

## Evaluation of the Reliability of Salivary Testing Instrument

Keumah Han<sup>1</sup>, Joonhaeng Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Periodontology, Sejong Dental Hospital, School of Dentistry, Dankook University

<sup>2</sup>Department of Pediatric Dentistry, Sejong Dental Hospital, School of Dentistry, Dankook University

### Abstract

A salivary testing instrument has an advantage that the method is simple and can be performed in a short time. However, it is necessary to verify the factors that affect the reliability of the result, because the device is easy to use and even saliva collection is simple. The aim of this study was to compare the difference of the test results according to the measurement time in order to analyze the time factor of the external variable among the factors that may affect the measurement results of the salivary testing instrument. The relationship between the measured values of the salivary testing instrument to identify the internal variables was analyzed. Saliva was collected from 20 randomly selected patients regardless of age, sex, or diseases. The mean age was 46.6 years, 10 males and 10 females. The saliva collected was directly measured with the salivary testing instrument as group I. The saliva samples were placed in air in a paper cup for 10 minutes, and then measured as group III. Then group I was remeasured after 30 minutes and assigned as group II. Group III was remeasured after 30 minutes and called as group IV. As a result, all of the cariogenic bacteria, acidity, buffer capacity, blood, leukocyte, protein and ammonia, except buffer capacity, showed statistically significant changes in group II and IV. This means that the reliability of the test results is poor if the measurement time is not observed. Cariogenic bacteria were correlated with leukocyte and protein, buffer capacity was related to acidity, protein, and protein was related to buffer capacity and leukocyte. In conclusion, the result according to the measurement time as the external variable was different, which means that time must be strictly monitored when testing saliva. It is also necessary to take into account the relevance of the correlations between the internal variables and the clinical data.

**Key words :** Cariogenic, Saliva, Time, Variables

### I. 서 론

치아 우식의 발생 가능성을 간단한 방법으로 미리 예측할 수 있는 것은 치과 치료를 두려워하는 소아에게 매우 유용하다. 그동안 치아 우식증을 조기 진단하는 여러가지 방법이 연구되어 왔다[1-6]. Laser fluorescence, Digital imaging fiber-optic trans-illumination 그리고 Quantitative light-induced fluorescence 등

이 있는데[7-9], 이것들은 치아 우식증을 초기에 진단하는 장치들이지만, 우식이 이미 발생한 상황을 측정한다는 점에서 예방을 목적으로 할 경우 한계가 있다. 우식위험도를 미리 예측할 수 있다면 보다 적극적인 대처가 가능할 것이다. 치아 우식증의 발생을 예측할 수 있는 검사들은 타액의 산도를 측정하거나 우식 원인균의 균락을 평가하는 방법 등이 있다. 하지만 시간이 많이 소요되며 측정에 어려움이 있다. 따라서 소아에게 적용하기 위

Corresponding author : Joonhaeng Lee

Department of Pediatric Dentistry, Dankook University Sejong Dental Hospital, 87 Doum8-ro, Sejong-si, 30107, Korea

Tel: +82-44-410-5056 / Fax: +82-44-410-5117 / E-mail: haeng119@naver.com

Received July 5, 2018 / Revised July 25, 2018 / Accepted July 25, 2018

해서는 방법이 간단하고 단시간 내에 끝낼 수 있어야 한다. 이러한 요구에 부합하는 장치 중 타액검사기(Salivary testing instrument)인 SiLL-Ha<sup>®</sup>(ARKRAY, Kyoto, Japan)는 타액을 분석하여 치아 우식활성도 뿐 아니라, 치주질환 위험도 및 구취에 대한 정보를 제공하는 장치이다. 사용이 간편하고 검사 시간이 약 5분으로 짧아 제조사에서는 일반인들도 구매가 가능하도록 하였다. 하지만 타액 채취가 용이하고 장치의 사용이 비교적 간단하나 그 결과의 신뢰성에 영향을 미치는 요인에 대해서는 검증해 볼 필요가 있다. 이에 본 연구는 타액검사기의 측정 결과에 영향을 미칠 수 있는 외부변수 중 중요한 시간적 요인을 분석하기 위해, 측정 시간에 따른 검사 결과의 차이를 비교하였다. 또한 내부변수를 파악하기 위해 타액검사기 측정값 사이의 관련성을 분석하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구설계

각 연구대상의 구강 내에서 채취한 타액을 4개의 군으로 나누었다. I군은 타액 채취 즉시 타액검사기로 측정하였고, II군은 I군을 30분 후에 재 측정하였다. III군은 공기 중에 타액을 10분간 방치한 후 타액검사기로 측정하였다. 그리고 IV군은 III군을 30분 후에 재 측정하였다(Fig. 1).

