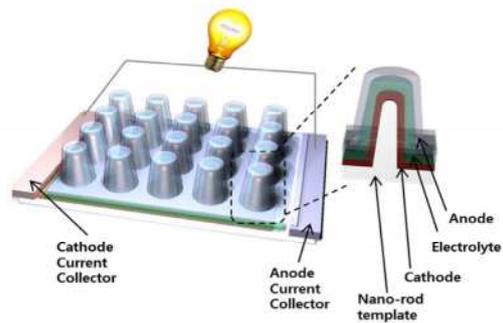
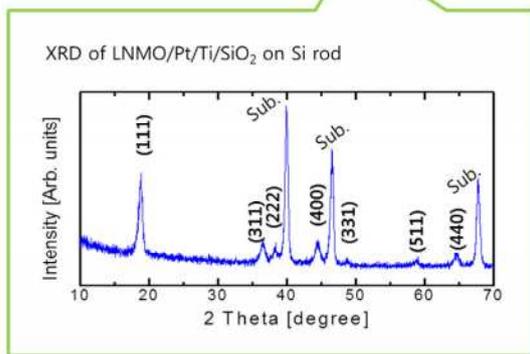
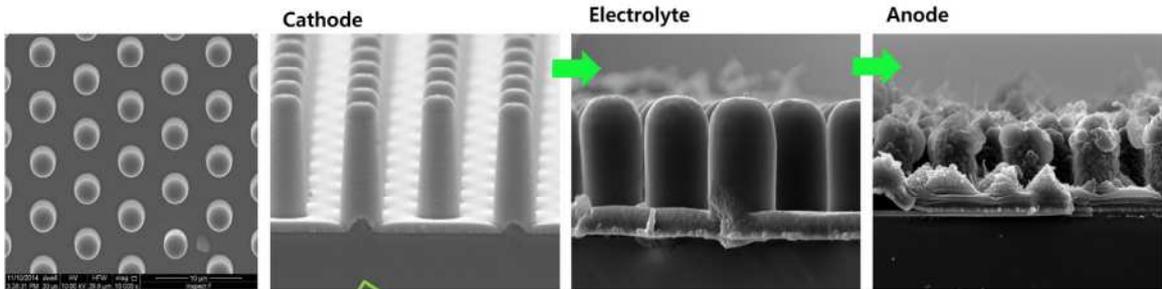


- Planar type: 60  $\mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$ 의 높은 초기 용량을 갖는 양극 박막을 세가지 종류의 hemisphere template에 증착하여 초기용량 140  $\mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$ 를 갖는 우수한 특성의 박막을 구현

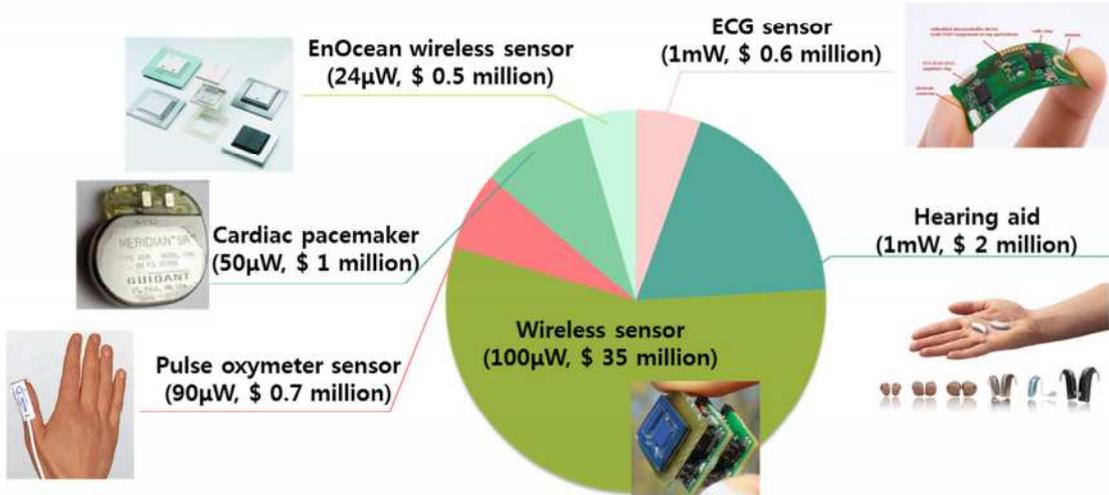
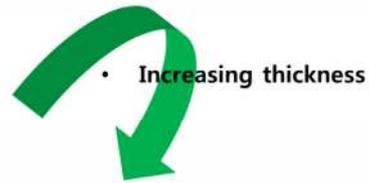
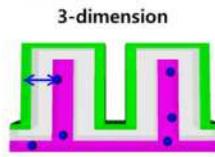
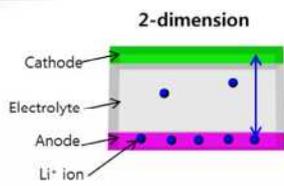
J.-W. Choi et al., *J. Nanosci. Nanotech.* 13 (2012)

# 3-D structured electrodes

## ➤ Using Si rod template



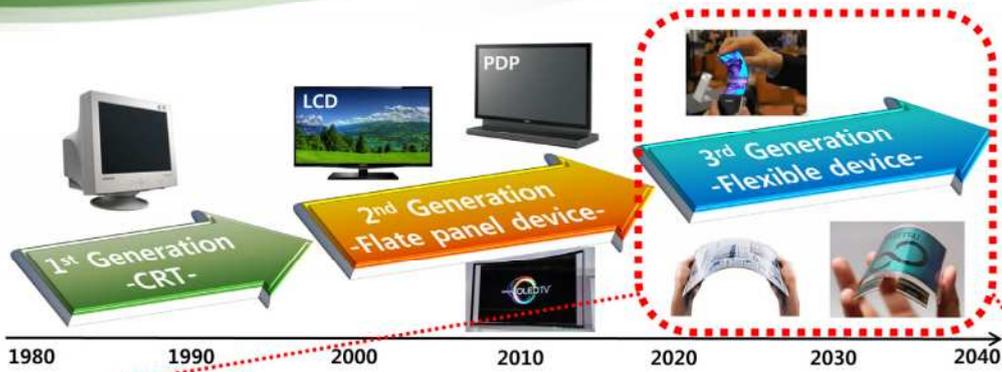
# 3-D structured electrodes



Summary



# Summary



## Applications



Wearable device



Flexible mobile phone



Flexible E-paper



Rollable device





## 특 강 2



## Smart Contact Lens 이해와 연구



Daegu Catholic University  
Dept. Optometry and Vision Science

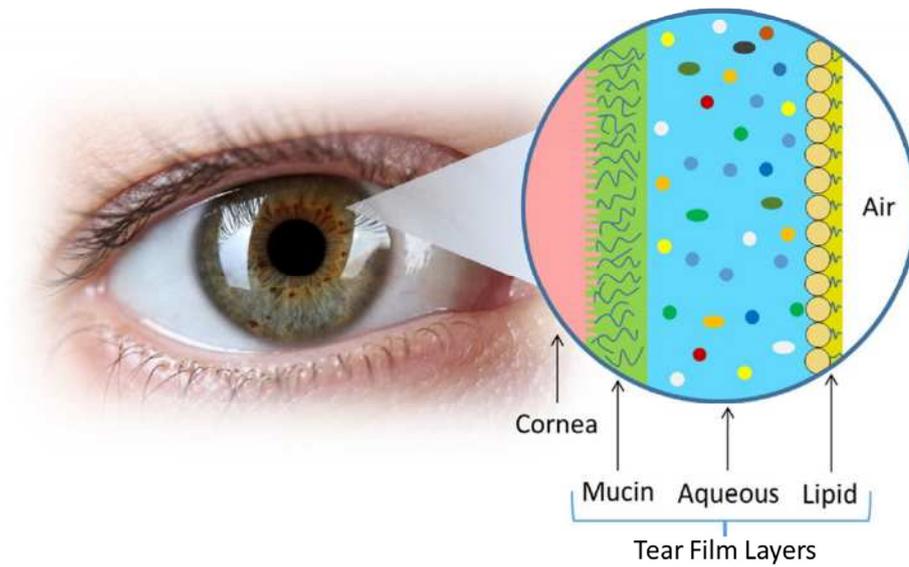
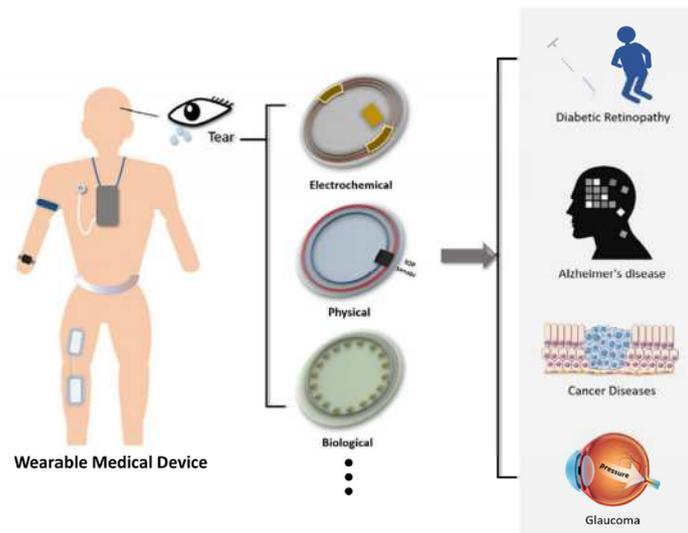
Prof. Kim Ki-Hong

## Technical Need

Smart contact lenses are currently being tested as a method of **monitoring/diagnosing diseases**

- diabetes-glucose, avoid regular finger pricking
- glaucoma-IOP, continuous measurement of tonometer

## Tear-based wearable medical device

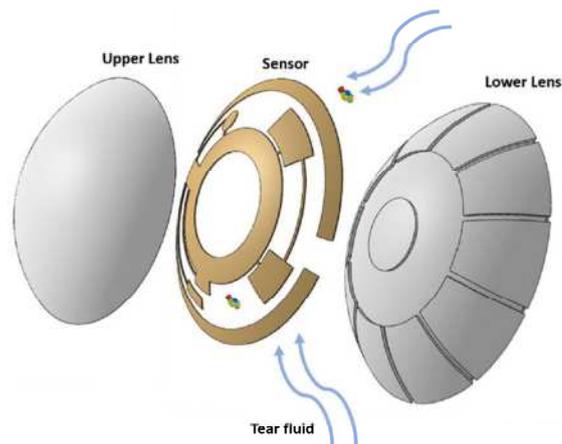


Tear Layer	Primary Function	Source/Composition
Lipid (outer)	Meibomian glands—low (wax and cholesterol esters) and high (triglyceride, fatty acids, and phospholipids) polarity lipids	Enables formation of a thin tear film, stabilizes the aqueous layer by suppressing evaporation, as well as preventing microbial infection
Aqueous (middle)	Lacrimal glands—inorganic salts, enzymes, metabolites, and proteins	Provides oxygen to the corneal epithelium, lubricates the eye, washes away foreign particles and irritants, and can also protect from infection (lysozyme and $\beta$ -lysine)
Mucin (inner)	Conjunctival goblet cells (and corneal and conjunctival epithelium)—glycoproteins	Hydrophilic interfacial layer over the ocular surface that forms a protective film over the epithelial cells

Component	Concentration
Na <sup>+</sup>	120–165 mM
K <sup>+</sup>	15–42 mM
Cl <sup>-</sup>	118–135 mM
Mg <sup>2+</sup>	0.5–1.1 mM
Ca <sup>2+</sup>	0.4–1.1 mM
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20–42 mM
Urea	6 mM
Ascorbate	11–23 $\mu$ M
Lactate	1–5 mM
Glucose <sup>*,**</sup>	0.1–0.6 mM
Total Protein	5–11 mg/mL

Condition/Disease	Biomarkers
Allergic conjunctivitis	Ig gamma-2, leukocyte elastase inhibitor, sPLA2-IIa, total protein, serum albumin precursor
Autoimmune thyroid eye disease	interleukin-1 $\beta$ , IL-6, IL-7, IL-13, IL-17A, IL-18, TNF- $\alpha$ , RANTES/CCL5, IFN- $\gamma$
Blepharitis	Proteomics and lipidomics, serum albumin precursor, $\alpha$ -1 antitrypsin, lacritin precursor, lysozyme, Ig- $\kappa$ chain VIII, prolactin inducible protein (PIP/GCDFP-15), cystatin-SA III, pyruvate kinase, phosphoethanolamine, sphingomyelin
Cancer	Lacryglobin, sulf-1, cystatin SA, 5-AMP-activated protein kinase subunit $\gamma$ -3, triosephosphate isomerase, microtubule-associated tumor suppressor 1, keratin (type I) putative LCN-1 like protein, malate dehydrogenase, Ig $\alpha$ -2 chain c region, Ig heavy chain VIII region, protein S100-A4, keratin (type II), pericentrin, complement C1q subcomponent subunit C
Conjunctivochalasis	S100 (A8, A9, A4), guanosine triphosphate-binding protein 2, L-lactate dehydrogenase A-like 6B, fatty acid-binding protein, keratin type I cytoskeletal 10, glutathione S-transferase P, peroxiredoxin-1, peroxiredoxin-5, cullin-4B+ glyceraldehydes 3-phosphate dehydrogenase, Pro-MMP-9
Cystic Fibrosis	IL-8, IFN- $\gamma$ , MIP-1 $\alpha$ , MIP-1 $\beta$
Diabetic retinopathy	NGF, LCN-1, lactotransferrin, lysozyme C, lacritin, lipophilin A, Ig lambda chain, HSP27, B2M, TNF- $\alpha$ , N- and O-linked glycans
Dry eye	Proteins: Lysozyme, lactoferrin, LPRR4, calgranulin A/S100 A8, LPRR3, nasopharyngeal carcinoma-associated PRP4, $\alpha$ -1 antitrypsin $\alpha$ -enolase, $\alpha$ -1 acid glycoprotein 1, S100 A4, S100 A11 (calgizzarin), S100 A9/calgranulin B, LCN-1, mammaglobin B, lipophilin A, B2M, S100A6, annexin A1, annexin A11, CST4, PLAA, transferrin, defensin-1, clusterin, lactotransferrin, cathepsin S, anti-SS-A, anti-SS-B, anti- $\alpha$ -fodrin, malate dehydrogenase (MDH) 2, palate lung nasal clone (PLUNC), MUC5AC, NGF, CGRP, NPY, serotonin, IL-1, IL-2, IL-5, IL-6, IL-8/CXCL8, IL-10, IL-12, IL-16, IL-33, GCSF, MCP1/CCL2, MIP1d (CCL15), ENA-78/CXCL5, sILR1, sIL-6R, sgp, sEGFR, sTNFR, IL-17A, IL-21, IL-22, IL-1RA, CXCL9/MIG, CXCL11/I-TAC, CXCL10/IP-10, MIP-1 $\beta$ /CCL4, RANTES/CCL5, EGF, TNF- $\alpha$ , IFN- $\gamma$ , MMP-9, MIP1- $\alpha$ /CCL3, VEGF, fractalkine, OAHFA, lysophospholipids, PUFA-containing diacylglyceride, HEL, HNE, MDA, cholesterol, N-acetylglucosamine, glutamate, creatine, amino-n-butyrate, choline, acetylcholine, arginine, phosphoethanolamine, glucose, phenylalanine
Glaucoma	Autoantibodies—HSP10, HSP27, MBP, Protein S100, BDNF, immunoglobulins, PIP, lysozyme C, LCN-1, lactotransferrin, PRP4, PIP, zinc- $\alpha$ 2-glycoprotein, polymeric immunoglobulin receptor, cystatin S, Ig- $\gamma$ chain C region, Ig- $\alpha$ 2 chain C region, immunoglobulin J chain, Ig $\alpha$ -1 chain, MUC5AC, Hcy
Herpes Simplex Virus	HSV-specific IgA and IgG antibodies
Keratoconus	Llactoferrin, IgA, GCDFP-15/PIP, RANTES/CCL5, MMP-13, NGE, IL-6, MMP-9, IL-1 $\beta$ , IFN- $\gamma$ , SFRP-1, prolidase
Keratopathy	N-linked glycoproteins, cytokines, gelatinases, MMP-2, -9, -10, TIMP-2

