

치아 수복재에 의한 갈바닉 전류가 인체 타액에 미치는 영향

서울대학교 치과대학 치과보존학교실

권혁춘 · 엄정문 · 조인식 · 류주희 · 손호현

ABSTRACT

THE EFFECT OF GALVANIC CURRENT BETWEEN DENTAL RESTORATIONS ON HUMAN SALIVA

Hyuk-Choon Kwon, Chung-Moon Um, In-Sik Cho, Ju-Hee Ryu, Ho-Hyun Son

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to evaluate the effect of galvanic current between different metallic restorations on human saliva. The rate of salivary flow and concentrations of IgG, IgM, sIgA and lactoferrin were measured. In this study, unstimulated whole saliva collected before restoration was regarded as control group and unstimulated whole saliva collected 10 minutes, 1 day, 1 week, and 1 month after restoration were regarded as experimental groups. Following results were obtained from this study.

1. There were some differences in values of salivary flow rate between experimental groups, but the changes in values compared to those of the control group were not statistically significant($P>0.05$).
2. Measurements of major antibacterial components of saliva showed that while the concentrations of IgG and IgM decreased significantly 1 week and 1 month after restoration($P<0.05$), changes in values of sIgA and lactoferrin were not statistically significant($P>0.05$).
3. In vitro measurements of galvanic currents decreased sharply in the first 20 seconds and thereafter decreased gradually. Galvanic current values measured in the early stages were greatly varied, but after 2 hours, the values in all groups approximated each other.

I. 서 론

구치부의 수복재로서 아말감은 오랫동안 널리 사용되어 왔으나 치질에 접착력이 없고 환경 문제를 야기할 가능성이 지적되면서 그 대체 수복재에 관한 연구가 활발히 진행중이다. 하지만 그러한 대체 수복재들은 물성이나 경제성, 기타 다른 여러 조건으로 인해 아말감을 대체하기에는 아직 미흡하여 국내 및 선진 여러 나라에서 여전히 아말감이 보존 수복재로서 사용되고 있다.

갈바닉 전류란 두 이종 금속간에 전위차에 의해 발생하는 전류를 말한다. 임상적으로 볼 때 아말감으로 수복된 환자에 이차 우식이 발생한 경우 치질의 많은 부위가 수복물로 대체되어야 하므로 많은 문제점이 따른다. 그러한 광범위한 우식 병소는 금합금 수복물로 수복되어야 하는데, 이 경우 인접치나 대합치에 수복된 기존의 아말감 수복물과의 전위차에 따라 갈바닉 전류가 발생된다. Mumford¹⁾에 의하면 치과용 아말감과 금합금과의 갈바닉 전류 측정시 그 값은 0.5~50 μ A 라고 보고하였으며, Fraunhofer와 Stahel²⁾은 potentiostat를 사용하여 측정한 결과 0.64~1.4 mA/cm²이라고 보고하였다. Arvidson과 Johansson³⁾은 재래식 아말감과 Type II Gold Alloy에서 가장 큰 전류가 발생(200 μ A/dm²)하였으며, 고동 아말감과 이종 금속간의 갈바닉 전류는 매우 약한 전류가 발생하였고, 금합금과 Co-Cr 합금과는 갈바닉 전류가 거의 발생하지 않는다고 보고하고 있다⁴⁾. 이 전류는 아말감의 부식을 가속시키고 치수 동통도 유발시킬 수 있다. 이에 구강 내 이종 금속수복물에 기인하여 발생하는 갈바닉 전류에 대한 연구들이 진행되어 왔는데 Johansson⁵⁾은 타액 보다 생리 식염수에서 더 높은 전류값을 나타냈으며, 타액 중 전타액과 이하선 타액과의 비교값에서는 이하선 타액을 전해질로 사용한 경우에서 조금 더 높은 전류값을 나타냈다고 보고하였다. 대부분의 연구들이 수복물의 부식 및 타액의 전해질 성분 변화에 따른 전류의 변화에 초점을 맞추어왔다. 그러나, 갈바닉 전류가 구강내의 항상성(homeostasis) 유지에 가장 중요한 역할을 하는 타액의 중요 성분 변화에 미치는 영향에 관한 연구보고는 전무한 실정이다.

구강내의 항상성(homeostasis) 유지에 가장 중요

한 역할을 하는 타액은 운환 및 미각 작용 이외에도 항세균 효과와 항진균 효과가 있으며, 소화 효소를 포함하고 있어 소화의 초기 단계에 기여한다. 이와 같이 타액은 자정 작용 및 보호 작용을 수행하여 구강 조직의 기능을 정상적으로 유지하는데 반드시 필요하고 구강 내 질병 발생을 억제 시키는데 큰 역할을 하므로 그 성분 및 성질의 변화에 매우 중요한 의미를 갖는다.

