

## Oral Bacterial Genetic Testing using Big Data

Hee-Sun Woo\*

\*Professor, Dept. of Dental Hygiene, Suwon Women's University, Suwon, Korea

### [Abstract]

The oral cavity is a window into the health of the whole body and a gateway for many harmful bacteria. It is a very important part of our body. The biggest advantage of genetic testing is that it can systematically prevent and manage diseases by examining bacteria in the oral cavity and predicting systemic diseases that may occur in our body through big data AI algorithm analysis. Therefore, in this paper, the researcher's family conducts genetic testing directly to derive the results. In this study, in November 2022, 4 family members of the researcher listened to a prior explanation from 1 dentist and 1 dental hygienist at J Dental Clinic, a preventive dental clinic located in Seoul, and after filling out the consent form, oral examination and genetic testing were performed. Genetic testing was performed with Dr.\*\*\* for adults and He\*\*\*\*\* products for middle and elementary school students. Genetic testing, which is currently being conducted in Korea, has the advantage that subjects can access it relatively easily without drawing blood, but it also has limitations such as time and cost. Nevertheless, I think it is a part to be highly evaluated in that systemic diseases can be predicted through oral microorganisms.

▶ **Key words:** Big Data, Oral Bacterial, Oral Cavity, DNA, Genetic Testing

### [요 약]

구강은 전신건강을 들여다 볼 수 있는 창문이자 많은 유해균이 들어오는 관문이기도 하다. 우리 몸에 있어서 아주 중요한 부분이다. 유전자 검사는 구강 내 세균을 검사하여 빅 데이터 AI 알고리즘 분석을 통해 우리 몸에 발생할 수 있는 전신질환까지 예측하여 예방 관리를 체계적으로 할 수 있다는 가장 큰 장점이 있다. 이에 본 논문은 연구자 가족이 직접 유전자 검사를 수행하여 결과를 도출해 보고자 한다. 본 연구는 2022년 11월 연구자 가족 4명이 서울시에 소재한 예방치과진료실 J치과 의원에서 치과 의사 1명, 치과 위생사 1명에게 사전설명을 듣고 동의서 작성 후 구강 검사와 유전자 검사를 수행하였다. 성인은 Dr.\*\*\*으로 중·초등학생은 He\*\*\*\*\* 제품으로 유전자 검사를 하였다. 현재 우리나라에서 진행하고 있는 유전자 검사는 대상자가 피를 뽑지 않고 비교적 쉽게 접근할 수 있는 장점도 있지만, 시간, 비용 등 한계점도 있다. 그럼에도 불구하고 구강 내 미생물을 통해 전신질환을 예측할 수 있다는 점에서는 높이 평가할 부분이라고 생각한다.

▶ **주제어:** 빅 데이터, 구강세균, 구강, 유전자, 유전자 검사

- 
- First Author: Hee-Sun Woo, Corresponding Author: Hee-Sun Woo
  - Hee-Sun Woo (goseychell@hanmail.net), Dept. of Dental Hygiene, Suwon Women's University
  - Received: 2023. 03. 07, Revised: 2023. 03. 27, Accepted: 2023. 03. 27.

## I. Introduction

빅 데이터란 디지털 환경에서 생성되는 데이터로 그 규모가 거대하고, 생성 주기도 짧고, 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터를 말한다. 빅 데이터 환경은 과거에 비해 데이터의 양이 폭증했다는 점과 함께 데이터의 종류도 다양해져 사람들의 행동은 물론 위치정보와 SNS를 통해 생각과 의견까지 분석하고 예측할 수 있다[1]. 따라서 빅 데이터라는 용어는 복잡하고, 다차원적이며, 구조화되지 않고, 이기종이며, 빠르게 축적되고 패턴, 추세 및 연관성을 밝히기 위해 적절한 정보 및 통계 방법론으로 분석될 수 있는 매우 큰 데이터 세트를 설명하는 데 사용한다[2].

