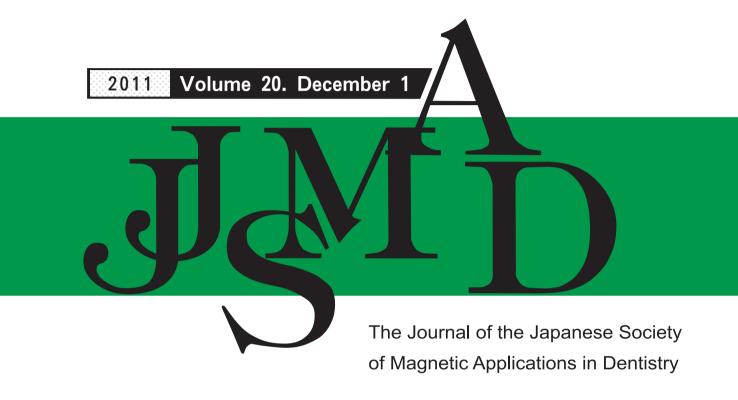
日 磁 歯 誌
J J Mag Dent
ISSN 0918-9629



日本磁気歯科学会雑誌

第20巻 第1号

日本磁気歯科学会

The Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry

日本磁気歯科学会雑誌

The Journal of the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry

Vol. 20, No. 1 2011

日本磁気歯科学会発行

第21回 日本磁気歯科学会学術大会の開催について

この度、第21回日本磁気歯科学会学術大会が下記の要綱で行われます。

会 期:平成22年11月12日(土)、13日(日)

会 場:東京医科歯科大学歯学部 歯科外来事務棟4階特別講堂

東京都文京区湯島1-5-45 (JR・地下鉄丸ノ内線御茶ノ水駅前)

大 会 長:五十嵐順正(東京医科歯科大学 教授)

特別講演:平成23年11月12日(土)

演題:「結晶構造と磁化率」

講師:塙 隆夫(東京医科歯科大学 生体材料工学研究所 教授)

教育講演:平成23年11月12日(土)

演題:「MRI 撮像時の金属によるアーチファクトの低減(仮題)」

講師: 土橋俊男(日本医科大学附属病院放射線科 技師長)

シンポジウム: 平成23年11月13日 (日)

テーマ:「磁性アタッチメントの診療ガイドライン策定」

- 学術大会参加要綱 -

参加登録:参加登録費の振込みをもって参加登録と致します。

参加登録および登録費:

10月28日(金)迄 会員5,000円, 非会員7,000円 10月29日(土)以降 会員6,000円, 非会員8,000円

参加登録費振込先:

みずほ銀行 津田沼支店 (店番号334) 普通2523012

第21回日本磁気歯科学会学術大会

複数人数分をまとめてお振込みの場合には、代表者名にてお振込み頂き、お手数ですが E-Mail または Fax にて、事前登録者員の氏名を大会事務局までお知らせ下さい。 (振込みだけでは氏名を確認できませんので必ずご連絡下さい。)

懇 親 会:平成23年11月12日(土) 18:00~

懇親会会場:東京医科歯科大学歯学部地下1階 「レストラン あるめいだ」

会費:7,000円(お支払いは当日、学会場もしくは懇親会場でお願い致します。参加予定の方は事前にお名前をメールもしくはFAXでお知らせ頂ければ幸いです。)

連 絡 先:第21回日本磁気歯科学会学術大会実行委員会

実行委員長 佐藤雅之

東京医科歯科大学大学院 部分床義歯補綴学分野

日本磁気歯科学会 第21回学術大会実行委員会

TEL 03-5803-5744 (診療室)、5842 (研究室,FAX)

E-mail: msato.rpro@tmd.ac.jp

学会ホームページ:http://www.soc.nii.ac.jp/jmd (平成24年3月まで)

:http://www.jsmad.jp/(平成24年4月以降)

本学会では認定医制度を設けており、磁気に関する専門知識、臨床技能を有する歯科医師を認 定医として認定しています。

第11回 国際磁気歯科学会のお知らせ

THE 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MAGNETIC APPLICATIONS IN DENTISTRY

GENERAL INFORMATION

The Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry (President: Prof. Tomohiko Ishigami, Nihon University) is a scientific association founded in 1991 and is devoted to furthering the application of magnetism in dentistry. The 11th International Conference on Magnetic Applications in Dentistry organized by JSMAD will take place on the Internetas follows.

Meeting Dates:

Monday, March 5 to Friday, March 23, 2012

Location:

JSMAD web site: http://wwwsoc.nii.ac.jp/jmd/index-e.shtml

General Chair:

Prof. Yoshimasa Igarashi

(Tokyo Medical and Dental University).

Subjects:

Researches and developments related to dentistry and magnetism such as:

- · Magnetic attachments for dentures
- Orthodontic appliances using magnets
- Measurement of jaw movement using magnetic sensors
- · Biological effects of magnetic fields
- Dental applications of MRI
- Others

REGISTRATION INFORMATION

Registration:

Send e-mail titled "registration for 10th international conference" with your Name, University or Institution, Postal address, Phone, Fax and E-mail address to conference secretariat.

Registration Fees:

No registration fees. Anyone who is interested in magnetic applications in dentistry can participate in the conference viathe Internet.

Publishing Charge for Proceedings:

After the conference, the proceeding will be published. The publishing charge is 8,000 JPY per page. (No charge for invitedpaper.)

GUIDELINES FOR PRESENTATION

Deadlines:

Entry: January 30, 2012

Poster submission: February 24, 2012

Entry

Send Title and Abstract within 200 words with your Registration.

Paper submission:

Please send papers in Microsoft Word format to the conference secretariat by E-mail. All contents should be written in English. No multi-byte character, such as Japanese Kanji, should be contained. A template file can be obtained from the conference web site. Web presentations for the conference will be produced by the secretariat from the paper. The secretariat will not make any correction of the paper even miss-spelling, grammatical errors etc. Alternative format files are acceptable. Please contact to the secretariat for more detailed information.

Discussion:

Discussions will be done using a bulletin board on JSMAD Web Site via the Internet. The authors should check the board frequently during the meeting dates. If questions or comments on your presentation are posted, please answer them as soon as possible.

Notice to Contributors:

Freely-given informed consent from the subjects or patients must be obtained. Waivers must be obtained for photographs showing persons.

Note:

Copyright of all posters published on the conference will be property of the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry. Copies of the posters will be made and transferred to JSMAD web site for continuous presentation after the meeting dates. For further information, send e-mail to msato.rpro@tmd.ac.jp

CONFERENCE SECRETARIAT:

E-mail: msato.rpro@tmd.ac.jp

Tel: +81-3-5803-5744, 5749 or 5842

Fax: +81-3-5803-5842

日本磁気歯科学会よりお知らせ

☆お願い☆

現在磁気歯科学会では、会員への情報伝達の省力化を考え、電子メールでの情報配信を目指し、会員の 方々へ、メールアドレスの登録をお願いしています。事務局へメールアドレスの登録をお願いいたしま す。

[新規入会]

入会希望者は、綴じ込みの会員登録用紙に必要事項を御記入の上、事務局宛に御送付ください。入会金、 年会費は綴じ込みの郵便振替用紙を御利用ください。

入会金: 5,000円 年会費: 5,000円

[未納会費の払込み]

既に会員の方で、旧年度の会費未納な方は綴じ込みに郵便振替用紙を用いて、該当年度の会費をお支払いください。

[認定医制度のご案内]

平成17年度より日本磁気歯科学会認定医制度が発足しました。

詳細は、本雑誌綴じ込みの案内または、下記ホームページを参照してください。不明は、事務局までお 問い合わせください。

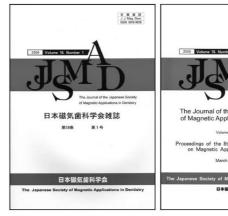
[ホームページのご案内]

日本磁気歯科学会のホームページは *http://www.soc.nii.ac.jp/jmd/*(平成24年3月まで)または *http://www.jsmad.jp/*(平成24年4月以降)です。ご活用ください。

[事務局]

ご質問等は、以下事務局にお問い合わせください。

〒803-8580 北九州市小倉北区真鶴 2-6-1 九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野内 日本磁気歯科学会事務局 Tel 093-582-1131 Fax 093-582-1139