본 실험은 갈바닉 전류가 타액의 성질 중 임상적으로 가장 중요하고 가장 간편하게 측정 가능한 타액의 분비율과 타액 내 면역 글로블린 방어인자(sIgA, IgM, IgG) 및 lactoferrin과 같은 비면역 글로블린 방어인자의 변화에 미치는 영향을 경시적으로 측정하고 그 결과를 수복 치료 전과 비교 관찰함으로써 갈바닉 전류가 타액에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 연구 대상

이전에 아말감으로 수복된 치아를 가진 환자 또는 치과용 금 합금으로 수복된 치아를 가진 환자 중, 이차 우식이나 새로운 치아 우식으로 인하여 수복이 필요한 경우 실험 대상에 포함 시켰다. 그 중 대합되는 치아에 각각 수복물이 필요한 경우만 실험 대상에 포함 시켜 이종 금속으로 수복하였다. 또한, 내과적 질환이나 유전병 등 실험결과에 영향을 미칠만한 환자들은 제외시켰다. 실험 대상에 참여한 인원은 총 20명이며, 수복 전 전타액을 추출하여 대조군으로 하였고, 수복 후 10분, 1일, 1주, 1개월 후에 각각 전타액을 추출하여 실험군으로 하였다.

2. 실험 재료

실험에 사용된 재료는 아말감으로는 fine-cut non-zinc type의 재래식 아말감(Table 1)을 사용하였으며, 금합금은 치과용 금합금인 20k의 type I gold(Table 2)를 자체 제조하여 사용하였다.

Table 1. Amalgam alloy used in this study

Product name	Type	composition	Manufacturer
Bestaloy	Type I, Class I	Ag 68% Sn 27.3% Cu 4% Bal 0.7%	Dong Myung Dental Industrial Co. Seoul Korea

Table 2. Gold alloy used in this study

Type	Composition
Type I(20k)	Gold 83.3% Ag 5.8% Cu 10.9%

3. 실험 방법

(1) 안정 시 분비되는 전타액 채취 및 분비율 측정

타액 채취는 아침 9시에서 11 사이에 하였다. 타액 채취를 위해 내원하기 전에 음식을 먹거나 음료를 마시는 것을 허용하지 않았으며 금연도 지시하였다. 타액 채취 전 의자에 앉은 상태에서 5분 정도 편안하게 쉬도록 한 다음 입안을 물로 헹구도록 하고 타액 채취를 시작하기 직전에 입안에 고인 침을 삼키도록 지시하였다. 안정 시 분비되는 전타액(unstimulated saliva) 채취는 입술을 다물고 있다가 입안에 고인 타액을 1분에 1-2회 시험관에 빨도록 하였으며 이를 10분간 채취하여 분비율을 계산하였다. 채취 후 타액을 원심 침전하여 (10,000G, 10분, 4°C) 세균을 제거하고, 여러 가지 protease inhibitor(PMSF, NEM, EDTA)와 있을 지도 모르는 세균의 증식을 막기 위해, 0.02% NaN₃과 Triton X-100(0.1%) 같은 nonionic detergent를 더하였다.

(2) 타액 내 주요 항균 물질의 측정

타액 내 sIgA, IgM, IgG와 lactoferrin의 농도는 enzyme-linked immunoassay 방법으로 정량하였다. Enzyme-linked immunoassay는 항원을 검증할 때 쓰이는 표준화된 방법을 사용하였다. 100μl 시료를 96well 이 있는 dish에 4°C에서 밤새 coating 한 후 완충액으로 씻은 후(0.1 % Tween 20, 20mM Tris, 0.15M NaCl), 희석된 제 1차 항체를 100μl를 넣고 37°C에서 한 시간 incubation 하였다. 전과 같이 접시 속의 well 들을 씻고, 다시 희석된 2차 항체인, peroxidase-conjugated goat anti-rabbit antibody를 각 well 속에 넣고 1시간 incubation한 후 다시 각 well을 전과 같이 씻고 substrate(OPD tablet set)를 더 한 후, 상온에서 5-30분 동안 incubation하고, 강산으로 반응을 중지시켰고 ELISA reader로 color density를 읽었다. 이 때, lactoferrin은 human milk lactoferrin을 standard로 사용하였으며 primary antibody로는 human lactoferrin antiserum을 사용하였고, secondary antibody로는 goat-anti-rabbit IgG peroxidase-conjugate를 사용하였다. Substrate로는 OPD tablet set를 이용하였다.

