JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 21, No. 6, pp. 1033-1038, Jun. 2020

Check for updates

삼차원 시뮬레이션을 통한 눈둘레근과 눈물주머니의 눈물 분비 기능과 관련된 해부학 교육 콘텐츠 제작

이 재 기
남서울대학교 치위생학과 조교수

Educational material on the anatomical knowledge regarding three-dimensional simulation of the orbicularis oculi muscle, lacrimal sac, and tear secretion dynamics

Jae-Gi Lee

Assistant professor, Department of Dental Hygiene, Namseoul University, Cheonan 31020, Korea

[요 약]

눈물은 안쪽눈구석의 눈물소관을 지나 눈물주머니(Lacrimal sac, LS)에 저장 된 후, 눈둘레근 작용에 의해 LS의 부피가 변화되면서 코눈물관을 통해 코안으로 전달된다. 그러나, 이에 대한 해부 사진을 확인하기 어렵고, 동적 변화를 설명하는 자료는 그림으로만 존재한다. 그래서, 한국인 성인 시신에서 눈둘레근(Orbicularis oculi muscle, OOc)과 LS를 미세해부하고 삼차원 모델링하여 눈물 분비 기전을 시뮬레이션 하였다. LS에 부착된 OOc 섬유 자료를 구축하고, 동적 변화를 확인할 수 있는 교육 콘텐츠를 제작하였다. 이러한 결과는 OOc,와 LS에 대한 눈물 분비 기전을 시각적으로 쉽게 이해할 수 있는 해부학 교육 도구로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

[Abstract]

Tears pass through the lacrimal canaliculi in the medial canthus and are stored in the lacrimal sac (LS). As the volume of LS changes, the action of the orbicularis oculi muscle (OOc) causes tears to be sent through the nasolacrimal duct to the inside of the nose. Because it is difficult to visualize this in a still photograph, we generated a three-dimensional simulation of this dynamic process and then obtained photographs. First, we obtained the OOc and LS from a Korean adult cadaver using microdissection and three-dimensionally modelled them to simulate the mechanism of tear secretion. The OOc fiber attached to the lacrimal sac was reconstructed, and educational material to confirm the dynamic changes were developed. The results of this study can be used in anatomical education to enable easy visualization of tear secretion dynamics in relation to the OOc and LS.

색인어 : 눈둘레근, 눈물주머니, 눈물 분비, 삼차원 시뮬레이션, 해부학 교육 콘텐츠

Key word : Anatomical education contents, Lacrimal sac, Lacrimal secretion, Orbicularis oculi muscle, Three dimensional simulation

http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.6.1033

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 15 May 2020; **Revised** 15 June 2020
Accepted 25 June 2020

***Corresponding Author; Jae-GI Lee**

Tel: +82-41-580-2566
E-mail: leejaegi@nsu.ac.kr

Ⅰ. 서 론

눈물 분비 기전은 눈물샘(lacrimal gland, LG)에서 생성된 눈물이 각막 표면을 마르지 않게 적시면서, 안쪽눈구석에 위치한 위눈물소관(superior lacrimal canaliculi, SLC)과 아래눈물소관(inferior lacimal canaliculi, ILC을 지나 눈물주머니(lacrimal sac, LS)에 모인 후에, 코눈물관(nasolacrimal duct, NLD)을 지나 코 안쪽으로 흘러 들어간다[1]-[3]. 안쪽눈구석 부분의 눈물뼈 표면에 LS가 존재하며, LS와 피부밑조직 사이에 눈썹내림근(depressor supercilli muscle, DS), OOc의 안쪽근육섬유, 눈둘레근(Orbicularis oculi muscle, OOc)이 섞이며 분포하고 있다. 특히, OOc는 눈확 부분(orbital part of OOc, oOOc), 눈꺼풀 부분(palpebral part of OOc, pOOc), LS 부분 (lacrimal part of OOc, lOOc) 세부분으로 구성되어 있다[4].