### 2. 연구대상

단국대학교 세종치과병원에 치료를 위해 내원한 환자들 중 나이, 성별, 질환의 유무에 상관없이 무작위적으로 선정한 20명의 사람들을 대상으로 하였다. 연구대상의 평균 나이는 46.6세였고, 남녀 비율은 10 : 10 이었다. 단, 측정 당시 1시간 이내에 칫솔질을 하거나 구강 세정 용액으로 입안을 헹군 사람들은 검사에서 제외하였다.

### 3. 연구방법

#### 1) 타액 채취

연구대상자에게 증류수 3 mL를 종이컵에 주어 10초 동안 입안을 골고루 헹군 다음 다시 종이컵에 뱉게 하였다.

#### 2) 채취한 타액을 검사지에 적용

종이컵에 채취한 타액을 10 cc 주사기를 이용하여 즉시 test strip, SiLL-Ha paper<sup>®</sup>(ARKRAY, Kyoto, Japan)에 한 방울씩 떨어뜨렸다. 타액검사기인 SiLL-Ha<sup>®</sup>(ARKRAY, Kyoto, Japan)의 시작버튼을 누른 다음 타액을 떨어뜨린 test strip을 제조사의 지시대로 수건이나 휴지 등을 깔고 과도한 타액을 흘려서 제거하였다. 이때 strip의 맨 오른쪽에 있는 paper는 수건이나 휴지에 닿지 않게 하였다.

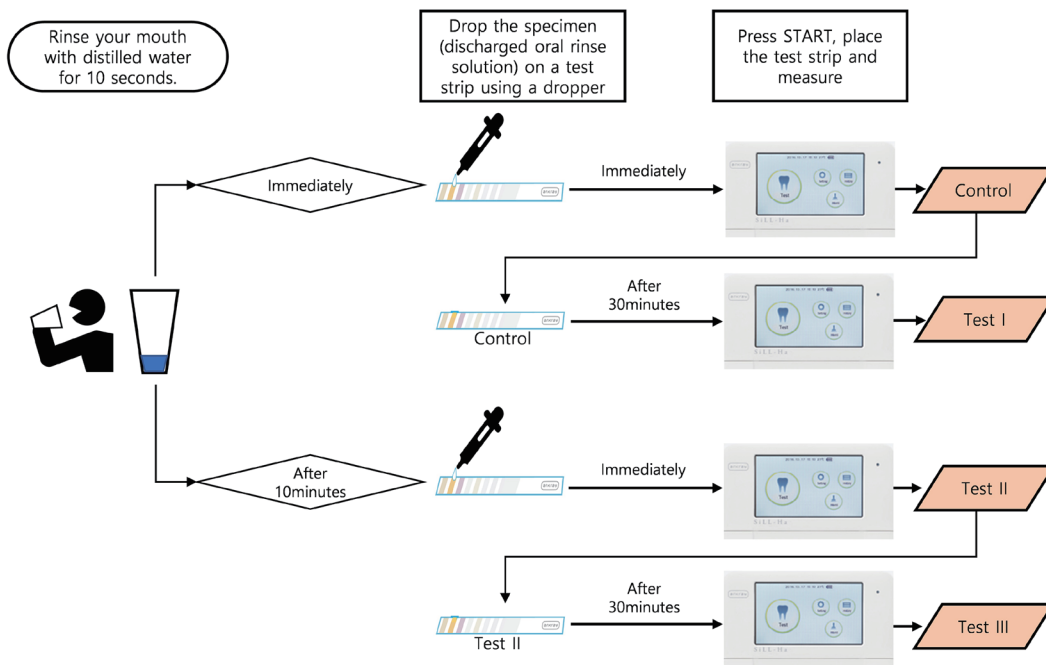


Fig. 1. Design and process of the study. Control : Group I, Test I : Group II, Test II : Group III, Test III : Group IV.