(3) 갈바닉 전류의 in vitro 측정

갈바닉 셀은 Fig. 1과 같이 고안하여 제작하였고, 금 합금과 아말감 시편은 직경 0.7mm의 원형으로 제작하여, 10mm의 거리를 두고 마주 보게 한 상태에서 고정 시켰고, 전타액을 전해액으로 하여

Table 3. Digital multimeter

Range	Minimum measurable current	Accuracy(40Hz-400Hz)
200μA	0.1μA	±(2% value + 5 coefficient)
2mA	1μA	"
20mA	10 μA	"
200mA	100μA	"
2000mA	1mA	±(3% value + 5 coefficient)

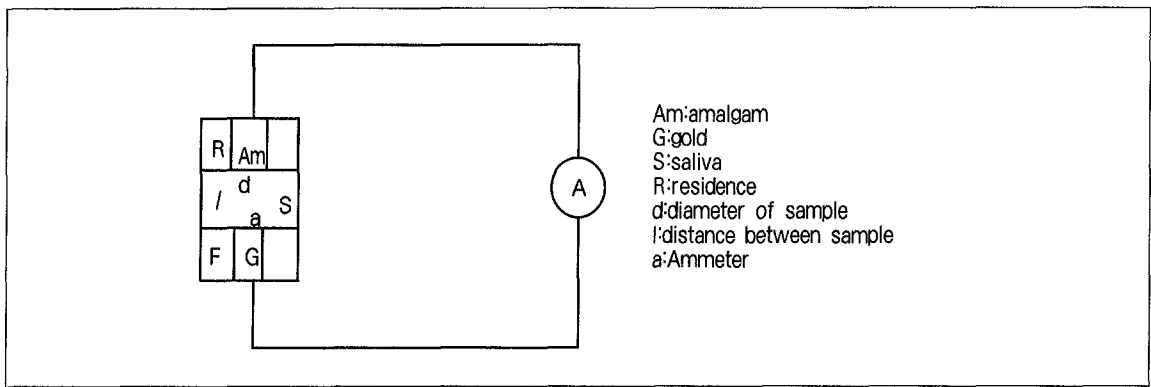


Fig 1. Diagram of galvanic cell used in this study

금 합금과 아말감 간의 갈바닉 전류를 측정하였다. 이 때, 타액의 온도는 37.5°C를 유지하였고 전류 측정기의 환경은 18~28 °C, 상대 습도 90% 이하의 상태를 유지하였다. 갈바닉 전류의 측정은 digital multimeter(Model HC-601, Hung-chang, Seoul Korea)를 사용하였으며 측정 전류의 범위는 다음 Table 3와 같았다.

III. 실험성적

초기 20명의 표본을 대상으로 실험을 실시하였

으나 그 후 내원하지 않거나 측정 시 오차가 있었던 대상을 제외하고 14명의 표본을 대상으로 실험 결과를 유출하였다. 이중 급속으로 수복하기 전 대조군의 타액을 채취하였고, 수복 후 10분, 1일, 1주, 1개월에 각각 실험군의 타액을 채취하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 안정 시 타액 분비율 측정

타액 분비율의 변화는 Table 4와 같으며 표본간에는 분비율에 다소 차이를 보였으나 표본 각각에

Table 4. Salivary secretion rate(ml/min)

	Before restoration	10 min. after restoration	1 day after restoration	1 week after restoration	1 Mon. after restoration
S1	0.273	0.228	0.219	0.137	0.102
S2	0.5	0.6	0.529	0.429	0.429
S3	0.194	0.429	0.5	0.375	0.419
S4	0.214	0.375	0.273	0.231	0.214
S5	0.375	0.333	0.4	0.75	1
S6	0.188	0.6	0.25	0.3	0.5
S7	0.176	0.333	0.5	0.333	0.3
S8	0.5	0.409	0.47	0.343	0.4
S9	0.375	0.19	0.218	0.207	0.333
S10	0.188	0.2	0.214	0.273	0.2
S11	0.214	0.375	0.333	0.375	0.25
S12	0.36	0.333	0.3	0.3	0.273
S13	1	2.35	0.818	0.667	1
S14	0.24	0.36	0.167	0.387	0.493
Mean±S.D.	0.34±0.22	0.51±0.54	0.37±0.18	0.36±0.17	0.42±0.27

대해서는 대조군과 비교하여 시간 경과에 따른 실험군의 측정값 변화의 유무는 통계적 유의성이 없었다(Student t-test, $P>0.05$).

