

原 著

口腔粘膜に対する歯科用合金修復物の電位測定装置
DMA (Dental Metal Activity) メーターの臨床応用
第1報 電位値の測定条件について

横 山 貴 紀¹⁾ 倉 知 正 和²⁾ 山 村 善 治¹⁾
宇 野 光 乗¹⁾ 松 井 孝 介²⁾ 横 矢 隆 二²⁾

1) 朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野

2) 朝日大学歯学部総合歯科学講座

抄録 歯科用金属の口腔粘膜に対する起電力が簡便に測定できる装置Dental Metal Activity Meter・Model ST-6000(DENTIMPEX社)を用いて、再現性ある測定値を得るための測定条件について検討した。被験者は、成人男性4名を採択し、それぞれに装着されている修復物3種(被験者A, Bは金合金, 被験者Cは銀合金, 被験者Dはアマルガム)を測定対象として、日内・日間変動, および患者のチェアーサイドでの行動等を考慮した刺激条件別変動(洗口, ブラッシング, ガム咀嚼)と, これを回避するための条件(ロールワッテ, 開口器を上下歯間に介在させて咬合)について検討した。

その結果, 測定時刻を食後の口腔内ブラッシングから1時間以上経った午前中とすることが, そして測定前には上下歯間にロールワッテや開口器を噛ませて, 上下歯を20分以上接触させないようにしてから測定することが必要であることが示唆された。

キーワード: DMAメーター, 歯科用金属アレルギー, 金合金, 銀合金, アマルガム

I. 緒 言

口腔内に装着した歯科用金属から溶出した金属イオンが病因と考えられる症例の報告も少なくない¹⁻⁶⁾。口腔内に装着した歯科用金属の腐食については, 異種金属間に流れる電流がマクロガルバニー電池作用腐食として古くから注目されていたが, 口腔粘膜に対しても金属同士間と同程度あるいはそれを越える起電力が生じ, 腐食を進行させる可能性があることが報告されている⁷⁾。また電極電位は金属の電気化学的状态を表す最も重要なパラメーターの一つであると考えられている⁸⁾。こうしたことを背景に最近になって, 口腔粘膜に対する歯科用金属の電位が簡便に測定可能な装置

Dental Metal Activity Meterが^{9,10)}開発, 市販された。

一方, 口腔内における電解質としての唾液は飲食物などによってその組成, 温度, pHなどが常に変動しており, さらに金属修復物自体も咀嚼, 咬合接触などの機械的刺激によって腐食を助長する^{6,11)}ことから, 電位は種々の口腔内環境条件によって変動する¹²⁾ことが知られている。

そこで著者らは, DMAを臨床応用するに当たり, 口腔内で再現性ある測定値を得るための測定条件について検討した。

II. 研究方法

1. 被験者と修復物

被験者には1歯のみが修復処置され, 他は健全歯を有する成人男性4名(平均年齢27.5歳)を採択した。な

お, 口腔内に装着されている修復物は金合金インレー(被験者A, B), 銀合金インレー(被験者C), アマルガム(被験者D)であった(図1)。

2. 測定装置と測定方法

電位の測定には Dental Metal Activity Meter・

(平成15年10月16日 受理)