3) 타액검사기 측정

Test strip을 타액검사기에 놓고 cover를 덮은 다음 장치 내에서 자동으로 측정되는 시간이 종료될 때까지 총 소요시간 5분을 기다렸다. 통상적인 방법으로 첫번째 측정된 검사결과를 I군으로 하였다(Fig. 2A). 그리고 약 10분 동안 종이컵에서 공기 중에 방치된 타액을 새로운 10 cc 주사기로 채취하여 새로운 test strip에 적용 후 측정된 결과를 III군으로 하였다(Fig. 2C). 또한 I군으로 사용된 test strip을 공기중에 30분간 방치한 후 다시 타액검사기로 재 측정된 것을 II군으로 하였다(Fig. 2B). 마지막으로 III군으로 사용된 test strip을 30분간 공기중에 방치한 후 재 측정하여 IV군으로 하였다(Fig. 2D).

4) 타액검사 환경

측정 환경은 제조사에서 권장하는 온도인 10 - 30°C의 범위 내에서 섭씨 25 - 27°C사이인 평균 26°C로 고정하였다. 검사자 간 측정오차가 생기는 것을 방지하기 위해 측정자는 1인으로 하였다.

5) 측정결과 분석

II군의 test strip의 색상은 I군보다 현저히 흐려진 것을 관찰할 수 있었고, IV군 또한 III군의 test strip의 색상보다 눈에 띄게 흐려진 것으로 보였다. 그리고 각각 측정된 결과 값은 Tooth health (cariogenic bacteria, acidity, buffer capacity), Gum health (blood, leukocyte, protein) 그리고 Oral cavity cleanliness (ammonia)로 분류되어 총 7개의 측정값으로 수집되었다. II, III, IV군

의 값은 모두 I군의 값과 비교하여 유의성 검증을 시행하였다. II군과 IV군 사이의 값 그리고 III군과 IV군 간의 값 또한 비교하여 유의성을 검증하였다. 또한 I군 내에서 총 7개의 측정값 상호간의 연관성을 분석하였다.

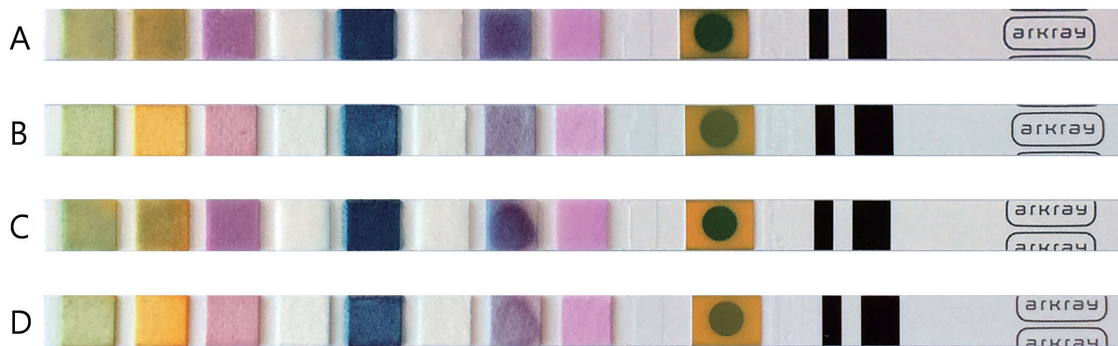
4. 통계방법

시간의 변화에 따른 타액 검사기 측정값의 변화에 대한 유의성을 검증하기 위해 Mann-Whitney U Test를 이용하여 분석하였다. 또한 I군 내에 총 7개의 측정값인 cariogenic bacteria, acidity, buffer capacity, blood, leukocyte, protein 그리고 ammonia 사이의 상호관련성을 분석하기 위해 Pearson correlation 분석을 시행하였다. 통계 분석에는 SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

