

# 인슐린의 생체학적 메카니즘과 당뇨로 인한 질병 가시화 의료용 VR 시뮬레이션 요소도출

진성아<sup>1)</sup>

## Deducting the elements for VR medical simulation based on the Biomechanism of Insulin and Diabetes Diseases

Seongah Chin<sup>1)</sup>

### 요 약

100세 시대를 맞는 요즘, 건강은 누구에게나 삶의 가장 중요한 요소 중 하나로 여겨진다. 이러한 기대와 함께 '건강수명'이라는 용어가 등장하였다. 특히나 고령화 사회로 치닫고 있는 우리나라의 경우, 당뇨병이 국민 질병 사망원인의 5-6위에 해당될 정도로 큰 문제로 조사되고 있다. 선행적인 예방 지식이 필요하고 효과적인 교육을 위한 콘텐츠가 필요하다. 몰입감 제공이 가능하고 교육적인 효과를 기대할 수 있는 VR/AR 건강예방 콘텐츠의 역할이 기대된다.

따라서 본 논문에서는 선제적으로 인슐린과 이와 연관된 생체 메카니즘을 이해하고 그로 인한 질병을 예방하도록 하는 VR가시화 방법과 특징적 요소를 도출하고자 한다. 먼저 인슐린이 체내에 작용하는 역할과 이동과정 및 특성을 분석하여 구조화하며, 구조화된 각 과정에서 변화하는 요소에 대한 파라미터를 정의하고, VR headset을 이용하여 정의된 파라미터를 이용한 실감형 시뮬레이션 콘텐츠 개발에 필요한 요소를 제시하고자 한다.

핵심어 : 인슐린, 생체메카니즘, 당뇨병, VR시뮬레이션, 당뇨병

### Abstract

Lately, the age of 100, health can be thought of as one of the most critical components of life for everyone. The term 'healthy life expectancy' has emerged with regards to this expectation. In particular, in Korea, which is facing an aging society, diabetes has been reported as a serious problem observed in the fifth or sixth rank of the cause of death. There is a need for proactive prevention knowledge and content for effective education. The role of VR / AR health prevention contents that can provide immersion and expect educational effect is necessary.

In this study, we propose some schematic approaches to elucidate VR visualization methods and characteristic factors that understand pre - existing insulin and related biomechanical mechanisms and prevent disease. To this end, we present the necessary elements that visualize the role of insulin in the

Received(May 18, 2018), Review Result(May 29, 2018), Accepted(June 8, 2018), Published(August 31, 2018)

<sup>1)</sup> (Professor) 430-742 Division of Media Software, XICOM LAB. <http://xicomlab.re.kr>, Sungkyul University, Sungkyuldaehakro-53, Manan-gu, Anyang-city, Gyeonggi-do, Korea  
email: solideo@sungkyul.ac.kr

body, the process of movement and characteristics that need to be analyzed and structured. Also the parameters for the changing elements in each structured process are also defined, and the development of sensible simulation contents using parameters defined using VR headset.

Keywords : Insulin biomechanism, diabetes, VR simulation, diabetes

## 1. 서론

소득이 증대되고 삶의 질이 향상되면서 인간의 기대수명이 늘어나고 있다. 단순하게 장수하는 것을 넘어 건강하게 오래 사는 건강수명이 중요한 이슈로 자리매김하고 있다. 특히나, 현재 국내의 당뇨병 환자의 숫자는 성인 10명당 1명꼴인 10.1%로 나타난다. 그로인하여 발생하는 합병증으로 사망하는 인구의 비중 또한 굉장한 수준이다. 당뇨병 환자가 매년 증가하고 있는 반면 자신이 당뇨병임을 인지하는 사람은 전체 환자 중 73.4%, 젊은 층(30~44세)에선 고작 45.6%로 낮은 수치를 나타내고 있다. 현재 병원이나 보건 시설에서 환자들에게 당뇨병의 발생 원인과 과정 및 환자의 상태를 가시화하여 보여주는 방법으로는 한계가 있다. 단순한 영상이나 동영상으로 인터랙티브 기능을 제공하지 못하는 수준으로 각 환자의 상태정도를 고려하지 않은 수준에 불과하다.