目 次

4/13	=ਮ	=_	, , ,
术总	而光	論	X

超伝導になる磁石の物理学	1
特集「MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響」 - MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて -	
MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響	7
磁性アタッチメントと MRI アーチファクト	11
MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響	22
MRI におけるキーパーの安全性試験の結果について	27
磁性アタッチメント装着者におけるMR撮像時の現状と提案	32
原著論文	
キーパーボンディング法におけるセメントのキーパー維持力の検討 阿部有希,長谷川みかげ,内田天童,木内美佐,諸隈正和,秋田大輔,渋谷哲男,小川 泰,永井栄一,月村直樹,石上友彦	37
磁石構造体ハウジングが磁性アタッチメントの吸引力に及ぼす影響について 前田祥博,高山慈子,土田富士夫,鎌田奈都子,水野行博,大久保力廣,細井紀雄	44
磁性アタッチメントの隣接面応用における維持力の基礎的研究	49
三次元有限要素法を用いた磁性インプラント用キーパーの吸引力特性について	55
キーパートレー材料の焼却時における埋没材への影響について	61

-	_	_	_	Α.	
Him		ᆮ	=/	ے,	$\overline{}$
K 00	17	$\overline{}$	ōβ	ш	v
wuu.	•	•	u	ш	\sim

磁性アタッチメントの術後調査	68
- 支台歯のプロービング値との関係についての検討 -	
星合和基,伊藤 瑠,三輪田衛,田中貴信,石上友彦,石橋寛二,坂東永一,佐々木英機, 水谷 紘,細井紀雄	
アタッチメント磨けてますか?	76
- 歯科衛生士による磁性アタッチメント義歯利用患者への口腔衛生指導 -	
榊原由希子,安井智美,松下和子,山口みどり,増田達彦,安藤彰浩,庄司和伸,	
中村好徳,川口卓行,大野友三,田中貴信	
ISO 対策委員会報告	
歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して髙田雄京	···· 81
第20回日本磁気歯科学会学術大会 抄録	
歯冠外磁性アタッチメントにおけるネック部の強度について	86
庄司和伸, 宮田利清, 中村好徳, 安藤彰浩, 松川良平, 伊藤太志, 岡田通夫, 小澤隆幸, 田中貴信	
三次元有限要素法における材料非線形解析の導入	86
- 第2報 歯冠外磁性アタッチメント義歯の力学的検討 -	
神原 亮,中村好徳,大野芳弘,安藤彰浩,熊野弘一,増田達彦,尾関準一 _, 田中茂生, 田中貴信	
前方咬合時に根面板の軸面傾斜角度が支台歯に及ぼす影響	87
- 下顎滑走運動を考慮した境界条件の応用 -	
山中大輔,大山哲生,中林晋也,片倉祐輔,内田天童,月村直樹,石上友彦	
改良型ギガウス C を用いた一症例	89
	0.0
キーパー小型化磁性アタッチメントの臨床試用	89
前歯部ブリッジのポンティックに磁性アタッチメントを応用した1症例	90
曾根峰世, 奥津史子, 草野寿之, 松川高明, 蓮池敏明, 大川周治	
アタッチメント磨けてますか?	91
- 歯科衛生士によるアタッチメント義歯利用患者への口腔衛生指導 -	
榊原由希子,岸本美佳,松下和子,山口みどり,増田達彦,安藤彰浩,中村好徳, 田中貴信	
MR 装置における鋳造用磁性合金の安全性についての検討	92
長谷川みかげ,宮田和幸,阿部有希,永井栄一,中川有紀,鈴木奈央未,石上友彦	

鋳造用磁性合金の吸引力と漏洩磁場の検討	- 93
3.0T-MR 装置の機種別 RF 発熱の比較	94
キーパーによる MR 画像アーチファクトの理論的検討	95
磁石構造体ハウジングが磁性アタッチメントの吸引力に及ぼす影響	- 95
マグネットデンチャーの支台歯の配置と維持力についての検討	96
歯科用磁性合金「Attract P」の再鋳造による吸引力への影響	97
磁性アタッチメントの隣接面応用における維持力の基礎的研究	- 98
スクリューホールによるインプラント用磁性キーパーの吸引力への影響	- 100
三次元有限要素法を用いた磁性インプラント用キーパーの吸引力特性について	· 101
磁性アタッチメントを応用したインプラント義歯の14年間経過症例	- 102
インプラントにおける磁性アタッチメントの即時荷重への臨床応用	- 103
QFD 法を用いた磁性アタッチメントに関する調査	- 104
QFD 法を用いた磁性アタッチメントに関する調査	105

磁性アタッチメントの術後調査 -支台歯のプロービング値の検討	106
- その 2 - 三輪田 衛,伊藤 瑠,星合和基,田中貴信,石上友彦,石橋寛二,坂東永一,佐々木英機,水谷 紘,細井紀雄	
磁性アタッチメントの術後調査	106
- 支台歯のプロービング値の検討 その 3 - 伊藤 瑠,三輪田 衛,星合和基,田中貴信,石上友彦,石橋寛二,坂東永一,佐々木英機, 水谷 紘,細井紀雄	
キーパートレー材料が焼却時埋没材に与える影響 小木曽太郎,中村好徳,宮田利清,安藤彰浩,庄司和伸,尾関準一,吉原健太郎,秦 正樹, 山田中貴信	108
カーボン芯を用いたキーパーセメントボンド法	109
磁性ステンレス鋼とニッケルを含まない非磁性シールドリング材料のレーザー溶接 髙田雄京,白戸 純,菊地 亮	110
可撤式インプラント上部構造への磁性アタッチメント応用	111
コンパクトな義歯設計を可能にした磁性アタッチメントの応用例	111
義歯修理に応用した磁性 Attachment の長期経過症例について	112
磁性アタッチメントの診療ガイドラインに関するアンケート調査	114
MI センサを用いた嚥下運動測定法におけるセンサ配置の検討	114
骨芽細胞と線維芽細胞における磁場刺激に対する反応について	115
福澤 蘭,尾澤昌悟,前田初彦,久保勝俊,杉田好彦,吉田和加,田中貴信	
平成22年度 日本磁気歯科学会第2回理事会議事要旨	
平成23年度 日本磁気歯科学会第1回理事会議事要旨	
日本磁気歯科学会会則	
日本磁気歯科学会認定医制度規則	
日本磁気歯科学会認定医制度施行細則	
日本幽凤图科子会雜誌技侷規定 平成23年度日本磁気歯科学会役員	
平成25年度日本磁気圏科子会役員	
ロ平ໝメ圏科子会 - 認足医石海	
替助今昌	190 199
替助会員	132



The Journal of the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry Vol. 20, No. 1, 2011

Contents

Physics of a superconducting ferromagnet Noriaki Sato	1
Influence of MRI on inserted Dental Magnetic Attachments Toshio Hosoi	7
Magnetic Attachment and MRI Artifact — Focusing on the Review of the Literature Published Mainly in the J J Mag Dent — Hiroshi Mizutani	11
The effects of dental magnetic attachments on MRI — From the perspective of an oral radiologist — Tohru Kurabayashi	22
Assessment of Dental Magnetic Attachment for MRI Mikage Hasegawa	27
MR examinations of patients with magnetic attachments Fujio Tsuchida	32
Dental Cement Strength for Luting to a Magnetic Keeper of Keeper-Bonding Technique Yuki Abe, Mikage Hasegawa, Tendo Uchida, Misa Kiuchi, Masakazu Morokuma, Daisuke Akita, Norio Shibuya, Yutaka Ogawa, Eiichi Nagai, Naoki Tsukimura, Tomohiko Ishigami	37
Effects of the housing for the magnetic assembly on the attractive force of the magnetic attachment	44
Yoshihiro Maeda, Yasuko Takayama, Norio Takisin, Fujio Tsuchida, Natsuko Kamada, Yukihiro Mizuno, Chikahiro Ohkubo, Toshio Hosoi	
Retentive force of a magnetic attachment applied on the proximal surface — Part 2 — Yoshiya Miyama, Yukihiro Mizuno, Fujio Tsuchida, Norio Takishin, Minoru Abe,	49
Chikahiro Ohkubo, Toshio Hosoi	
Attractive force analysis of implant magnetic keeper using three-dimensional finite element method — The effect of screw hole design for retention — Hirokazu Kumano, Yoshinori Nakamura, Takamitsu Iwai, Ryo Kanbara, Tatsuhiko Masuda, Hiroko Nakamura, Yuzo Ohno, Yukyo Takada, Yoshinobu Tanaka	55