2. 타액 내 주요 항균 물질의 측정

타액 내 주요 항균 물질인 IgG, IgM, sIgA, lactoferrin의 농도는 Table 5에 표시하였으며, 타액 채취 시간에 따른 각 물질의 농도 변화는 Fig 2, 3, 4, 5와 같다. IgG와 IgM에서 처음 대조군과 비교했을 시, 농도 변화가 통계적 유의성이 있었다

($P<0.05$). IgG의 경우 수복 전에 비해 수복 후 10분, 1주일, 1개월 후에 대체적으로 감소하는 양상을 보이고 있으며 그 변화가 통계적 유의성이 있었다($P<0.05$). IgM의 농도는 수복 전에 비해 수복 후 10분에 감소하였으나 1일 후 증가한 군이 9군 있었으며 1주일 및 1개월 후에는 각각 5군, 3군을 제외하고는 대체적으로 감소하는 양상을 보였으며 그 변화가 통계적 유의성이 있었다($P<0.05$). Lactoferrin의 농도 변화는 통계적으로 유의할만한 변화 양상을 관찰할 수 없었다. sIgA의 농도 변화는 통계적으로 유의할만한 변화 양상을 관찰할 수

Table 5. Concentration of salivary immunoglobulins and nonimmunoglobulin defense factor (Mean \pm SD, μ g/ml).

	Before restoration	10 min. after restoration	1 day after restoration	1 week after restoration	1 Mon. after restoration
IgG	2.36 \pm 0.94	1.82 \pm 0.62	1.88 \pm 0.89	1.22 \pm 0.37	1.07 \pm 0.38
IgM	2.84 \pm 1.86	1.88 \pm 2.02	1.08 \pm 2.06	1.70 \pm 1.44	1.27 \pm 1.13
sIgA	50.64 \pm 24.85	44.02 \pm 17.90	38.97 \pm 14.30	40.35 \pm 18.47	37.57 \pm 17.81
Lactoferrin	11.20 \pm 10.01	15.37 \pm 8.59	10.15 \pm 7.39	15.13 \pm 11.82	11.77 \pm 9.99

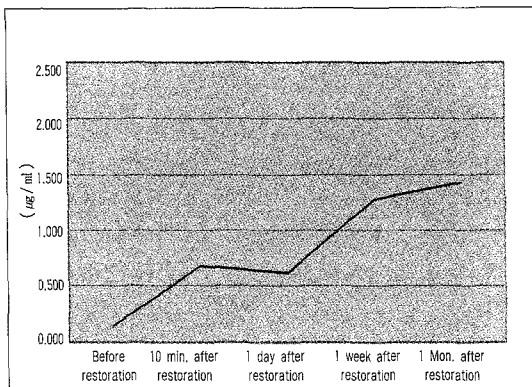


Fig. 2 Concentration of IgG (μ g/ml)

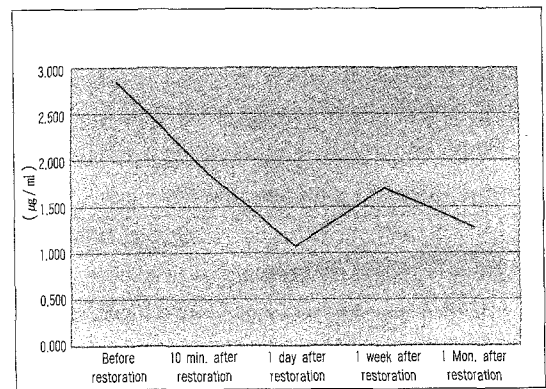


Fig.3 Concentration of IgM (μ g/ml)

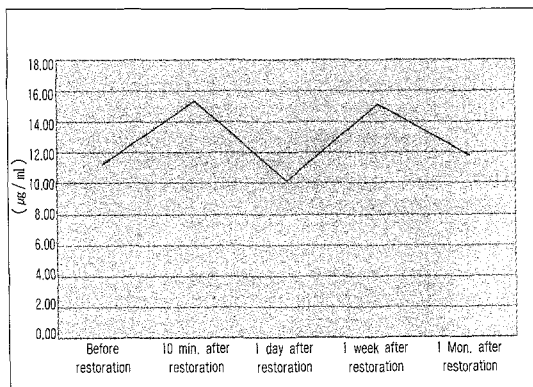


Fig.4 Concentration of lactoferrin (μ g/ml)