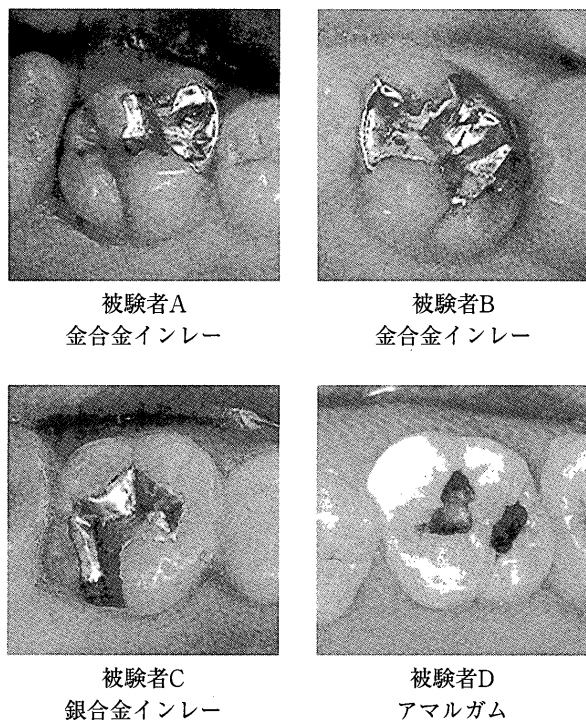


図1 測定対象修復物

Model ST-6000 (DENTIMPEX社, 以下DMA)を用いた。本装置は、本体と一対(粘膜用, 金属用)の電極電位測定用接触子(以下プローブ)から構成されている(図2)。粘膜用プローブは非金属製(Ag/AgCl: 銀塩化銀)であり, 金属用, 粘膜用の両プローブともディスプレイで一本ずつが無菌パッケージされている。

測定方法は, まず測定対象となる修復物表面を十分に乾燥させた後, 金属プローブをその表面に確実に接触させる。その後, 粘膜プローブを測定対象金属が装着されている歯にできるだけ近い粘膜に接触させることによって, 個々の修復物の特異的活動電位値が表示される^{9,10,13)}。

3. 電位の変動因子

実験1 日間, 日内変動

電位の日内, 日間変動を検討した。測定時刻は午前

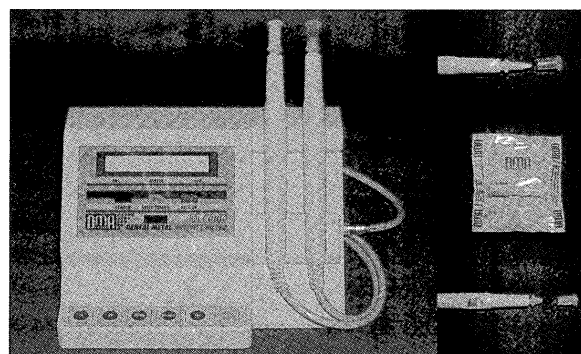


図2 計測装置
(Dental Metal Activity Meter Model ST-6000)

9時から午後3時までの40分間隔に加えて昼食直後の正午の11回(9時, 9時40分, 10時20分, 11時, 11時40分, 12時, 12時20分, 13時, 13時40分, 14時20分, 15時)とし, 各時刻それぞれ連続3回ずつ測定した。

これを日を変えた3日間測定した。

なお, 昼食は11時40分の測定後, 正午までに摂らせ, これ以外には一切の飲食を禁止した。

実験2 口腔内環境の変化による経時的変動

口腔内環境の変化が電位にどのような影響を及ぼすのかを検討した。

測定前には, まず20分間の安静位状態を保持させた後に以下の5条件を負荷させた。

①水道水による3回の洗口②歯磨剤を使用しない3分間のブラッシング③糖分や香料を含まない試作ガムの1分間の咀嚼④上下歯間にロールワッテを5分間介在⑤上下歯間にバイトブロック(ニューバイトブロック-S, 井上アタッチメント株式会社, 以下開口器)5分間介在, とした。

