

〔原著〕 松本歯学 18 : 263~270, 1992

key words : 二重構造金属板 — Adhesion splint 法 — 金銀パラジウム合金

新型二重金属板による暫間固定法 第1報 接着強さに関する基礎的研究

伊藤茂樹, 岩本雅章, 溝尻貴章, 上條博之, 坂本勝司
大浦享子, 中村元生, 野中愼之, 熊崎健示, 田川智也
竹内勝泉, 日向治正, 山本冬彦, 荒川義浩, 坂本 浩
岸本 真, 塩谷清一, 河谷和彦, 小澤嘉彦, 高橋一雄

松本歯科大学 歯周治療学講座 (主任 太田紀雄 教授)

永沢 栄

松本歯科大学 歯科理工学講座 (主任 高橋重雄 教授)

成瀬重靖

株式会社徳力本店歯科開発プロジェクト

Temporary Splint Using A New Type of Double Metallic Plate Part. 1 Fundamental studies on adhesive strength

SHIGEKI ITO, MASAOKI IWAMOTO, TAKAOKI MIZOJIRI,
HIROYUKI KAMIJYO, KATSUSHI SAKAMOTO, KYOKO OOURA,
MOTOO NAKAMURA, MASAYUKI NONAKA, KENJI KUMAZAKI,
TOMOYA TAGAWA, KATSUMOTO TAKEUCHI, HARUMASA HINATA,
FUYUHIKO YAMAMOTO, YOSHIHIRO ARAKAWA, HIROSHI SAKAMOTO,
SHIN KISHIMOTO, SEIICHI SHIOGAI, KAZUHIKO KAWATANI,
YOSHIHIKO OZAWA and KAZUO TAKAHASHI

Department of Periodontology, Matsumoto Dental College

(Chief : Prof. N. Ota)

SAKAE NAGASAWA

Department of Dental Technology, Matsumoto Dental College

(Chief : Prof. S. Takahashi)

SHIGEYASU NARUSE

*Dental Materials Department Group, Tokuriki Honten***Summary**

We performed our evaluation in this study using a new type of double metallic plate for the adhesion splint method.

The new type of double metallic plate was compared with a conventional mesh veneer plate, testing it for durability.

In addition, this plate was considered for satisfactory biocompatibility.

Several clinical cases using these plates were conducted.

Results were as follows :

1. A new type of double metallic plate and a conventional mesh veneer plate of the same thicknesses were measured for tensile adhesive strength and shear bond strength. The strengths of both were nearly equal.

2. Water-resistance of this plate was satisfactory after long-term observation of immersion and concussion in a physiological saline solution.

3. This plate is composed of an Au-Pd-Ag alloy and was satisfactorily alloy biocompatible.

4. The fact that several periodontal patients had no trouble seemed to be attributable to this plate. Also, after setting these plates in the oral cavity of several patients, the level of plaque control was shown to be satisfactory.

These results suggest that the new type of double metallic plate is useful for clinical application.

結 言

歯周疾患によって歯周組織の破壊が進行すると歯の支持力の減少が起こり、歯が弛緩、動揺を来す。これは、歯周病の重要な臨床症状の一つである。歯の病的動揺に起因して歯周組織の破壊をさらに進行させる。従って、歯の動揺を軽減するために固定を行なうことは、歯周組織破壊の阻止と歯周組織の安静、修復をもたらすことになる。これは、歯周治療においてはきわめて重要である。

従来より、固定（法）にはその用途や適応に応じて数多くの種類があるが、歯質と金属とを強力に接着させる接着性レジンが登場して以来¹⁾、その簡便さと相まって適応症例が増加した。特に、歯科用 Ni-Cr 合金メッシュ板を応用した Adhesion splint 法が、歯質を削除しないという点で注目を集め、広く用いられるようになってきた²⁻⁶⁾。