OOc의 근육 섬유 중 oOOc는 위턱뼈의 이마돌기, 이마뼈의 코부분, 안쪽눈꺼풀인대(medial palpebral ligament, MPL)에서 기원하여 눈확 주변에 닿으며, 밝은 빛에 대항하여 눈을 감거나 눈꺼풀 사이를 공간을 길고 좁게 하는 역할을 한다[5]. 이보다 안쪽에 존재하는 pOOc는 안쪽눈꺼풀에서 기원하여 가쪽눈꺼풀솔기(lateral palpebral raphe)에 닿고, 눈을 깜빡이거나 눈꺼풀을 닫는 기능을 하며, lOOc는 눈물뼈와 눈물소관 주위에 부착되며 눈물주머니에 영향을 준다[6], [7]. OOc의 형태학적인 특징에 따른 기능과 LS의 관계를 파악하는 것은 눈물 분비기전을 이해하는데 중요하다. 그러나, 육안 해부학적인 관점에서 LS에 OOc의 섬유가 부착되는 사진이나 LS 기능에 대해 시각적으로 명확하게 설명하고 있는 교육 자료가 부족하기 때문에 이를 직관적으로 이해하기는 어려운 실정이다.

LG에서 NLD까지 눈물이 이동하는 과정에서 OOc의 수축과 이완은 눈물을 각막에 퍼뜨리고, 코안까지 이동하는데 중요한 기능을 하고 있다. LS에 부착된 OOc 섬유가 수축과 이완함에 따라 LS의 부피 변화가 발생한다. 이때, 수축시에는 SLC와 ILC가 구부러져 눈물이 지나가는 길이 막히고 LS의 크기는 작아진다. OOc가 이완할 때 SLC와 ILC는 펴지며 눈물 통로가 확보되고, LS의 크기가 원상 복구 된다[1], [8], [9]. 이렇게 LS의 공간이 OOc에 의해 변화되면서, LS에 저장되어 있던 눈물이 NLD 쪽으로 흘러 들어가게 된다. 일부 연구에서 안쪽눈구석에서 OOc, LS, SLC, ILC, NLD, MPL 에 대해 미세 해부하여 형태학적인 구조와 기능을 설명하거나[10], [11], 삼차원 모델링하여 해부학적인 구조를 보여주고는 있으나[12], OOc와 LS의 관계와 눈물이 LS에서 NLD까지 이동하는 과정을 직관적으로 설명하지 못하고 있다

OOc 수축과 이완에 따른 LS의 변화에 대한 부분은, 단순하게 사진과 그림만으로는 직관적으로 이해하기는 어렵고, 더욱이 살아 있는 인체를 대상으로 실험하여 기전을 관찰하는 것은 현실적으로 불가능하다. 그렇기 때문에 컴퓨터로 삼차원 시뮬레이션하여 기전을 설명하고, 이를 통해 학습자의 측면에서 시각적이며 효율적인 이해를 도울 수 있는 교육 콘텐츠의 필요성이 제기되고 있다. 삼차원 시뮬레이션은 실제로 수행하기 어려운 실험을 컴퓨터를 활용하여 구현하는 것이며, 이러한 방법은 융합분야에서 다양하게 활용되고 있다[13]-[18].

이 연구는 안쪽눈구석에 위치한 LS와 OOc 섬유를 미세 해부하고, 이를 삼차원 모델링하고 시뮬레이션 하여, 눈물 분비 기전에서 OOc의 수축과 이완에 따른 LS의 변화를 시각적으로 구현하여, 기존에 이해하기 어려웠던 사진과 그림을 대체할 수 있는 해부학 교육 콘텐츠를 제작하는데 목적이 있다. 이를 통해 안쪽눈구석에서의 눈물 분비와 관련한 기능해부학적 교육 자료를 구축하고, 효과적인 교육 도구로서의 가능성을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1) 시신해부를 통한 안쪽눈구석 부위 구조물 확인

한국인 성인 시신의 안쪽눈구석을 현미경을 사용하여 미세 해부하였다. 국내 치과대학 해부학교실에 기증된 시신을 사용하였고, 눈확의 안쪽 부분에서 피부를 제거한 후, 일부 피부밑조직과 지방을 분리하여 일부 OOc 섬유를 노출시켰다<그림 1>.