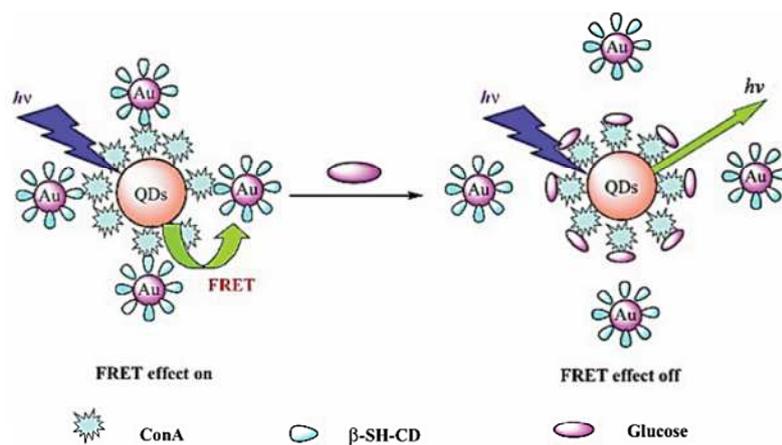
## Conceptual illustration of CLBS

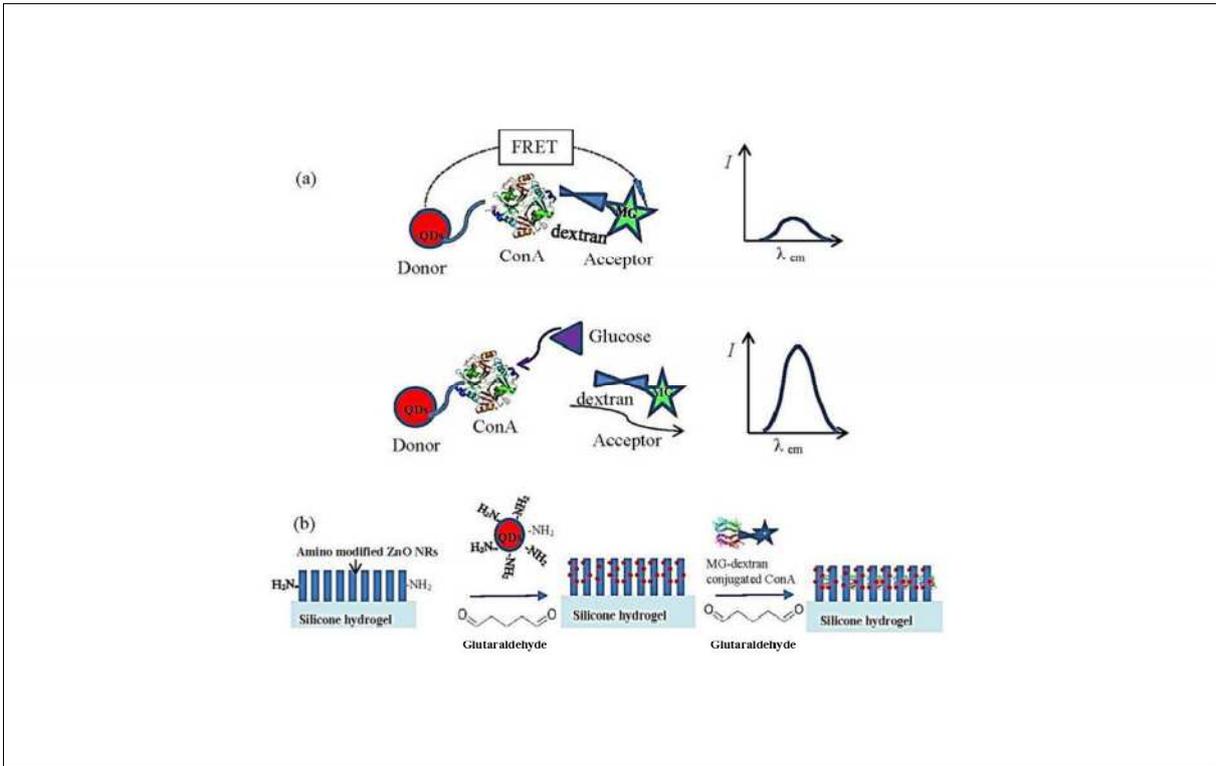


## Readout Sensitivity of CLBS

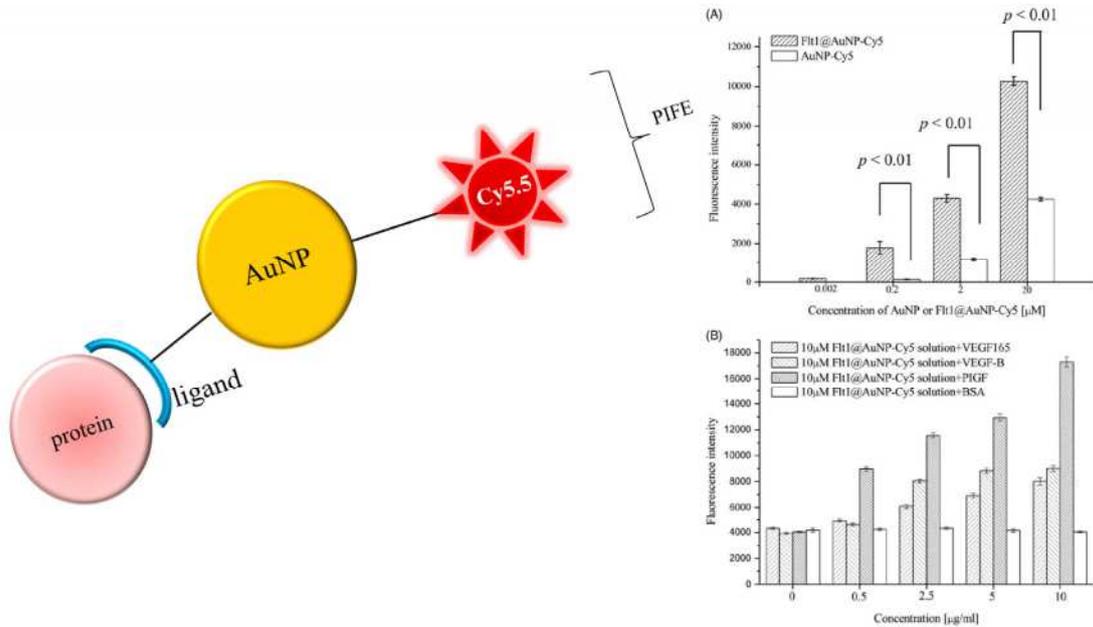
Method		Range	Readout Time	Analyte	Power
Fluorescence		50 $\mu$ M–100 mM	<45 min	glucose	No
Photonic Crystal	1D	0–50 mM	<30 min	glucose	No
	2D, 3D	0–50 mM	3 min	glucose	No
		0–50 mM	30 min	glucose	No
Electrochemistry		0–2 mM	<hundred seconds	glucose	Yes
		50 $\mu$ M–5 mM	35 s	L-lactate	Yes
		30 $\mu$ M–5 mM	<15 s	glucose	Yes

## FRET-based FL Biosensor

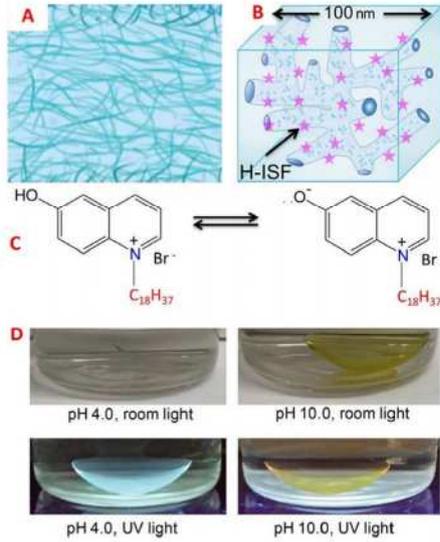




## PIFE-based protein sensor

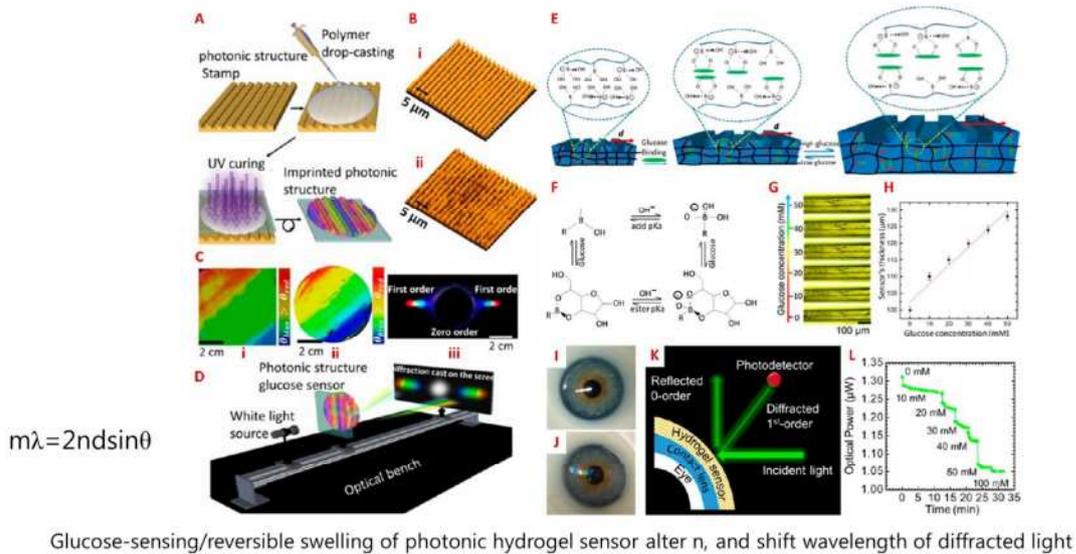


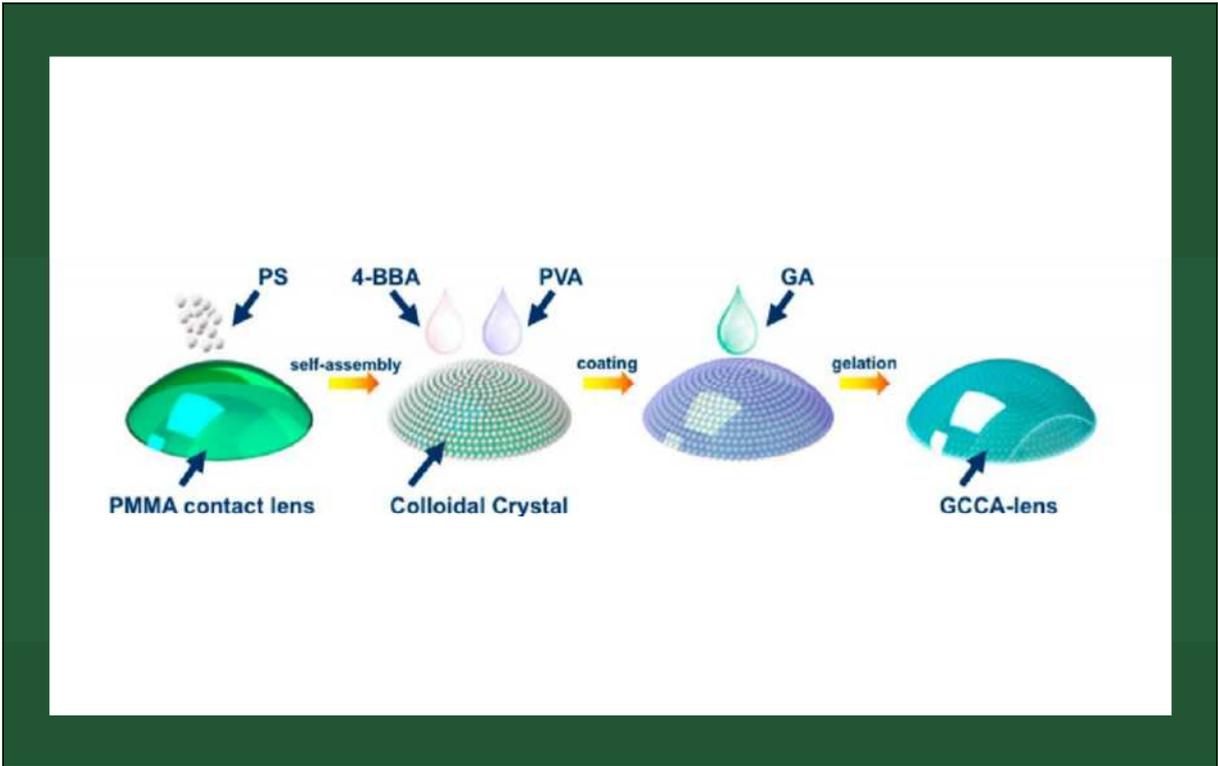
## Tear electrolytes



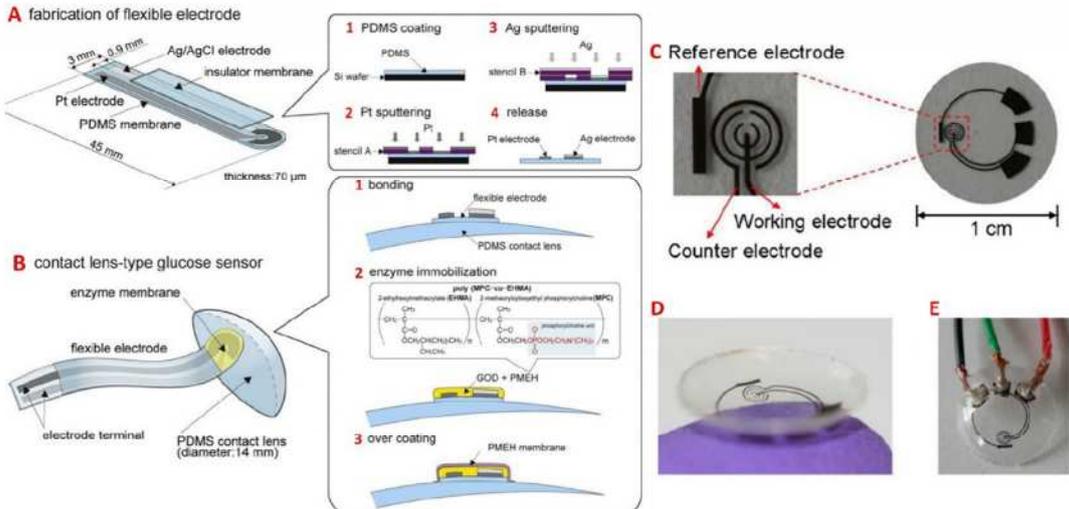
Images of a contact lens labelled with 6HQ-C18 at pH 4.0 and 10.0 under ambient or UV light. functionalizing silicone contact lenses with fluorescent probes could even detect changes in chloride ion concentration and pH

## Photonic Crystal-based CLBS





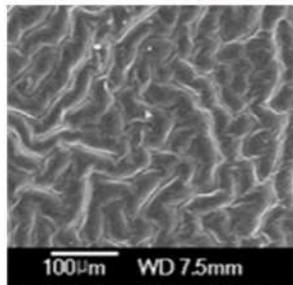
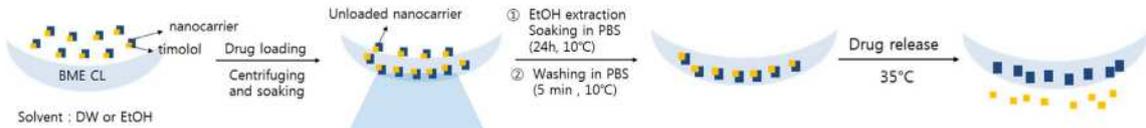
Electrochemical Sensing



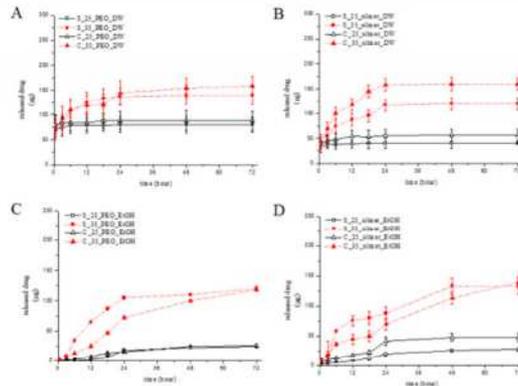
Fabrication process for a contact lens biosensor