その後、このメッシュ板の持ついくつかの欠点に改良を加えたベニアタイプの Ni-Cr 合金が登場

し^{7,8)}、使用されている。

この方法は、歯髄に影響を与えず、審美性、舌感に優れ、安価であり、また、成型も容易である等の利点があるが、反面装着後の装置の厚さが0.3 mm を越えるために歯軸方向に過豊隆を与えることになり口腔清掃が悪くなること、鋳造法と比較して細部の再現性がやや劣ること、装着後の研磨がやや困難である等の欠点がある^{7,8)}。また、Ni-Cr 合金の使用による腐蝕、および生体への有害性、特に、含有元素による金属アレルギーの発症は多くの臨床報告があり⁹⁻¹⁴⁾、大きな問題となっている。

本報は、これらの問題点を考慮に入れ、日常臨床において最も使用頻度の高い金銀パラジウム合金（金12%含有）を加工し、より安全で薄い金属板を作製して、臨床応用への可能性を追求するために基礎実験を行ない、さらに、臨床試用を数例経験した結果である。

材料と方法

実験材料は、歯科用金銀パラジウム合金板と厚さ0.3 mm および0.15 mm のNi-Cr 合金板の3種類を使用した。歯科用金銀パラジウム合金板は二重構造金属板で、厚さ0.1 mm の板と、ラス加工(350 mesh)した0.08 mm 板を熱間圧延にて圧着したものである。厚さは0.15~0.17 mm である(図1)。

歯科用Ni-Cr 合金板は、平滑なNi-Cr 合金板と粗さ0.15 mm のメッシュを合板した二重構造金属板で、厚さは0.3 mm である(図2)。従来から使用されたNi-Cr 合金带状メッシュ板は、唾液と接着性レジンが保持孔を通じて直接ふれるためにレジンが変化、劣化することと、保持孔に咬合時の応力が集中し破断する等の欠点があった。このメッシュ合板は、この欠点を補うことを目的として改良され^{7,8)}、幅50 mm×長さ100 mm の大きさにて市販されている。歯面との接着は圧印法によって行なうように指示されている(図3)。

この3種類の金属板を使用し、せん断試験および引張試験により接着強さを測定した。

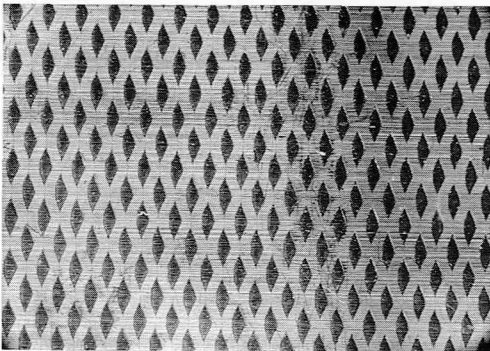


図1：実験板の構造

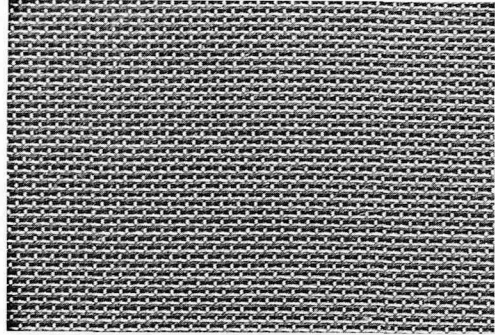
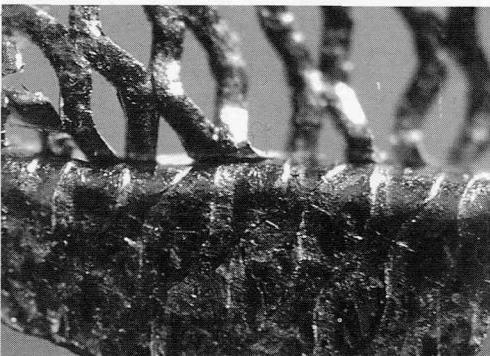