일반적인 데이터 관리 및 처리 소프트웨어에서 다루기 어려운 정도로 거대하고 복잡한 데이터의 집합을 나타내는 용어이다. 빅 데이터 활용으로 기업의 조직 내 일하는 업무가 새로운 방식으로 바뀌게 되어 업무의 효율성을 높이는 계기가 되었다. 대표적으로 보면, 제조업, 의료업, 은행업, 소매업, 교육업 등으로 볼 수 있다. 첫 번째, 제조업은 데이터를 통합하여 잘 관리하고 활용하여 제조 프로세스를 개선할 수 있을 뿐만 아니라 생산성 향상 및 품질 안정 등에 새로운 패러다임을 만들었다. 두 번째, 의료업은 하루하루 발전하는 의료기술과 의료정보를 복잡한 대량의 데이터들을 활용하여, 유행하는 병의 발생을 예측하고 그에 따른 영향을 최소화하기 위해 어떤 예방책을 강구 할지를 결정하는 데 도움이 된다. 기존 환자로부터 수집된 데이터를 토대로 예측 진단을 하여 치료비와 동통을 줄일 수 있다. 세 번째, 은행업은 고객 데이터 수집 분석을 통해 보다 개개인에 맞는 개별 서비스를 제공할 수 있다. 네 번째, 소매업은 시장과 고객 관심 분석을 통해 소매업 발전에 좋은 기회를 제공해 줄 수 있다. 따라서 다양한 시장 정보를 수집해, 빅 데이터의 해석을 기초로, 고객 만족도를 판단하거나 신제품 개발에 도움이 되거나 투입 시기를 계산하는 등 광범위하게 활용될 수 있다. 마지막으로 교육업은 학습이나 교육 현장에 대한 다양한 데이터가 축적되고 있다. 이 자료를 토대로 학습 이력이나 행동 이력 등의 빅 데이터 수집, 시각화 분석을 통해 학습 평가 및 각종 예측, 성적과 학습 행위 사이의 관계를 명확하게 할 수 있다. 현재 많은 나라에서 학교와 대학에서 빅 데이터를 사용하고 한다[3-5].

구강은 전신건강을 볼 수 있는 창문이자 많은 유해균이 들어오는 관문이기도 하다. 우리 몸에 있어서 아주 중요한 부분이다. 음식물을 씹어서 섭취할 수 있는 첫 관문으로,

우리 몸에 있어 건강 영양 보충을 좌우한다. 구강건강이 나빠졌을 때 삶의 질 또한 좋지 않다. 치주질환 등으로 잇몸 통증, 출혈, 구취 등의 불편을 겪을 수 있으며, 심각할 시 발치가 필요한 상황까지 발생할 수 있다. 이 경우 저작기능 저하로 영양섭취 불균형, 위장장애 등의 불편까지 겪을 수 있다는 게 우리가 일반적으로 알고 있는 내용이다[6].

이후 학계에서 20년 간 구강질환과 전신질환과의 연관성에 대한 연구와 논문 발표가 활발하게 진행됐다. 뇌졸중, 관상동맥성 심장병 등 심혈관질환, 당뇨병, 류마티스성 관절염, 비만, 대사성 증후군, 인지장애, 암, 호흡기 질환, 만성 신질환 등이 주로 연구 대상이 됐다. 이후 심혈관 질환, 당뇨병 등의 질환의 경우 구강질환과 높은 관련성을 보인다는 연구 보고가 계속적으로 이루어지고 있다[7-13].

보건 의료 빅 데이터 개방 시스템 자료에 따르면 2021년 다빈도 질병 통계 1위는 치은염 및 치주질환(17,406,772명), 4위 치아우식(6,360,105명)으로 나타났다[14].

따라서 다빈도 질환인 치아우식증과 치주질환에 관련된 구강 내 세균을 검사하여 구강관리와 더불어 전신건강까지 관리할 수 있는 유전자 검사를 실제로 시행에 보고자 한다. 타고난 유전자의 특성을 빅 데이터로 예측하여 개인에 맞는 맞춤형 솔루션을 정확한 지표로 체계적으로 관리할 수 있도록 위함이다. 이에 본 논문은 연구자 가족이 직접 유전자 검사를 수행하여 결과를 도출해 보고자 한다.

## II. Research subjects and methods

### 1. Research Subject

본 연구는 2022년 11월 연구자 가족 4명이 서울시 소재한 예방치과진료실 J치과 의원에서 치과 의사 1명, 치과위생사 1명에게 사전설명 후 동의하에 구강검사와 빅 데이터를 활용한 구강 내 유해균 검사를 시행하였다.