## Temperature sensitive contact lens 개발 – in vivo test

### Nanoporous BME CL에 온도감응 pNIPAM gel loaded



nanoporous BME 콘택트렌즈 플랫폼



## Temperature sensitive contact lens 개발 – in vivo test

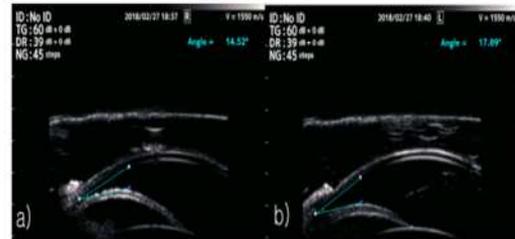
### 만성 녹내장 모델 제작



betamethasone suspension 제조  
 -betamethasone acetate 4mg/ml + betamethasone sodium phosphate 4mg/ml

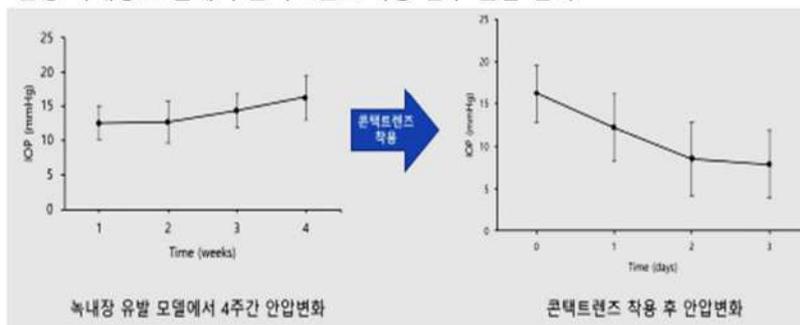
점안마취하에서 betamethasone suspension을 1주에 1번씩 4주동안 토끼눈 결막하에 29-gauge 주사기를 통해 주입

만성 녹내장 모델 유도



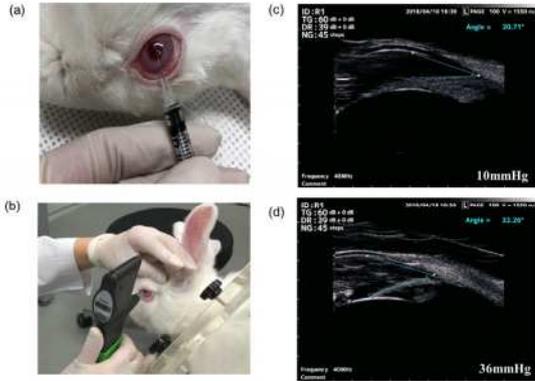
-12.5±2.45 mmHg/16.86±3.33 mmHg/4 weeks

### 만성 녹내장 모델에서 콘택트렌즈 착용 전후 안압 변화

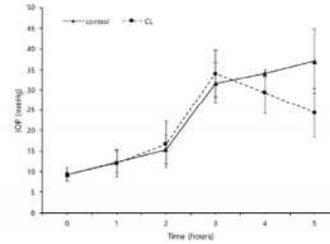


## Temperature sensitive contact lens 개발 – in vivo test

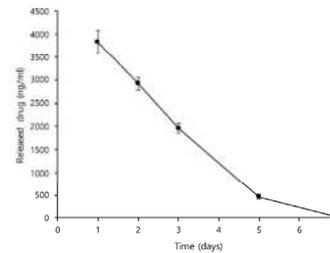
급성 녹내장 모델 제작



급성 녹내장 모델에서 콘택트렌즈 착용 전후 안압 변화

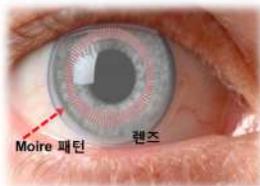


토끼의 방수의 약물 농도 측정



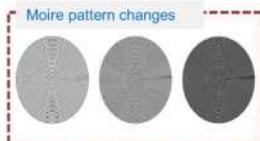
## Optical IOP(introcular pressure) sensing contact lens 개발

모아레 패턴을 이용한 콘택트 렌즈의 개요

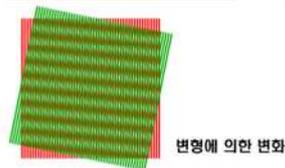


- 미세 패턴의 콘택트 렌즈 개발
- 모아레 패턴설계 및 패턴변화의 이미징 기법 개발
- 모아레 패턴 변화의 정량화 방법 개발

모아레패턴 렌즈 공정확립



패턴이미지 분석기법 개발

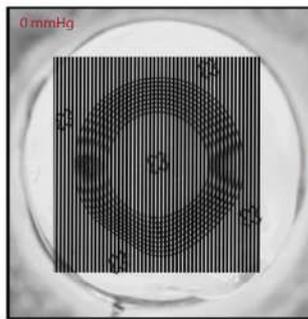


동물연구 실험 검증

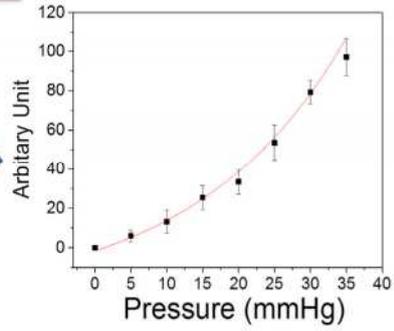


Optical IOP(introcular pressure) sensing contact lens 개발 – in vitro test

가상 모아레 패턴을 이용한 결과



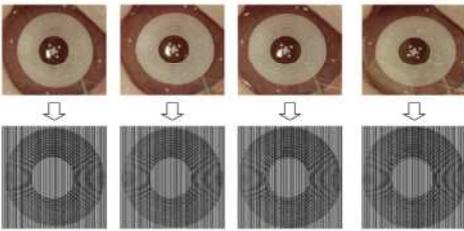
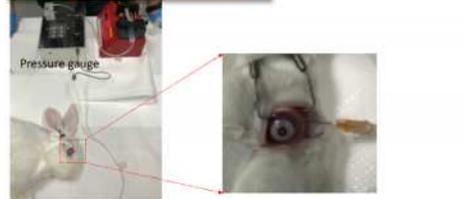
Moiré pattern change



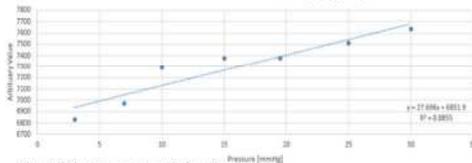
Angle deviation by IOP change

Optical IOP(introcular pressure) sensing contact lens 개발 – in vivo test

In-vivo 실험 장치 및 실험 결과

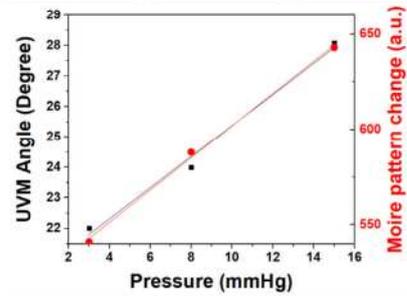
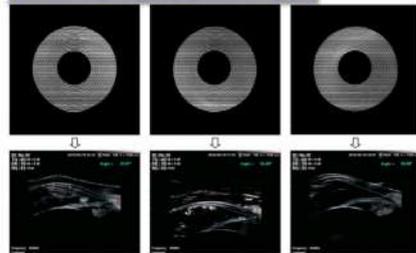


압력증가



최소간격 : 3 mmHg (7 & 10 mmHg)

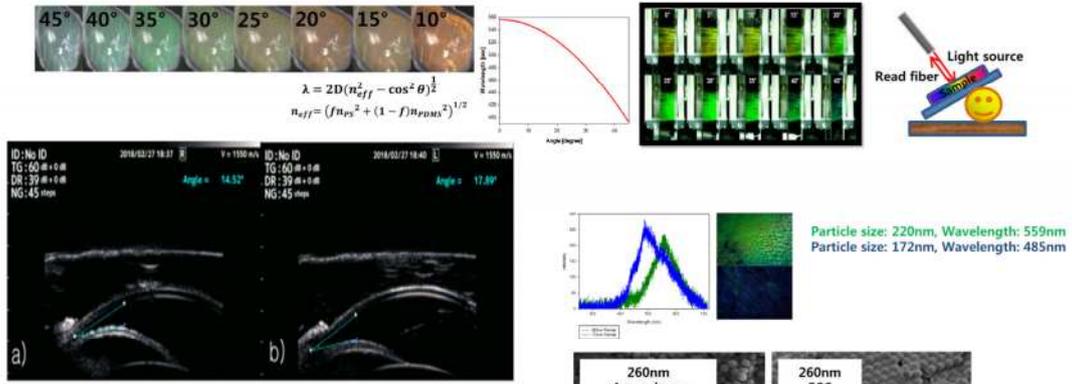
모아레 패턴과 압력실험과 UBM 결과



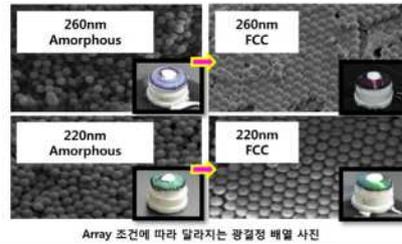
In-vivo상에서 모아레 패턴의 변화와 UVM결과의 비교 (압력에 의한 두개의 변화 양상이 같음을 확인함)

## 광결정(Photonic Crystal) 센서-유압 증폭 시스템을 이용한 IOP 센서-스마트 콘택트렌즈 개발

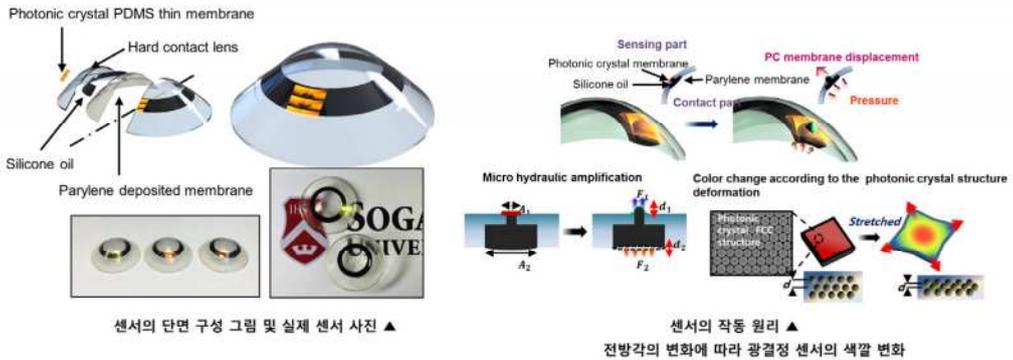
1) 각도에 따라 달라지는 광결정 구조의 반사 파장값 및 구조색의 변화 확인



2) 색변화 민감도 향상을 위한 광결정 자가조립 조건 설정



## 광결정(Photonic Crystal) 센서-유압 증폭 시스템을 이용한 IOP 센서-스마트 콘택트렌즈 개발



2. 센서 성능

- 실리콘 모형안구(in vitro test)에서 0.36 nm/mmHg
- 돼지안구 실험(in vivo test)에서 0.25 nm/mmHg.

감사합니다.



## 신진 연구자 발표





## 이 승 욱 (Seung Wook Lee)

- 대구보건대학교 안경광학과 졸업
- 서울사이버대학교 상담심리학과 졸업
- 대구가톨릭대학교 이학박사 졸업
- 안경사 / 홍채분석사 / 상담심리사
  
- 대구보건대학교 외래교수
- 대구가톨릭대학교 산학협력교수
- 경북안경사협회 교육이사
- 비전케어(경산) 원장

## 시감각을 이용한 시기능훈련의 효과에 대한 연구

(A Study on The Effect Of Vision Therapy with Visual Sensation)

발표자 : 이 승 욱

## 목 차

### 1. 서론

VISION, 시각각  
사시,약시에 대한 원인 및 처치 방법  
연구의 필요성 및 목적

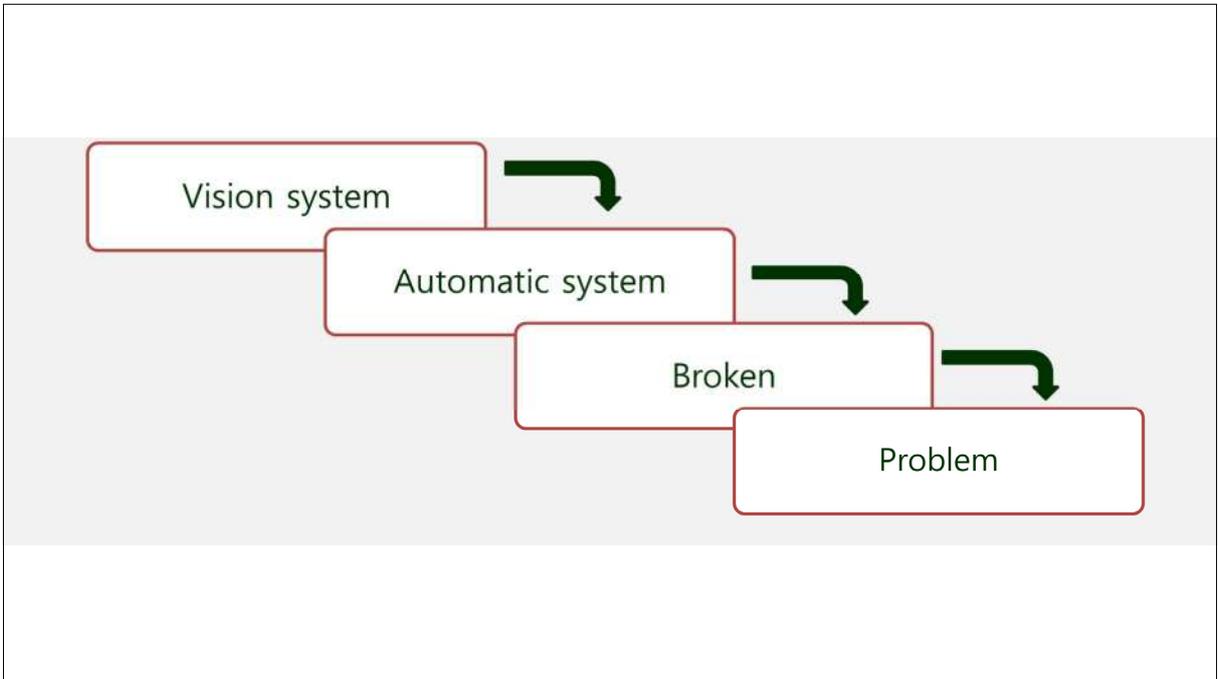
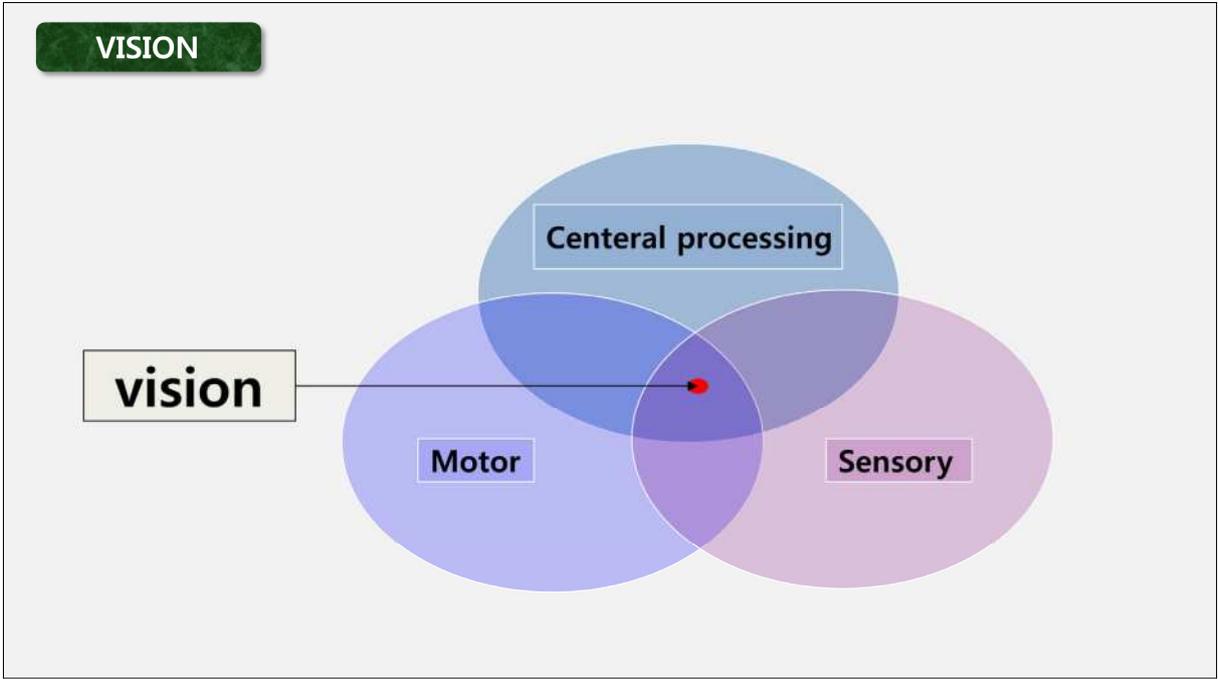
### 2. 연구 방법