図2：対照板の構造

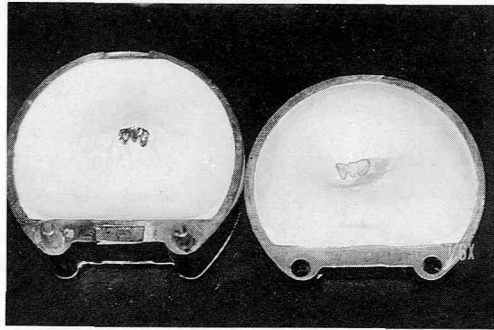


図3：圧印法による固定装置の成形



図4：スーパーボンドC&B

せん断試験の試験片は、メッシュ合金板を幅10~15 mm、長さ15~20 mm にしたものをそれぞれ5個ずつ作製し、歯科用接着性レジン MMA-4META-TBB-O (スーパーボンドC&B: サンメディカル社製、図4)を、接着面積を直径6 mm、厚さ2 mm として接着させたものを樹脂に埋め込み、37℃±0.5℃恒温槽(0.9%生理食塩水中)に浸漬し、24時間経過後実験を行なった(図5)。

引張試験の試験片は、天然歯大白歯を頬側面のみ露出した状態で超硬石膏に植立し、このブロックを印象採得して超硬石膏を注入し、石膏模型を

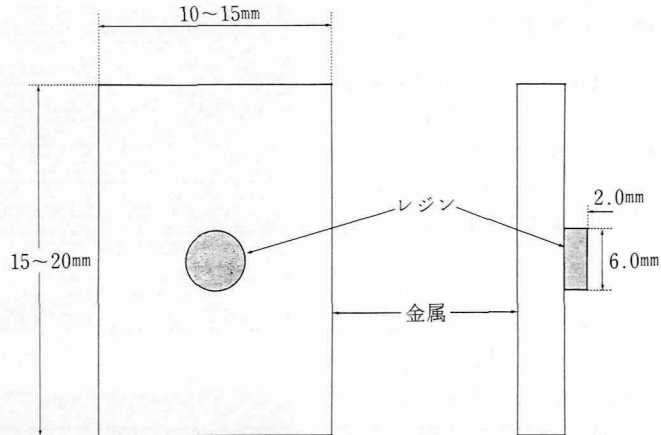


図5：せん断試験片

作製後に義歯重合用フラスコに埋没、圧印用のフラスコとした。これを用いて、せん断試験と同じくそれぞれ5個ずつを、20 kg程度の圧力でプレッシャーにて圧接、プレートを作製した後、その表面中央部にバカルチューブをろう着した。このプレートをスーパーボンドC&Bにて露出した大白歯頬側面に圧接、接着させたものを37°C±0.5°C恒温槽(0.9%生理食塩水中)に浸漬し、24時間経過後実験を行なった(図6)。

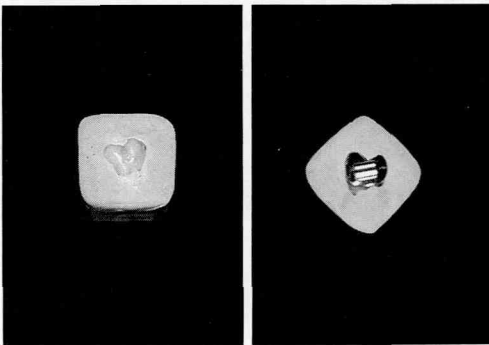


図6：引張試験片

せん断試験は、オートグラフIS5000(島津製作所製)を用いてクロスヘッドスピード1.0 mm/minにて行ない、加圧破壊時の荷重により単位面積当りのせん断強さから接着強さを求めた。