연구대상자의 가족은 4명으로 구성되었고, No.1은 여성으로 49세 전신질환 없음이고, No.2는 남성으로 같은 49세로 전신질환은 없었다. 성인은 Dr.\*\*\* 제품으로 구강 내 유해균 검사를 시행하였다. No.3은 여중학생으로 교정 치료 후 유지 장치 장착 중이며, No.4는 남아 초등학생으로 유치는 모두 발치하여 현재 없으며, 영구치가 모두 맹출되지 않은 상태에서 연구가 시작되었다. 중학생, 초등학생은 He\*\*\*\*\* 제품으로 구강 내 유해균 검사를 시행하였다 <Table 1>.

Table 1. Research Subjects

No.	Sex	Age	Etc.	Product
1	F	49	No-Physical illness	Dr.***
2	M	49		
3	F	16	Orthodontic	He*****
4	M	11	No-Deciduous teeth	

2. Research Oral Exam

연구대상자의 구강검사 결과는 다음과 같다. No1. 대상자는 37번 Gold Crown은 2022년 11월 수행 검사 직전 신경치료 후 보철치료를 하였고, 36번 Gold Inlay는 20년 전 보철치료 하였다. 사랑니 4개는 모두 발치되었다. 14번은 마모가 있어 시린증상이 있었다. No2. 대상자는 11번과 12번이 PFG Crown이 2005년에 신경치료 후 보철치료 하였고, 사랑니 4개는 모두 발치되었다. No3. 대상자는 교정치료를 위해 4번 발치를 모두 하였으며, 36번은 법랑질 형성부전증으로 GI. Filling이 되었고, 교정 유지장치를 식사 시 외에는 모두 장착하고 있다. No4. 대상자는 유치는 없고, 상악 양측 견치가 아직 미맹출이고, 제 2대구치 또한 상·하악 모두 미맹출되어있다<Table 2>.

3. Research Method

대상자 모두 J치과 의원에서 내원하여 구강검사 후 정확한 유전자 검사를 위하여 검체채취 전 30분 전 식음료, 칫솔질을 하지 말아야 한다는 교육을 받고, 검체채취 가글액을 입에 넣고 20초간 세차게 가글한 후, 검체통에 잘 넣어 치과위생사에게 전달하였다. 치과위생사는 유전자 검사 업체에 전달하여 Fig1.과 같은 경로로 결과지를 받았다.



Fig. 1. DNA testing process

Table 2. Research Oral Exam

No.	Contents
1	
2	
3	
4	

4. Types and Characteristics of Oral Bacteria

구강 내 세균 중 초 고위험균은 Aa로 공격적으로 치주염을 일으키는 대표적인 치조골 소실 균으로 고지혈증, 동맥경화, 고혈압 등과 관련이 있다. 고위험균은 Pg, Tf, Td가 있다. Pg는 구취와 급·만성 치주염 균으로 신경계질환, 류마티스관절염, 급성 심근경색 등의 관련이 있고, Tf는 난치성 치주염의 대표적 유발세균으로 급성 관상동맥질환 등과 관련이 있고, Td는 만성치주염, 면역억제인자생성의 특징

을 가진 균으로 고지혈증, 동맥경화, 고혈압 등과 관련이 있다. 중위험군 Pi 만성치주염, 호르몬 관련성의 특징을 가지고 있으며, 조산, 당뇨병, 심혈관계 질환 등과 관련이 있다. 저위험군은 Sm, Ss균이 있다. Sm은 대표적으로 치아우식 유발균으로 치아우식증과 관련이 있으며, Ss는 치아우식 유발, 치주염, 치통의 특징이 있으며 당뇨, 심혈관질환, 당뇨병, 치아우식증 등과 관련이 있다<Table 3>.