[표 1] 인슐린과 VR 시뮬레이션 특징

[Table. 1] The features of Insulin and VR simulation

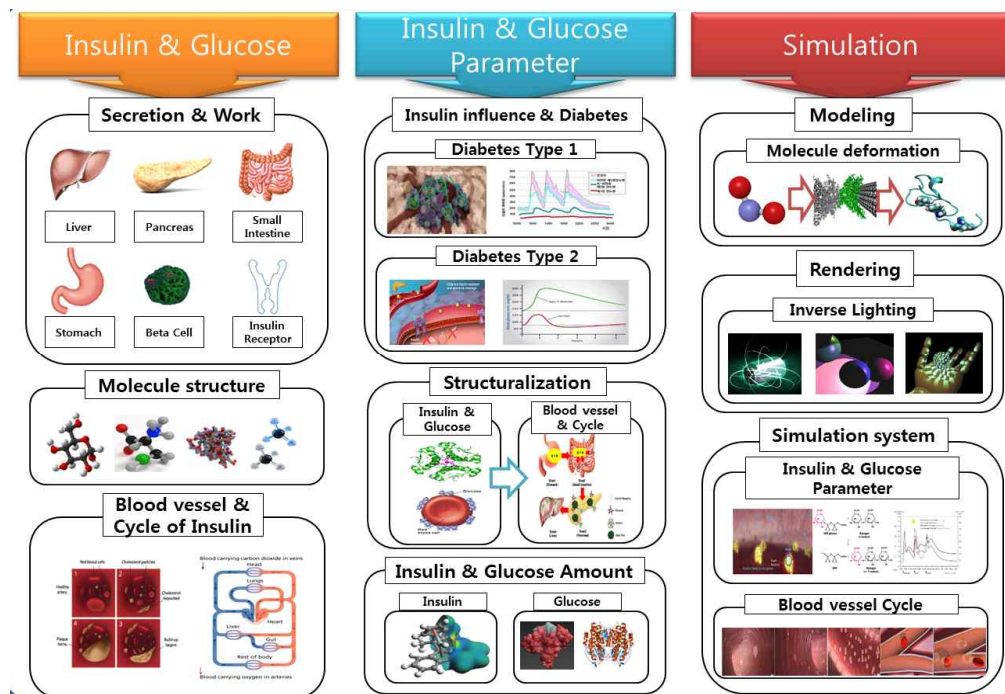
구 분	인슐린의 특성 분석	당뇨병과 장기 모델링	VR 시뮬레이션
단위목표	인슐린 호르몬 특성 분석 및 생체학적 파라미터 정의와 가시화 시뮬레이션/VR적용	당뇨병의 단계별 영향에 따른 장기의 구조화 및 시뮬레이션/VR 적용	피부질환 모델링 및 렌더링/VR 통합시스템 개발
특징 내용	인슐린 호르몬 특성 분석	인체 내부 장기 분석	당뇨로 인한 피부질환 분석
	인슐린과 상호작용하는 요소의 분자구조 및 체내 순환과정 구조화	시뮬레이션에서 요구되는 생체학적 파라미터 추출	생체학적 파라미터 추출
	인슐린 호르몬의 특성과 체내 미치는 영향을 기반으로 한 생체학적 파라미터 정의	인체 내부 장기 모델링	모델링 및 렌더링 알고리즘 개발
	VR headset을 이용한 인슐린 호르몬 분비 및 이동 가시화 시뮬레이션 기술개발	인체 내부 장기 렌더링	VR headset 기술 최적화
	생체학적 인슐린 파라미터 제어가 가능한 인슐린 호르몬 시뮬레이션 시스템 구축	파라미터 값 조절 시스템 구성 및 시뮬레이션	통합 시스템 개발

본 연구에서는 인슐린을 중심으로 질병의 건강상태를 가시화하는 메커니즘을 제공하기 위해 필요한 요소를 도출하는데 목적이 있다. 이를 위해 호르몬 단계에서 발현된 생체학적 파라미터 (인슐린, Glucose 등)를 분석하여 각 단계별로 정의하고 사용자가 임의로 제어하는 결과의 변화하는

Human body 메커니즘을 정의한다. 정의된 Human body 메커니즘을 통하여 인체의 변화를 가시화 하여 나타내는 실감형 VR 가시화 모델이 제시되어야 한다. [표 1]은 본 논문에서 제시하고자 하는 특징을 개괄적으로 정리한 것이다.