引張試験は、オートグラフIS5000(島津製作所製)を用いてクロスヘッドスピード1.0 mm/minにて行ない、単位面積当りの破断時の破壊応力を

接着強さとして求めた。

長期の接着状態の観察は、上下顎々模型4個に天然歯を植立し、各々 $\frac{3}{3} \pm \frac{3}{3}$ に実験板を用いて作製した固定装置を、スーパーボンドC&Bにより装着した。これを用いて、37°C±0.5°C、0.9%生理食塩水中振盪試験を3、4、5、6ヶ月の各期間に分けて行ない、固定装置の脱落や剝離の有無を検討した。

臨床試用では患歯の歯肉炎指数(Gingival index¹⁵、以下GI)、歯肉出血指数(Gingival bleeding index¹⁶、以下GBI)、歯石指数(Calculus index¹⁷、以下CI)、プラーク指数(Debris index¹⁷、以下DI)、動揺度、ポケットの深さ、歯肉溝滲出液の各項目の診査を、装着前、装着後、一週間後、一ヶ月リコール時の順序で診査した。また、自覚症状として舌感、会話障害の有無、口臭の有無を来院時に調査した。口腔清掃の難易度はO'learyのPlaque control record¹⁸(以下PCR)により評価した。なお、データの統計的分析にはt検定を用いた。

結 果

せん断試験における実験結果は、実験板が平均154.0 kg/cm²、対照板が平均259.4 kg/cm²で、1/2の厚さの対照板が平均170.0 kg/cm²という結果であった。また、引張試験における実験結果は、実験板が平均6.3 kg/cm²、対照板が平均32.0 kg/cm²、1/2の厚さの対照板は平均6.1 kg/cm²という結果が得られた(表1)。金属板の厚さをそのまま

表1:せん断試験および引張試験結果 (kg/cm²)

	せん断試験	引張試験
	Mean±S. D	Mean±S. D
実験板	154.0±13.90 ※	6.3±0.81 ※
対照板	259.4±17.09	32.0±3.53
1/2対照板	170.0±8.97	6.1±0.43

※: P<0.05

にした場合の比較では、対照板の方が接着強さは有意に高値(P<0.05)を示したが、同程度の厚さにした場合には両金属板はほぼ同程度の値であり有意差は認められなかった(P<0.05)。

37°C±0.5°C生理食塩水中の振盪試験の結果、3～6ヶ月のいずれの期間においても、固定装置には脱落や剝離等の変化は認められなかった。

次に、臨床試用における各診査項目についてであるが、いずれの項目も装着前から1ヶ月リコールに至るまで明らかな違いはみられず、また、舌感、会話障害の有無、口臭の有無についてはいずれも良好な結果が得られた。PCRに関しては、装着前と装着後以降に大きな変化はなく、ほぼ同様の値を認めた。

考 察

歯周治療における固定法の目的は、歯周疾患により動揺を起こしている歯に対し、生理的咀嚼圧が外傷として加わる(2次性咬合性外傷)を防止し、歯周組織の安静を保ち、修復治癒が起こりやすいように保護すること、さらに歯の挺出や移動を防ぎ、不快感や疼痛の軽減による咬合機能の改善をはかることである。固定法の成否は、歯周治療後の予後を左右するうえで、極めて重要である。

この固定法の具備条件としてStern¹⁹⁾は、暫間固定の場合、①固定が充分強く、咬合に耐え、安定性がある。②形態が単純で製作しやすく、ブラークコントロールがしやすい。③審美性に富む。④歯肉や周囲組織に有害作用を及ぼさない。⑤咀嚼、発音障害がない。⑥異和感がない等の他、⑦経済的である。⑧効果的である。⑨取り外しが容易であること等をあげている。

これらの固定法の条件を満たすために、我々は今回、新しく加工した金属板を用いた固定法を開

発した。この装置に使用する金属板は、従来のベニタイプNi-Cr合金を用いたAdhesion splint法の欠点を補うことを目的として、素材はすでに市販され、歯科保険医療において広く用いられている金銀パラジウム合金(金12%含有)である。また、本来補綴領域で用いられる金属板を応用、加工しているために低コストの利点がある。さらに、金属アレルギーや歯周組織に対する有害作用がほとんど認められない、安全性の高いものである。