The effect of different keeper-tray materials burn-out incineration on casting investment	
during burn-out procedures	61
Taro Kogiso, Yoshinori Nakamura, Yoshihiro Ohno, Masaki Hata, Hiroyasu Konno,	
Koichi Shiraishi, Yuzo Ohno, Yukyo Takada, Yoshinobu Tanaka	
Investigation on Longitudinal Survival Rates of Magnetic Attachments	68
— Its relation to the probing depth of abutments—	
Hoshiai K, Ito R, Miwata M, Tanaka Y, Ishigami T, Ishibasi K, Bando E, Sasaki H,	
Mizutani H, Hosoi T	
How to brush an attachment? — Oral hygiene instructions to Magnetic attachment	
denture patients for dental hygienists —	76
Y. Sakakibara, T. Yasui, K. Matsushita, M. Yamaguchi, T. Masuda, A. Ando, K. Shyoji,	
Y. Nakamura, Y. Ono, Y. Tanaka	



解 説 Review

Journal home page: www.jsmad.jp/

超伝導になる磁石の物理学

佐藤憲昭

名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻(物理系)

Physics of a superconducting ferromagnet

Noriaki Sato

Department of Physics, Graduate School of Science, Nagoya University

要旨

従来の物理学によれば、「磁石(強磁性)」と「超伝導」は互いに犬猿の仲である。しかし、近年の「強磁性と超伝導の共存」を示す物質の発見は、我々の常識に修正を迫る。本講演では、「磁性超伝導体」に関する研究の現状の紹介と、その理解のために必要な基礎概念(相転移や量子力学など)に関する概説を行う。

Abstract

Superconductivity and ferromagnetism have been considered to be antagonistic until the recent discovery of superconducting ferromagnets in which they coexist. The new family of ferromagnets forced us to modify our understanding of the correlation between them. Here, we present our recent activities on these novel materials together with explanations on phase transition, quantum mechanics, superconductivity, and ferromagnetism.

キーワード (Key words)

超伝導 (superconductivity)

磁性 (magnetism)

はじめに

天空を支配する物理法則と、地上の物質世界を支配する物理法則との間に、本質的な相違はない。むしろ、一見全く異なって見える現象の間にも、深く掘り下げてみると、法則性(類似性)を見出すことができる。もっとも良く知られた例は、「地球を周回する月」と「木から落ちる林檎」の関係であろうか。ニュートン(Newton)の万有引力の法則によれば、これらは同じ物理法則に従い運動している。(異なるのは、初期条件のみである。)ニュートンの築き上げた理論体系は、現在では、古典力学(あるいはニュートン力学)と

呼ばれる。ニュートン力学を知らなければ、気象衛星による台風の進路予想や GPS による位置情報の獲得もできない。ニュートンはまた「光の物理学」に対しても多大な貢献をなしたが、彼の提唱した粒子説は、マックスウェル(Maxwell)によって、新しい考え方(電磁波)に改められた。ニュートンほどの天才でも完全ではなかったわけである。

ニュートンの力学とマックスウェルの電磁気学は(これらをまとめて古典物理学と呼ぶ)、「目に見え、耳に聞こえ、手に触れることのできる世界」の自然現象を見事に説明はしたが、黒体放射の問

題や固体の比熱の問題に対しては無力であった。これらの難問に対する解決の糸口は、プランク (Planck) による「エネルギー量子」という(古典物理学にはなかった)新しい概念の創出によって見出された。宇宙に存在する全ての物質が(原子で構成されているという意味で)不連続であるのと同じように、プランクはエネルギーもまた不連続であると考え、黒体放射の問題を見事に解決した。「エネルギーの量子化」というアイディアは、アインシュタイン(Einstein)とデバイ(Debye)によって示されたように、比熱の問題(温度によって比熱が変わること)の解明につながった。中学・高校で学ぶ比熱などという身近で簡単な物理現象も、「量子力学」の誕生に深く関わっていたのである。

高校の物理では、比熱が温度によって変わるこ とを教えない。これを理解するためには、上記の ように、量子力学の知識が必要とされるからであ る。ただ、量子力学を知らなくても理解できる現 象はある。例えば水が凍るとき、潜熱を奪う。こ れは、摂氏零度(絶対温度目盛りで273度)で比 熱に異常が現れることを意味する。同様に、摂氏 100度で水が水蒸気になる際にも、比熱に異常が 生じる。このように、物質の状態・性質が変わる ことを一般に「相転移」と呼ぶが、相転移が起こ るときはいつでも比熱に異常が現れる。これは物 質に限ったことではなく、宇宙でも同じである。 137億年前の初期の宇宙は、想像を絶する程の高 温の世界であった。時間の経過とともに宇宙の温 度は下がり続け、その過程で、いくつかの相転移 が生じたと考えられている。もし、宇宙の比熱を 測ることができたとすれば、相転移に伴う巨大な 比熱異常が観測されたであろう。

このようにみてくると、身近な存在である物質や、遥か彼方まで続く宇宙やその歴史を語るとき、「温度」が重要な役割を果たすことに気付く。本講演では、温度や相転移、あるいは量子力学について概説した後、「磁石と超伝導の物理」の先端的研究の現状を紹介したい。

温度と相転移

温度とは何であろうか?体温あるいは地球温暖 化や氷河期に関る地球規模の気温など、我々は温 度という言葉を普段何気なく使っているが、その物理学的意味は必ずしも明確ではない。例えば、いくらでも高い温度を考えることはできるのに低い方には限界(摂氏マイナス273度=絶対零度)があることを説明できるであろうか?この問に答えるためには、「温度は運動の激しさを表す指標である」ことを理解すればよい。つまり、静まり返った絶対零度の世界よりも、もっと静かな低温の世界はありえないことが、低温には限界があることの理由である。

静寂な絶対零度に向かって温度を下げたとき、 何が起きるであろうか?ここで、実験(デモンス トレーション)をしてみよう。薄い銅製の容器に 液体窒素を入れると、容器の壁から水のような液 体が滴り落ちるのに気づく。これに線香を近づけ ると炎が大きくなることから、この液体が酸素で あることが分かる。つまり、人間が生きていくう えで不可欠な酸素 (気体) が容器の液体窒素で冷 やされ、液体になったのである。そこでは、水が 摂氏100度で沸騰しているのと同様に、液体酸素 が摂氏マイナス200度ほどの低温で沸騰している のである。無色透明の液体窒素とは異なり、この 液体酸素は淡青色を帯びている。これに磁石を近 づけると、液体酸素の滴が磁石に吸い付けられる 様子を見て取ることができる。さらに温度を下げ ると、水が氷になるのと同じように、液体酸素も 固化してしまう。目には見えない空気も、温度を 下げれば液体になり、しまいには固体として手に 触れることのできる存在に変化してしまう。

このような極低温の世界では、日常経験することのない現象にしばしば遭遇する。常温では磁石でなかったものが磁石になったり、金属線の電気抵抗が突然ゼロになったりなど(この現象を「超伝導」と呼ぶ)、不思議な現象を目の当たりにする。これらもまた相転移の一種である。詳しく調べると、相転移とは、温度を変えるとき(実験室では温度は上げることも下げることも自由にできるが、宇宙では冷える一方)、多数の粒子(水の場合は1 cm³ あたり 10^{22} 個程度の膨大な数の H_2O 分子、磁石であれば後述の 10^{22} 00 の分子、磁石であれば後述の 10^{22} 00 の方子、磁石であれば後述の 10^{22} 00 の方子、磁石をあれば電流を運ぶ自由電子)が一斉に状態を変えることである。以下では、磁石を例にとって、相転移が生じる仕組みを考える。

磁石

高校の物理の教科書には必ずといっていいほど 図1のような説明図が出ている。ある磁石を分割 すると、その両端にはあらたにN極とS極が現れ る。この操作を延々と続けても結果は一緒で、分 割された磁石には必ずN極とS極が現れる。これ は、「原子自体が1つの磁石である」ことを意味 する。原子を覗く顕微鏡があったとすれば、ちょ うど地球が自転しながら太陽の周りを公転運動し ているのと同じように、電子が自転(フィギャー スケートのスピンに対応) しながら原子核の周り を回っているのが見えるであろう。(補足:電子 のスピンは、正確には、「相対論的量子力学」を 考えることによって初めて理解される。)電荷を もった電子が周回運動していることは、原子核の 周りに電流の流れているコイルがあるのと同じこ とである。電流が流れれば、その周囲には磁場が 生じる。従って、電子の軌道運動によって、原子 の周囲には磁場が生じる。電荷を持った粒子のス ピン運動もまた周囲に磁場を作り出すであろう。 結局、「原子磁石」とは、磁場を生み出す「電流」 あるいは「電子の運動」と等価である。

もう少し正確に表現すれば、磁石とは沢山の原子磁石が皆向きを揃えた状態である。丁度、「(地球上のすべての)方位磁石が地球磁場の方向に向きを揃えた状態」のようなものである。この類推から、磁石の中には、地球磁場の役目をする「内