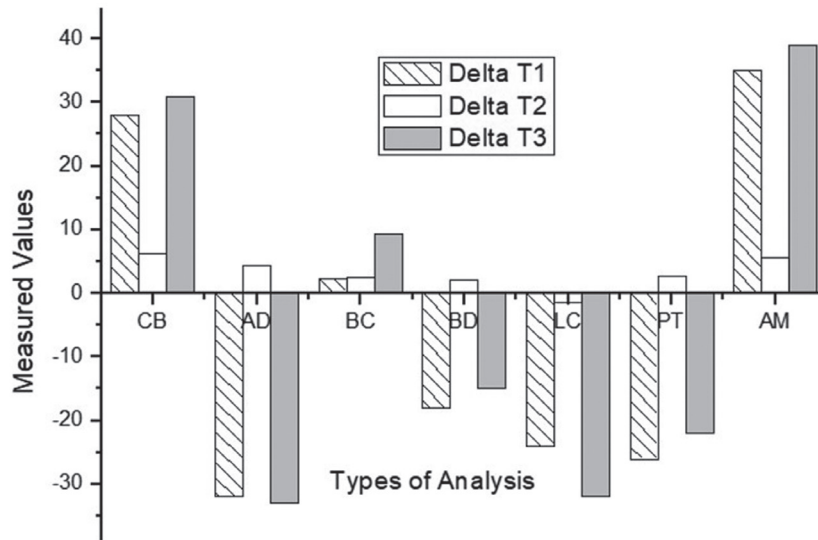
III. 연구성적

총 7개의 측정값인 cariogenic bacteria, acidity, buffer capacity, blood, leukocyte, protein 그리고 ammonia 중 buffer capacity만 제외하고 나머지 6가지는 I군과 비교했을 때 II, IV군에서 유의성 있는 변화를 보였다(Table 1, Fig. 3). 그리고 III군과 IV군 사이에서도 buffer capacity만 제외하고 나머지는 모두 유의성 있게 차이가 났다(Table 2).

또한 I군 내에서의 측정값 중 cariogenic bacteria와 leukocyte, protein은 양의 상관관계를 보였으며, acidity와 buffer capacity 사이에는 음의 상관관계를 보였다. 또한 protein과 buffer capacity



**Fig. 2.** Test strips of each group. A: Group I, B: Group II, C: Group III, D: Group IV. Group II, B, was a re-measurement of the test strip A of group I after 30 minutes. The color of B seems to be considerably blurred than A. Also, the color of D seems to be blurred than C.



**Fig. 3.** Changes in measured values. CB = cariogenic bacteria, AD = acidity, BC = buffer capacity, BD = blood, LC = leukocyte, PT = protein, AM = ammonia (Delta T1:Group I-II, Delta T2:Group I-III, Delta T3:Group I-IV)

**Table 1.** Changes in measurement

	CB	AD	BC	BD	LC	PT	AM
Group I-II	0.000*	0.000*	0.620	0.003*	0.000*	0.000*	0.000*
Group I-III	0.512	0.602	0.678	0.565	0.862	0.718	0.242
Group I-IV	0.000*	0.000*	0.149	0.005*	0.000*	0.000*	0.000*

Mann-Whitney test (\* :  $p < 0.05$ )

CB = cariogenic bacteria, AD = acidity, BC = buffer capacity, BD = blood, LC = leukocyte, PT = protein, AM = ammonia

**Table 2.** Changes in measurement between group III and group IV

	CB	AD	BC	BD	LC	PT	AM
Group III-IV	0.002*	0.000*	0.265	0.002*	0.000*	0.000*	0.000*

Mann-Whitney test (\* :  $p < 0.05$ )

CB = cariogenic bacteria, AD = acidity, BC = buffer capacity, BD = blood, LC = leukocyte, PT = protein, AM = ammonia

**Table 3.** Correlation between measured values

	CB	AD	BC	BD	LC	PT	AM
CB							
AD	-0.070						
BC	0.114	-0.912**					
BD	0.183	-0.033	0.044				
LC	0.562**	-0.343	0.418	0.023			
PT	0.566**	-0.325	0.503*	0.323	0.576**		
AM	0.049	-0.193	0.343	-0.071	-0.019	0.252	

Pearson correlation coefficient (\*\* :  $p < 0.01$ )

Pearson correlation coefficient (\* :  $p < 0.05$ )