一方、従来より用いられていたNi-Cr合金は、金価格が高騰した1979年以降、安価な合金として高融点合金鑄造用の機器および材料の開発に伴って需要が増した²⁰⁻²²⁾。1983年2月には保険診療用歯科材料として採用され現在に至っている^{23,24)}。

しかし、Ni-Cr合金は安全性に問題があり、この合金を原因とするアレルギー性疾患は数多く報告されている⁹⁻¹⁴⁾。

アレルギーを起こすアレルゲンは、金属元素のなかではNi, Co, Cr, Hg, Pd等があるが、特にNiは金属アレルギーを起こしやすく、即ちキャリアアプロテインと結合しやすい元素であることが知られている^{25,28)}。ハプテン(不完全抗原)によりひとたび生体内で感作が行なわれると、次からは金属イオンがキャリアアプロテインと結合しなくてもアレルギー反応は持続することになる。そのため、Ni-Cr合金による補綴物を口腔内に装着することによってアレルギー反応が生じた場合には、これを撤去しないかぎり治癒は起こらないとされている²⁷⁾。

金属材料によるアレルギー性接触皮膚炎に関する報告例の文献調査では²⁹⁾、1985年から1988年にかけて、特にNiによると思われる症例の増加が認められた。さらに、Niはアレルギーの他にも発癌性、歯肉刺激性等の障害作用が明らかになっている^{26,30-32)}。そのために、北欧ではNiが1%以上含まれている合金の使用を禁止している国もある³³⁾。

鑄造用Ni-Cr合金の場合、Cr含有量が10～20%であればNiの溶出がほとんどないとする報告がある³⁴⁾が、Niの溶出はそれ以外の様々な諸条件によっても左右され、かつ鑄造欠陥を起こす可能性の高いことと相まって安全性に劣るとする考え方が一般的である³⁵⁾。加工用Ni-Cr合金の

場合には铸造が行なわれないので構成元素は安定しているが、加工性を良くするためにCrの含有量を少なくしCuの含有量を多くしている。従って、耐蝕性が劣りNiの溶出が起こる危険を有している³⁶⁾。

以上のことから、Ni-Cr合金に代わり金銀パラジウム合金を使用することにより、生体に対する安全性は高いと思われる。また、加工性も良好であるので、素材としては臨床上極めて有効であるが、難点としてはコストがやや高いことがあげられる。

次に、接着強度試験により両金属板の接着強さを測定した結果、せん断試験、引張試験において実験板はそれぞれ平均154.0 kg/cm²、6.3 kg/cm²、対照板はそれぞれ平均259.4 kg/cm²、32.0 kg/cm²で、ともに対照板の方が高い値を示した。しかし、両者は厚さもメッシュ面の構造も大きく異なっており、そのままの比較では検討を加えることはできない。

茂木³⁷⁾は、4-META レジンと純金属との研磨平滑面における接着試験を行なった結果、Auには接着せず、Ag, Cu, Ti, Ni, Cr, Co, Sn, Znに接着するものの、4°C~60°Cの温度変化を繰り返し与える熱サイクル試験を行なった後は、Cr, Ni, Ti, Snは非常に良く接着するが、Ag, Cuの接着強さの低下が著名であることから、これには各金属表面の酸化皮膜の性状が関与していると推察されることを報告した。また、竹山³⁸⁾、田中^{38,39)}、山下⁴⁰⁾の非貴金属合金における接着強さについての報告によれば、特にNi-Cr合金と4-META レジンとは良く接着するとしている。越中⁴¹⁾は、Ni-Cr合金には常に酸化皮膜が存在するため、酸化処理に関係なく比較的強い接着強さを示すと述べている。