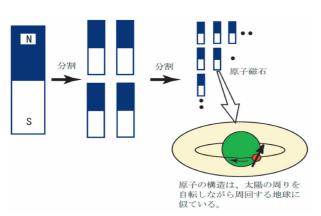


図1. 磁石の分割. 磁石を分割すると、それぞれの両端には N 極と S 極が生じる。この分割をミクロレベルまで繰り返しても、其々の両端には N 極と S 極が生じる。この原子レベルの大きさの「原子磁石」を詳細にみると、原子核の問囲を周回する電子が磁場を作り出していることが分かる。また、電子自身の回転運動(スピン)も同様に磁場を作り出している。これら周回運動および自転運動が、原子磁石の正体である。

部磁場」が存在することがわかる。(補足:地球磁場は古典物理で理解可能であるが、磁石の内部磁場は量子力学を用いてはじめて理解される。)

エントロピーと自由エネルギー

棒磁石の中には、無数と言えるほど多数の原子磁石が存在する。温度が高いときには、それらはみな勝手な方向を向いていて、しかも時間経過とともに、絶えず向きを変えている。磁石の温度を「キュリー温度」(マリー・キュリーの夫君の名を冠した特性温度)より低温に下げると、原子磁石は(内部磁場の方向に)向きを揃えだす。そして絶対零度では、完全に1方向に揃い、動きを止めてしまうであろう。このことを、次の自由エネルギーFを使って説明する。

$$F = U - TS \tag{1}$$

ここで、Uは内部エネルギー、Tは絶対温度、Sはエントロピーである。自然界では、F の小さ い状態が実現する。低温ではTが小さいため第 2項は効かず、第1項(即ち*U*)の小さい状態が 実現する。一方、高温では第2項の係数が負であ るから、Sの大きい(即ちFの小さい)状態が 実現する。(補足:エントロピーSは「ばらばら の程度」を表す指標である。高温では熱運動によ り原子磁石は勝手な方向を向いているためエント ロピーが大きい。)従って、Fを最小にするのは、 低温では原子磁石が向きを揃えた状態(磁石ある いは強磁性状態)であり、高温では原子磁石の向 きがばらばらな状態(常磁性状態)である。この 移り変わり(すなわち相転移)が、キュリー温度 を境にして生じている。キュリー温度や、水の氷 点 (0℃) あるいは沸点 (100℃) は、一般に転移 温度と呼ばれる。

市販されている磁石のキュリー温度は室温以上であるが、それ以上の温度に熱すれば、磁石でなくなってしまう。また、キュリー温度が室温以下の物質は、室温では磁石として機能しない。超伝導の転移温度は一般に室温よりずっと低いが、もし将来、転移温度が室温を超える超伝導物質が見つかったとすると、大きなエネルギー革命が起こるであろう。なぜなら、送電線によるエネルギーロスが大幅に抑えられ、電気エネルギーを蓄えることも可能になるからである。

量子力学の不思議

量子力学は概念的(哲学的)に難しい側面を持 ち、その創始者であるシュレーディンガー (Schrödinger) やアインシュタインでさえ、そ の解釈について生涯悩み続けた。量子力学によれ ば、光や電子などは「粒子であると同時に波」で もあり、これを「粒子・波動の2重性」と呼ぶ。 日常的な感覚からすれば、光は(津波のように空 間に広がった)波であり、決して(ゴルフボール のような) 粒子ではない。また、電子は小さいと はいえ粒子であり、決して波のように拡がった存 在ではない。目に見える(古典物理の)世界には、 「粒子であると同時に波でもある性質」をもった 存在は見当たらない。原子という目に見えない極 微の世界に行って初めて、このような信じがたい 性質を見出すことができるのである。この辺の事 情は、朝永振一郎による名著「光子の裁判」で説 明されている。古典世界の粒子は図 2 (a)のよう な経路のみしか取ることができないが、量子世界 の粒子は図 2 (b)のような経路 (2 つの窓を同時 に通り抜ける経路)を通ることができる。不可分 の存在である電子が2つの窓を同時にすり抜ける ことが、まさに波の性質を持つことの意味である。 このように考えてくると、量子力学は、専門家 以外には理解できない代物のようにも思われる。 しかし、その結論は簡明で、その適用範囲も限り なく広いものである。一見量子力学とは無縁に思 われる宝石の着色の原理や、発光ダイオードの原 理も (光と物質の相互作用の結果として) 理解さ れる。身の回りの物質の性質は、量子力学を用い て始めて理解されるのである。

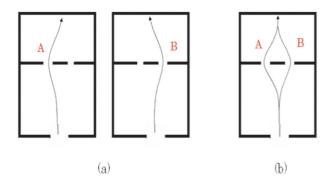


図2.素粒子の不思議.図aでは、左右の窓のいずれか一方のみを通る2つの経路が可能である。通常の古典粒子は、これら2つの経路のいずれかを通る。これに対し、素粒子には、図bに示された2つの窓を同時に通る経路も許される。

不確定性

温度(を下げること)と量子の世界を組み合わ せると、想像もしない不思議な現象が観測される。 ヘリウム原子を考えよう。(補足:地球を掘り進 めていくとき、急激な温度上昇が見られる。これ はトリウムやウランなどの地殻に含まれている放 射性元素のアルファー崩壊に帰着されると考えら れている。この崩壊によって放出されるアルファー 粒子の正体は、1908年にラザフォード(Rutherford) によって解明されたように、ヘリウムの原子核で ある。同じ年にオンネス (Onnes) は、最後まで 液化されずに残っていたヘリウム原子の液化に成 功を収めた。)酸素と同様に、ヘリウムも冷やせ ば固体になるように思える。しかし、ヘリウムの 液体は、どんなに温度を下げても(常圧では)固 体にならない。これは、次式で表される「不確定 性原理」

$$\triangle_{\chi} \cdot \triangle_{\rho} = \overline{c}$$
 (2)

と呼ばれる量子力学上の原理によって説明される。 χ は場所を表す座標で、 Δ_x はその不定さ(粒子は幅 Δ_x のどこにいるか分からないという意味)を表す。 また ρ は運動量であり、 Δ_o はその不定さを表す。 ρ あるいは Δ_o が大きければ大きいほど運動エネルギーは大きくなる。さて、式(2)をヘリウムの問題に適用しよう。固体になることは、原子の位置が決まることを意味し、 Δ_x が小さくなることに対応する。 Δ_x が小さくなれば Δ_o が大きくなる。 すると、運動エネルギーが高くなる。 エネルギーの高い状態は実現しないので、結局、ヘリウムの固体を作ることは不可能である。 (但し、高圧をかけて、無理やり固体を作ることは可能である。)

ヘリウム原子からなる液体を絶対零度に近い2度(摂氏マイナス271度)まで冷やすと、気泡(沸騰したお湯の中の泡と同じ)が急に消滅する。もっと詳しい実験を行うと、2度以下の低温では、液体ヘリウムは、どんなに細い管の中でも粘性ゼロで流れることがわかる。この粘性ゼロで液体が流れる現象は、電気抵抗ゼロの超伝導と同じような現象で、超流動と呼ばれている。このような常識外れの現象が極低温では姿を表す。

"普通の"超伝導

超伝導を発見したのは、ヘリウムの液化に成功 したオンネスのグループである。理想化された金 属では、電子が金属中を自由に動きまわって電流 を運んでいるが (このような電子を自由電子と呼 ぶ)、実際の金属中では電子は決して自由ではな く、他の電子や不純物原子との衝突、あるいは金 属を形成する陽イオンとの衝突を繰り返している。 これにより、通常の金属は有限の大きさの電気抵 抗をもつ。これに対し超伝導体では、電子2つが 「クーパー対」(理論的に発見した物理学者の名に 因む)と呼ばれるペアーをつくり、電流を運んで いる。このとき、(詳しく調べると)上記のよう な散乱は生じない。即ち、電気抵抗はゼロである。 クーパー対形成のためには、2つの電子の間に引 力を生み出す何らかの原因(超伝導発現機構)が 存在するはずである。普通の超伝導体(BCS 超 伝導体と呼ばれる) の発現機構は、「陽イオンの 振動」(「格子振動」と呼ばれる)を媒介とした電 気的な引力である。

超伝導体は、ゼロ電気抵抗だけでなく、図3(b)に示したように、磁力線をはじき出す特性を有する。これをマイスナー(Meissner)効果と呼ぶ。(補足:リニアモーターカーで利用されている磁石と超伝導体の反発力の起因は、このマイスナー効果(とピン止め効果)である。)超伝導体に磁場をかけると、磁場が弱いときは上記のようなマイスナー効果を示すが、磁場の強さがある限界値を超えると、超伝導は破壊される。このように、超伝導は磁場を嫌う。