Table 3. Types and Characteristics of Oral Bacteria

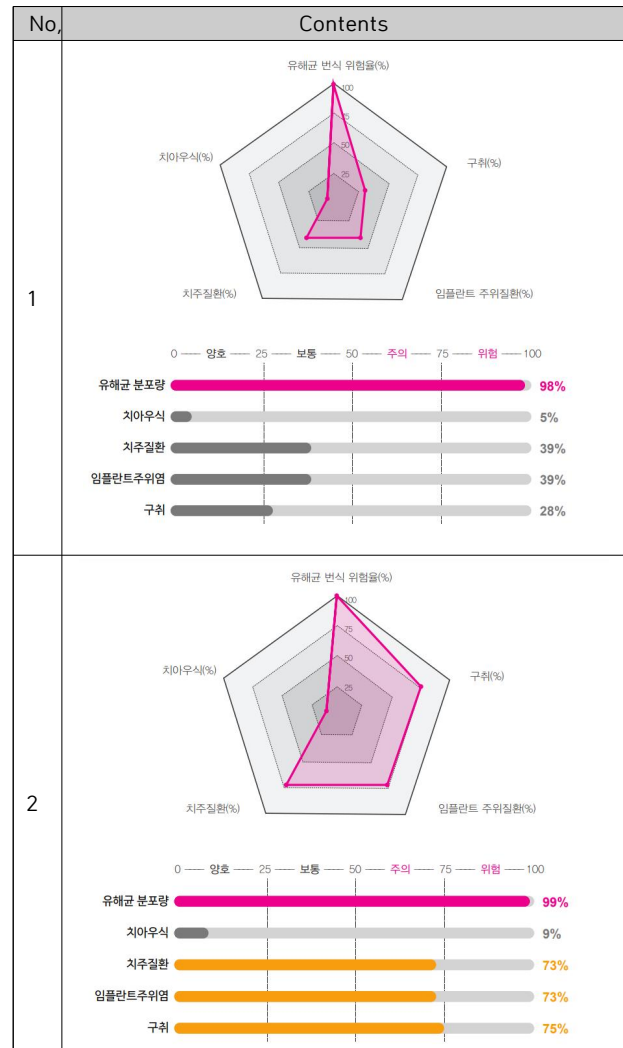
Name	Type	Related Disease
<b>Ultra-high group</b>		
Aa Aggregatibacter actinomycetemcomitans	Representative alveolar bone loss bacteria that cause aggressive periodontitis	Hyperlipidemia, arteriosclerosis, hypertension
<b>High-risk group</b>		
Pg Porphyromonas gingivalis	Bad breath & acute/chronic periodontitis bacteria	Nervous system disease, rheumatoid arthritis etc.
Tf Tannerella forsythia	Representative bacteria causing intractable periodontitis	Acute coronary artery disease, etc.
Td Treponema denticola	chronic periodontitis, production of immunosuppressive factors	Hyperlipidemia, arteriosclerosis, hypertension, etc.
<b>medium-risk group</b>		
Pi Prevotella intermedia	chronic periodontitis, hormone related	Premature birth, diabetes, cardiovascular disease, etc.
<b>low-risk group</b>		
Sm Streptococcus mutans	dental caries, periodontitis	Jaw arthritis, dental caries, etc.
Ss Streptococcus sobrinus	periodontitis, toothache	diabetes, dental caries, etc.

### III. Result

#### 1. Oral Health Comprehensive Assessment

연구대상자 1은 치아우식은 5%, 치주질환 39%, 임플란트주위염 39%, 구취 28%로 비교적 낮은 위험도의 결과를 보이고 있으나 유해균 분포량은 98%를 보였다. 연구대상자 2는 치아우식은 9%, 치주질환은 73%, 임플란트주위염은 73%, 구취 75%로 치아우식을 제외하고 세균의 분포도가 비교적 높게 나타나 유해균 분포량은 99%로 높게 나타났다<Table 4>.