## 2. 인슐린의 특징 정의

체내 호르몬인 인슐린의 생성과 소멸 과정 및 특성을 분석하고, 각 과정에서 인슐린에 의해 변화하는 요소의 형태와 양을 파라미터로 정의하며 당뇨병이 인체 내부에 미치는 메커니즘 분석하고 이를 가시화하기 위한 파라미터를 정의하고 추출한 후 관련된 장기를 모델링하고 시뮬레이션 하는 것이다 [그림 1].



[그림 1] 인슐린의 특징, 파라미터와 가시화 개념도

[Fig. 1] The conceptual diagram of features of insulin and parameters

먼저 신체 기관 중 Pancreas와 Liver에서 생성 및 소멸 과정과 인슐린 및 변화 요소에 대한 분자구조를 분석한다 [1-2]. 의학적이고 생체학적인 전문 지식을 바탕으로 인슐린의 생성 및 소멸, 이동 과정을 구조화한다. 구조화된 각 과정에서 변화하는 인슐린의 특성을 이용해 호르몬 파라미터를 정의한다. 즉, Glucose, 인슐린, 혈당량 등의 체내 신진대사에 작용하는 중요 요소의 관계에 표현하는 파라미터를 추출해야 한다. 최종적으로 앞서 정의한 호르몬 파라미터를 이용해 인슐린의 구조화된 생성과 소멸 과정을 가시화 모델로 제시한다. 분비된 인슐린은 혈관을 통해 체내의 각 기관을 순환한다. 혈관으로 유입된 인슐린은 혈액을 통해 Liver로 이동하게 된다. 인슐린은 Liver

에 존재하는 인슐린 Receptor를 자극하여 Glucose를 체내로 유입할 수 있도록 화학작용을 유도한다. 인슐린에 의해 유입된 Glucose는 화학작용을 거쳐Glycogen으로 분해되어 체내의 에너지원으로 사용된다[3-5].

### 3. 당뇨와의 관계와 특징

인슐린의 분비가 정상적인 경우 체내의 혈당량이 유지되게 된다. 인슐린의 분비에 문제가 발생하여 발병하는 질병을 당뇨병(Diabetes)이라 한다. 당뇨병은 혈당량 조절의 장애가 발생하지만 발생 원인에서 차이가 존재하기 때문에 크게 2가지로 분류할 수 있으며, 이는 파라미터 추출 과정에서 인슐린이 체내 변화에 영향을 미치는 요소로 고려해야할 중요한 사항으로 판단된다.

제 1유형 당뇨병의 원인은 인슐린을 분비하는 Beta Cell이 파괴되기 때문이다. Beta Cell이 파괴되는 원인은 체내 면역시스템(Immune system)이 오작동을 하여 Beta Cell을 파괴하며, 그 원인은 아직 의학적으로 명확히 정의되지 않았다 [6].

인슐린을 분비하는 세포인 Beta Cell이 파괴되기 체내로 Glucose가 유입되더라도 인슐린의 분비에 근본적인 문제가 발생하게 된다.