"型破りの"超伝導

磁石の周りの磁力線は、マイスナー効果とは対 照的に、図3(a)のように、磁石に吸い込まれる ように分布する。これから直ちにわかるように、 磁石と超伝導は同時には発現しない。ここで、磁 石の内部には「内部磁場」と呼ばれる磁場が存在 することを思い出そう。この内部磁場は、外から 加えた磁場と同じように、超伝導を破壊する。言 い換えれば、磁石が超伝導になることはない。以 上が十年ほど前までの物理学者の常識であった。 しかし最近、この常識をくつがえす「超伝導にな る磁石」が次々と発見されている。この型破りの 超伝導体、即ち磁性超伝導体は、現在の物理学の 重要研究テーマの1つとなっている。

これまでの研究によれば、磁性超伝導体では、 普通の超伝導体とはまったく別の発現機構で二つ の電子間に引力が働いていると考えられる。即ち、 電気的な力ではなく、磁気的な力によって電子は 対を形成しているように見える。また、磁性超伝 導体中には「自己誘導渦糸」と呼ばれるものが存 在することによって、磁石と超伝導の共存を可能 ならしめているようだ。

水が氷や水蒸気になる相転移、磁石がその性質を失う相転移、あるいは超伝導に転移する相転移は、有限の転移温度を持つ「古典的相転移」である。これに対し、絶対零度で生じる相転移を「量子相転移」とよぶ。古典相転移では、(1)式で見たように、熱揺らぎ(エントロピー)によって相転移が駆動された。これに対し量子相転移では、絶対零度でも存在する「量子揺らぎ」が相転移を引き起こす。例えば、(2)式と同様の不確定性関係で記述される揺らぎが、磁石の性質を失わせる。

量子相転移近傍で大きくなる量子揺らぎは、磁性超伝導体の発現機構と深い関わりを持っていることが明らかになりつつある。磁性超伝導体の温度を絶対零度(に近い温度)に保ったまま圧力を加えると、量子力学的「スピン揺らぎ」のため、ある圧力で磁石の性質が消える。この量子揺らぎは、一方では、超伝導のクーパー対を作る引力の原因となっているように見える。これらのアイディアはまだ確立されたとは言えないが、近い将来、確証が得られるものと期待している。

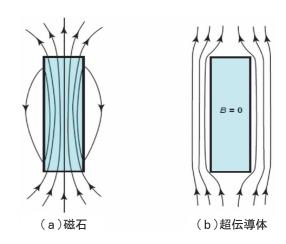


図3. 磁力線の分布. 左の磁石では、磁力線は磁石の内部を通ろうとする。これに対し、超伝導体では、磁力線は超伝導体の外にはじき出される。このマイスナー(Meissner)効果は、電気抵抗ゼロと共に、超伝導の重要な性質である。

最後に

身近にある物質と天空の星との関わりを知ることは、ニュートンのリンゴと同じように、物理学の醍醐味である。欧米の研究者達が1999年にNatureに発表した論文は、我々の分野の研究者だけでなく天体物理学者をも魅了した。彼等はヘキサボライドと呼ばれる物質が、驚異的に高いキュリー温度を示すことを「発見」したのである。天体物理学者の興味を引いた理由は、このヘキサボライドの高温強磁性が、強い表面磁場を持つ磁気白色矮星(星の進化の最終形態の一つ)の巨大な磁場の原因と深いところで繋がっているのではないか、との理論的予想がなされたためである。しかしながら、ヘキサボライドの強磁性が鉄不純物によるものであることが我々の研究により明らかとなって以来、研究はしりすぼみ状態となってし

まった。ヘキサボライドの強磁性は実を結ばなかったものの、地上の物質と天空の極限天体との間の対応関係の発見は、今後の楽しみとして残されている。

物理学や量子力学と聞いただけで、耳をふさいでしまわれる御仁は数多いと思われる。しかし、現在社会の根幹(携帯電話やパソコン、自動車などに使われている半導体など)に物理学は深く関わっている。3.11大震災に伴う原発の問題、あるいは放射線の問題を考える上でも、物理学の知識が必要とされている。これらは、遺伝子操作と同様、重要な社会的問題であり、専門家だけに任せておけばよいという類の問題ではない。本講演が物理学に対する興味の端緒となったのであれば幸である。



集 **Feature**

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響 MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて一

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響

細井紀雄 鶴見大学

Influence of MRI on inserted Dental Magnetic Attachments

Toshio Hosoi Tsurumi University

要旨

目的:このシンポジウムの目的は磁性アタッチメントの装着が MR 撮像時に生ずる影響を安全性の 面から検討し、マニュアルを作成することである。

方法:日本磁気歯科学会安全基準検討委員会は第20回学術大会で「MR 撮像時における磁性アタッチ メントの影響」をテーマにシンポジウムを開催した。結果: 1)1991年以降、学会誌に掲載された MRI とキーパーに関する論文は32偏であった。 2)MRI の偏向力、トルクに対してキーパーが確実に合着 されていれば、キーパーの脱落は生じなかった。3)キーパー周囲の温度上昇は15分以内の撮像では規 定の0.5℃を上回らなかった。4)キーパーによるアーチファクトの出現は避けられないが、キーパーの 数、設置部位、MR 装置のシーケンスなどにより、アーチファクトの大きさは異なった。結論:MR 撮像時のキーパーの生体安全性については問題はないが、アーチファクトにより読像が困難になる場合 はキーパーを容易に除去出来る KB 法が望ましい。

Abstract

Purpose: The purpose of this symposium was to evaluate the influence of MRI on inserted magnetic attachments from the perspective of safety and for the production of manuals. Methods: The safety standard committee of the Japanese Society for Magnetic Applications in Dentistry held a symposium entitled "Influences on Magnetic Attachments during an MRI scan" at the 20th annual conference of the society. Results: 1. There have been 32 articles regarding MRI and keepers, which have been reported in academic journals after 1991. 2. The dislodgement of keepers was not caused by the deflection force and torque of MRI when the cementing of the keepers was sufficient. 3. Increases in temperature around keepers did not exceed the prescribed temperature of 0.5°C when MRI scans were conducted within 15 minutes. 4. Although the appearance of artifacts due to keepers could not be avoided, the size of the artifacts differed depending on the number and inserted area of keepers and MRI sequences. Conclusion: Although there are no problems regarding the bio-safety of keepers during MRI scans, the KB system, in which keepers are easily removable, is desirable when MRI interpretation is difficult due to artifacts.

キーワード

(Key words)

歯科用磁性アタッチメント キーパー アーチファクト

(dental magnetic attachment) 磁気共鳴画像 (keeper) (artifact)

(MRI) 安全基準

(safety standard)

I. 目的

近年、MRI (Magnetic Resonance Imaging, 磁気共鳴断層撮像法) の普及と脳ドッグ利用者な どの増加に伴い、磁性アタッチメント殊にキーパー 装着者に対する MR 撮像時の安全基準マニュア ルの作成が喫緊の課題となっている。日本磁気歯 科学会では平成21年度事業計画として MRI 撮像 時の対応マニュアル作成を掲げ、安全基準検討委 員会が素案を作成することになった。本学会では、 1988年に田中貴信教授らにより MR-CT 画像に アーチファクトが生ずることが発表されて以来10、 基礎的、臨床的研究が行われ、種々報告されてい る。2005年に本学会安全基準検討委員会は「磁界 の安全性についての検討」の中で「MRI 撮像へ のキーパーの影響は明らかに存在するが、キーパー の形態や大きさは多様であり、また、影響する因 子も多いことから、MRI 撮像への影響に関して は市販品を用いた詳細な検討が必要であり、この 結果を学会が臨床家に公表すべきであると思われ る。」と報告している20。本委員会ではこれまで のキーパーと MRI に関する研究業績を整理し、 現状を分析するとともに、MR 撮像におけるキー パー装着の影響についてファントムを用いて実験 を行った。これらの成果を踏まえて、磁性アタッ チメント装着者の MR 撮像における安全基準マ ニュアルの作成に向けて種種の検討を行った。

Ⅱ. 方法

日本磁気歯科学会第20回学術大会で「MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響一MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて一」をテーマにシンポジウムを開催し、会員各位の意見を仰ぐこととした。シンポジウムでは水谷紘委員は「本学会における MRI アーチファクトへの取り組み」、長谷川みかげ委員は「MRI におけるキーパーの安全性試験の結果について」、土田富士夫委員は MR 撮像時の現状」、倉林亨特別委員は「歯科放射線専門医の立場から」と題してそれぞれ講演を行った。