CB = cariogenic bacteria, AD = acidity, BC = buffer capacity, BD = blood, LC = leukocyte, PT = protein, AM = ammonia

**Table 4.** Changes in measurement between group II and group IV

	CB	AD	BC	BD	LC	PT	AM
Group II-IV	0.289	0.547	0.289	0.738	0.157	0.414	0.478

Mann-Whitney test (\* :  $p < 0.05$ )

CB = cariogenic bacteria, AD = acidity, BC = buffer capacity, BD = blood, LC = leukocyte, PT = protein, AM = ammonia

ity, leukocyte사이에는 양의 상관관계를 보였다(Table 3). 그리고 Ⅲ군에서는 I군과 비교했을 때 측정값들 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). I군과 Ⅲ군의 각 test strip을 30분후 재 측정된 I군과 IV군사이에서도 유의성 있는 차이는 없었다(Table 4).

#### IV. 총괄 및 고찰

다양한 의학적 진단기기의 개발로 질환을 조기 진단할 수 있고 발생 위험까지 예측할 수 있는 것은 건강한 삶을 사는데 도움이 된다[3,10,11]. 타액 검사와 같이 비침습적인 방법으로 진단할 수 있다면 그 유용성은 더 크다고 할 수 있다[12]. 특히 치과 치료가 쉽지 않은 소아 환자에 있어서 치아 우식증의 위험도를 미리 예측할 수 있다면, 예방치료 뿐만 아니라 식이 및 생활습관까지 관리하여 어려운 치료를 피할 수 있다[13-16]. 이에 더하여 위험도를 검사하는 방법이 단 시간에 간편하게 할 수 있는 것이라면 더욱 효과적일 것이다.

반면 위험도를 검사하는데 있어 그 결과에 대한 신뢰도에 문제가 있다면 오히려 역효과를 불러 일으킬 수 있다[17,18]. 특히 소아의 우식은 예방이 가장 중요한데 자칫 잘못된 검사 결과를 믿고 치료의 시기를 놓쳐 간단한 치료를 복잡하고 어렵게 만들 우려가 있기 때문이다. 타액을 이용한 검사는 다른 것에 비해 검사 방법이 용이해 치과 의사 등 치과 의료인만이 아니라 일반인들에게도 널리 보급되고 있다. 하지만 이 연구의 결과에서 보는 것과 같이 검사 시간과 과정을 철저하게 준수하지 않았을 경우 그 결과는 매우 크게 달라질 수 있다. 이 연구에서 사용된 타액검사기로 측정된 결과 값인 cariogenic bacteria, acidity, buffer capacity, blood, leukocyte, protein 그리고 ammonia 중 buffer capacity를 제외한 나머지는 모두 I군과 Ⅱ, IV군 사이에서 유의한 변화가 있었다. Ⅱ군과 IV군은 한 번 타액을 적용한 test strip을 30분 후에 다시 측정기에 넣어 측정한 것이었다. 이 결과에서 한 번 타액을 적용하여 측정한 test strip은 시간이 지남에 따라 측정결과가 크게 달라짐을 알 수 있었다. 이것은 타액검사기의 측정방법과 관계가 있다고 볼 수 있다. 이 검사기는 이중 파장 반사율 방법을 사용하여 타액을 측정하는데, 타액 적용 후 test strip의 색상 변화는 각 다른 종류의 파장을 가지는 빛의 반사율

로 측정된다. I군과 Ⅲ군간의 test strip의 색상 변화에는 큰 차이가 없었지만, Ⅱ군과 IV군의 test strip은 I군과 Ⅲ군보다 색이 점점 흐려지는 것을 관찰할 수 있었다. 시간이 지남에 따라 test strip의 변화된 색상에 대해 빛의 반사율 또한 변화되어 측정값이 달라진 것으로 유추할 수 있었다. 반면 타액 채취 후 타액을 약 10분간 공기 중에 방치한 후 새로운 test strip을 사용하여 측정했던 Ⅲ군에서는 위의 7개 측정값 모두에서 유의한 변화가 없었다. 이 결과로 미루어 타액 채취 후 10분까지는 공기 중에 방치된다고 해도 측정 결과는 크게 달라지지 않음을 예상할 수 있었다. 하지만 측정치의 유의한 변화없이 공기 중에 타액을 방치할 수 있는 시간에 대한 보다 더 진행된 연구가 필요하다. 또한 타액 채취 후 test strip을 공기 중에 방치한 시간과의 비교연구 또한 유용할 것이라 사료된다. 이와 같이 외부변수인 시간이 중요한 이유는 실제 임상에서 진료 중에 검사를 시행할 때 시간을 정확하게 엄수하는 것은 간과하기 쉬우며, 또한 불가능할 수도 있기 때문이다. 특히 소아 환자의 진료 시에는 행동 조절 등의 이유로 흔히 발생하는 시간의 지체를 반드시 고려해야 한다.