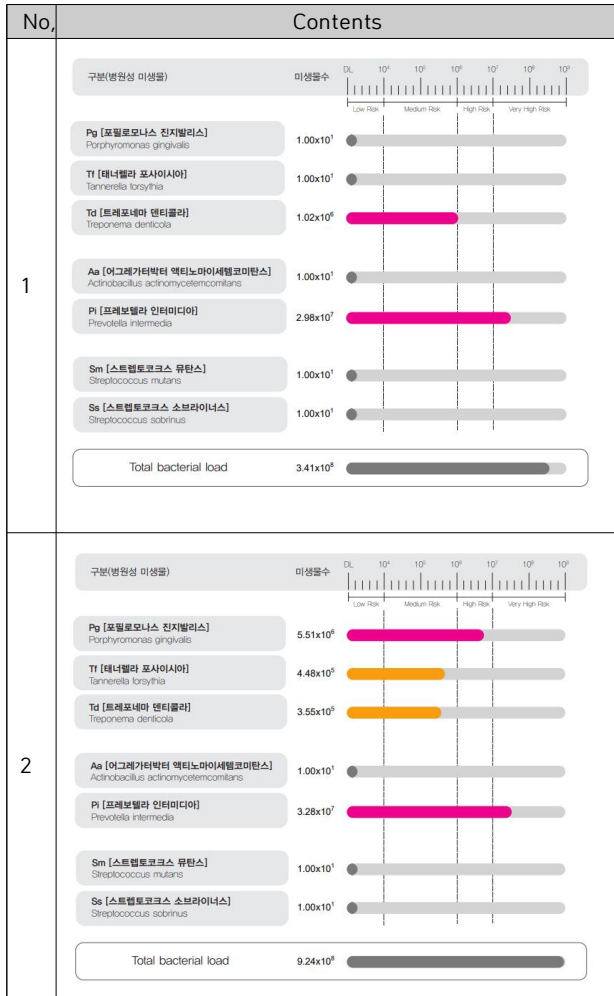
Table 4. Oral Health Comprehensive Assessment



#### 2. Distribution of Oral Bacteria

연구대상자 1의 구강세균 분포도는 Pi의 균이  $2.98 \times 10^7$  가장 높고, Td의 세균은  $1.02 \times 10^6$ 으로 치주질환치료 예후와 밀접한 관련성이 있는 Pi 균종이 높게 검출되어 follow-up check 간격을 단축해서 정기검진을 실시할 것을 권유받았으며, 치주질환 원인균들이 혀에 균락을 형성하여 언제든지 치주낭으로 옮겨갈 수 있다는 점을 고려하여 혀를 포함한 올바른 칫솔질 교습이 필요하다는 교육을 받았다. 연구대상자 2는 Pi가  $3.28 \times 10^7$ 로 가장 높고, Pg  $5.51 \times 10^6$ 로 나타났다. Pg는 치은연하치면세균막 뿐만 아니라 혀에도 서식하고 있다. 그러므로 혀도 잘 닦아주는 것이 중요하다는 것을 교육받았고, 칫솔질을 포함한 치주질환 예방교육을 치과위생사 선생님에게 받았다<Table 5>.

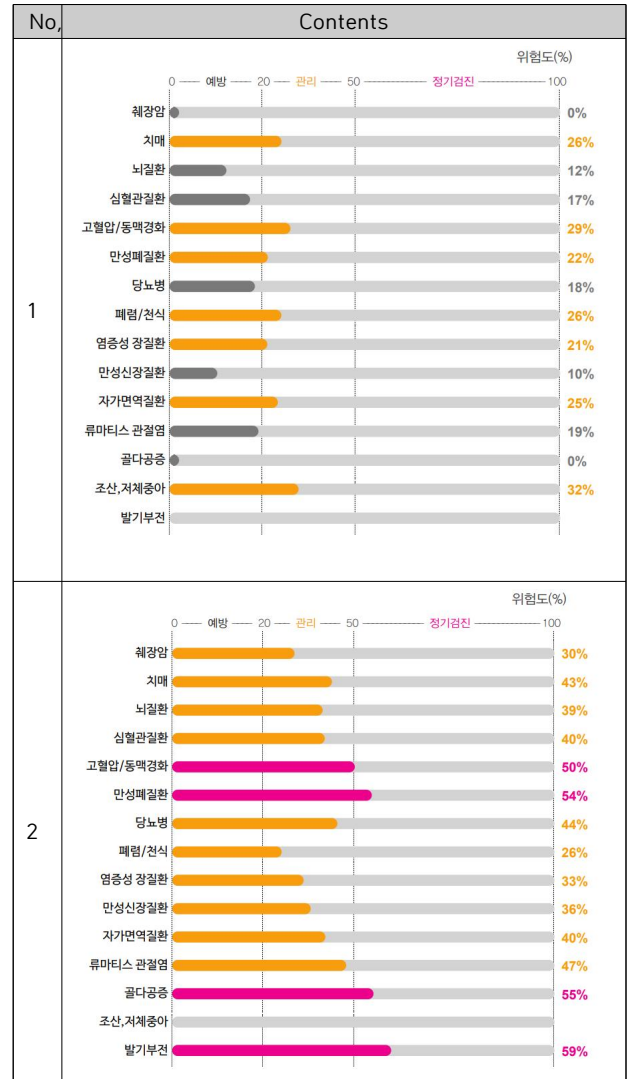
Table 5. Distribution of Oral Bacteria



3. Correlation of physical disease

연구대상자 1의 전신질환 상관도는 조산, 저체중아 32%, 고혈압/동맥경화 29%, 치매 26%, 폐렴/천식 26%, 자가면역 25%로 나타났고, 연구대상자 2는 발기부전 59%, 골다공증 55%, 만성폐질환 54%, 고혈압/동맥경화 50%로 나타났다<Table 6>.