Ⅲ、結果と考察

1)1991年、本学会発足以来、学術雑誌に掲載された磁性アタッチメントと MRI アーチファクトに関する論文は32編であり、そのうち約6割は

アーチファクトの範囲、大きさであった。

2) ASTM (American Society of Testing and Material、アメリカ材料試験機構)における MR 装置の適合性規格によると Displacement force (偏向力)、Torque (回転力)、Heating (発熱)、Artifact (アーチファクト)、Marking (マーキング) の5項目について、安全性の情報 提示のための統一化された試験方法を示さなけれ ばならないとされている^{3,4)}。このうち、マーキ ングは記載項目についての規格であるため、磁性 アタッチメントへの影響は上記4項目である。一 方、MR 検査を行う前のチェックとして、①外 科クリップ(止血クリップ)または強磁性体製の インプラントを埋め込んでいる患者(図1)、② 体内に埋め込まれた金属によって画像アーチファ クトが生じる可能性のある患者、③人工心臓を移 植している患者、④刺青(鉄分を含む)を行って いる患者、⑤妊婦などがあげられている50。歯科 用磁性アタッチメントは①ないし②に判定され MR 撮像を拒否される可能性がある。キーパー 装着のMR 撮像時の問題点として以下の 3 項目 が挙げられる。 1) MR 装置の偏向力とトルク により、キーパーが脱落して誤嚥、誤飲や口腔内 損傷を起こす可能性 2) MR 装置の温度上昇 によりキーパーが発熱して口腔粘膜や歯周組織に 疼痛および火傷を起こす可能性 3)キーパーアー チファクトにより読像を不能にする可能性。

各委員の報告から1)の偏向力、トルクに関し ては、キーパーが根面板に合着されている場合, MR 検査中に受ける磁場の力学的影響は小さい ため、キーパー脱落の恐れはないこと、2)の発 熱に関しては、発熱が最も大きかったのは、GE 社製の0.8℃であったが、臨床での照射時間を6 分程度とすると0.2から0.3℃であり,0.5℃までを 許容範囲とすると、照射時間15分までは安全範囲 であること、3)のアーチファクトに関しては, ルーチンモード同士を比較すると3Tの高磁場 装置よりも0.3Tの低磁場装置の方がアーチファ クトは大きくなり、スピンエコー法(SE法)で は、アーチファクトの大きさは、おおよそ半径4 cmから8cmであると予想されること、T2強調画 像の方がT1強調画像よりも大きいこと、などの 結論が得られた。体内に金属が装着されている場 合の MR 検査に対する取り扱い説明書または添

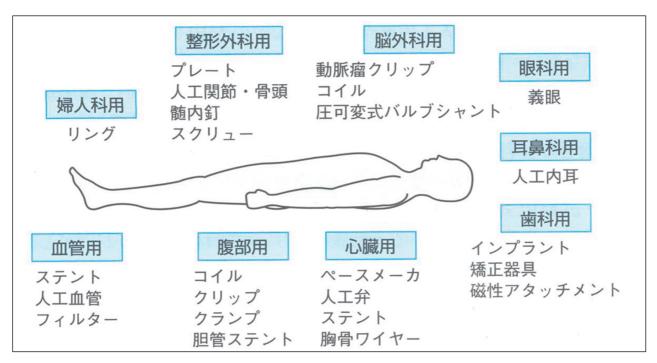


図1.体内に留置される代表的な金属製の医療器具、装置 MRI 安全性の考え方(2010)日本磁気共鳴医学会安全性評価委員会監修

付文書は禁忌から警告までまちまちである。 MRI 検査における磁性アタッチメントの安全性 や予測されるアーチファクトの大きさに関する最 新の情報を積極的に提供していくことが責務と考 えられた^{6,7)}。

Ⅳ. 結論

MR 撮像時のキーパー装着者の生体安全性については問題ないが、アーチファクトの出現は避けられないため、MR 撮像部位とキーパー設置部位の関係によってはアーチファクトが生じても読像に支障を及ぼさないことを理解し、読像が困難になると予測される場合はキーパーを容易に除去可能なセメント合着による固定法(KB法)(図 2 、3)が望ましい。

参考文献

- 1)田中貴信,三原 学,岸本康男,ほか:MR-CT 画像診断を妨げた磁性アタッチメント利 用の下顎顎義歯の1例,顎顔面補綴,11(2): 11-18,1988.
- 2)森戸光彦,木内陽介,小林 馨,ほか:日本 磁気歯科学会安全基準検討委員会編,磁界の 安全性についての検討,日磁歯誌,14(1): 64-88,2005.



図2. レジンセメント(左)とキーパーハウジング内に満たされるセメント(右)。





図3. キーパーボンディング法(KB法)(左)と鋳 接法(右)KB法はセメントの除去により、キー パーを容易に取り除くことができる。

- 3) American society for Testing and Materials (ASTM) International: Standard test method for measurement of magnetically induced displacement force on medical devices in the Magnetic Resonance Environment. West Conshohocken. PA 19428-2959. United States 2006: Designation: F2119-07.
- 4) American society for Testing and Materials (ASTM) International: Standard test method for evaluation of MR Image

- artifacts from passive implants. 2007. Designation: F2052-06.
- 5) 日本磁気共鳴医学会安全性評価委員会監修; MRI 安全性の考え方, 208-218, 秀潤社 東京, 2010.
- 6) 森戸光彦, 細井紀雄: Magnetic Attachment のキーパー材料による MR 画像への影響, 補綴誌, 40(3): 426-432, 1996.
- 7) 細井紀雄, 土田富士夫:磁性アタッチメント の安全性一生体および MRI への影響, 日本 歯科評論, 69(7): 93-97, 2009.



特 集 Feature

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響 MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて一

磁性アタッチメントと MRI アーチファクト 一日本磁気歯科学会における論文レビューを中心に一

水谷 紘

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科

Magnetic Attachment and MRI Artifact

- Focusing on the Review of the Literature Published Mainly in the J J Mag Dent -

Hiroshi Mizutani

Division of Oral Health Science, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University

要旨

1992年~2010年、日磁歯誌に掲載された MRI アーチファクト (磁化率アーチファクト) に関係する論文、演題、更には、電子データベースによって検索された論文を研究対象とし、それぞれについて内容別に分類し文献的考察を加えた。結果の概要は以下のごとくである。

- 1. MRI アーチファクト関連43の論文、演題のうち、キーパー撤去などのアーチファクト防止策が13編、大きさ、範囲に関するものが25編、その他が 5 編であった。
- 2. アーチファクトは、撮像法によるところが大きいが、一般的に、ファストスピンエコー法よりもスピンエコー法の方が、スピンエコー法よりもグラディエント法やエコープランナー法の方が、そして、スピンエコー法においては T1強調よりも T2強調の方が、それぞれが大きい。
- 3. MR装置の静磁場強度が弱い装置(0.5T)の方が強い装置(1.5T)よりもアーチファクトが大きくなることがある。
- 4. 通常、キーパーによる MRI アーチファクトが脳幹部への読影に影響を及ぼすことはない。

Abstract

Articles, abstracts after presentations published in J J Mag Dent from 1992 to 2010 and articles searched by Pub Med with key words MRI artifact and magnetic attachment were selected in this study. Totally 43 papers were examined and evaluated. Artifact area, magnitude of magnetic susceptibility, MRI sequence parameters were considered. The results were as follows; 1) Thirteen papers out of 43 were regarding prevention methods of MRI artifact used with removable keeper, 25 out of 43 were regarding artifact area (volume), and the remaining 5 were others. 2) Artifact area in Spin echo is smaller than that in Gradient echo or in Echo planner image under the same condition. Also, artifact of T1 weighted image is smaller than that of T2 in Spin echo. 3) It is not always true that artifact from strong static magnetic field MRI (1.5T) is larger than that from weak MRI (0.5T). 4) Ordinary, artifact caused by magnetic keeper does not disturb brain stem MRI.