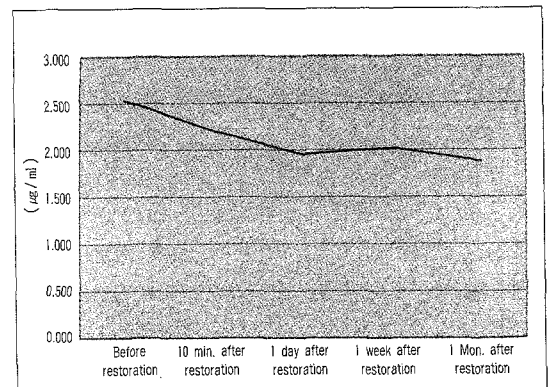


Fig.5 Concentration of sIgA (μ g/ml)

Table 6. Galvanic current measured in this study (mA/cm²)

	0sec	10sec	20sec	30sec	40sec	50sec	60sec	2min	3min	4min	5min	10min	30min	60min	120min
S1	27.22	17.16	15.38	14.50	13.91	13.61	13.02	11.83	11.24	10.65	10.36	9.17	8.88	7.99	7.69
S2	21.89	13.02	10.95	10.06	9.47	8.88	8.58	7.69	7.40	7.10	6.80	6.21	5.62	5.62	5.62
S3	31.95	16.27	13.91	12.43	11.54	10.95	10.65	9.17	8.58	7.99	7.69	6.51	6.21	5.92	5.92
S4	32.84	18.93	16.86	15.98	15.38	14.50	14.20	12.72	11.83	11.54	11.54	10.06	9.76	9.47	9.47
S5	29.29	18.93	16.27	15.68	15.38	15.09	14.50	12.43	12.13	11.83	11.24	9.17	7.99	7.69	7.10
S6	21.60	17.16	15.98	15.38	14.79	14.50	14.50	13.61	13.02	12.72	12.43	10.06	7.99	8.58	7.99
S7	37.28	29.59	26.63	24.85	23.37	22.49	21.60	18.34	16.57	15.38	14.50	9.47	8.58	7.69	6.51
S8	20.71	19.23	18.64	18.34	18.05	17.75	17.75	16.57	15.68	15.09	14.50	9.17	7.99	7.99	6.80
S9	30.18	18.93	17.75	16.86	15.38	15.38	14.79	13.61	13.31	12.72	12.43	10.95	10.36	9.47	8.58
S10	26.63	17.75	17.16	15.38	13.61	12.43	11.83	10.06	9.47	9.17	8.58	7.99	7.99	7.69	7.69
S11	33.14	15.09	12.13	11.54	10.95	10.36	9.76	8.58	7.99	7.99	7.69	6.51	6.21	5.62	5.92
S12	24.56	20.12	18.93	17.75	17.16	16.57	15.98	14.20	13.31	12.43	11.83	9.47	9.17	7.99	7.40
S13	26.33	15.98	15.38	14.79	13.91	13.31	13.02	12.13	11.54	11.24	10.95	9.47	8.88	8.28	7.69
S14	26.92	15.98	14.20	13.61	13.31	12.72	12.72	11.54	10.95	10.95	10.65	10.06	9.47	9.17	8.88
mean	27.90	18.15	16.44	15.51	14.73	14.18	13.78	12.32	11.64	11.20	10.80	8.88	8.22	7.80	7.38
±S.D.	4.86	3.81	3.72	3.54	3.39	3.39	3.32	2.94	2.70	2.50	2.40	1.49	1.40	1.28	1.15

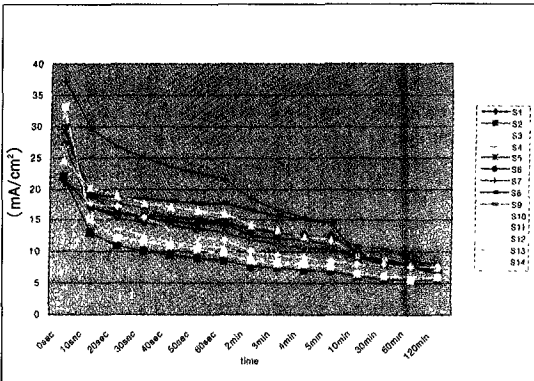


Fig.6 Galvanic current measured in this study

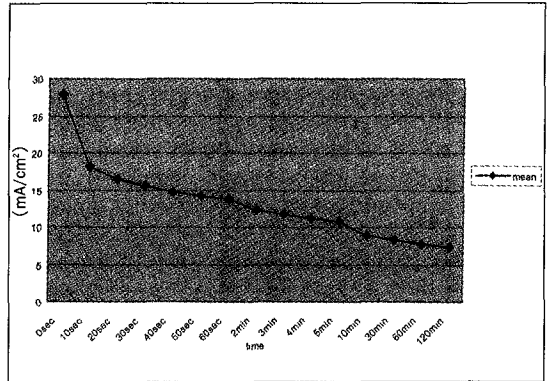


Fig.7 Mean value of galvanic current in this study

없었다.