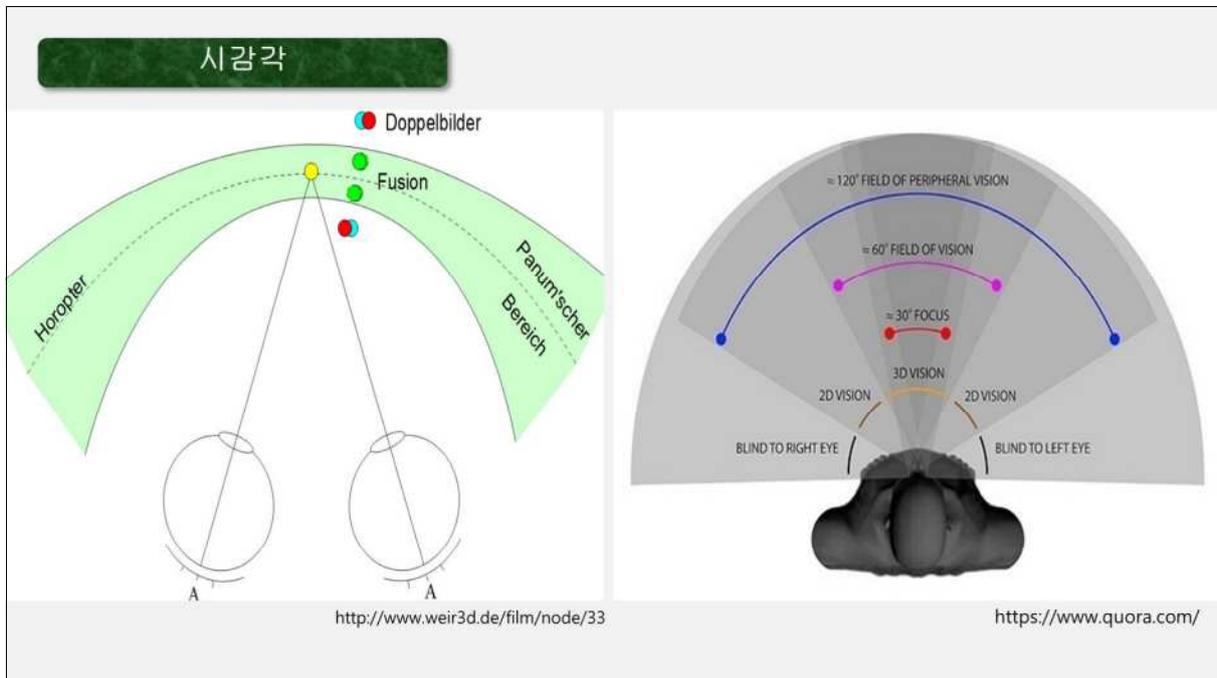
연구의 과정  
시기능 훈련의 방법  
대상 및 기간

### 3. 결과 및 결론

약시  
간헐성 외사시  
결론

# 1. 서론





## 사시, 약시에 대한 처치 방법

### 굴절성 약시안 (유병률 2.2%)

- 시력교정, 안경
  - MOSELEY, Merrick J., et al. Remediation of refractive amblyopia by optical correction alone. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2002, 22:4: 296-299. / COTTER, Susan A., et al. Treatment of strabismic amblyopia with refractive correction. *American Journal of Ophthalmology*, 2007, 143:6: 1050-1053.
- 패치
  - WALLACE, David K., et al. A randomized trial to evaluate 2 hours of daily patching for strabismic and anisometropic amblyopia in children. *Ophthalmology*, 2006, 113:6: 904-912. / CHEN, Po-Liang, et al. A pilot study of anisometropic amblyopia improved in adults and children by perceptual learning: an alternative treatment to patching. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2006, 26:5: 422-428.
- 아트로핀 치료
  - WEIK, Michael S., et al. Treatment of severe amblyopia with weaked atropine: results from 2 randomized clinical trials. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 2009, 113: 258-263.
- 비전테라피

### 간헐성 외사시안 (유병률 2.8%)

- 가림치료
- 굴절이상 교정
- 프리즘 처방
- 수술적 요법
- 비전테라피

Yoon-ohk Oh, Koo Byung Lee, Ki-Choong Mah. The Effects of Nonsurgical Treatment in Intermittent Exotropia by Meta-Analysis. *Korean Journal of vision science*, 1996:950-952, 2007

## 연구의 필요성 및 목적

- 비전테라피 접근에 대한 용이성
- 비수술적 방법에서 비전테라피의 중요성 인식
- 사시, 약시 아동의 시기능 회복에 대한 효율적인 접근 방법
- 시기능의 저하로 인한 운동성 및 감각기능 회복의 중요성
- 특별한 도구의 도움없이 프리즘 및 안경렌즈의 특성을 이용한 시기능 훈련의 효율성
- 굴절성 약시안의 안기능 확장에 대한 중요성
- 간헐성 외사시안의 양안 융합기능에 대한 중요성

## 2. 연구 방법

## 연구과정

2017/5/18 ~ 2018/ 5/ 18 IRB No: CUIRB-2017-001

시각각을 이용한 시기능훈련의 효과에 대한 연구

2017/5 ~ 참여대상자 모집

2017/6 ~ 시각훈련 실시 및 시기능 훈련 전후의 데이터 분석

## 시기능 훈련 방법

### 굴절성 약시안

1. 안구운동
2. 억제외의 유무 확인 - 억제외의 개선
  - 양안의 거리 및 도수에 따른 경쟁 유도
3. 조절 이상 확인 - 조절기능 개선
  - 순서 : +렌즈 → -렌즈 → +렌즈
4. 이항운동이상 확인 - 이항운동기능 개선 및 강화

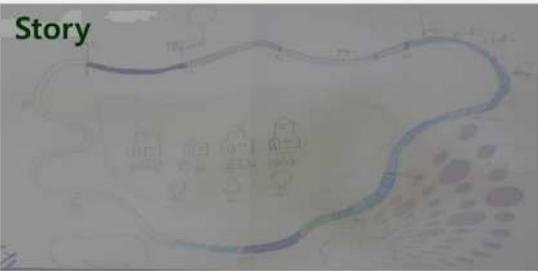
### 간헐성 외사시안

1. 안구운동
2. 억제외의 효율적인 완화 및 제거
3. 좌우안의 복시 증상 완화
  - 원근거리중 융합지점 확장 및 기능강화
4. 조절 및 버전스 기능의 확장
5. 버전스 미세조정으로 감각기능 확장
6. 입체시 기능 확인

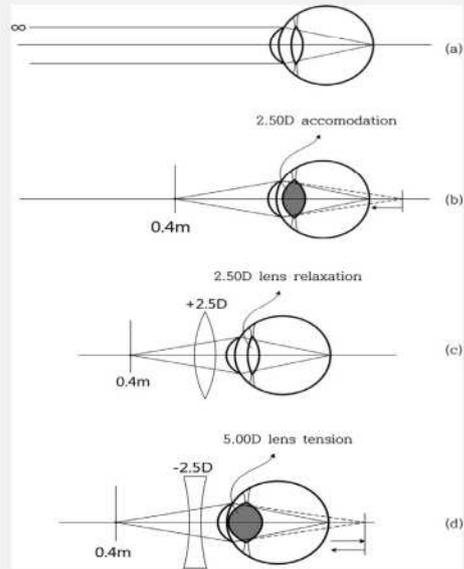
## Ocular VT



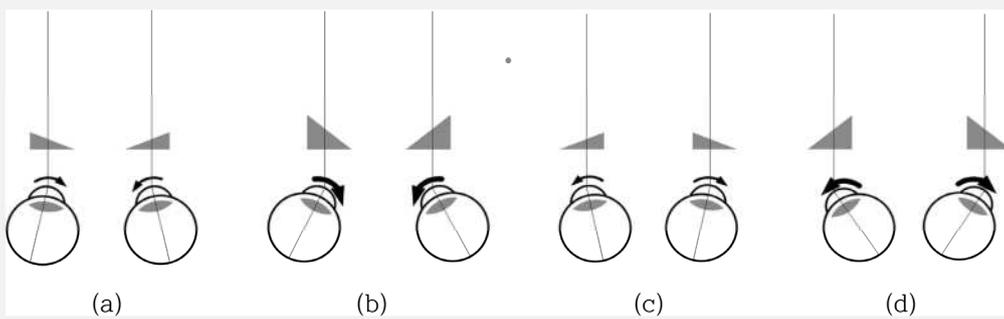
## Story



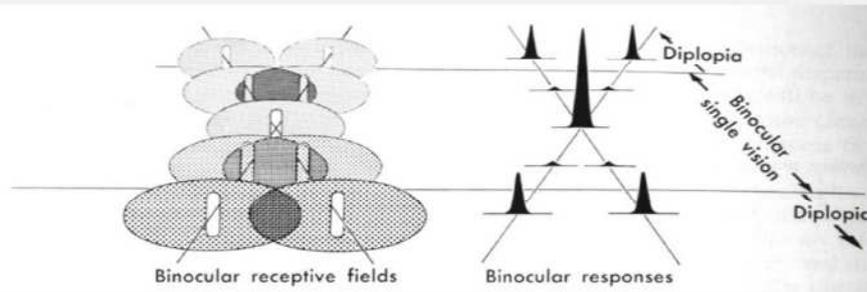
## Accommodation VT



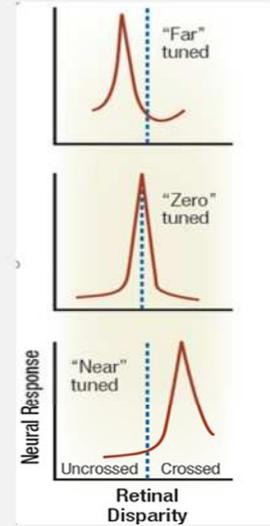
## Vergence VT



# Binocular Responses



Francis & Quarten Et al Schmitt : The neurosciences : second study program, New York, 1970, Rockefeller University Press, P.479



## 굴절성 약시안 연구 대상자 및 훈련기간

### 대상자

- ▶ 시지각 센터(경산)에 방문한 아동
- ▶ 기질적인 문제가 없는 아동 대상
- ▶ 비사시성 굴절이상 원인으로 교정시력  $0.55 \pm 0.19$  이하 약시안을 가진 13세 미만( $9 \pm 2.16$ ) 아동 15명
  - ① 내사위형(WDAT) 유형 9명
  - ② 외사위형(WCAT) 유형 6명
    - WDAT ( Weak Divergence Amplitude Type)
    - WCAT ( Weak Convergence amplitude Type)

### 훈련기간

- 평균  $63.33 \pm 48.38$ 일
- 훈련횟수  $9.00 \pm 4.48$ 회
- 시간 : 50분 전후/ 일주일
- 홈 테라피는 제외

## 간헐성 외사시안의 연구 대상자 및 훈련기간

### 대 상 자

- ▶ 시지각센터를 방문한 아동
- ▶ 기질적인 문제가 없고 상하사시안을 동반하지 않은 외사시안
- ▶ 평균연령  $8.41 \pm 1.59$  세인 간헐성 외사시안 아동 26명
  - 수술후 재발아동 평균연령  $8.10 \pm 1.41$ 인 아동 13명
  - 수술 하지않은 아동 평균연령  $8.70 \pm 1.75$ 인 아동 13명

### 훈 련 기 간

- 수술하지 않은 경우
  - $125.46 \pm 42.73$
- 수술한 경우
  - $83.85 \pm 36.48$ 일

## 3. 결과 및 결론

## 약시(Amblyopia)

### WDAT 와 WCAT의 특성 비교

Reaction of prism direction and lens type of optical system type of amblyopia

	WDAT	WCAT	t.test	p	SD	ED
CC	0.48±0.18	0.66±0.15	2.23	0.055	0.18	0.08
+ lens	1.50±0.18 D	2.17±0.20 D	6.53***	0.000	0.67	0.10
- Lens	2.06±0.43 D	0.96±0.29 D	5.89***	0.000	1.10	0.19
NRC(break)	5.67±3.87 Δ	4.67±1.96 Δ	0.66	0.523	1.00	1.52
PRC(break)	3.44±1.23 Δ	6.00±1.26 Δ	3.87**	0.003	2.56	0.66

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001,

D (Diopter), Δ (prism diopter), SD (Standard Deviation), WDAT (Weak Divergence amplitude type), WCAT (Weak Convergence amplitude type), ED (Error of difference), t.test (Independent two-sample t-test)

### 나이와 횡수에 대한 상관관계

Correlation coefficient (CC) between age and frequency

		Frequency
Age	Pearson CC	0.853***
	P	0.000
	N	15

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001,

### 시기능 훈련 전·후 조절기능의 변화

Lens reaction in optical system according to pre and post VT

	Pre-VT	Post-VT	PD	Paired t test	Wilcoxon signed ranks test
Plus lens	1.77±0.38 D	2.43±0.11 D	0.67±0.39 D***	0.000	0.001
Minus lens	-1.62±0.67 D	-3.83±0.80 D	2.22±0.99 D***	0.000	0.001
Amplitude of accommodation	3.38±0.44 D	6.27±0.82 D	2.88±0.90 D***	0.000	0.001

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001  
VT (Vision therapy), PD (Paired Differences).