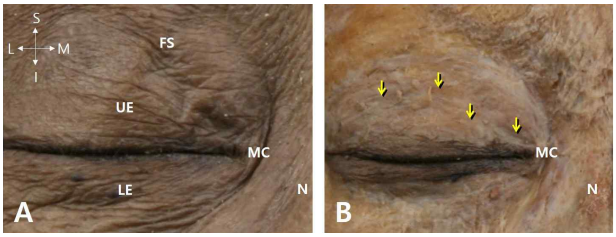

그림 1. 오른쪽 눈 부위에서 피부를 제거하기 전(A)과 피부를 제거한 후 일부 눈둘레근(Orbicularis oculi muslce, OOc) 섬유를 확인할 수 있는 모습(B). 노란색 화살표는 OOc 피부밑조직을 제거한 후 일부 노출된 근육 섬유를 나타낸다. FS : facial skin (얼굴 피부), I: inferior (아래쪽), L: lateral (가쪽), LE: lower eyelid (아래눈꺼풀), Medial (안쪽), MC: medial canthus (안쪽눈구석), N : nose (코), S: superior (위쪽), UE: upper eyelid (위눈꺼풀)

Fig. 1. Photographs showing cadaver dissection (A) before removing the skin surrounding the right eye; (B) orbicularis oculi muscle fibers after removing the skin surrounding the right eye (yellow arrow points to the partially exposed orbicularis oculi muscle). FS : facial skin, I: inferior, L: lateral LE: lower eyelid, Medial, MC: medial canthus, N : nose, S: superior, UE: upper eyelid.

2) 해부학적 구조물에 대한 삼차원 시뮬레이션

OOc의 안쪽눈구석 부분의 근육섬유를 손상 받지 않게 미세 해부하여, OOc의 형태와 LS에 부착되는 근육 섬유를 확인하였다. OOc가 LS에 부착되는 부위를 표시하고 사진으로 촬영하였고, Maya 프로그램 (Autodesk, San Rafael, CA)을 사용하여 삼차원 모델링 한 후, OOc의 변화에 따른 LS의 움직임을 컴퓨

터 시뮬레이션 하였다. 이러한 시뮬레이션 과정을 동영상으로 출력하여 영상으로 제작하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1) 안쪽눈구석 부위의 해부학적 구조물

위눈꺼풀 부분의 피부와 피부밑조직을 제거하여 안쪽눈구석 주변의 근육 섬유가 노출된 모습은 <그림 2A>와 같다. <그림 2A>에서 MPL의 뒤위쪽에서 LS에 근육 섬유가 부착되어 있는 것을 관찰 할 수 있었다. 눈꺼풀과 MPL을 기준으로 위쪽에서 pOOc와 oOOc 근육 섬유가 아래안쪽으로 주행하며(이는곳 기준으로는 위가쪽으로 주행), oOOc의일부 섬유는 DS와 섞이며 LS에 부착되는 것을 확인할 수 있었다. MPL의 아래쪽 pOOc 근육 섬유는 MPL의 아래 가장자리와 뒤쪽에서 이는곳을 관찰할 수 있었다. OOc의 눈확 부분과 DS가 LS의 위쪽 부분에 부착되며, DS는 LS보다 안쪽에서 깊게 주행하고, LS의 가쪽 부분에서 LS에 부착되는 OOc의 눈물주머니 일부를 확인할 수 있었다. LS를 기준으로 안쪽 또는 가쪽의 시상단면에서 바라보면 <그림 2B>의 일러스트레이션과 같은 모습이며, LS를 기준으로 LS의 앞쪽 표면에 MPL이 위치하고 있고, LS의 위쪽 부분에서 얕은 부위는 DS, 깊은 부위에서는 oOOc 근육섬유가 부착되어 있는 것을 확인할 수 있었다. LS의 아래쪽으로는 NLD로 연속되는 구조이다.