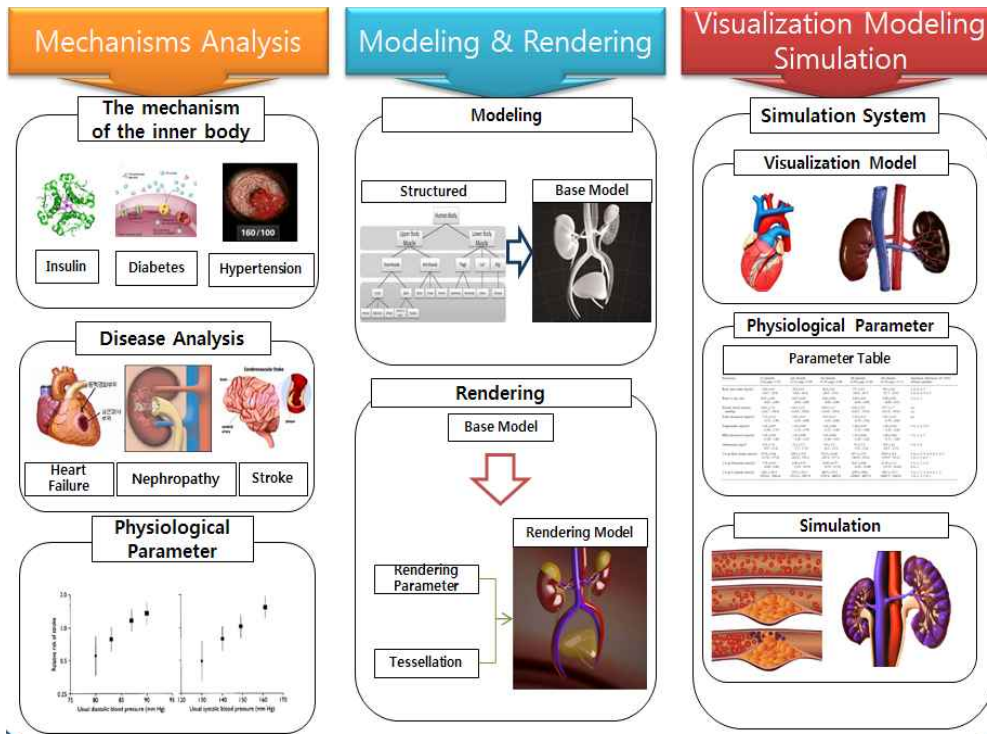
제 2형 당뇨병은 제 1형 당뇨병과는 다르게 Beta Cell이 파괴되지 않고 제 기능을 수행하여 인슐린을 분비한다. 하지만 인슐린의 분비가 정상적으로 이루어지는 반면 혈당량의 조절은 이루어지지 않는다. 제 2당뇨병의 원인은 인슐린을 수용하는 Receptor가 정상적인 기능을 현상인 인슐린 저항성(인슐린 Resistance)이 원인이다 [7].

인슐린과 Glucose의 소멸과 생성 그리고 호르몬의 이동을 구조화를 수행한다. 음식을 섭취하게 되면 식도를 통하여 Step1(Stomach)으로 음식물이 이동하게 된다. Step1에서 다음 단계인 Step2(Small Intestine)으로 이동하게 된다. 이동된 음식물은 Step에서 Glucose로 분해가 이루어진다. 생성된 Glucose는 혈관을 통하여 Step3 (Pancreas)으로 이동하게 된다. Pancreas에서 Glucose와 Beta Cell이 화학작용을 통하여 인슐린이 분비된다. 여기서 Glucose와 인슐린 사이의 상관관계를 수치화하여 파라미터화할 계획이다. 또한 Beta Cell 내부에서 발생하는 화학작용을 시뮬레이션을 통하여 가시화 해야 한다. 생성된 인슐린은 혈관을 통하여 Step4(Liver)로 이동하게 된다. 이동된 인슐린은 Liver 내부의 인슐린 Receptor과 화학과정이 발생하며, 화학과정 단계인 Molecule structure를 적용하여 가시할 필요가 있다.

인슐린에 의해 Glucose는 인체 내부로 흡수되어 Glycogen로 변환된다. 혈관에서 인체 내부로 Glucose가 흡수가 이루어지면 혈당량은 감소하게 된다. 이 과정에서 감소하는 혈당량, Glucose와 인슐린의 상관관계를 수치화하여 파라미터화 해야 한다.