いずれの報告も非貴金属合金の4-META レジンとの接着性の良さが示されているが、今回の実験において示された対照板の接着強さは、これらのことに加えて片面が網状のメッシュ構造になっているための物理的結合力が大きく影響しているものと思われる。この網状メッシュ構造にするためにはある程度の厚さが必要であるが、実験板はその薄さに大きな意義があるためにこのような構造にすることは非常に困難である。

そこで、実験板とその比較のため対照板を1/2

の厚さに削合、加工して再度接着強度試験を行なったところ、せん断試験および引張試験において、実験板はそれぞれ平均154.0 kg/cm²、6.3 kg/cm²に対し、対照板はそれぞれ平均170.0 kg/cm²、6.1 kg/cm²であり、両者はほぼ同程度の接着強さを示した。実験板は、片面をラス加工による交差格子状の構造とし、薄さを保ちながら接着強さを高める工夫を行なっているため、比較的良好な接着性が得られたものと考えられる。

しかしながら、この結果から実験板を臨床使用する場合、強い咬合力の加わらない前歯部、あるいは小臼歯部においてはほぼ問題はないものと思われるが、一方で大臼歯部での長期使用には、従来の厚さのままの対照板と同等の接着強さを得ることが必要であると推察される。そのためには、様々な方向から検討を加えていかなければならない。

田中、熱田⁴²⁾は金銀パラジウム合金自体、表面未処理の場合にはNi-Cr合金よりも接着強さが劣ると報告している。また、田中⁴³⁾は、金合金と4-META レジンとの接着強さにおいて、エメリーペーパー研磨では非常に小さいが、適切な表面処理を施した場合には非常に大きな接着強さを示すと述べている。従って今後は、各種の表面処理法による検討が必要不可欠であると思われる。

次に、3~6ヶ月間の37°C±0.5°C生理食塩水中振盪試験を行なった結果、固定装置の脱落や剝離等の変化は全くみられず、安定した状態が保たれていた。

長期間この方法を行なうことにより、接着界面は全面にわたり水の影響を受けることになるために、接着剤の種類によっては熱サイクル試験と同様の苛酷な試験法であるといわれている³⁸⁾。従って、口腔内に装着した場合の唾液に対する耐水性は良好と思われ、大きな影響を受けないものと推察される。

次に、臨床試用における各診査項目の検討であるが、今回は僅か3症例であり、診査期間が短く、また、診査時に他の歯周治療が行なわれているためにこの固定装置の試用による治療効果の判定は行なえないが、患者の自覚症状には特に問題点は認められず良好な結果であった。また、装着前と装着後のPCRの数値には大きな変化はなく、従って、この装置を装着することによるブラーク

コントロールへの影響は少ないものと思われる。

今後はさらに症例数を増やし、長期間の観察もこなって検討していく予定である。

結 論

より安全で操作がしやすく、しかも耐久性にすぐれた固定法の開発を目的として、新しい加工金属板を用いて従来からの金属板との比較検討を行ない、また、臨床試用を数例経験して以下の結論を得た。

- ①実験板の接着強さは1/2の厚さの対照板と同程度の値を示した。
- ②0.9%生理食塩水中振盪試験(37°C±0.5°C)では、固定装置脱落等の変化はみられず、耐水性は良好である。
- ③素材となる合金は、従来より使用実績のある金銀パラジウム合金であるために安全である。
- ④装置の装着後は、患者の自覚症状には問題はなく、ブランクコントロールへの影響は認められなかった。

以上のことから、この新しい加工金属板装置を用いた固定法は歯周治療への応用が有効である。

稿を終わるに臨み、終始御指導、御校閲を賜りました本学歯周治療学講座、太田紀雄教授に謹んで感謝の意を表します。また、御指導、御校閲を賜りました本学歯科理工学講座、高橋重雄教授に心より深謝致します。