### 시기능 훈련 전·후 이항운동기능 및 교정시력 변화

Lens reaction in optical system according to pre and post VT

	Pre-VT	Post-VT	PD	Paired t test	Wilcoxon signed ranks test
BO Break point	5.27±3.20 Δ	20.87±5.66 Δ	15.60±3.73 Δ***	0.000	0.001
BI Break point	4.47±1.77 Δ	7.87±1.41 Δ	3.40±1.72 Δ***	0.000	0.001
Amplitude of Vergence	9.73±3.71 Δ	28.07±6.87 Δ	18.33±4.85 Δ***	0.000	0.001
CC	0.55±0.19	0.95±0.05	0.40±0.18***	0.000	0.001

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001  
VT (Vision therapy), PD (Paired Differences), BO(Base Out), BI(Base In)

## 간헐성 외사시

### 수술하지 않은 경우

Age	Phoria ( $\Delta$ , distance)	Period	CC(OD)	CC(OS)	CC after VT(OD)	CC after VT(OS)	PFV(blur/break/recovery) after VT ( $\Delta$ , distance)	Pre CC (Amblyopia)	post CC (Improving)
8.1	25	141	0.7	1.0	0.9	1.0	15/30/20	0.7	0.9
5.5	20	70	0.9	0.9	1.0	1.0	14/25/18	0.9	1.0
8.4	25	95	0.9	0.9	0.8	1.0	15/30/20	0.9	1.0
9.3	25	215	0.8	0.5	0.9	0.9	10/18/12	0.5	0.9
8.4	25	160	0.8	0.8	1.0	1.0	14/25/18	0.8	1.0
6.5	25	80	0.7	0.9	0.9	1.0	15/30/25	0.7	0.9
8.3	30	105	0.8	0.9	0.9	0.9	15/25/18	0.8	0.9
9.7	30	180	0.9	0.9	1.0	1.0	8/20/15	0.9	1.0
10.1	25	162	0.5	1.0	1.0	1.0	14/25/20	0.5	1.0
5.8	20	110	1.0	1.0	1.0	1.0	14/25/14	1.0	1.0
8.1	22	111	1.0	1.0	1.0	1.0	18/35/20	1.0	1.0
8.1	15	104	0.8	1.0	0.9	1.0	12/30/25	0.8	0.9
9.1	20	98	0.8	0.6	0.9	0.8	8/35/20	0.6	0.8

### 수술 후 재발한 경우

Age	Angle before surgery ( $\Delta$ )	Period after surgery	visiting angle ( $\Delta$ )	Therapy period	CC(OD)	CC(OS)	CC after VT(OD)	CC after VT(OS)	PFV(blur/break /recovery) after VT( $\Delta$ , distance)	Pre CC (Amblyopia)	post CC (Improving)
8.4	25.0	141	17	70	0.4	0.5	0.8	0.8	10/25/16	0.4	0.8
7.15	35.0	70	30	126	0.9	0.5	0.9	0.8	10/16/14	0.5	0.8
11.02	30.0	95	20	47	0.8	1.0	1.0	1.0	8/16/12	0.8	1.0
9.73	35.0	215	16	47	0.8	0.7	0.9	0.8	12/25/20	0.7	0.8
5.51	25.0	160	17	108	0.9	0.9	1.0	1.0	10/16/14	0.8	1.0
8.35	25.0	80	18	73	0.5	0.6	0.8	0.9	8/25/18	0.5	0.8
7.5	35.0	105	30	122	0.5	0.4	0.8	0.8	11/18/14	0.4	0.8
10.35	30.0	180	20	49	0.8	1.0	1.0	1.0	9/18/14	0.8	1.0
10.5	35.0	162	17	50	0.8	0.7	0.8	0.9	11/25/20	0.7	0.9
6.25	25.0	110	16	115	0.9	0.9	1.0	1.0	11/16/14	0.9	1.0
9.2	27.0	111	15	50	0.8	0.8	0.9	1.0	12/20/15	0.8	0.9
8.5	25.0	104	16	81	0.4	0.5	0.8	0.8	10/18/12	0.4	0.8
10.7	35.0	98	18	152	0.8	0.7	0.9	0.9	10/18/16	0.7	0.8

## 나이와 훈련기간

### 수술하지 않은 경우

coefficient of Age and Therapy period		
	Therapy period	
Age	Kendall tau_b	.474*
	P	.027
	N	13
	Spearman rho	.645*
	P	.017
	N	13

CC(Correlation coefficient) \* p < 0.05 , \*\* p < 0.01 , \*\*\* p < 0.001

### 수술후 재발한 경우

Correlation coefficient of Age and Therapy period		
	Therapy Period	
Age	Kendall tau_b	.442*
	P	.037
	N	13
	Spearman rho	.532
	P	.061
	N	13

CC(Correlation coefficient) \* p < 0.05 , \*\* p < 0.01 , \*\*\* p < 0.001

## 수술이후 재발기간 과 사시각

### Correlation coefficient of Angle at visit and After surgery been visit period

	After surgery been visit period	
Angle at visit	Kendall tau_b	.477*
	P	.029
	N	13
	Spearman rho	.653*
	P	.016
	N	13

CC(Correlation coefficient) \* p < 0.05 , \*\* p < 0.01 , \*\*\* p < 0.001

## 수술 여부에 따른 비교 1

A comparison of the corrected visual acuity after vision therapy

	Pre VT	Post VT	PD	P
without surgery	0.79 ± 0.16	0.95 ± 0.07	0.15 ± 0.15	0.004
Recurrence after surgery	0.64 ± 0.18	0.88 ± 0.09	0.23 ± 0.11	0.001

CC(Corrected visual acuity), VT(Vision therapy)

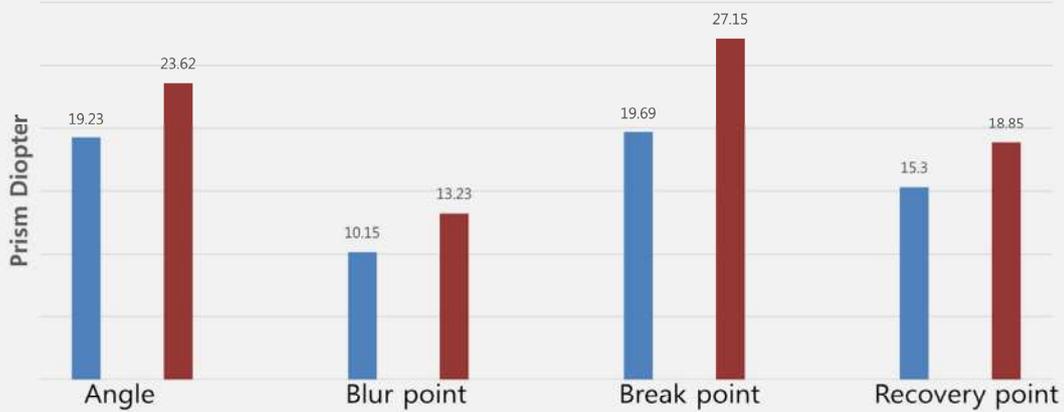
## 수술 여부에 따른 비교 2

Positive relative convergence after VT

	Blur point	Break point	recovery point
without surgery PFV	13.23 ± 2.95,	27.15 ± 5.11	18.85 ± 3.76
Recurrence after surgery PFV	10.15 ± 1.28	19.69 ± 3.86	15.30 ± 2.62

PFV(Positive fusional vergence)

## 수술 여부에 따른 비교 그래프



**Break Point > Blur Point > Recover Point > Period > Angle**

### 결론

- ▶ 시각각을 이용한 시기능 훈련은 도구 사용 없이, **프리즘 및 렌즈의 특성**만으로도 시기능 훈련이 가능하다.
- ▶ 시각각을 이용한 시기능 훈련은 운동성과 감각성 훈련을 **동시** 만족한 결과를 보여주었다.
- ▶ 내사위 및 외사위 유형의 굴절성 약시안에서 이항운동 기능보다 **조절기능의 차이**가 더 많이 나타나는 것을 알 수 있으며, 그 중 눈의 **이완기능**에서의 차이가 더 많이 나는 것을 알 수 있다.
- ▶ 조절 기능 및 버전스 기능의 **안기능 확장이 교정시력에 영향**을 미치는 것을 알 수 있다.
- ▶ 간혈성 외사시안의 수술하지 않은 경우 비전테라피를 시행한 결과가 수술 이후 재발한 경우보다 운동성 및 감각성 기능이 더 좋은 결과를 나타 내었다.
- ▶ 간혈성 외사시안의 수술 시행은 안기능의 **감각 기능 개선**을 고려해서 안기능 향상 이후 수술여부를 결정하는 것이 좋다.



구 연 발 표 1



## 고함수 소프트콘택트렌즈 착용이 눈물부족안의 시각적 성능에 미치는 영향

이세은 · 임하민 · 김재영 · 김소라 · 박미정\*

서울과학기술대학교 안경광학과

### 목적

고함수 소프트콘택트렌즈를 눈물량이 부족한 사람이 착용하였을 때 착용자의 시각적 성능에 어떠한 변화가 나타나는 가를 알아보고자 하였다.

### 방법

비침습성 눈물막파괴시간이 10초 이하인 20대 성인 25명(남: 13명, 여: 12명, 평균연령: 24.16±2.15세)에게 렌즈재질을 제외한 파라미터는 모두 유사한 동일 제조사의 고함수 구면콘택트렌즈(렌즈 A, 렌즈 B)를 착용시켰다. 대상자의 시각적 성능은 렌즈 착용 30분 후와 7시간 후에 각각 시력, 대비감도 및 수차를 측정하여 평가하였고, 렌즈 재질에 따른 차이를 분석하였다.

### 결과

눈물부족안의 양안시력은 하이드로겔 재질의 렌즈 A 착용 시에는 착용시간에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 실리콘하이드로겔 재질의 렌즈 B 착용 시에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 대비감도의 경우는 렌즈 A 착용 시 3, 5cpd에서 착용시간에 따른 통계적으로 유의한 감소가 관찰되었으나 렌즈 B 착용 시에는 유의한 변화가 관찰되지 않았다. 단안 각막수차의 경우는 렌즈 A 착용 시에만 착용 7시간 후 전체 수차가 착용 30분 후 대비 통계적으로 유의한 증가를 나타내었다.

### 결론

눈물량이 정상보다 부족한 사람이 고함수 소프트렌즈를 착용할 때에는 착용시간이 길어질수록 재질에 따라 시각적 성능이 달라짐을 알 수 있었다. 따라서 눈물부족안이 고함수 렌즈를 착용할 경우에는 시각적 성능을 위하여서는 실리콘 하이드로겔 재질의 렌즈 착용을 제안할 수 있겠다.

주제어: 눈물부족안, 고함수 소프트렌즈, 대비감도, 수차, 시력, 렌즈 재질

## 수용성 코팅을 적용한 하이드로겔 렌즈의 임상 평가

조창권<sup>1</sup> · 윤경희<sup>2</sup> · 김소라<sup>1</sup> · 박미정<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, <sup>2</sup>인터로조

### 목적

본 연구에서는 습윤성 유지와 착용감 및 시력교정 증대의 목적으로 하이드로겔 렌즈 표면에 PVP 코팅을 입힌 콘택트렌즈의 임상적 효능을 평가하고자 하였다.

### 방법

눈물량이 정상인 20대 21명(42안)을 대상으로 PVP 코팅 유무를 제외한 모든 파라미터가 동일한 두 종의 하이드로겔 렌즈를 각각 착용시키고 렌즈 착용 15분 후, 8시간 후 및 한달 후에 각 대상자들의 대비감도, 비침습성 눈물막파괴시간(NIBUT) 및 충혈 정도를 평가하였다. 대비감도는 명소시 및 박명시 조건에서 각각 측정하였으며, OSDI 설문지를 사용하여 1주일 간격으로 자·타각적 증상을 조사하였다.

### 결과

대비감도는 명소시와 박명시 조건에서 모두 착용기간이 증가할수록 착용 전 대비 유의한 감소를 나타내었으나, 코팅 유무에 따른 차이는 관찰되지 않았다. NIBUT는 착용 전 대비 착용기간 증가에 따른 유의한 감소를 나타내었으며, 착용 한달 후에는 코팅 유무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 렌즈 착용기간의 증가에 따라 충혈 정도는 증가하는 양상을 보였고 특히, 비코팅렌즈의 경우는 착용기간에 따라 통계적으로 유의한 변화를 나타내었으나 코팅 유무 간의 충혈은 유의한 차이는 아니었다. 대상자의 자·타각적 증상은 비코팅렌즈 착용 시에는 착용기간 경과에 따른 유의한 증가를 나타내었으나, 코팅렌즈 착용 시에는 착용 3주와 4주 사이에서는 유의한 증가를 보이지 않았다.

### 결론

본 연구 결과 눈물량이 정상인 경우는 습윤성분이 코팅된 하이드로겔 렌즈의 착용 시 착용기간이 증가하더라도 습윤성분 비코팅렌즈의 착용 시와 비교하여 눈물막안정과 자·타각적 불편감에서 임상적으로 효과를 보임을 알 수 있었다. 따라서 PVP코팅 렌즈를 착용한다면 착용자의 눈물막 안정성 유지를 통한 착용감 개선에 도움이 될 것으로 판단된다.

주제어: 하이드로겔 렌즈, 습윤인자 코팅, 대비감도, 비침습성 눈물막파괴시간, 충혈, OSDI 설문

## 우세안 강도와 우세손의 관계가 모바일 디바이스 이용 시 자각적 만족도에 미치는 영향

홍광표 · 박미정 · 김소라\*

서울과학기술대학교 안경광학과

### 목적

본 연구에서는 모바일 디바이스의 이용 시 주로 사용하는 손(사용손)과 우세손의 관계를 알아보려고 하였으며, 주시 변화 시 우세안의 강도와 우세손 및 사용손의 관계가 자각적 만족도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

### 방법

전국 안경광학과 학생 중 지원자 293명을 대상으로 설문조사를 통하여 우세안과 우세손, 모바일 디바이스 이용 시 사용손과 사용습관 및 주시방향에 따른 자각적 만족도를 알아보았다. 우세안 및 우세손과 사용손과의 일치여부에 따라 그룹을 나누어 만족도를 분석하였고, 설문응답자 중 양안 시기능에 이상이 없는 지원자 43명을 대상으로 우세안의 강도, 굴절이상도, 사위도를 측정하였고, 주시 변화에 따른 동공 반사광을 촬영하여 우세안과 비우세안의 이동량을 측정하였다.

### 결과

293명 대상의 전체 설문분석에서 모바일 디바이스 이용 시 사용손과 우세손은 유의한 상관관계를 나타내었으며, 사용손과 우세손이 동일한 경우는 그렇지 않은 그룹에 비해 사용불편도가 높은 경향을 나타내었다. 반면 사용손과 우세안이 동일한 경우는 그렇지 않은 그룹에 비해 주시 집중불편도와 사용불편도가 낮은 경향을 나타내었다. 추가연구의 대상자인 43명의 설문분석에서는 모바일 디바이스 이용 시 우세안과 사용손이 동일한 경우 주시 집중불편도는 통계적으로 낮게 나타났다. 정량적으로 측정된 우세안 강도는 주시 집중불편도 및 사용불편도와 모두 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, O-ring test 결과 HIGH 그룹이 MID그룹 대비 높은 주시 집중불편도와 사용불편도의 경향을 나타내었으며, 높은 불편도의 경향을 보였다. 주시 변화 시 이향운동에서는 우세안이 비우세안 대비 통계적으로 적은 이동량을 나타내었으나 동향운동에서는 유의한 이동량의 차이를 보이지 않았다.

### 결론

본 연구결과 우세안과 모바일 디바이스 이용 시 사용손의 방향이 동일한 경우는 우세안의 주도적 역할에 기인한 시각적 정보습득이 가능하므로 주시 집중불편도가 적음을 알 수 있었다. 또한 우세손과 모바일 디바이스 사용손이 다른 경우는 양손 사용으로 낮은 사용불편도를 보였으므로 모바일 디바이스 이용 시 자각적 불편감의 감소를 위하여서는 우세안의 방향으로 주시하며 우세손보다는 양손을 사용할 것을 제안할 수 있겠다.

주제어: 모바일 디바이스, 우세안 강도, 우세손, 사용손, 자각적 만족도, 안구이동량

발 표 자 : 홍광표, +82-2-970-6225, hoq0324@naver.com

교신저자 : 김소라, +82-2-970-6264, srk2104@seoultech.ac.kr

# A spectroscopic and molecular docking study on the interaction of lysozyme with diethyl phthalate

Jihye Ahn · Moonsung Choi\*

Department of Optometry, Seoul National University of Science and Technology\*

## Purpose

Diethyl phthalate (DEP) is a widely used plasticizer in order to make plastics more flexible. It can easily migrate into the environment since it does not form covalent bonds with polymer chains. The fact that DEP is commonly found in environment indicates the importance of probing into the interaction between DEP and biological molecules such as proteins. In this study, the effect of diethyl phthalate on lysozyme was investigated in this study using spectroscopic methods and molecular docking study.

## Methods

The fluorescence quenching study was performed depend on the temperature and concentrations of DEP to identify the quenching mechanism, binding and thermodynamic parameters. Conformational effect on the lysozyme upon binding of DEP was studied using circular dichroism spectroscopy. Furthermore, molecular docking analysis was carried out to calculate possible conformation of DEP that binds to the lysozyme.

## Results

The results of fluorescence quenching study analyzed by Stern-Volmer equation revealed that the quenching procedure is mainly in a static way forming a complex with lysozyme. The equilibrium constant ( $K_a$ ) and the number of binding sites ( $n$ ) were increased and decreased respectively with increasing temperature. Negative thermodynamic parameters indicate that the binding interaction is favorable and consist of hydrophobic interactions and hydrogen bonds. Circular dichroism spectral study showed that DEP has little effect on the secondary structure of lysozyme. These results also correspond with the molecular docking analysis which suggested that DEP forms hydrogen bonds with Asn59 and Trp63 interacting with the other residues via hydrophobic interactions.