체내의 인슐린이 충분하지 않거나 인슐린 저항성이 있을 경우 Glucose가 세포 안에 에너지원으로 소비되지 않고 혈류 안에 쌓이게 된다. 이런 상태가 지속되면 세포의 에너지원으로 사용되어야 하는 Glucose가 제대로 활용되지 못하고 낭비되며, 혈관에 쌓이게 된다. 또한 세포 안에 Glucose가

없을 경우 우리 몸을 계속 활동하게 하는 에너지원이 부족하게 되어 당뇨병의 증상이 나타나게 된다. 인슐린의 영향으로 발병되는 당뇨병은 제1유형과 제2유형으로 나뉜다. 제 1유형은 인슐린을 분비하는 Beta Cell이 파괴되어 인슐린이 분비되지 않아 체내의 혈당량 유지가 불가능한 당뇨병 유형이다. 제 2유형은 인슐린 저항성으로 인해 인슐린을 수용하는 인슐린 Receptor가 제 기능을 못하여 Glucose를 세포 안으로 들여보내는 인슐린을 받아들이지 못하여 Glucose를 에너지원으로 사용하지 못해 혈당량 유지가 불가능한 현상을 나타낸다. 제 1유형은 Beta Cell 자체가 파괴되어 발생하는 질병이므로, 인슐린이 분비되지 않아 인슐린과 직접적인 관계를 나타내는 파라미터를 정의하기에 미흡하다고 판단된다. 반면, 제 2유형은 인슐린이 분비되는 상태이며, Glucose가 에너지원으로 계속 사용되어 혈당량 유지가 불가능한 현상이기 때문에 인슐린의 양과 Glucose 양의 변화 관계에 따라 파라미터가 정의되어야 한다. [그림 2]는 인슐린과 당뇨와의 관계화 가시화를 위한 개념도이다.