文 献

- 1) 竹山守男, 榎渕信郎, 中林宣男, 増原英一(1978) 歯科用即硬性レジンに関する研究(第17報) 歯質および歯科用金属に接着するレジン. 歯理工誌, 19: 179~184.
- 2) 岡崎卓司, 松浦孝治(1983) 4 META 接着性レジン的一般臨床での利用法—動揺歯の固定を中心に—. 歯界展望別冊, 歯科臨床と接着: 301~312.
- 3) 岡崎卓司(1985) メッシュ板を用いた接着固定とブリッジの予後. 歯界展望, 65: 1161.
- 4) 太田紀雄, 岩山幸雄, 栢 豪洋共著(1984) 新歯周病学, 第1版, 321~345. 書林, 東京.
- 5) 西澤 剛, 野田利勝, 岡崎卓司(1984) TO mesh Direct Bonding System による固定と接着ブリッジ. Quintessence of Dental Technology, 9: 83~91.
- 6) 岡崎卓司, 松浦孝治, 西澤 剛(1983) 接着性レジンを用いた動揺歯固定と接着ブリッジ. The Quintessence, 2(8): 99~112.
- 7) 岡崎卓司, 西原一雅, 宗和 修(1986) 新材料 Mesh Veneer Plate による Mesh direct bonding system について—動揺歯固定と接着性ブリッジのための— 日本歯科評論, 522: 181~191.
- 8) 岡崎卓司(1987) 新材料 Mesh Veneer Plate による direct bonding system について—動揺歯固定と接着性ブリッジのための— 大阪府歯科医師会雑誌, 444: 2~15.
- 9) 中村正明, 川田義典, 栄 弘毅, 佐伯重和, 今井弘一, 川原春幸(1984) 歯科材料としての Ni—Cr 合金について—長期 in vitro 生物テストの結果から— 歯界展望, 64: 451~461.
- 10) 桑井康宏, 吉居英一, 佐藤温重(1984) ニッケル・クロム合金溶出物の突然変異原性に関する研究. 第3回日本歯科理工学会講演集, 3(3): 33.
- 11) Hensten-Pettersen, A. (1981) Dermatitis and dental materials. Contact Dermatitis, 7: 174~175.
- 12) Wood, J. F. L. (1974) Mucosal reaction to cobalt-chromium alloy. Br. Dent. J. 136: 423~424.
- 13) Prystowsky, S. D., Allen, A. M., Smith, R. W., Nonomura, J. H., Odom, R. B. and Akers, W. A. (1979) Allergic contact hypersensitivity of nickel, neomycin, ethylenediamine and benzocain. Relationships between age, sex, history of exposure, and reactivity to standard patch tests and use tests in general population. Arch. Dermatol. 115: 959.
- 14) Moffa, J. P., Beck, W. D. and Hoke, A. W. (1977) Allergic response to nickel containing dental alloys. J. Dent. Res. 56, Special issue B: Abstract No. 107.
- 15) Löe, H (1967) The gingival index, the plaque index and the retention index systems. J. Periodontol. 38: 610~660.
- 16) Ainamo, J. and Bay, I. (1975) Problem and proposals for recording gingivitis and plaque. I. Dent. J. 25: 229~235.
- 17) Green, J. C. and Vermillimon, J. R. (1960) The Oral hygiene index; a method for classifying oral hygiene status. J. Amer. Dent. Ass. 61: 172.
- 18) O'leary, T. J., Drake, R. B., and Naylor, J. E. (1972) The Plaque control record. J. Periodontol. 43: 38.
- 19) Stern, I. B. (1960) The Status of temporary fixed-splinting procedures in the treatment of periodontally involvement teeth. J. Periodontol. 31: 217.
- 20) 高橋重雄, 大沢直治, 真坂信夫, 杉江玄嗣(1980) 座談会=80年代の歯科用合金を語る. DE, 52: 1