Table 6. Correlation of physical disease



4. Oral Microbiome Composite Index

연구대상자 3의 유해 마이크로바이옴 수치 결과는 Sm 10<sup>8</sup>로 정상치를 넘는 병원균이 1가지 검출되었고, 연구대상자 4도 유해 마이크로바이옴 정상치를 넘는 1가지 병원균이 검출되었으나 수치는 연구대상자 3보다 낮은 Sm 10<sup>6</sup>으로 나타났다<Table 7>.

Table 7. Oral Microbiome Composite Index

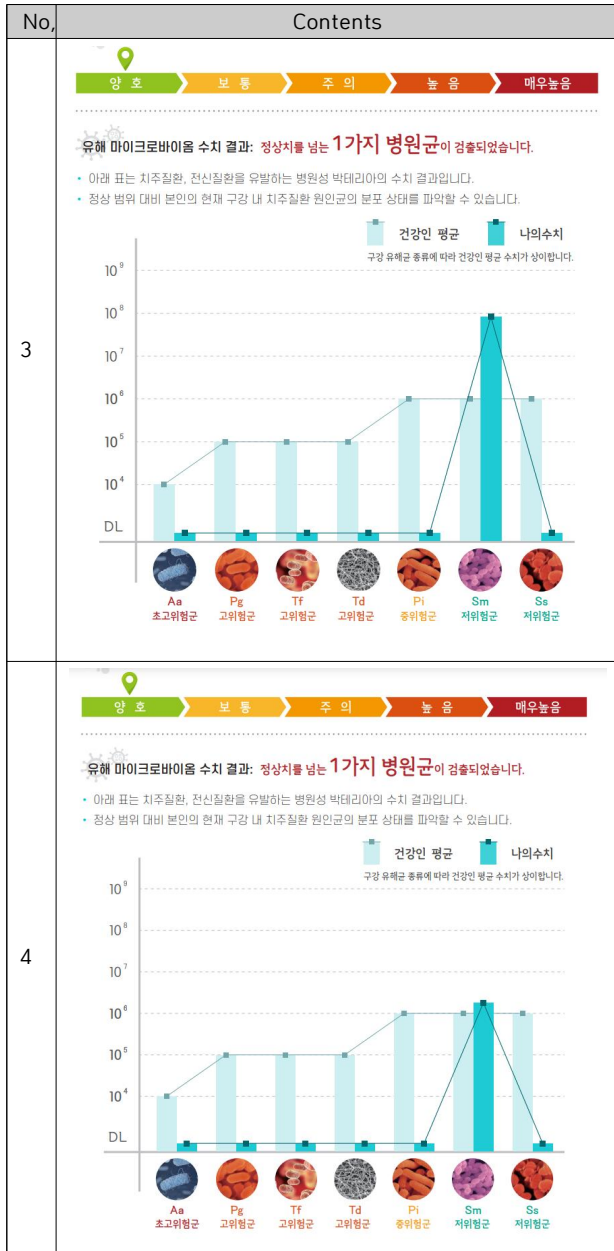
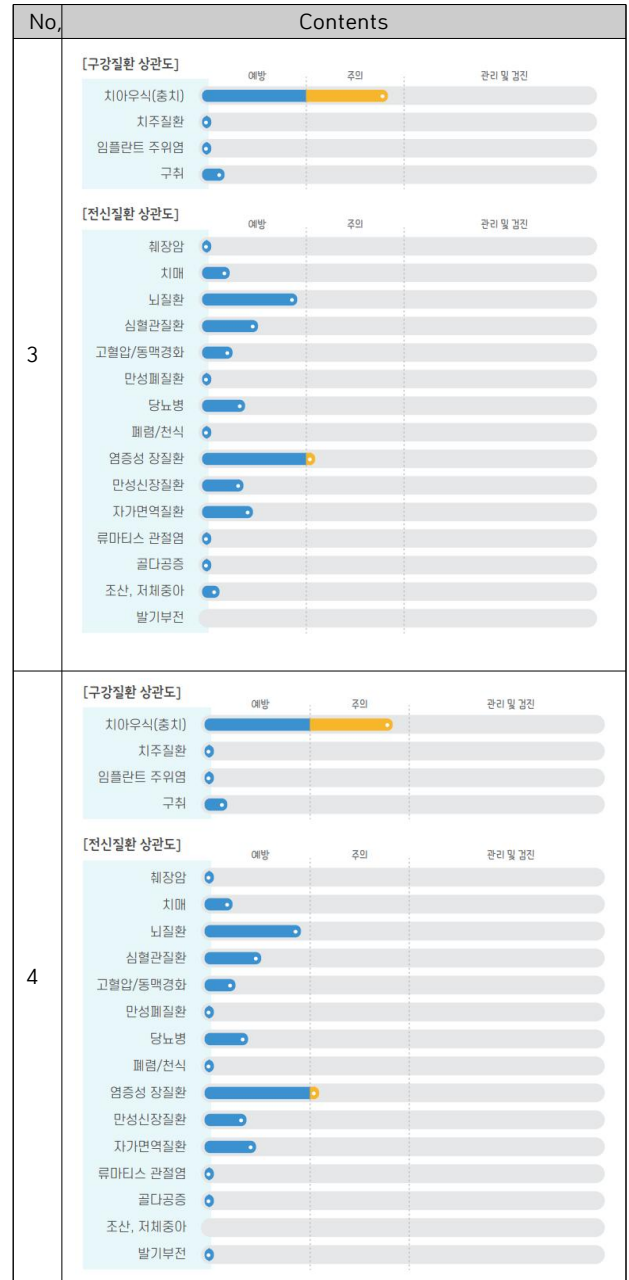