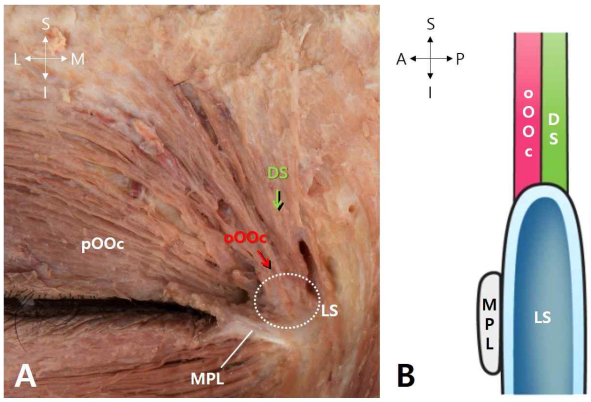

그림 2. 오른쪽 눈확과 안쪽눈구석에서 미세해부를 한 사진(A)과 눈물주머니(lacrimal sac, LS) 부위에서의 시상단면 일러스트레이션(B). 눈썹내림근(depressor supercilli muscle, DS)과 눈둘레근(Orbicularis oculi muscle, OOc) 섬유가 섞이며, LS에 부착되는 모습을 관찰할 수 있다. Ant: anterior (앞쪽), I: inferior (아래쪽), L: lateral (가쪽), M: medial (안쪽), oOOc: orbital part of OOc (눈둘레근 눈확 부분), Pst: posterior (뒤쪽), pOOc: palpebral part of OOc (눈둘레근 눈꺼풀 부분), S: superior (위쪽).

Fig. 2. Illustration of the position of the lacrimal sac (LS) in relation to the orbicularis oculi muscle (OOc), and photographic image after microdissection of the medial canthus. (A) Illustration of the lacrimal sac (sagittal plane); (B) the depressor supercilii muscle fibers and OOc fibers blended together and were attached to the LS. Ant: anterior, I: inferior, L: lateral, M: medial, oOOc: orbital part of OOc, Pst: posterior, pOOc: palpebral part of OOc , S: superior.

2) 눈물 분비 기전 삼차원 시뮬레이션

미세해부를 통한 안쪽눈구석에서의 기반 자료를 활용하여 OOc를 기준으로 삼차원 모델링 후, OOc의 수축과 이완에 따른 LS의 변화를 시뮬레이션 하였다<그림 3>. 이때, DS의 기능은 현재까지 명확하게 밝혀지지 않았고, OOc와 다른 부착 부위 및 근육 섬유가 섞이는 벡터 방향을 포함하기 때문에, OOc의 움직임만을 고려하였다. DS의 움직임까지 시뮬레이션 하기 위해서는 피부, 피부밑조직, LS에 대한 물리적 특성에 기반한 유한요소분석법이 필요할 것으로 판단된다. <그림 3A>는 눈꺼풀 사이의 공간이 최대이며 OOc가 이완된 상태를 나타내고 있다. 눈물소관이 눈물주머니에 연결되어 있는 모습을 관찰할 수 있으며, LS가 NLD까지 연결되는 모습을 확인할 수 있다. 눈물은 해부학 자세를 기준으로 오른위가쪽에 위치한 LG에서 시작되며 (LG는 OOc 보다 깊게 있기 때문에 모델링에서 LG의 모습을 관찰할 수 없다), 투명하게 출력되는 눈물이 각막을 적시는 모습을 나타내고 있다. <그림 3B>는 '그림 3A'에서 OOc가 수축되면서 눈꺼풀틈새 공간이 작아지며, 안쪽눈구석 부위의 LS가 OOc의 영향으로 부피가 변화되는 것을 관찰할 수 있었다. OOc의 수축과 이완으로 LS의 부피 변화에 영향을 미치며, 이를 통해 LS의 눈물이 NLD 쪽으로 이동하는 것을 확인할 수 있었다.