[그림 2] 인슐린과 당뇨와의 관계, 가시화 개념도

[Fig. 2] The conceptual diagram of relation between diabetes and insulin

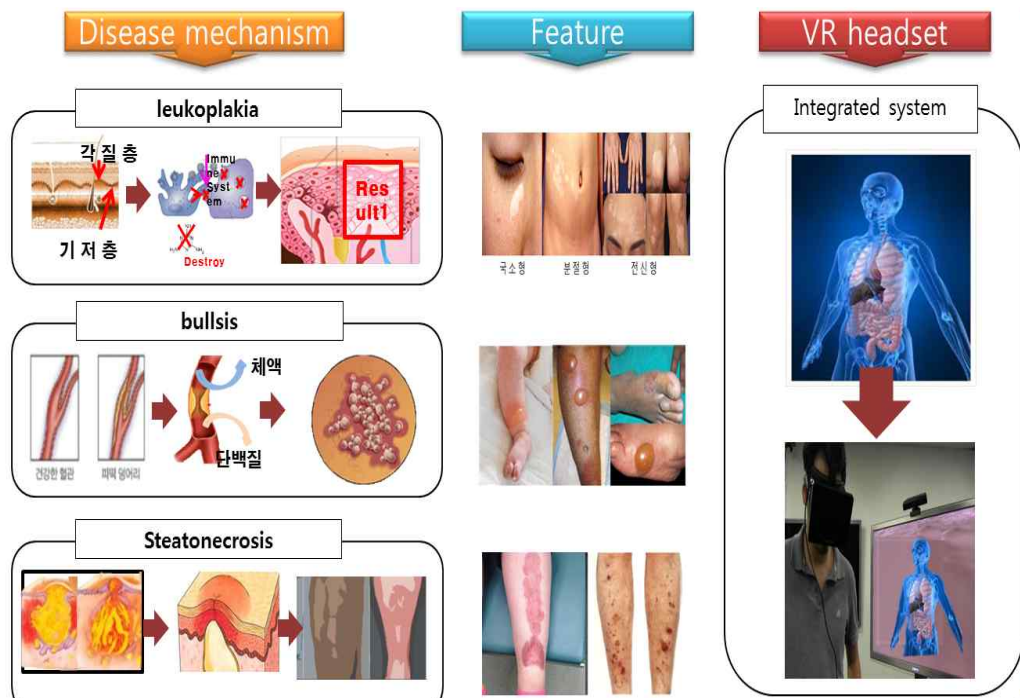
#### 4. VR 가시화 시뮬레이션

인체 내부 메커니즘을 가시화하기 위해서는 내부 가시화모델이 필요하다. 내부 가시화모델을 제

작하기 위해 인체 각 장기의 기능과 역할별로 나눈 뒤 구조화 되어야 한다. 구조화된 각 장기를 가지고 기본 모델링을 한 뒤 장기의 굴곡, 빈상태의 내부, 장기와 혈관사이의 연결부위를 사실적으로 가시화하기 위해 고급모델링과 렌더링기술이 필요하다. 당뇨병으로 인한 고혈당과 고혈압의 큰 영향을 받는 장기인 혈액의 노폐물을 걸러주는 신장, 혈액을 온몸으로 보내주는 심장, 항상 깨끗한 혈액을 필요로 하는 뇌를 중점적으로 내부 가시화모델이 제시되어야 한다 ([그림 3]).

인체 내부의 장기를 구조화하기 위해서는 해부학적 전문 지식과 생체학적 전문 지식을 통해 장기 내부의 기관별 기능과 역할의 분석이 필요하다. 인체 메커니즘을 가시화하기 위해서는 가시화의 바탕이 될 기본 모델이 필요하다. 구조화된 기관들의 데이터를 가지고 장기의 기본 모델링이 구축되어야 한다. 기본 모델링 데이터는 각이 저있고 곡선이나 연결부위가 매끄럽지 못하다. 장기는 직선 부위가 없고 부위마다 차등의 곡률을 지닌 선형 구조이므로 이음매 없이 고수준의 모델을 제공할 수 있는 기술적인 지원이 필요하다.

고수준의 모델링과 함께 시뮬레이션의 질을 보장하는 그래픽 기술은 렌더링이다. 렌더링에 사용될 렌더링 파라미터는 장기의 두께와 수분함유율, 혈액량과 같이 이질적이며 반투명한 생체학적 특성이 정의되어 사용되어야 한다 [8].



[그림 3] 당뇨병으로 인한 질병과 외관 변형 VR 시뮬레이션

[Fig. 3] VR simulation for appearance deformation and Diabetes diseases

가시화 모델은 인체 Glucose 시뮬레이션을 하기 위한 기본 바탕이 되는 모델이다. 특정 물체가 사람의 눈에 보이기 위해서는 빛이 필요하지만 장기가 있는 위치는 외관 아래층에 존재하여 빛이

존재하지 않는다. 인체 내부 시뮬레이션이기 때문에 인체의 외관을 제외한 장기들만으로 시뮬레이션 되어야 한다. 최종적으로 모델링된 인체의 장기에 임의의 조명을 설정하고 장기의 생체학적 특성에서 추출한 렌더링 파라미터를 가지고 렌더링을 고려해야 한다.

앞선 당뇨병성 질병분석으로 기관별로 추출된 생체학적 파라미터를 시뮬레이션에 사용할 파라미터가 정의되어야 한다. 신장 부분에서는 시간과 혈압, 사구체 여과율, 단백뇨의 양의 관계를 파라미터 등이 사용되어야 한다. 시간 경과에 따라 혈압, 사구체 여과율, 단백뇨의 양의 관계가 다르게 되므로 혈압과 사구체 여과율이 저하가 되면 신장 내부의 변화를 나타낸다. 심장 부분에서는 고혈당, 고혈압, 혈중 콜레스테롤 관계를 파라미터가 사용되어야 한다. 고혈당, 고혈압, 혈중 콜레스테롤은 서로 연관이 있으며 혈당과 혈중 콜레스테롤이 높으면 심장 혈관이 막히게 되어 혈압이 증가하게 된다 [9-10] 뇌 부분에서도 심장 부분과 마찬가지로 혈관이 막혀 생기는 부분이므로 고혈압으로 정량단계를 파라미터로 사용한다. 모든 장기에서 사용되는 혈압 파라미터는 인슐린의 변화에 가장 민감한 파라미터로 혈압을 모든 장기의 기본 파라미터로 정의했고 각 기관별 추출된 파라미터를 장기별 파라미터로 정의되어야 한다.