타액 검사 시 내부변수에 대한 영향을 알아보기 위해 측정값 간의 관련성을 분석한 결과 7개의 측정값 사이의 상호 연관성을 보였다. 7개의 측정값인 cariogenic bacteria, acidity, buffer capacity, blood, leukocyte, protein and ammonia는 각각 치아건강, 잇몸건강, 구강청결도의 3가지 범주로 분류되어 측정되지만, 각 측정값 사이에 상관관계를 나타냈다. 치아건강 범주에 속하는 cariogenic bacteria값이 증가할 경우, 잇몸건강 범주에 속하는 leukocyte, protein의 값도 증가하였다. 그리고 잇몸건강 범주에 해당하는 protein도 치아건강 범주에 포함되는 buffer capacity와 양의 상관관계를 보였다. 또한 치아건강 범주내에 있는 acidity와 buffer capacity사이에는 음의 상관관계를, 잇몸건강 범주내의 protein과 leukocyte는 양의 상관관계를 나타냈다. 따라서 각 범주에 속한 측정값의 개선을 위해 임상적으로 접근할 경우 내부변수인 측정값 간의 상호 연관성을 반드시 고려해야 한다. 임상적으로 측정값의 변화를 줄 경우 상관관계를 가진 다른 측정값의 변화를 측정하기 위한 보다 더 심도 있는 연구도 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

이 연구는 타액검사기 사용 시 외부 및 내부변수에 따른 측정값의 변화를 분석하였다. 외부변수인 측정 시간에 따른 측정 결과 값의 차이는 각각 다르게 나타났다. 타액 채취 후 10분 동안 공기중에 방치한 후 새로운 test strip에 측정했을 때는 측정 결과에 유의한 변화가 없었다. 하지만, 한번 측정했던 test strip을 30분간 방치한 후 재 측정했을 때는 측정값이 크게 변하였다. 이는 이중 파장 반사율 방법을 사용하여 타액을 측정하는 이 검사기의 특성에도 관련이 있다. 결론적으로 이 연구에서 사용된 타액검사기를 사용하여 타액 검사를 시행할 경우 시간을 엄수하는 것이 중요하다. 또한 내부변수인 측정값 간의 상호관계를 이용하여 임상적으로 접근할 경우 그 연관성에 대한 고려가 필요하다.