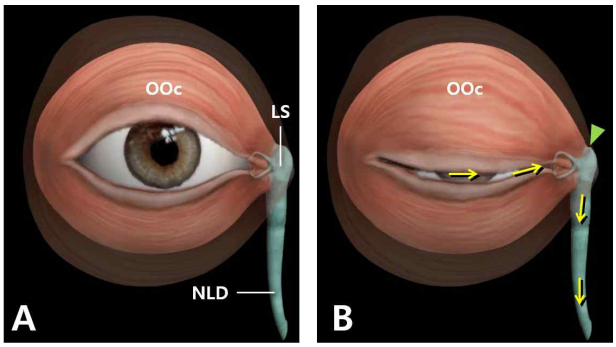

그림 3. 삼차원 시뮬레이션에 대한 눈둘레근(orbicularis oculi muscle, OOc)의 수축 전(A)과 수축 후(B)의 모습. 노란색 화살표는 눈물의 이동 경로를 나타냄. 초록색 화살표 머리는 눈물주머니의 변화가 있는 부분을 표시함. LS: lacrimal sac (눈물주머니), NLD: nasolacrimal duct (코눈물관).

Fig. 3. Images of three-dimensional simulation before and after contraction of the orbicularis oculi muscle (OOc): (A) before contraction of the orbicularis oculi muscle (yellow arrow points to the path of tear flow); (B) after contraction of the OOc (green arrowhead points to the changes in the lacrimal sac). LS: lacrimal sac, NLD: nasolacrimal duct

Ⅳ. 결론

안쪽눈구석에서 OOc 섬유의 수축과 이완이 LS 부피에 영향을 주어, LS가 펌프 역할을 하며 코 안쪽으로 눈물을 분비하는데, 이때 OOc 섬유가 LS에 부착되는 것으로 알려져 있다. 그러나 LS에 부착된 OOc 섬유에 대한 사진 자료를 학습자의 측면에서 출판된 서적에서 찾기 어렵고, 외국 서적에서 조차 사진을 배제한 일러스트레이션으로만 나타내어, 이에 대한 눈물 분비 기전을 추측하며 이해하고 있는 실정이다. 그렇기 때문에, 이 연구에서는 LS에 부착되는 OOc 섬유의 부착 유무를 확인하여 사진으로 기록하였고 <그림 1, 2>, 이를 기반으로 컴퓨터를 활용하여 삼차원 시뮬레이션 하여, 눈물의 분비 기전을 설명할 수 있는 교육도구를 제작하였다.

눈물이 SLC와 ILC를 통해 LS로 흘러 들어오면, lOOc의 섬유 변화에 의해 LS의 부피가 바뀌어 눈물을 NLD로 보낸다. 그런나, <그림 2>에서 미세 해부한 결과, 기존에 알려진 해부학적 자료 이외에 LS에 부착되는 부분은 lOOc 뿐만 아니라, oOOc와 DS가 섞이며 <그림 2A>, DS와 oOOc가 서로 다른 깊이에서 <그림 2B>, LS의 위쪽 부분에 부착되는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 상기 국소해부학적 자료를 활용하여 컴퓨터 시뮬레이션한 결과, oOOc가 LS 부피 변화에 영향을 준다. 이 결과는 단순 근육의 벡터만을 고려한 움직임이기 때문에, 더욱 정확한 시뮬레이션을 위해서는 안쪽눈구석에서의 OOc, LS, SLC, ILC, NLD, LS를 감싸고 있는 막성 조직에 대한 물리적 특성을 고려한 유한요소분석법을 이용한 동적 분석이 필요하다.