①~⑤の口腔内条件ごとに, それぞれの条件の負荷直前, 直後, 負荷10, 20, 30分後に測定した。これを日を変えた3日間, それぞれ午前10時に測定した。

4. 分析方法

要因間の有意差検定は, 分散分析と分散比による検定を行った。

III. 結 果

1. 実験1

1) 電位の変動様相

図3に電位の日内(測定時刻ごとの連続3回測定した平均値), 日間変動を被験者別で示した。

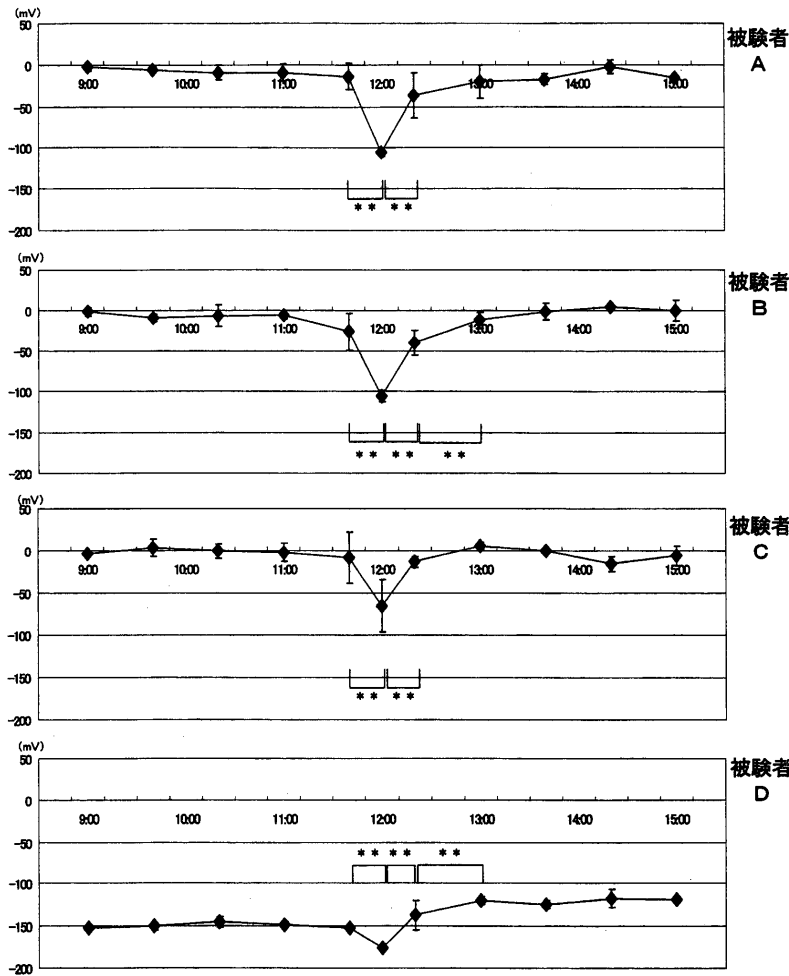
測定時刻ごとの測定値を比較すると, 4被験者いずれも12時(昼食直後)に大きく低下し, 1時頃にはおおむね回復すること, そして午前(9時から11時)に比較して午後(13時から15時)の方がやや変動幅が大きい傾向がうかがわれた。その他の時刻で特徴的なことは, 被験者ABCは午前, 午後ともに同様な区間内(13~40mV間)で変動するも, 被験者Dは他の3人に比較してやや低い値(-110~-155mV間)で推移し, 午前

に比較して午後の方が30mV程高い区間内で変動した。測定日ごとの測定値を比較してみると, 同一被験者では大きな日間変動はうかがわれなかった。

2) 分散分析結果(測定日間, 測定時刻間の比較)

被験者ごとで, 測定日(要因A), 測定時刻(要因B)をそれぞれ要因とした2元分散分析をおこなった結果(表1), 全被験者で要因Aの測定日間には有意差が認められなかったが, 要因Bの測定時刻間には有意差($p < 0.01$)が認められた。

有意差の認められた要因Bについてそれぞれ水準間の検定を行った結果, 11:40, 12:00と12:20で他の測定時刻に比較して有意な低下が認められたが, 11:



** : p<0.01

図3 電位の日内・日間変動

表1 ANOVA表

被験者 A	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p 値
全体 (T)	32	29409.19			
因子 (A : 測定日)	2	482.116	241.058	1.680438	0.211548
因子 (B : 測定時刻)	10	26058.08	2605.808	18.16533	6.32E-08 (**)
誤差 (E)	20	2868.99	143.4495		
被験者 B	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p 値
全体 (T)	32	32811.34			
因子 (A : 測定日)	2	640.1886	320.0943	2.85643	0.081058
因子 (B : 測定時刻)	10	29929.93	2992.993	26.70862	2.08E-09 (**)
誤差 (E)	20	2241.219	112.0609		
被験者 C	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p 値
全体 (T)	32	16340.45			
因子 (A : 測定日)	2	575.5623	287.7811	1.312584	0.291328
因子 (B : 測定時刻)	10	11379.93	1137.993	5.190443	0.00087 (**)
誤差 (E)	20	4384.956	219.2478		
被験者 D	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p 値
全体 (T)	32	11844.24			
因子 (A : 測定日)	2	130.2424	65.12121	1.293254	0.296353
因子 (B : 測定時刻)	10	10706.91	1070.691	21.26304	1.6E-08 (**)
誤差 (E)	20	1007.091	50.35455		