## 5. 결론 및 토의

환자별 질병의 정도에 따라 변화를 가시화하는 맞춤형 의료융합콘텐츠 기술의 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 인슐린의 바이오테카니즘의 특징을 분석하고 VR시뮬레이션으로 재현하기 위해서 필요한 요소를 추출하고 정의하였다 먼저 인슐린의 생성과 소멸과정을 재현하기 위한 파라미터를 제시하였다. 또한 당뇨병과 연관된 외형적인 특징의 발현에 대해서 관찰하고 가시화에 필요한 요소를 제시하였다. 마지막으로 질병의 진행 상태를 제공하는 시계열 가시화 모델과 실감수준의 렌더링에 필요한 특징을 제시하였다. 또한 기존의 대다수의 질병 시뮬레이션 시스템은 정량적 파라미터 값이 없는 단순한 애니메이션 기능 중심으로 설계된 측면이 있으나 본 설계방법은 생체학적 파라미터에 따라 반응하는 인터랙티브하다. 더불어 VR환경을 이용하여 몰입감을 더해줄 수 있는 기술적 요소를 고려하였기에 점차 개인화된 맞춤형 콘텐츠로서 의의가 있다.

## References

- [1] Kahn, Steven E., Rebecca L. Hull, and Kristina M. Utzschneider. "Mechanisms linking obesity to 인슐린 resistance and type 2 diabetes." *Nature* 444.7121 (2006), pp. 840-846.
- [2] Aydemir, Tolunay Beker, Min-Hyun Kim, and Robert J. Cousins. "Zip14-Mediated Zinc Transport Contributes to Regulation of Glucose Homeostasis in Intestine, Pancreas and Liver." *The FASEB Journal* 31.1 Supplement (2017), pp. 299-7.
- [3] Graveling, A. J., and Frier, B. M. "The risks of nocturnal hypoglycaemia in insulin-treated diabetes." *Diabetes research and clinical practice*, 133.30 (2017), pp. 30-39.

- [4] Piccini, Jonathan P., and Christopher B. Granger. "Insulin Therapy and Stroke Risk in Patients With Diabetes and Atrial Fibrillation: Guilty by Association?." (2017), pp. 420-422.
- [5] Ahlqvist, Emma, Petter Storm, Annemari Käräjämäki, Mats Martinell, Mozghan Dorkhan, Annelie Carlsson, Petter Vikman et al. "Novel subgroups of adult-onset diabetes and their association with outcomes: a data-driven cluster analysis of six variables." *The Lancet Diabetes & Endocrinology* (2018), 6.55, pp. 361-369.
- [6] Atkinson, Mark A., George S. Eisenbarth, and Aaron W. Michels. "Type 1 diabetes." *The Lancet* 383.9911 (2014), pp. 69-82.
- [7] Giorda, Carlo B., et al. "Incidence and correlated factors of beta cell failure in a 4-year follow-up of patients with type 2 diabetes: a longitudinal analysis of the BETADECLINE study." *Acta diabetologica* 53.5 (2016), pp. 761-767.
- [8] Li, D., Sun, X., Ren, Z., Lin, S., Tong, Y., Guo, B., & Zhou, K. Transcut: Interactive rendering of translucent cutouts. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(3), (2013), pp. 484-494.
- [9] Schwab, Ursula, et al. "Effect of the amount and type of dietary fat on cardiometabolic risk factors and risk of developing type 2 diabetes, cardiovascular diseases, and cancer: a systematic review." *Food & nutrition research* 58.1 (2014), pp. 25-45.
- [10] Feng, B., Chen, S., Gordon, A. D., and Chakrabarti, S. "miR-146a mediates inflammatory changes and fibrosis in the heart in diabetes." *Journal of molecular and cellular cardiology*, 105, (2017), pp. 70-76.

※ 본 논문은 2018 인문사회과학기술융합학회 동계학술대회 논문의 확장판임.