3. 갈바닉 전류의 in vitro 측정

이중 금속간의 갈바닉 전류의 측정 값은 Table 6, Fig. 6, Fig. 7 과 같으며 시간이 경과함에 따라 급격히 감소하며 시간이 지날수록 일정한 값을 유지하는 양상을 보였다. 초기 갈바닉 전류의 값은 표본마다 다양했으나 2시간 이후는 거의 비슷한 값을 보였다.

IV. 총괄 및 고안

타액은 구강 내 항상성 유지에 중요한 역할을 담당하여 구강조직의 기능을 정상적으로 유지하는데 큰 역할을 하므로 그 성분 및 성질의 변화가 중요한 의미를 갖는다. 본 실험에서는 갈바닉 전류의 발생에 따른 타액 내 면역 글로블린 방어인자 중 sIgA, IgG, IgM의 농도변화와 비면역 글로블린 방어인자인 lactoferrin의 농도변화를 ELISA(Enzyme-linked immunosorbent assay)를 이용해 관찰하였다. 과거에 많이 사용했던 RIA (Radioimmunoassay)를

이용한 검출방법은 극히 미량의 검출도 가능하나 지극히 민감하여 술자 간에 오차가 많았던 것에 비해 이 면역학적 방법은 재현성과 특이성이 우수하고 손쉽게 다룰 수 있는 장점을 가지고 있다⁶⁾. 타액 내에 주로 존재하는 IgA는 혈청 내 존재하는 IgA와는 그 분비기전이 달라 sIgA로 명명하며, 이는 점막의 거의 모든 상피세포에 존재하는 특이당단백인 secretory component와 polymeric IgA가 결합한 형태이다⁷⁾. sIgA는 점막표면에 존재해 특정 항원과 결합하여 면역복합체를 형성해 항원을 응집(agglutination)시키고 immune exclusion시킴으로써 분비상피 내로의 유입을 방지하는 역할을 한다. 또한 치과질환과의 연관성에 관해서는 논란이 많으나 치면 세균막이나 획득피막 내에서 발견되며 GTF(glucosyltransferase)와 결합해 우식 억제 작용을 한다고 알려져 있으며⁸⁾, 세균응집을 통해 구강 내 smutans의 제거 및 범람질에의 세균 부착을 억제한다고도 알려져 있다⁹⁾.

전타액(whole saliva) 내에 존재하는 IgG의 경우 타액에서의 IgG도 있지만 치은열구액으로부터 타액으로 유입된 serum IgG도 상당한 부분을 차지하고 있다는 것이 다른 면역 글로블린 인자와 구별되는 특징이며 이 둘은 분자량이나 기능 등이 유사한 것으로 보고되고 있다¹⁰⁾. 따라서 IgG의 농도변화는 반드시 타액이나 타액선에 의한 영향만으로는 보기 힘들며 circulating IgG에 대해서도 고려해야 할 것으로 사료된다. IgM은 일차면역반응에서 가장 먼저 합성되는 면역 글로블린 인자지만 곧 IgG로 대체되며, 보체계 활성화에 가장 효과적인 인자로 알려져 있다. 주타액선 내에 면역 글로블린 방어인자를 생산하는 면역세포가 존재하는데 IgM을 생산하는 면역세포는 6~8%, IgG를 생산하는 면역세포는 4~5%, IgD를 생산하는 면역세포는 2~3%를 차지하며 나머지80%는 대부분 IgA를 생산하는 면역세포가 차지하고 있다고 보고되고 있다¹¹⁾.

본 실험에서는 안정 시 분비되는 전타액을 사용하였는데 이것의 분비율은 각 실험대상의 감정상태와 신체의 건강상태에 따라 많은 영향을 받으므로, 갈바닉 전류가 분비율에 어떤 영향을 미치는지에 대한 상관관계를 밝히는데 어려움이 따른다. 아울러 분비율에 의해 소타액선, 이하선, 악하선으

로부터의 기여도가 달라지고¹²⁾, 이하선 타액 분비율을 측정하는 것보다 부정확하며, 구성성분의 정량평가 시 그 전에 원심분리에 의한 침전물 제거 과정이 필요한데 이때 침전물에 면역 글로블린 인자가 포함되어 손실이 일어날 수 있다^{13,14)}.