근육의 기능이 주위의 해부하적 구조물에 영향을 미치는 삼차원 모델링 및 시뮬레이션에 대한 연구는, 사람을 대상으로 직접적으로 실험할 수 없는 현실적인 제약을 벗어나 가설에 대해 증명할 수 있기 때문에, 인체 관련 연구에서 많은 부분 활용되고 있다. 이러한 삼차원 시뮬레이션 결과는 시각적인 요소로 인한 직관적인 이해에 도움을 줄 수 있다. 안쪽눈구석에서의 눈물 분비기관 중 SLC, ILC, LS, NLD은 매우 작기 때문에 이를 조직학적으로 염색하여 삼차원 재구성하여 OOc와의 관계를 분석하기도 하며, 이러한 삼차원 모델링 자료와 미세 해부자료를 기반으로 OOc가 LS의 부피를 감소시키면서 NLD 쪽으로 눈물을 분비하는 연구가설을 제시하고 증명하는 일부 연구도 확인할 수 있다. 그러나, 눈물 분비 기전과 관련한 이러한 연구 결과는 근육의 기능성 전후에 대해 일러스트레이션으로만 보여주고 있기 때문에, 동적 움직임에 대한 이해가 필요한 OOc와 LS의 변화에 대해 설명하기 어려운 한계점이 있다.

이 연구에서는 <그림 3>과 같이 위눈꺼풀 부분의 OOc가 수축하며 위눈꺼풀을 닫고, 아래눈꺼풀의 움직임은 변화가 작은 부분까지 재현하였으며, <그림 3A>에서 각막을 적시는 눈물까지 삼차원 모델링 하였다. 또한, <그림 3B>와 같이 OOc의 수축이 LS의 공간을 감소시켜 NLD 쪽으로 눈물 분비가 이루어지는 과정을 시뮬레이션 결과로 보여준다. OOc의 수축이 직접적으로 LS의 부피를 감소시켜 NLD 쪽으로 눈물을 분비하고 있는지, OOc의 수축과 이완 과정에서 LS에 부착된 OOc가 당겨지며 LS의 부피가 감소되어 펌프 역할을 하는지에 대한 정확한 정량적 규명은 유한요소분석을 통한 추가적인 연구가 필요한 부분이다. 이 연구는 기존에 확인할 수 없었던 OOc가 LS 부착된 것을 실제 해부하고, 이 자료를 바탕으로 컴퓨터 시뮬레이션하여 시각적으로 보여주고 있다는데 의의가 있다. 또한, OOc와 LS의 변화 영상을 추출하여 안쪽눈구석의 눈물 분비 과정에 대한 해부학 교육 콘텐츠로 활용할 경우, 안쪽눈구석 부위의 눈물 분비기전에 대한 효율적인 학습이 가능할 것으로 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2020년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

[1] S. Standring, *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice,* 41st ed. London, Elsveier, pp. 683-684, 2016.

[2] A. Thale, F. Paulsen, and R. Rochels, B. Tillmann, "Functional anatomy of the human efferent tear ducts: a new theory of tear outflow mechanism", *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology,* Vol. 236, No. 9, pp. 674-678, September, 1998.

[3] H. Salour H, K. Khosravifard K, A. Bagheri A, Y. Abrishami Y, B. Kheiri B, and M. Tavakoli, "Efficacy of tightening of orbicularis oculi muscle in patients with functional nasolacrimal duct obstruction", *The International Journal on Orbital Disorders, Oculoplastic and Lacrimal Surgery,* Vol. 35, No. 1, pp. 11-15, December, 2016.

[4] N. Kampan, M. Tsutsumi, I. Okuda, H. Nasu, M. S. Hur, K. Yamaguchi, and K. Akita, "The malaris muscle: its morphological significance for sustaining the intraorbital structures", *Anatomical Science International,* Vol. 93, No. 3, pp. 364-371, June, 2018.

[5] N. S. Norton, *Netter's head and neck anatomy for dentistry,* 3rd ed. London, Elsevier, pp. 166-167, 2017.