## Conclusions

In this study, the interaction of lysozyme with DEP was investigated. Spectroscopic evidences suggested that DEP binds to the lysozyme forming complex though its effect on the secondary structure of lysozyme was only marginal. The molecular docking analysis indicated that DEP binds to the lysozyme forming hydrogen bonds with Asn59 and Trp63. Therefore, DEP is thought to interact with Asn59 and Trp63 of lysozyme via hydrogen bonds while interact with the other residues via hydrophobic interactions.

Keywords: Lysozyme, Diethyl Phthalate, Hydrophobic interaction

---

Presenter : Jihye Ahn, +82-2-970-6225, mindgrace27@gamil.com

Corresponding author : Moonsung Choi, +82-2-970-6234, mschoi@seoultech.ac.kr

## 간헐외사시에서 6개월 동안 실시한 시기능훈련의 효과

이양훈<sup>1</sup> · 김효진<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>백석대학교 보건복지대학원 안경광학과, <sup>2</sup>백석대학교 보건학부 안경광학과

### 목적

3가지 유형(눈별림과다형, 기본형, 눈모음부족형)의 간헐외사시에서 6개월 동안 실시한 시기능훈련의 효과를 분석하였다.

### 방법

간헐외사시로 방문한 5세~28세의 남녀 11명을 대상으로 하였다. 시기능훈련은 6개월 동안 주 1~2회씩 진행하였고, 눈별림과다형, 기본형, 눈모음부족형의 3가지 유형으로 분류한 후에 그룹별 시기능훈련 프로그램을 적용하였다. 양안시기능 검사는 첫 방문 시점과 훈련 후 3개월 그리고 6개월 방문 시점에 실시하였다.

### 결과

전체 대상자에서 훈련 전후에 편위량은 원거리 16.4 PD에서 11.6 PD로 29.2 % 만큼 감소하였다. 근거리는 20.1 PD에서 훈련 후 13 PD로 35.3 % 감소하였다. 원거리 양성융합버전스(PFV)는 분리점 10.6 PD 회복점 4.8 PD에서 훈련 후 분리점 39 PD 회복점 33.6 PD, 근거리 PFV는 훈련 전 분리점 15.9 PD 회복점 9.6 PD에서 훈련 후 분리점 41.8 PD 회복점 33.4 PD를 보였다. 버전스용이성(VF)은 훈련 전과 후에 각각 5.8 cpm와 15.1 cpm를 나타냈고, 눈모음근점(NPC)은 훈련 전후에 각각 15.1 cm와 3 cm였다. 입체시는 훈련 전에 83.1 sec에서 훈련 후에 33.5 sec로 향상되었다.

### 결론

눈별림과다형, 기본형, 눈모음부족형과 같은 간헐외사시에서 시기능훈련 후에 양안시의 예상값과 서드기준을 충족하였고, 3가지 유형에서 모두 기능적 치료기준을 충족하였다.

주제어: 간헐외사시, 시기능훈련, 양안시검사, 눈별림과다, 눈모음부족



## 구 연 발 표 Ⅱ



## 각막굴절교정 수술안에서 각막 절삭량에 따른 안압 보정방법의 비교

정희재<sup>1</sup> · 박창원<sup>2</sup> · 김효진<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>백석대학교 보건복지대학원 안경광학과, <sup>2</sup>백석문화대학교 안경광학과,

<sup>3</sup>백석대학교 보건학부 안경광학과

### 목적

각막굴절교정수술 후 저평가되는 안압의 정도를 조사하고, 각막 절삭량에 따라 군을 나누어 각 군별로 가장 적합한 안압 보정방법을 제시하고자 한다.

### 방법

본 연구 대상은 2018년 9월부터 2019년 2월까지 각막굴절교정수술을 받은 평균 연령  $26.9 \pm 5.2$ 세의 남녀 501명 1002안을 대상으로 하였다. 안압은 비접촉식 안압계를 이용하여 측정하였고, 술 후 저평가된 안압을 보정하기 위해 Ehlers, Shah, Dresden, Orssengo/Pye의 보정방법을 이용하여 술 전 비접촉식으로 측정된 안압과 비교하였다. 또한 각막 절삭량에 따른 안압 차이를 비교하기 위해 경도, 중등도, 고도근시의 세 군으로 나누어 분석하였다.

### 결과

전체 대상자에서 수술 전 안압은 비접촉식 안압계로 측정하였을 때  $15.67 \pm 2.39$  mmHg 이었고, 수술 후 안압은  $10.12 \pm 2.11$  mmHg로 차이를 보였다. Ehlers의 보정방법으로 산출된 수술 후의 안압은  $14.53 \pm 2.47$  mmHg로 술 전 안압과 평균  $1.14 \pm 2.83$  mmHg 차이를 보여 네 가지의 안압 보정방법 중에서 술 전 안압 측정치와 가장 비슷한 수치를 보였다. 또한 모든 대상군에서 Ehlers 보정법으로 보정된 안압과 술 전 안압의 차이가 가장 적었다.

### 결론

각막굴절교정수술 후 비접촉식 안압계로 측정된 안압은 저평가되어 안압의 실제 값을 산출하기 위해 보정할 필요가 있다고 생각되며, 모든 근시군에서 Ehlers의 방법으로 보정한 값이 가장 정확하였다.

주제어: 각막 절삭량, 각막굴절교정수술, 안압, 안압 보정

## 조도에 따른 굴절력과 동공중심 이동의 측정

조현종<sup>1</sup> · 김태훈<sup>1,2</sup> · 김효진<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>백석대학교 보건복지대학원 안경광학과, <sup>2</sup>백석대학교 보건학부 안경광학과

### 목적

정상안에서 조도에 따른 동공크기와 동공 중심점의 변화를 관찰하고, 근시도 변화를 알아보고자 하였다.

### 방법

안과적인 질환 및 각막굴절교정수술에 대한 경험이 없는 29명(평균 연령 35.24±00세, 남자 15명, 여자 14명)을 대상으로 하였다. 조도에 따른 동공 중심점의 변화와 야간 근시량은 Wave Analyzer(medica 700, essilor)를 이용하여 측정하였다. 측정값은 각각 3회씩 측정하여 평균값을 사용하였고, 통계 프로그램 SPSS(ver 20.0)를 이용하여 조도에 따라 동공 중심점과 야간 근시도의 변화량이 차이가 있는지 분석하였다.

### 결과

조도에 따른 동공크기의 변화는 3.70±0.69mm에서 5.50±0.81mm으로 평균 1.80mm 만큼 증가하였다(p<0.001). 동공중심점 변화는 수평방향으로 평균 0.12±0.09mm, 수직방향 평균 0.13±0.13mm 만큼 이동하였다(p<0.001 와 p<0.001). 조도에 따른 근시도의 변화는 구면도수 -0.15D, 원주도수는 -0.12D가 증가하였다. 암소시 상태에서 시력의 질의 영향을 준다고 알려진 0.07mm 이상 동공중심이 이동한 경우는 58안중 52안으로 89.66%이었다.

### 결론

조도가 낮아지면 동공의 크기변화와 함께 동공중심점의 변화가 발생하며, 근시도가 증가하였다. 향후 조도에 따른 눈의 시기능 변화에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

주제어: 동공크기, 조도, 동공중심점, 동공중심 이동, 야간 근시

## 포스터 발표



## 조도에 따른 색인지 변화에 관한 연구

장예진 · 하정미 · 박찬영 · 김범준 · 박상일\*

가톨릭관동대학교 안경광학과

### 목적

일상생활에서 조도의 변화에 따라 색상 인식의 변화량을 알아봄을 통해 조도가 색인지에 미치는 영향을 알아보았다.

### 방법

안질환이 없고 나안 및 교정시력이 1.0 이상이며 색각 이상이 없는 20대 성인 20명(남:10명, 여:10명, 평균연령:  $21.11 \pm 1.25$ 세)을 대상으로 국가기술표준원에서 제공하는 한국색채표준의 색상을 이용하여 주간의 평균 조도(380 lux)와 터널 내의 최소 조도(80 lux) 기준 환경에서 적색, 녹색, 노란색, 파란색의 색상의 인식값을 CIE L\*a\*b\* 값을 통하여 비교하였다.

### 결과

밝은 환경에서와 어두운 환경에서의 색상 밝기를 인식하는 정도는 적색과 노란색은 각각  $4.3 \pm 1.2\%$ ,  $8.7 \pm 3.4\%$  색을 어둡게 인식하였으며 녹색, 파란색의 밝기는 조도에 따른 밝기 인식 차이가 없었다. 어두운 곳에서 색상 인지는 적색은 초록색과 파란색 방향으로 인식하는 경향이 있었으며 녹색은 빨간색과 노란색으로, 노란색은 초록색과 노란색 방향으로, 파란색은 더욱 파란색으로 인식하는 것으로 나타났다.

### 결론

CIE L\*a\*b\* 값을 통한 조도에 따른 색인지 변화량을 확인하여 본 결과 어두운 환경에서 색을 정확하게 인식하는 능력이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

주제어: 색상 인지, 조도, CIE L\*a\*b\*

## 주시시차를 이용한 근거리에서 우세안과 비우세안의 편위량 비교

길민지 · 배형식 · 박찬영 · 박상일\*

가톨릭관동대학교 안경광학과

### 목적

교차성 복시와 비교차성 복시를 이용하여 근거리 주시시 우세안과 비우세안의 편위량을 비교하여 우세안의 강도와 방향을 통해 우세안의 변화 가능성을 확인하고자 하였다.

### 방법

안질환 및 양안시기능에 문제가 없고 나안 및 교정시력이 1.0 이상인 20대 성인 28명(남:20명, 여:8명, 평균연령:  $21.34 \pm 0.92$ 세)을 대상으로 40 cm 거리를 주시시킨 후 전·후 각각 10 cm 거리에 있는 물체의 편위량을 프리즘 디옵터( $\Delta$ ) 값으로 측정하였다.

### 결과

주시점보다 근거리에 있는 물체를 주시하였을 때는 교차성 복시가 나타났으며 우세안에서는  $2.6 \pm 1.7 \Delta$ 만큼 편위하였으며 비우세안에서는  $5.3 \pm 3.7 \Delta$ 만큼 편위하는 것으로 측정되었으며 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 원거리에서는 동측성 복시가 나타났으며 우세안에서는  $3.2 \pm 2.3 \Delta$ , 비우세안에서는  $4.7 \pm 3.3 \Delta$ 만큼 편위하는 것으로 측정되었고 통계적으로도 유의한 차이가 있었다. 우세안과 비우세안의 교차성 복시와 비교차성 복시에서 편위량의 차이에서는 통계적으로 유의한 차이를 발견하지 못했다.

### 결론

우세안은 검사방법과 검사환경에 따라 우세안 강도의 차이가 다르게 나타나며 주시거리에 따라 우세안이 변하는 경우도 보고되어 있다. 본 연구결과에서는 복시를 통해 우세안의 강도를 비교하였으며 교차성 복시와 비교차성 복시의 비교를 통해 우세안과 비우세안의 편위량이 다름을 확인하였다.

주제어: 우세안, 교차성 복시, 비교차성 복시, 주시시차

## Brown-, Gray- 착색렌즈를 통한 색인지 변화에 관한 연구

배형식 · 하정미 · 김범각 · 김준석 · 박상일\*

가톨릭관동대학교 안경광학과

### 목적

Brown-, gray- 착색렌즈를 착용한 후 색상 인식의 변화를 알아봄을 통해 착색렌즈가 색의 왜곡에 미치는 효과를 알아보았다.

### 방법

안질환이 없고 나안 및 교정시력이 1.0 이상이고 색각 이상이 없는 20대 성인 20명(남:10명, 여:10명, 평균연령:  $21.11 \pm 1.25$ 세)을 대상으로 국가기술표준원에서 제공하는 한국색채표준의 색상을 이용하여 brown, gray 80 % 농도로 착색된 렌즈를 착용한 후 색상의 인식값은 명도, 채도, 색상의 변화값을 비교하였다.

### 결과

Brown 착색렌즈를 착용하였을 때 각각의 색에서 명도의 차이는 착용 전과는 통계적으로 유의한 차이를 보이는 색은 없었으며 채도의 인식 변화량 마찬가지로 착색렌즈 착용으로 인한 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 색상은 파란색을 인식하는 능력이  $8.25 \pm 0.24\%$  감소하는 것을 확인 할 수 있었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다. Gray 착색렌즈 착용시에는 녹색의 채도가  $5.76 \pm 2.55\%$  감소하였으며 노란색의 색상은  $7.44 \pm 5.67$ , 파란색의 색상  $12.57 \pm 6.01\%$ 로 명도는  $3.89 \pm 0.54\%$  색상의 인식 능력이 통계적으로 유의하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

### 결론

Brown, gray 착색렌즈를 통하여 색상을 인식하였을 때 각각의 색에서 인식하는 변화를 확인하였으며, 특히 푸른색의 색상은 brown, gray 착색렌즈에서 인식능력이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

주제어: Brown-, gray- 착색렌즈, 색상, 색인지

## 정시안에서 눈 질환이 백내장수술 후 예상 굴절이상도에 미치는 영향

김형준 · 김상엽 · 유동식 · 문병연 · 조현국\*

강원대학교 안경광학과

### 목적

굴절이상 정시인 정상군과 눈 질환군을 대상으로 백내장수술 후의 굴절이상과 각막 전면난시의 변화를 비교하여 수술 후 눈 질환이 예상 굴절이상도에 미치는 영향을 알아보았다.

### 방법

K시 S안과에서 동축소절개를 통해 단초점인공수정체를 삽입하는 백내장수술 받은 환자 중 굴절이상 정시(등가구면  $\pm 0.50$  D 이하)인 정상 환자와 녹내장이나 황반변성이 있는 눈 질환자 140명 140안을 대상으로 수술 후 180일까지의 검사기록을 대상으로 하였다. ARK-8900 (Topcon, Japan)과 AL scan®(Nidek, Japan)을 사용하여 타각적굴절이상도와 각막 전면난시를 각각 측정하였다.

### 결과

수술 후 예상 구면굴절력과 180일 경과 후의 구면굴절력 평균 차이는 정상군이  $-0.09 \pm 0.27$  D, 녹내장치료군이  $-0.22 \pm 0.26$  D, 황반변성군이  $-0.17 \pm 0.34$  D 이었다. 수술 후 180일의 원주굴절력 평균 차이는 수술 전과 비교하여 정상군이  $-0.39 \pm 0.27$  D, 녹내장치료군이  $-0.41 \pm 0.34$ , 황반변성군이  $-0.50 \pm 0.30$  D로 나타났다. 수술 전과 수술 후 180일의 각막 전면난시 평균차이는 정상군이  $-0.25 \pm 0.13$  D, 녹내장치료군이  $-0.20 \pm 0.10$  D, 황반변성군이  $-0.18 \pm 0.08$  D 이었다.

### 결론

수술 후 예상 구면굴절력은 모든 군에서 원시화(+ 변화) 되었다. 동축소절개 수술 후 원주굴절력과 각막 전면난시는 유의하게 감소하였으며, 원주굴절력은 황반변성군에서, 각막 전면난시는 정상군에서 가장 크게 감소하였다.

주제어: 정시, 백내장, 각막 전면난시

## 유발된 원시성 단순난시가 보행패턴에 미치는 영향

최재혁 · 유동식 · 문병연 · 조현국 · 김상엽\*

강원대학교 안경광학과

### 목적

본 연구의 목적은 (-) 실린더 렌즈를 이용하여 유발된 원시성 단순난시가 보행 패턴에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

### 방법

보행에 영향을 미치는 전신질환 및 시기능이상인 없는 평균나이 23.8±2.22 세의 25명을 대상으로 하였다. 완전교정 상태에서 -1.00 D, -2.00 D, -3.00 D의 실린더 렌즈의 축 방향을 양안에 180°, 90°, 우안 45°/좌안 135° 방향으로 시험테에 장입하여 직난시, 도난시, 사난시를 정도별로 유발시켰다. 4km/h 속도로 설정된 트레드밀 위에서 보행하는 동안 보행분석계(Optogait, Hospi, Italy)를 이용하여 유발된 각 원시성 단순난시에 의한 보폭길이, 분속수의 변화를 측정하였다. 각 유발된 원시성 단순난시상태에서 반복측정을 실시한 후 완전교정상태와 비교 분석하였다.