안정 시 전타액내 면역 글로블린 인자의 농도 및 분포에 관해 많은 보고가 있어 왔으며 그 수치 또한 다양하다. Gronblad에 의하면 안정 시 전타액내 sIgA의 농도는 $194.0 \pm 53.7 \text{mg/l}$, IgG의 농도는 $14.4 \pm 9.0 \text{mg/l}$, IgM의 농도는 $2.1 \pm 1.9 \text{mg/l}$ 임을 보고하였고 치주염 환자에서 그 농도가 2~3배 정도 증가함을 보고하였다¹⁵⁾.

타액 내 비면역 글로블린 인자인 lactoferrin은 철결합 당단백으로 타액선 내 장액세포(serous cell)에 존재하며 점액세포(mucous cell)에는 존재하지 않는 것으로 알려져 있다¹⁶⁾. 이 또한 전타액에서는 치은 열구액이 중요한 유입원으로 작용하는 특징을 가지고 있으며¹⁷⁾ 전타액 내 농도는 대략 $8.5 \sim 24 \mu\text{g/ml}$ 라고 보고되고 있다¹⁸⁾. lactoferrin은 철과의 친화력이 매우 높고 병원성 균주로부터 이원소를 빼앗을 수 있어 항균작용을 나타내며¹⁹⁾, PMN leukocyte의 degranulation시 분비되므로 쇼그렌 증후군에서 그 농도가 증가되며²⁰⁾, 전타액 내 lactoferrin의 농도가 염증의 정도를 반영한다고 볼 수 있다.

타액 내 여러인자와 전신질환 및 구강 내 질환과의 관계에 관한 연구나 보고는 매우 많고 다양하나 갈바닉 전류의 발생에 따른 변화에 관한 보고는 전무한 실정이다. 갈바닉 전류에 의해 이온화에 따른 세포막 표면의 구조나 기능변화를 유추할 수 있으며 이로 인한 면역 및 비면역 글로블린 방어인자의 생산세포에 대한 영향도 생각해 볼 수 있으리라 사료된다. 타액 내 주요 항균물질의 변화에서는 IgG와 IgM에서 1주와 1개월 후일 때 원래 타액에서 농도와의 통계적 유의성을 보였는데, 원래보다 감소하는 양상을 보였다. 이는 갈바닉 전류에 의해서 IgG와 IgM 자체가 영향을 받아 감소했거나, 그것이 분비되는 구강 내 타액조직에 영향을 주어 분비가 감소했음을 유추할 수 있다. 하지만 다른 물질들은 특별한 변화를 관찰할 수 없었던 것에 비추어 불매 후자보다는 전자에 의한 결과로 사료된다. IgG와 IgM이 이러한 변화를 보이

는 것에 대한 임상적 의미는 앞으로 더욱 연구가 필요할 것으로 사료된다. 갈바니 전류의 측정은 전 타액을 사용해야 하는 관계로 Fig.1과 같은 장치를 특별히 고안하여 측정하였는데, 처음 타액에 galvanic cell 을 이루었을 때로부터 20초간 급격히 감소하고 그 이후는 완만히 감소하는 양상을 보였는데, 이런 현상은 모든 표본에서 관찰할 수 있었다. 모든 표본에서 갈바니 전류의 변화 양상은 비슷하며 2시간 이후는 거의 일정한 값을 보이고 있다. Initial maximum current는 개인마다 차이가 있었지만 시간이 경과함에 따라 거의 비슷한 수치를 보였으며, Arvidson과 Johansson³⁾, 그리고 Johansson⁵⁾이 측정한 갈바니 전류의 변화나 김과 엄²⁰⁾이 보고한 양상과 거의 일치하고 있다.

안정시 전타액의 채취에는 통상적인 갈바니 전류의 측정을 위한 충분한 양이 되지 못하여 특별한 장치를 고안하였는데, 적은 양의 타액을 사용하여 갈바니 전류의 측정이 가능하였다.

본 실험의 결과로 볼 때 타액내 IgG와 IgM의 감소가 갈바니 전류에 기인하였다고 유추할 수는 있으나 명확히 결론짓기는 어렵고 보다 정밀한 연구가 필요할 것으로 사료되며, 갈바니 전류에 의한 인체 타액 주요성분의 변화를 관찰함으로써 그 변화에 의한 구강환경의 변화를 추정하는 자료로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

갈바니 전류가 타액의 분비율과 타액 내 면역 글로불린 방어인자(sIgA, IgM, IgG) 및 lactoferin과 같은 비면역 글로불린 방어인자의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 내과적 질환이나 유전병 등 실험결과에 영향을 미칠만한 환자를 제외하고 20명의 건강한 사람을 대상으로 연구를 시행하였다. 수복 전 전타액을 추출하여 대조군으로 하였고, 수복 후 10분, 1일, 1주, 1개월 후에 각각 전타액을 추출하여 실험군으로 하였으며 타액 분비율 및 타액 내 주요 항균물질의 변화를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 타액 분비율에 있어 표본 간에는 분비율에 다소 차이를 보였으나, 표본 각각에 대해서는 대