[6] S. R. Seiff, and B. D. Seiff, "Anatomy of the asian eyelid", *Facial Plastic Surgery Clinics of North America,* Vol. 15, No. 3, pp. 309-314, August, 2007.

[7] C. N. Burkat and B. N. Lemke, "Anatomy of the orbit and its related structure", *Otolaryngologic Clinics of North America,* Vol. 38, No. 5, pp. 825-856, October, 2005.

[8] H. Kakizaki H, M. Zako, O. Miyaishi, T. Nakano, K. Asamoto, and M. Iwaki, "The lacrimal canaliculus and sac bordered by the Horner's muscle form the functional

lacrimal drainage system", *Ophthalmology,* Vol. 112, No. 4, pp. 710-716. April, 2005.s

[9] Y. Choi, H. G. Kang, Y. S. Nam, J. G. Kang, and I. B. Kim, "Facial nerve supply to the orbicularis oculi around the lower eyelid: anatomy and its clinical implications", *Plastic and Reconstructive Surgery,* Vol. 140, No. 2, pp. 261-271. August, 2017.

[10] H. Kakizaki, M. Zako, T. Nakano, K. Asamoto, and M. Iwaki, "The medial horn and capsulopalpebral fascia in the medial canthus are significant antagonists of the orbicularis oculi muscle for lacrimal drainage", *Ophthalmologica,* Vol. 218, No. 6, pp. 419-423, November, 2004.

[11] C. I. Zoumalan, J. M. Joseph, G. J. Lelli Jr, K. L. Segal, A. Adeleye, M. Kazim, and R. D. Lisman, "Evaluation of the canalicular entrance into the lacrimal sac: an anatomical study", *Ophthalmic plastic and reconstructive surgery,* Vol. 27, No. 4, pp. 298-303, July-August, 2011.

[12] H. Yamamoto, K. Morikawa, E. Uchinuma, and S. Yamashina, "An anatomical study of the medial canthus using a three-dimensional model", *Aesthetic Plastic Surgery,* Vol. 25, No. 3, pp. 189-193, May-June, 2001.

[13] M. S. Lim, S. S. Yeo, and Y. H. Kim, "Drone-based simulation for the establishment of integrated safety system in educational space", *Journal of Digital Contents Society,* Vol. 20, No. 9, pp. 1865-1871, September, 2019.

[14] I. C. Yang and W. H. Jeon, "Development of lane-close model using micro traffic simulation", *Journal of Digital Contents Society,* Vol. 20, No. 7, pp. 1285-1290, July, 2019.

[15] J. E. Jung, M. Jung, and S. J. Lee, "Ship navigation simulation test for area-of-interest analysis using eye tracker", *Journal of Digital Contents Society,* Vol. 19, No. 10, pp. 2019-2026, October, 2018.

[16] J. G. Lee, "Convergence study related in development of new intraoral jaw bone distractor in treating dentofacial deformities", *Journal of the Korea Convergence Society,* Vol. 7, No. 6, pp. 75-80, December, 2016.

[17] M. S. Reddy MS, R. Sundram R, and H. A. Eid Abdemagyd, "Application of finite element model in implant dentistry: A Systematic Review", *Journal of pharmacy & bioallied sciences,* Vol. 11, No. 2, pp. 85-91, May, 2019.

[18] H. Kim, P. Jürgens, S. Weber, L. P. Nolte, and M. Reyes, "A new soft-tissue simulation strategy for cranio-maxillofacial surgery using facial muscle template model", *Progress in biophysics and molecular biology,* Vol. 103, No. 2-3, pp. 284-291, December, 2010.

이재기(Jae-Gi Lee)

2012년 : 연세대학교 대학원 (치의학박사, 석・박사 통합과정)

2014년～현 재: 남서울대학교 치위생학과 조교수, 학과장
2014년～현 재: 대한구강해부학회 이사, 한국정보통신학회 윤리이사
※관심분야 : 응용해부학, 융합치의학, 증강/가상현실