Table 8. Correlation oral disease and physical disease



5. Correlation oral disease and physical disease

연구대상자 3, 4 둘 다 구강질환에서는 치아우식이 주 의로 나타났고, 전신질환에서는 염증성 장질환에서 약간의 상관도를 보였다<Table 8>.

IV. Conclusions

구강 유해균이 일으키는 전신질환 위험률은 뇌졸중, 폐렴, 조산, 저체중아, 심혈관질환, 간경화, 당뇨, 성기능장애, 골다공증, 류마티스 관절염 등이 있다. 이 구강 내 유해균의 전염경로를 보면 치주염 또는 골괴사 등 구강질환을 발생시켜 혈류를 타고 몸 속 주요 장기에 침투하여 각종 전신질환 유발하거나 위험도를 증가시키고 가족에게 전염을 시킨다[15].

현재 우리나라에서 진행하고 있는 유전자 검사는 대상자가 피를 뽑거나 하지 않고 비교적 쉽게 접근할 수 있도록 가글 한 번으로 구강 병원성 미생물의 정확한 수치를 정량화하여 치아우식증, 치주질환 뿐만 아니라 그 밖의 구강질환과 각종 전신질환 위험도를 분석할 수 있는 빅 데이터 AI 알고리즘 분석을 통해 전신질환의 위험도를 산출하여 각종 질환을 예측하는데 도움을 주고 있다.

이 유전자 검사의 장점은 증상 생기기 전 구강질환의 위험도가 예측 가능하며, 전신질환의 위험도 예측으로 전신질환 관리 예방에 정확한 지표를 통해 개인 맞춤형 치료에 도움이 많이 된다는 것이다. 물론, 시간, 비용 부분의 단점도 발생하고 분석 결과의 체계적 관리 및 주기적 검사 등의 문제 등 대상자별 해결해야 할 과제도 한계점이기는 하나 구강의 미생물을 통해 전신질환을 예측을 할 수 있다는 점에서는 높이 평가할 부분이라고 생각한다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by research funds from Suwon Women's University in 2022.