### 결과

유발된 원시성 단순난시에서 측정된 보폭 길이의 변화는 완전교정상태에서 측정한 값과 비교하여 C-1.00 D로 유발된 직난시(F=3.982, p=0.021), C-1.00 D로 유발된 도난시(F=5.434, p=0.006), C-1.00 D로 유발된 사난시(F=5.470, p=0.006)부터 유의한 감소를 보였다. 또한 분속수의 변화도 완전교정상태와 비교하여 C-1.00 D로 유발된 직난시(F=4.509, p=0.013), C-1.00 D로 유발된 도난시(F=7.553, p=0.001), C-1.00 D로 유발된 사난시(F=5.495, p=0.006)부터 유의한 증가를 보였다. 하지만 난시 축 분류에 따라 같은 굴절력에서 비교하였을 때 통계적으로 차이가 없었다.

### 결론

원시성 단순난시의 분류(직,도,사난시)와 관계없이 C +1.00 D 이상의 미교정된 난시는 보행 시 보행 패턴의 변화를 야기시키는 요인이 될 수 있음을 확인하였다. 따라서 원시성 단순난시의 광학적 교정은 안정적인 보행을 유지시키는데 중요한 요인으로 생각된다.

주제어: 원시성 단순난시, 보행패턴, 보폭 길이, 분속수

## 적록필터를 이용한 프리즘 분리법에 따른 사위도의 변화

박승철 · 김상엽 · 조현국 · 문병연 · 유동식\*

강원대학교 안경광학과

### 목적

적록필터를 이용한 프리즘 분리법에 따른 사위도의 변화를 알아보고자 하였다.

### 방법

안질환 및 사시가 없으며, 과거 안과적 수술 경험이 없는 평균 연령  $23.68 \pm 1.67$  세의 대상자 25명으로 하였다. 대상자들에게 수동포롭터(Phoropter, 11625B, Reichert, USA)를 이용하여 자각적 굴절검사를 시행한 후 일반적인 von Graefe법과 세 가지 조건(우안 red필터, 좌안 green필터, 우안 red-좌안 green필터)에서의 von Graefe법을 각각 비교하였다. 모든 검사는 3회 반복 측정하여 비교하였다.

### 결과

원거리에서 일반적인 von Graefe법과 세 가지 조건에서의 사위도의 변화는 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다(우안 red-좌안 non:  $p=0.694$ , 우안 non-좌안 green:  $p=0.892$ , 우안 red-좌안 green:  $p=0.208$ ). 근거리에서는 모든 조건에서 유의한 차이를 나타내지 않았지만(우안 red-좌안 non:  $p=0.894$ , 우안 non-좌안 green:  $p=0.205$ , 우안 red-좌안 green:  $p=0.608$ ) 필터를 사용하지 않았을 때와 비교하여 세 가지 조건에서 모두 외사위 방향으로 크게 측정되는 경향을 보였다.

### 결론

적록필터를 이용한 프리즘 분리법에서 근거리 사위도가 외사위 방향으로 증가하는 것으로 보아 적록 필터의 영향이 있는 것으로 보인다.

주제어: 적록필터, 프리즘 분리법, von Graefe, 사위

## 핀홀 렌즈가 조절력에 미치는 영향

장보경 · 김상엽 · 조현국 · 유동식 · 문병연\*

강원대학교 안경광학과

### 목적

조절력 검사에서 핀홀(Pinhole) 렌즈가 조절력에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

### 방법

안질환, 전신질환의 병력이 없고 이전의 안구 수술 및 약물 복용 경험이 없으며 조절력에 이상이 없는 평균 연령  $22.85 \pm 2.35$ 세의 성인 20명(남 11, 여 9)을 대상으로 하였다. 대상자들에게 포롭티(Phoropter 11625B, Reichert, USA)를 이용하여 자각적 굴절검사를 한 후 1mm 구경의 핀홀 렌즈를 가입 전과 후의 총조절력을 측정하였다. 총조절력 측정은 40 cm 거리에서 (-)렌즈 부가법을 사용하였으며 우안과 좌안을 각각 3회씩 반복 측정하였다.

### 결과

핀홀 렌즈를 가입하기 전과 후의 총조절력의 변화는 각각  $8.53 \pm 1.77$  D,  $9.51 \pm 2.15$  D로 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ ). 우안에서 핀홀 렌즈 가입 전과 후의 총조절력은 각각  $8.46 \pm 1.52$  D,  $9.43 \pm 2.18$  D로 유의한 차이를 나타내었고( $p = 0.008$ ), 좌안 또한  $8.59 \pm 2.03$  D,  $9.59 \pm 2.18$  D로 유의한 차이를 나타내었다( $p = 0.006$ ). 우안과 좌안에서 핀홀 렌즈 가입 전과 후의 상관분석 결과, 우안과 좌안 모두에서 높은 상관성을 나타내었다(우안  $r: 0.824$ ,  $p < 0.001$ , 좌안  $r: 0.784$ ,  $p < 0.001$ ).

### 결론

핀홀 렌즈를 이용하여 조절레그로 인해 총조절력이 증가하는 것으로 나타났으므로 동공크기가 총조절력에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 추후 연구에 다양한 구경의 핀홀 렌즈를 이용하여 총조절력을 확인하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 핀홀 렌즈, 총조절력, (-)렌즈 부가법, 동공 크기

## 세극등 현미경과 안저 촬영기를 이용하여 측정한 Ocular counter-roll 비교

오광근 · 김상엽 · 조현국 · 문병연 · 유동식\*

강원대학교 안경광학과

### 목적

홍채와 안저 이미지를 이용하여 측정한 ocular counter-roll(OCR)를 비교하고자 하였다.

### 방법

안질환, 전신 및 신경성 질환, 사시가 없고 과거 안과적 수술 병력이 없는 평균 연령 22.51±1.78 세의 30명(남 16, 여 14)를 대상으로 하였다. 대상자들에게 40 cm 거리의 근거리 시표를 주시하게 한 후 안과용 카메라(DC-4, Topcon, Japan)이 장착된 세극등 현미경(SL-D701, Topcon, Japan)을 이용하여 오른쪽 및 왼쪽 방향의 머리 기울기 조건(10°, 20°, 30°)에 따라 홍채 이미지를 촬영하였다. 안저 이미지는 안저 촬영기(TRC-NW8, Topcon, Japan)를 이용하여 촬영하였으며, 홍채와 안저 이미지 모두 우위안을 기준으로 하였다. 각각의 이미지들은 Image J(Version 1.45, <http://imagej.nih.gov/ij/download.html>, USA) 프로그램을 이용하여 OCR을 측정하여 비교하였다.

### 결과

오른쪽 10°, 20°, 30° 머리 기울기 조건에서 홍채 이미지와 안저 이미지를 이용하여 측정한 OCR은 모두 유의한 차이를 보이지 않았으며(10°: p=0.458, 20°: p=0.336, 30°: p=0.136), 왼쪽 또한 유의한 차이를 보이지 않았다(10°: p=0.884, 20°: p=0.580, 30°: p=0.712). 오른쪽 및 왼쪽 머리 기울기 조건에서의 상관분석 결과, 모든 조건에서 유의한 상관관계를 보였다(오른쪽 10°: p<0.001, r=0.882, 20°: p<0.001, r=0.984, 30°: p<0.001, r=0.976, 왼쪽 10°: p<0.001, r=0.963, 20°: p<0.001, r=0.974, 30°: p<0.001, r=0.973).

### 결론

홍채 이미지와 안저 이미지를 이용하여 측정한 OCR은 유의한 상관성을 보였으므로, OCR을 측정하는데 홍채 이미지가 안저 이미지의 대안적인 방법이 될 것으로 판단된다.

주제어: Ocular counter-roll, 머리 기울기, 홍채 이미지, 안저 이미지

## 개방형 자동안굴절력계를 활용한 조절성 난시에 관한 연구

김기창<sup>1</sup> · 정수아<sup>2</sup> · 김현정<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>건양대학교 안경광학과, <sup>2</sup>원광보건대학교 안경광학과

### 목적

근거리 주시 시 단안에서 발생하는 조절성 난시를 개방형 자동안굴절력계를 활용하여 알아보고자 하였다.

### 방법

개방형 자동안굴절력계(N-Vision K-5001, Shin-Nippon, Japan)로 측정된 굴절이상의 등가구면굴절력이  $0.00 \pm 1.00$  D 이내이며, 조절기능에 특별한 문제가 없는 성인 남녀 14명( $22.80 \pm 2.21$ 세)의 26안을 대상으로 개방형 자동안굴절력계를 이용해 원거리 시표(5 m)와 근거리 시표(40 cm)를 주시하게 한 상태에서 단안의 굴절이상을 측정하였다. 근거리 시표 주시 시 개입된 조절에 의한 변화를 보정하기 위해 측정된 굴절이상의 구면굴절력 값에 +2.50 D를 더한 후 파워벡터(M: 등가구면굴절력,  $J_0$ : 난시축  $90^\circ$ 와  $180^\circ$ 의 벡터,  $J_{45}$ : 난시축  $45^\circ$ 와  $135^\circ$ 의 벡터, B: 굴절력오차벡터)를 적용하여 근거리 주시 시 발생하는 조절성 난시를 분석하였다.

### 결과

원거리 주시 시와 근거리 주시 시 측정된 굴절이상의 축방향,  $J_0$ 와  $J_{45}$ 는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 구면굴절력, 원주굴절력, M과 B는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타나( $p < 0.05$ ) 근거리 주시 시 조절성 난시가 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.

### 결론

근거리 주시 시 조절성 난시가 발생하며, 이는 근거리 시력에도 영향을 미칠 수 있으므로 근거리 작업이 많은 사람의 처방 시 이를 고려할 필요가 있다.

주제어: 조절성 난시, 근거리, 개방형 자동안굴절력계

## 스마트폰 영상 시청 시 청색광차단렌즈가 조절반응 및 조절레그에 미치는 영향

전민석<sup>1</sup> · 정수아<sup>2</sup> · 김현정<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>건양대학교 안경광학과, <sup>2</sup>원광보건대학교 안경광학과

### 목적

스마트폰 영상 시청 시 청색광차단렌즈 착용에 따른 청색광차단율 변화가 조절반응 및 조절레그에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

### 방법

성인 남녀 34명(22.71±2.73세)을 대상으로 완전교정 시킨 후, Cont.(색농도 0%, 청색광차단율 0%) 상태와 착색형 청색광차단렌즈 Y1(색농도 25%, 청색광차단율: 49.50%), Y2(색농도 50%, 청색광차단율: 95.30%), Y3(색농도 75%, 청색광차단율: 99.50%)를 착용시킨 상태에서 각각 20분간 스마트폰 영상 시청 전, 후의 조절반응량을 양안 개방형 자동안굴절력계(N-Vision K-5001, Shin-Nippon, Japan)를 사용해 측정하고 이를 이용해 조절반응 및 조절레그를 구하였다. 그리고 각 청색광차단렌즈 착용 시 영상 시청 전, 후의 조절반응과 조절레그의 비율을 비교하였다.

### 결과

모든 착용 청색광차단렌즈에서 스마트폰 영상 시청 전에 비해 시청 후에 조절반응의 비율은 증가하였으며, 조절레그의 비율은 감소하였다. 그리고 착용 청색광차단렌즈의 색농도와 청색광차단율이 높을수록 조절반응의 비율은 낮고, 조절레그의 비율이 높은 경향을 보였다. 특히 청색광차단율이 가장 높은 Y3 착용 시 영상 시청 전과 후의 조절반응, 조절레그의 비율을 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p=0.049$ ).

### 결론

스마트폰 영상 시청은 조절반응 및 조절레그의 변화를 초래할 수 있으며, 착용 청색광차단렌즈의 청색광차단율 차이도 이들에게 영향을 미칠 수 있었다.

주제어: 조절레그, 조절반응, 청색광차단렌즈, 스마트폰

발 표 자 : 전민석, +82-42-600-8427, alstjr105@naver.com

교신저자 : 김현정, +82-42-600-8427, kimhj@konyang.ac.kr

## 양안 개방형 자동안굴절력계를 활용한 폭주성 조절에 따른 근거리 난시에 관한 연구

정수아<sup>1</sup> · 김기창<sup>2</sup> · 김현정<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>원광보건대학교 안경광학과, <sup>2</sup>건양대학교 안경광학과

### 목적

근거리 시표 주시 시 수평방향의 위치변화로 인한 폭주성 조절에 의해 발생하는 근거리 난시를 양안 개방형 자동안굴절력계를 활용하여 알아보고자 하였다.

### 방법

조절기능 및 폭주기능에 특별한 문제가 없으며 양안 개방형 자동안굴절력계(N-Vision K-5001, Shin-Nippon, Japan)로 측정된 등가구면굴절력이 0.00±1.00 D 이하인 성인 남녀 14명(22.80±2.21세)의 26안을 대상으로 선정하였다. 원거리(5 m) 시표 주시 시와 근거리(40 cm) 시표를 각각 단안의 정면 또는 양안 중앙의 정면에 위치시킨 상태에서 각 시표 주시 시의 굴절이상을 양안 개방형 자동안굴절력계로 측정하였다. 근거리 시표 주시 시 측정된 굴절이상의 구면굴절력에 +2.50 D를 더하여 개입된 조절을 보정한 후, 근거리 시표와 원거리 시표 주시 시 굴절이상의 차이 값을 파워벡터(M: 등가구면굴절력, J<sub>0</sub>: 난시축 90°와 180°의 벡터, J<sub>45</sub>: 난시축 45°와 135°의 벡터, B: 굴절력오차벡터)를 적용해 비교 분석하였다.

### 결과

근거리 주시 시 시표가 단안의 정면과 양안 중앙의 정면에 위치한 경우 구면굴절력과 축방향, J<sub>0</sub>, J<sub>45</sub>, B는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나(p>0.05), 원주굴절력과 등가구면굴절력(M)은 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

### 결론

근거리 주시 시에는 조절성 난시 뿐 아니라 폭주성 조절에 따른 근거리 난시도 함께 유발될 수 있으므로 이에 관한 추가 연구가 필요하다.

주제어: 폭주성 조절, 근거리 난시, 조절성 난시, 양안 개방형 자동안굴절력계

발 표 자 : 정수아, +82-63-840-1346, jsua@wu.ac.kr

교신저자 : 김현정, +82-42-600-8427, kimhj@konyang.ac.kr

## Effect of Coordination Exercise on Visual Function Training

이주학 · 하병호 · 김기홍\*

대구가톨릭대학교 안경광학과

### 목적

우리 눈에 사시가 있는 경우에 조절, 버전스, 안구운동에 이상이 있으며, 신체 협응에도 이상이 있는 경우가 많다. 이런 경우 시기능 훈련이 필요로 한다. 이에 본 연구에서는 신체 협응 운동을 포함한 시기능 훈련을 한 군과 그렇지 않은 군에 대하여 조절, 버전스, 안구운동 등에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 한다.

### 방법

남녀 만 8세~ 25세 20명의 사시 환자를 대상으로 주 2회, 회당 50분, 12~18개월 정도의 시기능 훈련을 하였다. 훈련기간 중 6개월간의 신체 협응 운동으로는 Angel in the snow, Tooties toss, Ball bounce, Line walk, Sunny visual motor, Directional arrow 등을 시행하였다.

### 결과

1년 이상 시기능 훈련을 한 결과 신체 협응 운동을 통한 시기능 훈련을 한 군과 그렇지 않은 군에서 조절, 버전스, 안구운동 등 대부분의 지표에서 향상을 보였고, 신체 협응 운동을 한 군에서 그렇지 않은 군에서 보다 시기능 훈련에서 더욱 빠른 효과가 있었다.