40, 12:00と12:20以外の測定時刻間ではほとんどの時刻間で有意差($p < 0.01$)が認められなかった。

3) 分散比の検定結果(午前-午後間の比較)

電位の分布様相を観察するといずれの被験者も午前と比較して午後の方がバラツキが大きいことがうかがわれた(図4)。

そこで測定時刻を午前(9:00~11:00)と午後(13:00~15:00)という区分で、両者間のバラツキの大小を被験者別でF-検定した。その結果、被験者A, Bでは午前と比較して午後の方が有意にそのバラツキが大きい($p < 0.05$)ことを認めた。

2. 実験 2

1) 電位の変動様相

口腔内環境の負荷条件別に測定した電位の変動様相を、各被験者3回ずつ測定した平均値に代表させて図示した(図5)。

洗口, ブラッシング, ガム咀嚼では、条件負荷直後に大きく低下し、その後は負荷直前の値に回帰していく傾向がうかがわれた。しかしロールワッテと開口器は、負荷による大きな影響はうかがえなかった。

2) 分散分析結果

口腔内環境の負荷条件別に要因Aに被験者, 要因B

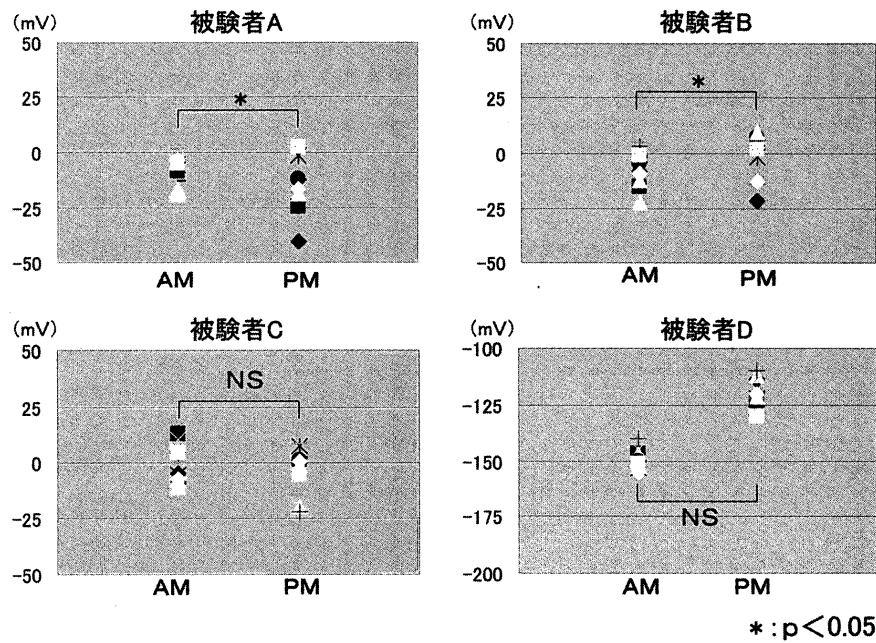


図4 午前・午後電位分布

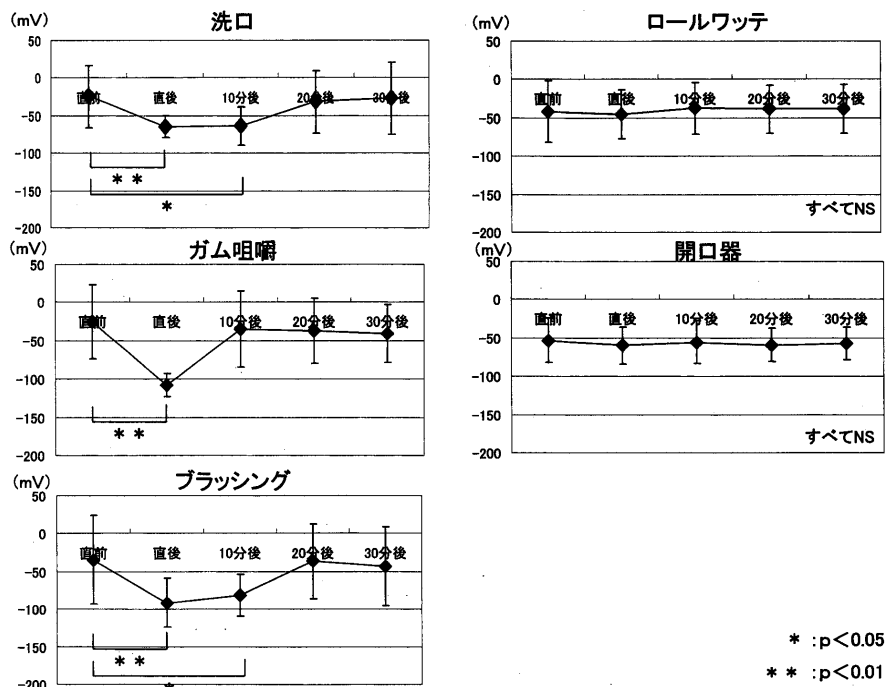


図5 負荷条件別の電位変動

に測定時間を配置した分散分析を行った結果(表2), 全ての負荷条件で被験者間に有意差が認められた。水準間の検定の結果, いずれも被験者Dが他被験者に比較して低い値を示した。一方, 要因Bの測定時間間では, 洗口, ガム咀嚼, ブラッシングの3条件でのみ有

意差が認められ, 水準間の検定の結果, 3条件とも直前に比較した直後に有意な低下を示した後, ガム咀嚼では10分後に, 洗口, ブラッシングでは20分後に直前の値に戻る事が認められた。

表2 ANOVA表

洗口	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p値
全体 (T)	19	26181.06			
因子 (A: 被験者)	3	15721.19	5240.398	15.67915	0.000188 (**)
因子 (B: 測定時間)	4	6449.138	1612.285	4.823917	0.014936 (*)
誤差 (E)	12	4010.727	334.2273		
ガム咀嚼	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p値
全体 (T)	19	41195.53			
因子 (A: 被験者)	3	14890.99	4963.665	6.849893	0.006086 (**)
因子 (B: 測定時間)	4	17608.93	4402.232	6.075112	0.006547 (**)