キーワード (Key words)

論文レビュー (review of literature) 磁性アタッチメント (magnetic attachment) MRI アーチファクト (MRI artifact) 磁化率アーチファクト (susceptibility artifact) MRI シークエンス (MRI sequence)

I. 目的

MRI r-fファクトと言えば、 Metallic Artifact (金属)、 Motion Artifact (運動性、血流)、 Chemical shift Artifact (化学シフト)、 Aliasing Artifact (領域外)、 Truncation Artifact (肋骨現象)、等が挙げられるが 11 、ここでは最初の Metallic Artifact (金属)のみを念頭に置く。 MR用語解説集 21 によれば、金属r-fファクトとは「金属により引き起こされる画像ひずみ、信号消失、異常信号などのr-fファクトをいう。 磁化率r-fファクトが主であり、その大きさは、磁場強度、金属の磁化率に比例する。特にヘアピン、義歯などの強磁性体(鉄、コバルト、ニッケル)では磁場ひずみが周囲にまで広がるため大きなr-fファクトとなる(以下略)」とある。

磁性アタッチメントは磁石本体を含む磁石構造体と強磁性体金属のキーパーとからなる。磁石構造体は可撤式である義歯内に合着・固定されているため義歯と共に容易に口腔内より撤去できるが、キーパーは残存歯に固定されているため口腔内からの撤去は容易ではない。特に市販当初から広く用いられている加熱式の、いわゆる鋳接型キーパーは根面キャップと一体化されており、残存歯を残してキーパーのみを撤去することは困難を極める。ここにMRI撮像時のキーパーによるアーチファクト(金属による磁化率アーチファクトの意、以下MRIアーチファクトまたは単にアーチファクトとする)が20年以上も前から問題となるゆえんである³-5°。

日本磁気歯科学会でも設立当初よりこの磁性アタッチメントと MRI アーチファクトの問題が取り上げられ数多くの発表、論文がみられる。本稿ではそれらの研究を中心に、他の学会誌等に掲載された論文も含め文献的考察を加えてみた。

Ⅱ. 材料および方法

対象材料は、1992年の第1巻から2010年に発刊された第19巻まで、日本磁気歯科学会雑誌(日磁歯誌)に掲載された論文、学術大会抄録、Proceedingsの中からMRIアーチファクトに関係する論文、演題である^{6-29,32-33,35-40)}。また、MRIアーチファクト、磁化率アーチファクトをキーワードとして電子データベースによって検索された論文

の中から、磁性アタッチメントが強く関係する論 文も選択した^{30-31,34,51-52)}。さらに、日本磁気歯科学 会安全基準検討委員会が作成した磁界の安全性に ついての検討²⁸⁾で引用され、かつ、日磁歯誌以外 に掲載された論文^{41,48)}も研究対象とした。

選択された論文、演題についてはその内容を精 査し、内容別にアーチファクトの防止策、範囲・ 大きさ、その他という3グループに分類した。防 止策とは、MRI 撮像時に容易に撤去できるよう、 ねじ式にしたり、セメント合着式にするなどした キーパーの構造、術式、応用症例を紹介したもの である。範囲・大きさについてはヒトの体液に近 い NiCl₂・6H₂0液、寒天、シリコンオイルを含 む模型中にキーパーを固定して MRI 撮像を行い、 その像からアーチファクトの範囲・大きさを測定 したものである。その他は両者のいずれにも属さ ない研究である。内容が防止策と範囲・大きさの 両者にまたがり、いずれの領域か明確に分類でき ない研究も見受けられたが、この場合は内容を再 度精査し、どちらの領域により強く重点をおいて いるかを著者が判断し、いずれかに分類した。ま た、それらの研究の中から、代表的、典型的と思 われるものを選びその内容についてⅢ. 結果の項 で詳しく紹介することとした。

なお、本稿では、日本磁気歯科学会雑誌に掲載された論文と学術大会演題事後抄録との内容がほぼ一致するものでも、それぞれを参考文献として取り上げた。また、学術大会プログラムに掲載されている事前抄録は、それぞれの事後抄録が掲載されている学会誌のものを代用し、事後抄録が発刊されていない、あるいは、印刷中の2編^{30,40)}を除き取り上げなかった。

Ⅲ. 結果

1. 研究(論文、演題)の分類

選択、分類された研究結果を表 1 に示す。全43 編中、防止策は13編、範囲・大きさは25編、その他は5 編と範囲・大きさについての研究が最多であった。その他については MRI の安全基準を述べたもの、可撤式+-パーの技工操作に関するもの、磁石構造体も含め義歯をつけたまま誤ってMRI 撮像を行った症例の報告、そして、発熱に関するものであった。

年	防止策	範囲 大きさ	その他	年	防止策	範囲	大きさ	その他
				2001	1			
1992	2	2		2002				1
1993	1	1		2003				
1994	4	4		2004				
1995	2	2		2005				1
1996		4		2006				
1997	1	1	1	2007			3	
1998				2008			3	
1999			1	2009			1	
2000	1	1		2010	1		3	1
Total	11	15	2	Total	2		10	3

表1. MRI アーチファクトに関する研究数 (日磁歯誌を中心に 1992~2010).

全合計 防止策:13/43 大きさ:25/43 その他:5/43

2. MRI アーチファクト防止策についての研究

日本磁気歯科学会が設立された1991年以前から MRI 撮像時のキーパーによるアーチファクトに 関する報告3-5)は散見され、その防止策について 述べた論文は日磁歯誌の初刊から見い出すことが できる。すなわち、中村らりは防止策としてキー パーを可撤式とし、可撤方法、形状、吸引力につ いて報告している。それによると図1左のごとく ねじ穴を貫通させたキーパーをセメント合着し、 撤去する場合はそのねじ穴にねじを嵌合させてセ メントを破壊する方式のキーパーと図1右のごと くキーパー外周にねじを設けて根面板にねじ込み、 撤去する場合は専用のドライバーで外す方式のキー パーを試作している。さらに、この2つの方式の キーパーとは別に、今で言う、非加熱のセメント 合着式キーパーをそれよりも0.1mm大きいスペー スを有する根面板にセメント合着し、撤去する場 合は超音波スケーラーでセメントを破壊する方式 の計3種類を試作し、それぞれの方法で撤去した

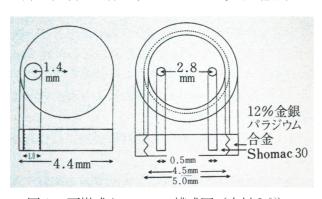


図1. 可撤式キーパーの模式図(中村ら9)).

り吸引力の測定を行っている。穴を空けた位置は いずれも磁石構造体の非磁性リング部に対応させ て吸引力の減少に努めたとある。

結果は、吸引力の減少は10gf 程度と少なかった。また、撤去はいずれも容易に行えたがキーパーの再使用は外周ねじ付き以外は困難であったと述べている。

一方、大川ら¹¹⁰ は、この中村らの外周ねじ式キーパーの径が大きくなるという欠点を補うべく図2のような底面(下面)にねじの付いた可撤式スクリューキーパーを試作し、寸法、術式等を報告している。ねじがキーパーの外周でなく下部の脚部に形成されているため、可撤式ゆえのキーパー外周の増大はない。ただし外径2.5mm、長さ2.5mmのプラスチック製チューブを模型根管内に収めなくてはならず根管形成量が増えたりキーパーを含む根面板の高さが高くなるのは避けられない。要はスクリュー部分を側面にするか下面にするかである。この下面ねじを用いた可撤式キーパーは前出の中村ら²²⁰ も1995年に発表している。

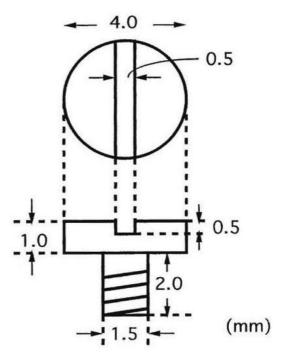


図2. 可撤式キーパーの模式図(大川ら111).

また、上記のようなねじを切るといった機械的な機構でなく、磁気特性の優れたSUS430やキーパー用に開発されたコンポジットレジンを使用して、吸引力を減少させずにキーパーそのものを小さくしてMRI画像への影響を少なくしようとした報告¹⁵⁾もある。さらに、キーパーのノブを利用

したり 17 、キーパーの側面を削合しテーパーを付与することで着脱を容易にしようとした文献 21 もみられる。

2000年発刊の日磁歯誌には長尾ら²⁶⁾が、下面ねじ式の、ただし、ねじの付いたキーパースクリューによってキーパーリングをキーパー用トレーに固定するという新しい型の試作品を報告している。この装置には、図3に示すごとく根面板鋳造時にキーパー用トレーが埋没材中で所定の位置から動くことを防止するためのダミーキーパーも付属品として発表している。

2010年阿部ら³⁶⁾ は、キーパーについては通常のセメント合着用のキーパーを使用するが、根面板の側面に予め頓路を付与して必要に応じてキーパーを撤去する方法を発表している。すなわち、キーパー用のプラスチックトレーを鋳型として用い、根面板ワックスアップ時に頓路用の炭素棒を組み込んで鋳造、製作する方法で、こうすると日常の臨床で用いる器具にて短時間でキーパーと根面板を傷つけずにキーパーの撤去および再合着が可能であると述べている。同時にセメントのキーパー維持力試験も行って、好ましいセメントの検討も行っている。

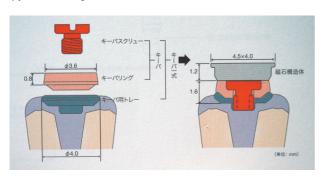


図3. 可徹式キーパー(長尾ら²⁶⁾. リムーブキーパーカタログより引用. 現在市販されている数少ない可撤式キーパー).