### 결론

시기능 훈련이 사시 환자들의 조절, 버전스, 안구운동 등에 효과가 있음을 알 수 있었다. 여기에 신체 협응 운동을 추가하여 훈련을 하였을 때, 그렇지 않은 경우보다 더욱 빠른 효과가 있음을 알 수 있었다. 앞으로는 신체 협응 운동을 포함한 시기능 훈련에 대해 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

주제어: Vision therapy, Body coordination, Strabismus

발 표 자 : 이주학, +82-53-850-2551, bdokorea@naver.com

교신저자 : 김기홍, +82-53-850-2551, kkh2337@cu.ac.kr

## Vision Therapy를 통한 시각정보처리기술의 향상과 읽기, 쓰기, 연산 능력(3R)과의 연관성

이승덕 · 이현미\*

대구가톨릭대학교 안경광학과

### 목적

포괄적인 시기능평가를 통해 시기능이상이 있는 학령기 아동을 대상으로 시기능훈련을 실시하고 읽기, 쓰기, 연산 능력(3R)과의 연관성을 살펴보고자한다.

### 방법

집중력저하, 독서시 빠른 피로감 등의 학업에 대한 불편함을 느끼는 아동 13명(12.05±2.80세)를 대상으로 시기능평가와 시지각, 시각-운동협응 및 안구운동성을 평가하여 시기능훈련 전과 후를 비교하였다.

### 결과

훈련 후 시기능의 변화는 시기능에서 조절력이 평균 7.94±7.41D에서 17.52±4.04D로, 조절용이성이 2.86±3.23cpm에서 12.34±4.90cpm으로, 버전스용이성에서 3.38±3.83cpm에서 11.00±5.15cpm으로 유의한 향상을 보였다. 시지각의 변화는 형태향상성이 86.53±36.29에서 125.07±15.65로 큰 폭의 유의한 향상을 보였으며, 순차적기억이 100.38±19.08에서 111.92±12.50으로 유의하지는 않지만 향상되는 결과를 보였다. 시각-운동협응은 102.33±8.77에서 109.25±5.89로 유의한 향상을 보였다. 안구운동성은 수직평가에서 103.46±23.64에서 112.00±2.20으로, 수평평가에서 102.38±21.85에서 113.30±21.48로 유의한 향상을 보였다.

### 결론

시기능훈련 후 시기능의 향상으로 시지각, 시각-운동협응, 안구운동성의 개선을 확인하였다. 학습의 기본 요소인 읽기, 쓰기 및 연산 능력은 시각정보처리능력과 밀접한 연관성이 있으며 시기능훈련을 통해 향상됨을 확인하였다.

주제어: 시기능훈련, 학습능력, 시지각, 시각-운동협응, 안구운동성

## 천연다당류와 금속이온에 이용한 다공성 하이드로겔 콘택트렌즈의 물리·기계적 특성

고나영 · 이현미\*

대구가톨릭대학교 안경광학과

### 목적

발포제와 천연다당류 그리고 금속이온을 이용하여 산소투과율, 습윤성, 인장강도를 향상시키고 단백질 흡착을 감소시키고자 하였다.

### 방법

콘택트렌즈의 제작은 HEMA와 MAA, styrene, 그리고 Sodium carbonate(SC)를 사용하였으며, 가교제 EGDMA와, 개시제 AIBN을 사용하여 Casting mold 방법으로 열 중합하였다. 천연다당류를 콘택트렌즈에 가교시키기 위해 IPN 방법을 사용하였으며, 24시간동안 진행하였다. 천연다당류가 가교된 렌즈를 금속이온에 담귀 함수율, 산소투과율, 접촉각, 인장강도 및 단백질 흡착량을 측정하였다. 천연다당류는 알긴산과 히알루론산을 사용하였으며, 금속이온은 CaCl<sub>2</sub>를 이용하였다.

### 결과

발포제가 첨가된 시료는 발포제를 첨가하지 않은 시료와 비교했을 때, 함수율은 약 2배, 산소투과율을 약 4배정도 증가하였으며, 접촉각은 16.12% 감소하였다. 하지만 인장강도는 월등하게 낮아졌다. 알긴산과 히알루론산을 첨가하였을 때 발포제가 첨가된 시료보다 접촉각이 감소하였으며, 단백질 흡착량이 감소하였다. CaCl<sub>2</sub>의 첨가로 인해 함수율, 산소투과율, 습윤성 등 다른 물리적 성질이 감소하였지만 여전히 높은 물리적 특성을 나타내었으며, 인장강도 또한 향상되었다.

### 결론

발포제와 천연다당류의 첨가로 인해 물리적 성질이 월등히 향상되었으며, 금속이온을 첨가하여 기계적 성질도 향상됨을 확인하였다. 다공성 하이드로겔에 금속이온을 첨가함으로써 높은 함수율과, 산소투과율, 습윤성을 유지하면서 취급에도 용이한 콘택트렌즈 소재로 활용 될 수 있을 것으로 판단된다.

**주제어:** 다공성 하이드로겔, 천연다당류, 금속이온, 함수율, 산소투과율, 인장강도

## 알긴산과 금속이온이 다공성 실리콘하이드로겔 콘택트렌즈의 물리적 특성에 미치는 영향

배주현 · 이현미\*

대구가톨릭대학교 안경광학과

### 목적

알긴산과 금속이온이 도입된 다공성 실리콘하이드로겔 콘택트렌즈를 제작하여 금속이온이 콘택트렌즈의 물리적 특성에 미치는 영향을 살펴보았다.

### 방법

3-(Trimethoxy silyl)propyl methacryl(TMSPM)의 실리콘 단량체와 발포제인 sodium carbonate를 이용한 다공성실리콘하이드로겔 콘택트렌즈를 제작하였다. 제작한 콘택트렌즈에 상호침투가교(IPN)법으로 alginate로 결합시키고 기계적 강도를 향상시키기 위하여  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  등 금속이온을 결합시켰다. 콘택트렌즈의 성능평가를 위해 함수율, 산소투과도, 광투과율, 접촉각, 단백질흡착, 파단강도, 표면측정 등의 물리적 특성을 측정하였다.

### 결과

제작한 시료 모두 광투과율은 91% 이상으로 높게 나타났다. 발포제를 사용하여 발포시킴으로써 함수율, 산소투과도, 습윤성, 단백질 흡착과 같은 물성이 월등히 향상하였지만 파단 강도는 감소하였다. 또한 시료를 IPN함으로써 파단강도를 포함한 다른 물성들이 더욱 향상되었다. 금속이온이 첨가된 시료에서는 파단강도가 향상되었지만 함수율, 산소투과도, 습윤성이 감소하였으며 단백질 흡착이 증가하였다.

### 결론

발포제를 사용하여 물리적 특성이 향상된 고기능성 다공성 실리콘하이드로겔 콘택트렌즈를 제작하였고 다공성 실리콘하이드로겔의 단점인 약한 기계적 강도를 알긴산과 금속이온으로 보강됨을 확인하였다.

주제어: 콘택트렌즈, 다공성, 실리콘하이드로겔, 발포제, 알긴산, 금속이온

## 대전지역 유치원 학부형의 자외선 차단에 대한 지식과 행동

김정현 · 이현\*

대전보건대학교 안경광학과

### 목적

유치원과 어린이집 학부형을 대상으로 피부와 눈에서 자외선을 차단하기 위한 지식과 그에 따른 행동에 차이가 있는지 알아보려고 하였다.

### 방법

대전지역 13개 유치원과 어린이집 아동들의 학부형을 대상으로 자외선 차단에 대한 지식과 그에 따른 행동을 설문조사하였다. 지식에 대해 3가지 문항, 지식에 따른 행동으로 4가지 문항을 설문문항을 구성하였다. 설문조사는 2019년 8월 5일부터 8월 23일까지 실시하였으며 회수된 설문지 500부를 분석에 사용하였다.

### 결과

자외선의 지식에 대한 설문에서, 자외선이 피부손상(95.4%)과 눈 손상(93.8%)을 유발할 수 있다는 높은 수준의 지식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 하지만 세부적인 지식인 SFP-50의 자외선 차단력은 35.8%만이 알고 있었다. 지식에 따른 행동에 대한 설문에서 엄마의 83.8%는 자외선 차단제를 ‘야외활동이나 햇빛이 강한 날 또는 매일 사용한다’, 3.2%는 ‘사용하지 않는다’고 답하였다. 반면에 아빠의 32.7%는 자외선 차단제를 ‘야외활동이나 햇빛이 강한 날 또는 매일 사용한다’, 34.7%는 ‘사용하지 않는다’고 답하였다. 유치원 아동의 43.8%는 ‘야외활동이나 햇빛이 강한 날 또는 매일 사용한다’, 6.8%는 ‘사용하지 않는다’고 답하였다. 아빠의 86.5%, 엄마의 89.4%, 아동의 63.0%가 선글라스를 소유하고 있었다. 선글라스 착용이유로 아빠와 엄마 모두 ‘눈이 부서서(아빠 44.6%, 엄마 42.4%)’, ‘자외선 차단하려고(아빠 42.7%, 엄마 38.6%)’ 순으로 답하였다. 선글라스 착용 시기를 묻는 설문에는 아빠 엄마 모두 ‘여행 등 특별한 날 착용(아빠 45.3%, 엄마 44.4%)’, ‘주말 착용(아빠 33.5%, 엄마 41.5%)’ 순으로 답하였다.

### 결론

자외선이 피부와 눈에 손상을 준다는 것은 잘 알고 있었지만 세부적인 지식은 부족한 것으로 판단된다. 피부와 눈에 대한 자외선 차단에 대한 행동은 아빠와 엄마 사이에 차이가 있었다. 엄마는 자외선에 의한 피부손상에 많은 관심이 있는 반면에 눈 손상에 대한 관심은 상대적으로 낮았다. 아빠는 자외선에 의한 피부손상과 눈 손상에 대한 관심이 비슷한 수준이었다. 선글라스 착용이유와 착용시기에서는 아빠와 엄마 모두 주말이나 여행 등 특별한 날에 선글라스를 사용하는 것으로 나타나 일상생활에서도 자외선을 차단하려는 행동이 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해서 안경사 단체에서 일반인을 대상으로 자외선이 눈에 미치는 영향을 많이 홍보해야 할 것으로 판단된다.

주제어: 자외선, 피부손상, 눈 손상, 자외선 차단

발 표 자 : 김정현, +82-42-670-9286, kjh9286@hit.ac.kr

교신저자 : 이 현, +82-42-670-9236, leehyun@hit.ac.kr

## 멀티포컬콘택트렌즈 디자인에 따른 원용부 굴절력의 차이 비교

이상기 · 김정현\*

대전보건대학교 안경광학과

### 목적

회사별 비구면 디자인에 따른 멀티포컬콘택트렌즈의 원용부 굴절력 차이를 동공크기에 따라 확인하고자 한다.

### 방법

남녀 대학생 30명(남 12명 26.33±5.42세, 여 18명 22.22±1.00세)을 대상으로 두 종류의 멀티포컬콘택트렌즈를 우안과 좌안에 각각 착용하도록 하였다. 실험에 참여한 대학생의 평균 굴절이상은 남학생의 경우 우안 -2.79±1.96D, 좌안 -2.35±1.75D이었으며, 여학생의 경우 우안 -2.31±2.34D, 좌안 -2.13±2.15D이었다. 실험에 사용한 멀티포컬콘택트렌즈는 모두 근용부 중심디자인으로 원용부 굴절력이 주변부에 분포되어 있다. 원용부 굴절력이 주변부에 분포하고 있기 때문에 조도에 따른 동공크기가 영향을 주는지 확인하기 위해 명소시와 암소시에서 각각 비교하였다. 주변부에서 구현되는 실제 원용부 굴절력의 차이를 비교하기 위해 원용부 굴절력은 0.00D, 가입도는 Low인 렌즈를 이용하였다. 렌즈 착용 전 나안상태에서 굴절이상 정도와 착용 후 굴절이상 정도를 비교하여 실제 주변부에서 구현되는 원용부 굴절력에 차이가 있는지를 비교하였다. 굴절이상 정도와 동공크기는 자동굴절검사기(POTEC PRK-7000)를 이용하여 측정하였으며, 굴절이상 정도는 0.01D step으로 측정한 후 분석에 사용하였다.

### 결과

명소시 상태에서 C사 렌즈를 착용한 우안의 경우는 착용 전 굴절력이 -2.66±2.03D에서 착용 후 -2.77±1.96D로 유의한 차이가 없었다(p=0.151). D사 렌즈를 착용한 좌안의 경우는 -2.40±1.90D에서 착용 후 -1.94±1.72D로 유의한 감소가 있었다(p=0.000). 암소시 상태에서 C사 렌즈를 착용한 우안의 경우는 착용 전 굴절력이 -2.75±2.02D에서 착용 후 -2.79±2.12D로 유의한 차이가 없었다(p=0.691). D사 렌즈를 착용한 좌안의 경우는 -2.48±1.90D에서 착용 후 -2.04±1.87D로 유의한 감소가 있었다(p=0.000).

### 결론

중심부 근용 디자인의 멀티포컬콘택트렌즈의 경우 비구면 디자인에 따라 실제로 구현되는 원용부 굴절력이 표기된 굴절력과 다를 수 있으므로 최종 처방값에서 회사별 제품이 갖는 굴절력 오차를 고려하여 처방해야 한다.

주제어: Multifocal Contact Lenses, Pupil size, Refractive Power

발 표 자 : 이상기, +82-42-670-9286, young080410@naver.com

교신저자 : 김정현, +82-42-670-9286, kjh9286@hit.ac.kr

## 암실 검영법을 이용한 대학생들의 평균 야간근시량

이현 · 김정현\*

대전보건대학교 안경광학과

### 목적

대학생들에서 야간근시 발생빈도와 평균야간근시량을 알아보고자 하였다.

### 방법

남녀 대학생 50명(남 30명, 여 20명)을 대상으로 야간근시를 측정하였다. 실험에 참여한 남학생의 나이는 평균  $22.93 \pm 1.91$ 세, 여학생은  $21.60 \pm 1.70$ 세였다. 남학생의 평균 구면 굴절이상정도는  $-3.54 \pm 2.88D$ 이고, 평균 난시정도는  $-1.09 \pm 1.03D$ 였다. 여학생의 평균 구면굴절이상정도는  $-1.86 \pm 2.16D$ 였고, 평균 난시정도는  $-0.60 \pm 0.89D$ 였다. 야간근시량의 측정을 위해 모힌드라(Mohindra Retinoscopy) 암실 검영법을 이용하였다. 일반조명 상태에서 원용안경처방 검사 후 암실 상태에서 검영법을 시행하여 야간근시량을 계산하였다. 피검사자에게 50cm에 위치한 검영기 불빛을 주시하도록 하고 검사 하지 않는 눈을 차폐한 상태에서 검사하는 눈의 구면굴절력 변화를 기록하였다. 암순응 상태를 유지하기 위해 암실상태에서 5분간 적응 후 검사를 시행하였다.

### 결과

검사거리 보정 후 계산한 야간근시가 (+)값 또는  $0.00D$ 로 나온 경우는 50명 중 4명이었으며, 이들의 평균 야간근시량은  $+0.13 \pm 0.19D$ 로 나타났다. 4명을 제외한 46명의 평균 야간근시량은  $-1.18D \pm 0.60D$ 로 나타났다. 일반적으로 야간근시 처방에서 실제 야간근시량의 1/2 정도 처방한다는 기준을 적용하여 (+)값에서  $-0.25D$ 까지를 야간근시 미발생군으로 규정할 경우는 50명 중에서 8명 이었으며 이들의 평균 야간근시량은  $-0.06 \pm 0.23D$ 로 나타났다. 8명을 제외한 42명의 평균 야간근시량은  $-1.27 \pm 0.55D$ 로 나타났다.

### 결론

연구에 참여한 대학생 중 16%에서 야간근시량이 측정되었으며, 야간근시로 인해 불편을 호소한다면 실측된 야간근시량을 기준으로 해야 한다. 야간근시 처방은 실제 야간근시량의 절반정도가 일반적이므로 약  $-0.50D \sim -0.75D$  정도가 처방되어야 함을 알 수 있다.

주제어: Night Myopia, Dark focus of Accommodation

발 표 자 : 이 현, +82-42-670-9236, leehyun@hit.ac.kr

교신저자 : 김정현, +82-42-670-9286, kjh9286@hit.ac.kr