誤差 (E)	12	8695.606	724.6339		
ブラッシング	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p値
全体 (T)	19	42531.74			
因子 (A: 被験者)	3	23556.93	7852.311	12.59095	0.000513 (**)
因子 (B: 測定時間)	4	11491.04	2872.76	4.606387	0.017441 (*)
誤差 (E)	44	7483.765	623.6471		
ロールワッテ	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p値
全体 (T)	19	18130.98			
因子 (A: 被験者)	3	16709.65	5569.883	57.07694	2.25E-07 (**)
因子 (B: 測定時間)	4	250.3067	62.57667	0.641249	0.643256
誤差 (E)	12	1171.026	97.58553		
開口器	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	p値
全体 (T)	19	9468.55			
因子 (A: 被験者)	3	8801.75	2933.917	62.81356	1.32E-07 (**)
因子 (B: 測定時間)	4	106.3	26.575	0.568956	0.690179
誤差 (E)	12	560.5	46.70833		

IV. 考 察

1. 測定装置について

DMAメーターは, 各種合金の電位を測定表示する機構と, 測定した合金のイオン放電状態を3段階で表示する機構が備わっている^{9,10,13}。このイオン放電状態は, あらかじめ生体で測定された各種歯科用合金及び合金グループの固有電位値と被測定修復物が有する特異的活動電位値を比較して, STABLE(測定された合金にイオン放電は起こっていない), METASTABLE(イオン放電はまだ起こっていないが不安定な状態にあり, 過敏な患者では感作の可能性があり), ACTIVE(イオン放電が大多数の人にとって有害となり得るレベルに達している)のいずれかを, ブダペスト大学での基礎的研究データに基づいた判定基準を用いて判定表示する。ただし具体的な判定基準についてはメーカーが公表していないので, 浅田ら¹⁰も述べているように, この3種の判定の精度については不明である。よって本論ではこの判定基準は用いず, マニュアルモードにて測定した電位値mVによって検討した。

また, 本装置ではプローブの先端部が患者ごとで交換できることと, 2本のプローブの内の1本に非金属性であるフェルト状のものが採用されており, その先端部は電気化学的に絶対ゼロ電位に相当し, 基準電位となっていることが特徴的である。