- 조군과 비교하여 시간 경과에 따른 측정값 변화의 유무는 통계적 유의성이 없었다($p>0.05$).
2. 타액내 주요 항균물질의 농도 변화를 측정한 결과, IgG와 IgM은 이종 금속 수복 후 1주와 1개월 후에 유의할 만한 농도 감소를 보였고 ($p<0.05$), sIgA와 lactoferin 은 이종 금속 수복전, 후에 있어 유의할 만한 농도차이를 보이지 않았다($p>0.05$).
 3. 갈바니 전류의 *in vitro* 측정값은 처음 20초간 급격히 감소 후 시간이 지날수록 완만히 감소하는 양상을 보였고, 초기 갈바니 전류의 값은 표본마다 다양했으나 2시간 후 거의 비슷한 값을 보였다.

참 고 문 헌

1. Mumford J. M. : Pain due to galvanism., Brit. Dent. J., 108 : 299-301, 1960
2. Fraunhofer J. A., Staheli P. J : The measurement of galvanic corrosion currents in dental amalgam., Corr. Scien., 12 : 767-773, 1972
3. Arvidson K, Johansson E. G. : Galvanic currents between dental alloys in vitro., Scand. J. Dent. Res., 93 : 467-473, 1985
4. Halland R. I. : Galvanic currents between gold and amalgam., Scand. J. Dent. Res., 88 : 269-272, 1980
5. Johansson B. I. : An in vitro and in vivo study of galvanic currents between amalgam and gold alloy electrodes in saliva and saline solutions., Scand. J. Dent. Res., 94 : 562-568, 1986
6. Brennan F. M. : Encyclopedia of immunology. Academic press., 432-433, 1992
7. Brandtzaeg, P. : Mucosal and glandular distribution of immunoglobulin components., J. Immunol., 112 : 1553, 1974
8. Challacombe S. J. : Antibodies to an extract of Streptococcus mutans, containing glucosyltransferase activity, related to dental caries in man., Archs. Oral. Biol., 18 : 657, 1973
9. Krasse B. : Available immunoglobulin A antibodies in mouthrinses and implantation of S.

- mutans., *Infect. Immun.*, 41 : 1360, 1983
10. Brandtzaeg P. : Human secretory immunoglobulins., *Scand. J. Haematol. Suppl.*, 12 : 1 : 1970
 11. Korsrud F. R. : Quantitative immunohistochemistry of immunoglobulin- and J-chain-producing cells in human parotid and submandibular glands., *Immunology*, 39 : 129, 1980
 12. Kerr A. C. : The physiological regulation of salivary secretions in man., *Int. Series of Monographs on Oral Biology*, Vol. 1, 1961
 13. Lehner T. : Immunoglobulin estimation of blood and saliva in human recurrent oral ulceration., *Arch. Oral Biol.*, 14 : 351, 1969
 14. Cole M. F., Emilson C. G. : Effect of peroral immunization of humans with *S. mutans* on induction of salivary and serum antibodies and inhibition of experimental infection., *Infect. Immun.*, 46 : 703, 1984
 15. Gronblad E. A. : Concentration of immunoglobulins in human whole saliva., *Acta Odontol. Scand.*, 40 : 87, 1982
 16. Reitamo S., Konttinen Y. T. : Distribution of lactoferrin in human salivary glands., *Histochemistry.*, 66 : 285, 1979
 17. Friedman S., Herrera M. : Lysosome and lactoferrin quantitation in crevicular fluid., *J. Periodont.*, 54:347,1983
 18. Rudney J. O., Smith Q. T. : Correlations between human salivary levels of lysozyme lactoferrin, salivary peroxidase and secretory immunoglobulin., *Arch. Oral Biol.*, 30 : 765, 1985
 19. Cole M. F., McGhee J. R. : Studies with human lactoferrin and *S. mutans*., *Microbial Aspects of Dental Caries*. Information Retrieval Inc., Washinton, D. C. : 359, 19
 20. Konttinen Y. T., Reitamo S. : Lactoferrin in Sjogren's syndrome., *Arthritis Rheum.*, 27 : 462, 1984
 21. 김승수, 엄정문 : 수종 아말감과 금합금의 갈바닉 전류 측정에 관한 연구, 대한 치과 보존 학회지., 18(2) : 469-480,1993