## References

1. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ : A systematic review of the performance of methods for identifying carious lesions. *J Public Health Dent*, 62:201-213, 2002.
2. Lee SH, Park JW, Kook JK, Lee NY : Development of filtering system of laser fluorescence for improvement of the diagnostic sensitivity for dental caries. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 30:189-195, 2003.
3. Bader JD, Shugars DA : A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *J Am Dent Assoc*, 135:1413-1426, 2004.
4. Novaes TF, Matos R, Mendes FM, et al. : Performance of a pen-type laser fluorescence device and conventional methods in detecting approximal caries lesions in primary teeth- in vivo study. *Caries Res*, 43:36-42, 2009.
5. Matos R, Novaes TF, Mendes FM, et al. : Clinical performance of two fluorescence-based methods in detecting occlusal caries lesions in primary teeth. *Caries Res*, 45:294-302, 2011.
6. Park HJ, Kim JS, Yoo SH, Shin JS : Developing of QLF-D for early detection of dental caries. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 38:317-326, 2011.
7. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Månsson B : Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries Res*, 35:21-26, 2001.
8. Akarsu S, Köprülü H : In vivo comparison of the efficacy of DIAGNOdent by visual inspection and radiographic diagnostic techniques in the diagnosis of occlusal caries. *J Clin Dent*, 17:53-58, 2006.
9. Schneiderman A, Elbaum M, Driller J, et al. : Assessment of dental caries with digital imaging fiber-optic transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res*, 31:103-110, 1997.
10. Riddle MC, Miller ME : Scientific exploration with continuous monitoring systems: An early assessment of arrhythmias during hypoglycemia. *Diabetes Care*, 41:664-666, 2018.
11. Rana M, Zapf A, Eckardt AM, et al. : Clinical evaluation of an autofluorescence diagnostic device for oral cancer detection: a prospective randomized diagnostic study. *Eur J Cancer Prev*, 21:460-466, 2012.
12. Lawrence HP : Salivary markers of systemic disease: non-invasive diagnosis of disease and monitoring of general health. *J Can Dent Assoc*, 68:170-174, 2002.
13. Tinanoff N : Dental caries risk assessment and prevention. *Dent Clin North Am*, 39:709-719, 1995.
14. Ismail AI : Prevention of early childhood caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 26:49-61, 1998.
15. Hale KJ : Oral health risk assessment timing and establishment of the dental home. *Pediatrics*, 111:1113-1116, 2003.
16. Marshall TA, Levy SM, Stumbo PJ, et al. : Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics*, 112:e184-191, 2003.
17. Tellez M, Gomez J, Ismail AI, et al. : Evidence on existing caries risk assessment systems: are they predictive of future caries? *Community Dent Oral Epidemiol*, 41:67-78, 2013.
18. Holgerson PL, Twetman S, Stecksén-Blicks C : Validation of an age-modified caries risk assessment program (Cario-gram) in preschool children. *Acta Odontol Scand*, 67:106-112, 2009.

국문초록

## 타액검사기의 신뢰도 평가

한금아<sup>1</sup> 임상교수 · 이준행<sup>2</sup> 임상교수

<sup>1</sup>단국대학교 치과대학 세종치과병원 치주과

<sup>2</sup>단국대학교 치과대학 세종치과병원 소아치과

타액검사기는 방법이 간단하고 단시간 내에 검사를 할 수 있는 장점이 있다. 하지만 타액 채취가 용이하고 장치의 사용이 간단하나 그 결과의 신뢰성에 영향을 미치는 요인에 대해서는 검증해 볼 필요가 있다. 이번 연구는 타액검사기의 측정 결과에 영향을 미칠 수 있는 요인 중 외부변수인 시간적 요인을 분석하기 위해 측정 시간에 따른 검사 결과의 차이를 비교하였다. 또한 내부변수를 파악하기 위해 타액검사기 측정값 사이의 관련성을 분석하였다. 나이, 성별, 질환의 유무에 상관없이 무작위적으로 선정한 20명의 사람들을 대상으로 하여 타액을 채취하였다. 평균 나이는 46.6세였고, 남자 10명, 여자 10명이었다. 채취한 타액을 바로 타액검사기로 측정된 것을 I군으로 하였다. 또한 채취한 타액을 종이컵에서 10분간 공기중에 방치한 후 타액검사기로 측정된 것을 II군으로 하였다. 그리고 I군으로 사용한 것을 30분 후 재 측정하여 III군으로, III군으로 사용한 것을 30분 후 재 측정된 것을 IV군으로 하였다. 실험 결과 cariogenic bacteria, acidity, buffer capacity, blood, leukocyte, protein and ammonia 중 buffer capacity만 제외하고 나머지는 모두 II, IV군에서 유의한 변화가 있었다. 또한 측정값 중 cariogenic bacteria는 leukocyte, protein과 상호관련성이 있었고 buffer capacity는 acidity, protein과, 그리고 protein은 buffer capacity, leukocyte와 연관성이 있었다. 결론적으로 외부변수인 측정 시간에 따른 측정결과 값의 차이는 각각 다르게 나타났으며, 이는 타액검사 시 시간요인의 중요성을 의미하는 것이다. 또한 내부변수인 측정값 간의 상호관계를 이용하여 임상적으로 접근할 경우 그 연관성에 대한 고려가 필요하다.