- ～9.
- 21) 松波一郎 (1976) 高周波吸引連続加圧鑄造機に関する研究. 愛大院大歯誌, 14: 299～317.
 - 22) 奥田礼一, 齊田良昭, 小野 喬, 和久本貞雄(1976) 新型吸引埋没鑄造機について. 歯材器, 33: 7～12.
 - 23) 高橋重雄 (1983) クラウンブリッジ用ニッケルクロム合金の使用にあたって. DE, 65: 19～21.
 - 24) 長谷川二郎 (1984) 鑄造冠用ニッケル・クロム合金の諸性質. 歯材器, 3: 547～553.
 - 25) 井上昌幸, 松村光明, 南 孝 (1988) 補綴物と金属アレルギー. Dental Diamond, 5: 30～37.
 - 26) 佐藤温重 (1984) 歯科鑄造用ニッケルクロム合金の生物学的評価. 歯材器, 3: 554～561.
 - 27) Gasser, F. (1983) 歯科治療および歯科材料に対する患者のアレルギー反応. The Quintessence, 2 (12): 79～87.
 - 28) 中山秀夫, 村田真道, 森戸百子 (1974) 歯科金属による感作の可能性について. 歯界展望, 43: 382～389.
 - 29) 中村正明 (1991) 歯科用金属材料のアレルギー性に関する調査研究. 歯医学誌, 10: 102～107.
 - 30) Doll, R. and Boyd, J. T. (1970) Cancer of the lung and nasal sinuses in nickel workers. Br. Cancer, 24: 623.
 - 31) 佐藤温重, 小沢和子 (1980) 生物学的立場から見た非貴金属合金について. 歯科技工別冊, 16～25.
 - 32) 川原春幸, 武田昭二 (1983) ニッケルクロム合金の生物学的安全性について. 日本歯科医師会雑誌, 36: 350～358.
 - 33) Bergman, M., Bergman, B. and Soremark, R. (1980) Tissue accumulation of nickel released due to electro chemical corrosion of non-precious dental alloys. J. Oral. Rehabil. 7: 325.
 - 34) Espevik, S. (1978) Corrosion of base metal alloys in vitro. Acta. Odont. Scand. 36 (3): 113～116.
 - 35) 北岡 正, 伴 清治, 久田和明, 高橋好文, 長谷川二郎 (1984) 鑄造用 Ni-Cr 系合金からの Ni の溶出について. 歯材器, 3: 515～524.
 - 36) 長谷川二郎監修 (1989) 明解歯科理工学, 第1版, 205～213. 学建書院, 東京.
 - 37) 茂木知治 (1979) メタクリルレジンと床用 Co-Cr 合金の接着に関する基礎的研究. 補綴誌, 23: 660.
 - 38) 田中貞雄, 永田勝久, 中林宣男, 増原英一 (1979) 鑄造用ニッケルクロム合金に接着するオベークレジンの研究 (第1報) 接着力とその安定性について. 歯理工誌, 20: 79～84.
 - 39) 田中貞雄, 永田勝久, 中林宣男, 増原英一 (1979) 鑄造用ニッケルクロム合金に接着するオベークレジンの研究 (第2報) 不動態膜による接着耐久性の向上. 歯理工誌, 20: 221～227.
 - 40) 山下 敦, 山見俊明 (1982) 架工義歯における接着性レジンの応用 その1. 歯科用非貴金属合金の種類と金属被着面処理が接着力に及ぼす影響について. 補綴誌, 26: 584～591.
 - 41) 越中 優, 中村かおり, 小園江芳之, 野口八九重 (1985) 合金の表面酸化と歯科用セメントの接着強さに関する研究. 歯材器, 4: 692～700.
 - 42) 田中卓男, 熱田 充 (1982) 4-META 系接着剤による合金の接着—理論と臨床への応用—. 日本歯科評論, 479: 50～61.
 - 43) 田中貞雄, 永田勝久, 竹山守男, 中林宣男, 増原英一 (1980) 歯科用合金に接着するオベークレジンの研究. 歯理工誌, 21: 95～102.