2. 電位の変動要因について

電位の日内変動では, 食事による影響と考えられる12時(正午)に一旦低下し, 1時間ぐらいで昼食前の値に戻ることが認められたが, これは野元ら¹⁰の報告を裏付けたものとなった。小林¹²は口腔内における電解質としての唾液は, 常にその組成, 温度, pHなどが変動しており, しかも部位によって一定でないことから, 口腔内は元々濃淡電池が形成されやすく, さらに修復物の合金組成の不均一などによって局部電池が発生しやすい環境であるとしている。昼食後に電位を大きく低下させたことは, 食事が口腔内をより過酷な電気化学的環境としたことを示したものと考える。

つぎに午後に比較して午前の方が電位にバラツキが

小さかったことも、野元ら¹⁴⁾と同傾向の結果となったが、彼らの研究では被検者に朝食を摂らせているが、本実験での被験者は全員が朝食を摂っていない点で異なる。

著者らが各被験者に対して聴取した食後の口腔内ブラッシングの有無から、起床後には確実に口腔内のブラッシングが行われたが、昼食後には行われなかったことから、食事は電位を低下させるが、食後の口腔内ブラッシングの有無が一定時間後の電位の安定性に影響を及ぼす要因であると推察した。

また、電位に個体差が認められたのは、修復物の材料、同一材料における成分差、唾液の性状、摂取した食物、口腔内の清掃状態などの個体差のほかに、口腔粘膜の電位自体の個体差が複雑に関与して現れた⁷⁾ものと考えた。

さらに電位を測定する際の回数について、禾⁷⁾はその連続したくり返しの測定は放電によって測定値が低下することから、1回のみ測定が望ましいとしている。本研究では連続3回の測定を行ったが、それらの電位の変動は10mV前後であった。これは連続5回の測定によってわずかな電位の上昇が認められたが10mVを超えることは少なかったとした野元ら¹⁵⁾と同傾向を示したことから、連続測定による影響は少ないと判断した。

V. 結 論

DMAメーターを用いて患者口腔内で安定した再現性ある電位を正確に得るには、測定時刻を食後の口腔内ブラッシングから1時間以上経った午前中とすることが、そして測定前には上下歯間にロールワッテや開

3. 測定条件について

食事の影響と思われる電位の大きな低下が認められたが、これ以外にも口腔内環境の微妙な変化によって電位は比較的容易に変動することが推察できた。したがって患者口腔内に装着されている修復物の電位を測定する際には、口腔内環境を安定させておくことが必要であると思われた。

そこで本研究では口腔内環境を変化させるものとして5種類の負荷条件を設定して、その負荷による電位の変動様相を検討した。その結果、洗口、ブラッシング、ガム咀嚼の負荷によって、電解質としての唾液の性状やpHを変化させたことによると思われる電位の低下が認められたが、上下歯の接触を遮断させるためのロールワッテや開口器の介在は、電位を安定させる手段として有用であることが認められた。

野元ら¹⁵⁾も閉口時と洗口によって電位が一旦低下したことを報告している。

以上の結果は、患者口腔内修復物の電位を測定する前には、20分以上の間、ロールワッテや開口器などを噛ませて上下歯を接触させないようにした後に、修復物を十分に乾燥させた上で測定することが、安定した値を得るための必要条件であることを示唆したものと考えた。