## REFERENCES

- [1] Y. C. Jung, Naver Encyclopedia, <https://terms.naver.com/>
- [2] D. Piovani and S. Bonovas, "Real World-Big Data Analytics in Healthcare", *Int J Environ Res Public Health*, Vol. 19, No. 18, p.11677, Sep, 2022. DOI: 10.3390/ijerph191811677.
- [3] Jing Li and, Lei Liu, "The Reform of University Education Teaching Based on Cloud Computing and Big Data Background", *Comput Intell Neurosci*, Vol. 12, pp.8169938. Aug. 2022. DOI: 10.1155/2022/8169938.eCollection2022
- [4] Y. O. Kwon, "Data Analytics in Education : Current and Future Directions", *J Intell Inform Syst*, Vol. 19, No. 2, pp.87-99, June 2013. DOI: 10.13088/jiis.2013.19.2.087
- [5] W. J. Cho and M. R. Yu, "Creating Value for Education through Big Data Analysis Education Programs", *The Journal of Bigdata*, Vol. 3, No. 2, pp.123-130, 2018. DOI: 10.36498/kbigdt.2018.3.2.123
- [6] O. J. Park, Y. K. Kwon, C. H. Yun, and S. H. Han, "Augmented Osteoclastogenesis from Committed Osteoclast Precursors by Periodontopathic Bacteria *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis*", *Microbiol. Biotechnol. Lett*, Vol. 44, No. 4, pp. 557-562, 2016. DOI: 10.4014/mb.1608.08010
- [7] E. S. Cha, K. Y. Son, J. M. Yun, W. J. Chung, G. L. Cho and B. H. Jin, "Associations between atherosclerosis and periodontitis, physical health and dental care; a pilot study", *Journal of Korean Academy of Oral Health*, Vol. 41, No. 4, pp. 274-281, 2017. DOI: 10.11149/jkaoh.2017.41.4.274
- [8] E. J. Kwak, B. G. Ki, W. Nam, J. H. Cho, N. S. Pang, B. Y. Jung, K. D. Kim and W. S. Park, "Oral Manifestations Associated with Patient's Medical History: Case Reports", *J Korean Academy of Advanced General Dentistry*, Vol. 5, No. 1, pp. 17-22, 2016. DOI: 10.23034/jkaagd.2016.5.1.17
- [9] S. H. Kim, "Oral health care effects of periodontal disease patients with systemic diseases; case report", *Journal of Korean Society of Dental hygiene*, Vol. 16, No. 4, pp. 567-575, 2016. DOI: 10.13065/jksdh,2016.16.04.567
- [10] M. S. Kim, K. Y. Kim and B. A. Moon, "Oral care status and periodontal disease of middle aged diabetic patients", *Journal of Korean Society of Dental hygiene*, Vol. 16, No. 1, pp. 1-9, 2016. DOI: 10.13065/jksdh,2016.16.01.1
- [11] J. M. Shin, "Understanding of systemic disease in dental clinic", *Korean Dental Association*, Vol. 48, No. 1, pp. 20-26, 2010. DOI: 10.22974/jkda.2010.48.1.003
- [12] J. Y. Jung and S. J. Han, "Association between periodontitis and health behavior in women over 40 years of age - comparison based on the cardiovascular disease", *J Korean Soc Dent Hyg*, Vol. 21, No. 6, pp. 763-771, 2021. DOI: 10.13065/jksdh.20210075
- [13] H. E. Shin, J. H. Kim, Y. S. Jung, E. K. Jung, E. K. Kim, Y. H. Choi and K. B. Song, "Relation between rheumatoid arthritis and periodontal diseases: Using the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey", *Journal of Korean Academy of Oral Health*, Vol. 38, No. 4, pp. 232-237, December, 2014. DOI: 10.11149/jkaoh.2014.38.4.232
- [14] Health Insurance Review & Assessment Service, <http://opendata.hira.or.kr/>
- [15] Sim. K, Alice. H, Tal. S, Sarita. R, Lakshmyya. K and StJohn C, "Oral inflammation, tooth loss, risk factors, and association with progression of Alzheimer's disease", *Journal of Alzheimer's Disease*, Vol. 42, No. 3, pp. 723-737, 2014. DOI: 10.3233/JAD-140387

## Authors



Hee-Sun Woo received the M.S. and Ph. D. degrees in Health from Chosun University, Korea, in 2004, 2011, respectively. She is currently an assistant professor in the Dental Hygiene at Suwon Women's University.

Her teaching and research specialties are in the fields oral health education and oral prophylaxis.