口器を噛ませて、上下歯を20分以上接触させないようにしてから測定することが必要であることが示唆された。

VI. 文 献

- 1) Fleischmann P: Zur Frage der Gefährlichkeit kleinsten Quecksilbermengen. *Dt. Med. Wschr.*, **54**: 304, 1928.
- 2) 中山秀夫, 禾 紀子, 鈴木明宏, 堀内 聡: アレルギーと歯の金属. *日歯医師会誌*, **40**: 893~903, 1987.
- 3) 禾 紀子, 中山秀夫: 歯科用パラジウム合金によると思われる扁平苔癬の1例. *臨床皮膚*, **43**: 269~273, 1989.
- 4) 山田幸治, 荻野 智, 高 鈺, 遠藤一彦, 川上智史, 大野弘機: 口腔内における金属修復物の腐食と金属アレルギー—ESCAによる口腔内修復物から採取した微量金属試料の分析法—. *日歯保存誌*, **41**(4): 821~827, 1998.
- 5) 藤井弘之: 金属アレルギーと歯科臨床. *日歯医師会誌*, **49**(4): 302~312, 1996.
- 6) 中山秀夫, 村田真道, 中野直也, 高 雪恵: 金属アレルギーの観点から検討した掌蹠膿疱症. *皮膚臨床*, **16**(5): 313~329, 1974.
- 7) 禾 紀子: 金属アレルギー患者における口腔内電流測定による歯科金属溶出傾向の検討. *日皮会誌*, **99**(12): 1243~1254, 1989.
- 8) 坪田健嗣, 泉田一蔵, 湯浅 智, 和泉憲一, 谷津 悟, 星野 亨, 祇園白信仁, 深水皓三, 森谷良彦, 野元茂晃: 非金属鑄造冠の経月的電位変動. *補綴誌*, **30**: 1393~1401, 1986.
- 9) 浅田俊之, 波多野泰夫, 渡辺嘉一: 補綴物の電位を測定するための最新機器. *the Quintessence*, **18**(12): 138~139, 1999.
- 10) 浅田俊之, 波多野泰夫, 渡辺嘉一: DMAメーターの概要と可能性. *日本歯科評論*, **689**: 111~115, 2000.
- 11) 金竹哲也: 歯科用金属の腐食に関する実験的研究—主として唾液および食品中における変化について—. *歯科学報*, **58**: 123~130, 165~167, 257~267, 289~293, 1958.
- 12) 小林 博: 歯科用合金からの金属元素の溶出に及ぼす電位の影響に関する研究. *歯科学報*, **89**(11): 1679~1697, 1989.
- 13) 歯科用メタル・アクティビティ・メーターMODEL ST-6000, 取扱説明書.
- 14) 野元成晃, 滝川智義, 薄井要治, 阿野 満, 林 二郎, 河村長和, 小野瀬英雄: 口腔内金属修復物の電極電位

- 経日的変動および日内変動-。日歯保存誌, 21
(3): 140~155, 1978.
- 15) 野元成晃, 勝又徳昭, 坂井 実, 中田郁平, 升谷滋行,

小野瀬英雄: 口腔内充填金属の電極電位測定法-白金
プローブ接触回数による電位変動について-。日大歯
学, 52: 905~910, 1978.

The Clinical Application of DMA Meter in Dental Alloy Restoration for Oral Mucosa Part 1. Measurement Conditions for the Electrode Potential Value

TAKANORI YOKOYAMA¹⁾, MASAKAZU KURACHI²⁾, YOSHIHARU YAMAMURA¹⁾,
MITUNORI UNO¹⁾, KOUSUKE MATUI²⁾, RYUJI YOKOYA²⁾

¹⁾Department of Prosthodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation
Asahi University School of Dentistry

²⁾Division of General Dentistry, Asahi University School of Dentistry

Key words : DMA meter, Metal allergy, Gold alloy, Silver alloy, Amalgam alloy

Abstract Allergies caused by metals have been increasing. The number of patients visiting dentists with a chief complaint of metal allergy has also been increasing.

When patients hypersensitive to metal have suffered from the symptoms of allergy, diagnosis of electrochemical dissolution of the metal ions of the patient's oral cavities was deemed necessary.

The equipment (DMA meter) which can diagnose electrochemical dissolution of metal ions easily with the electrode potential value was recently developed. However, the electrode potential value is very sensitive to the oral environment, such as wet conditions, the constituent elements of restoration and physical conditions. Therefore, it is necessary to regulate the measurement conditions of the electrode potential value for exact diagnosis.

For the investigation of the influence of the measurement conditions, the variation of the electrode potential value throughout the day and daily was measured. Next, the variation of the electrode potential value was measured under moist or dry circumstances. Four adult men who participated in this study were restored with three kinds of dental alloy (gold, silver and amalgam).

The results were summarized, as follows :

Commonly, the variation of the electrode potential value was stable in morning. However, in the afternoon, remarkable changes were observed. There was no significant daily in the same subject.

Under moist circumstances (rinsing out mouth, brushing teeth, chewing gum), reduction in the electrode potential value was noted. After 20 minutes, the above-mentioned value recovered.

Under dry circumstances (bite cotton wool roll, mouth gag), the variation of the electrode potential value was stable.