3. MRI アーチファクトの範囲、大きさについての研究

MRI アーチファクトの範囲、大きさについての研究も日磁歯誌の1巻より掲載されている。

鱒見ら⁸⁾ は試料として、通常の歯科臨床で用いられている金、銀、チタンなどの金属や金銀パラジウム、コバルトクロム、ニッケルクロム、などの歯科用合金を用いて、円形キーパーを模した直径 4 mm、厚さ 2 mm の円板形状のものを製作し、

これらの鋳造物とサマリウムコバルト磁石を0.1 TのMR装置で撮像して陰影欠損部の最大直径や陰影欠損体積率なるものを算出している。結果は金、銀、金銀パラジウム合金では全く陰影欠損が認められなかったのに対し、他の試料はすべて陰影欠損が認められ、中でもサマリウムコバルト磁石は最大で欠損の直径144.7mm、陰影欠損体積率は約47、000倍の値を示したと述べている。

吉田ら12-13) はキーパーの数や撮像条件の違いが画像欠損の大きさに及ぼす影響について検討を加えている。成人男子3名、0.5 Tの超伝導型MR装置を用いスピンエコー法にて、上下顎犬歯部にキーパー設置の数を変え、脳幹部の読影を目的とした条件で撮像している。画像欠損の大きさは同一条件で撮像したキーパー設置時と非設置時の画像欠損の共通部分を低信号化するサブトラクション機能を応用することで得られる高信号域を欠損部と判定している。結果の概要は読影対象とキーパーとの距離が近いほど、キーパーの設置数が多い程、T1強調よりもT2強調画像の方が、それぞれ画像欠損が大きい。ただし、脳幹部への影響はなかったと述べている。

飯室10,18-19) らは、中央部に試料固定用の差し込 み部を有し、ヒトの体液に近い NiCl。・6H。0液 を含む直径180.0mm、高さ50.0mmのアクリリック レジン製の円柱模型を用いて MRI アーチファク トの大きさを求めている。MR装置はNd-Fe-B 永久磁石を用いた0.2Tのもので、円柱模型表面 には4.0㎜ 間隔の正方形のグリッド線(前述の NiC₂l・6H₂0液を含むセルの境界線)が存在し、 このグリッド線の座標が試料のない円柱模型だけ のコントロールと比較して、20%以上の歪みが出 たものをアーチファクトとみなしている。試料と してステンレスの447J1、XM27、430を用い、円 形キーパーを模した円柱状のものと球形のものを それぞれ製作した。結果の概要として、アーチファ クトの生成に最も強く関与する因子は試料の透磁 率であり447J1によるアーチファクトが最大であっ たこと、スピンエコー法に比較してクラディエン トエコー法の方がアーチファクトは大きくなった こと、試料近辺の歪みが最も大きく試料からの距 離が遠くなる程歪みが弱くなったこと、アーチファ クトの大きさは球形試料の場合は直径に、そして 円柱形試料の場合は高さに、それぞれ直線的に比 例して増加すること、などを報告している。

1995年には櫻井ら²⁰⁾ が1.0 Tの MRI を用い、意図的にキーパーと磁石構造体を付けたまま撮像を行い、磁石構造体を付けない場合よりアーチファクトが前方にかつ広範囲に生じたとの報告をしている。

正木ら²³⁾ の1996年の報告によれば、アーチファクトの体積はキーパーの体積にほぼ比例する、撮像法は FSE(Fast Spin Echo)法が SE(Spin Echo)法よりもアーチファクトが小さくなるとある。彼らはまた、臨床実験も行っており、キーパーが脳、脳幹部の読影の傷害となることは極めて少ない、キーパーの体積を減少させることが重要でアタッチメントの小型高性能化によってアーチファクトの問題を解決できる可能性が示唆されたと述べている。

その後10年以上に渡って MRI アーチファクトの研究は日磁歯誌にはみられない。2007年になって Destine ら²⁹⁾ の研究が掲載されており、その後も彼らの研究³⁰⁻³⁵⁾ は日磁歯誌をはじめとして他誌にも数多くみることができる。彼らの実験の概要については以下のとおりである。

市販されているアクリリックレジンの大臼歯暫 間冠をパターンとし、金合金、コバルトクロム合 金、金銀パラジウム合金、陶材焼付け用合金でそ れぞれ鋳造したもの、それに磁性アタッチメント のキーパーを試料として用いている。前記の大臼 歯暫間冠用のアクリリックレジンクラウンそのも のをコントロール試料として、各々の試料を寒天 を満たした寒天ファントーム内に固定し、Head and Neck Coil を使用して1.5TのMR装置で種々 の条件で撮像を行い、コントロール試料と各試料 の像の信号強度 (Signal Intensity) の分布状態 を比較検討することによってアーチファクトの範 囲を求めている。結果は、金合金(Au)、金銀パ ラジウム合金 (Pd)、陶材焼付け用合金 (MB) いずれもコントロールの信号強度とほぼ同じ分布 状況を示し、アーチファクトの存在は認められな かった。一方、コバルトクロム合金やキーパーに おいては中心から離れた MRI 像においてもコン トロールの信号強度と有意に異なる分布状況を示 し、表 2 に示すごとく、キーパーにおいては70mm 離れた MRI 像においてもアーチファクトが認め られる場合があった。

表 2. キーパーのアーチファクトの範囲 (Destine ら³¹). * は既製レジンシェルと比較して 5 % の危険率で有意差 (アーチファクト) が認められるキーパーからの距離.

Rs (0mm)	Axial	Axial	Coronal	Coronal	Sagittal	Sagittal
RS (UMM)	T1-W1	T2-W1	T1-W1	T2-W1	T1-W1	T2-W1
Kp (0mm)	*	*	*	*	*	*
Kp (5mm)	*	*	*	*	*	*
Kp (10mm)	*	*	*	*	*	*
Kp (15mm)	*	*	*	*	*	*
Kp (20mm)	*	*	*	*	*	*
Kp (25mm)	*	*	*	*		*
Kp (30mm)	*	*		*		*
Kp (35mm)	*	*		*		*
Kp (40mm)	*	*	*	*		
Kp (45mm)		*		*	*	*
Kp (50mm)	*			*	*	*
Kp (55mm)	*			*	*	*
Kp (60mm)	*			*	*	*
Kp (65mm)	*					
Kp (70mm)	*					

新しい取り組みとして、2010年発刊の日磁歯誌にはコンピュータシミュレーションから定量的に画像のアーチファクトの範囲、歪みの形を予測することを目的とした鮫嶋らの論文38-39)が掲載されている。磁気ダイポールの理論式を用いて磁化したキーパーを近似し、周辺の磁束密度を調べることにより画像への影響を検討している。結果として、画像歪みに関係してくる磁気歪みに関して磁気ダイポール近似を用いた検討は十分可能としている。また、全体として本来の位置よりも傾斜磁界により磁界の強くなる方向にMRIの信号が現れることが判明したとある。

4. 日本磁気歯科学会安全基準検討委員会による 磁界の安全性についての検討

2005年に発刊された日磁歯誌14巻1号には日本磁気歯科学会安全基準検討委員会による磁界の安全性についての検討²⁸⁾ が掲載されている。磁性アタッチメントの腐食、変色、細胞毒性、血流への影響などが報告されている中に「MRI 並びに診

療器機への影響」と題して MRI への影響が述べられている。文献検索による結果であり、本稿と重複しない研究について述べれば以下のごとくである。

2000年の有田ら⁴¹⁾のアンケート調査結果によればMR画像障害を9割の施設で経験しているが、磁性アタッチメントの撤去を歯科医院に依頼した施設はなかった。したがって、MR画像障害の可能性のある磁性アタッチメントの使用を患者自らが申告するために、歯科医は当該患者に磁性アタッチメントのMRIへの影響についての十分な説明が不可欠であると述べている。

MRIの撮像条件の違いによる影響についても石上ら⁴³⁾、今中ら⁴³⁾、正木ら⁴⁴⁾の論文を引用し、スピンエコー法においてはT1よりT2強調画像の方がアーチファクトの範囲が大きい、磁性アタッチメントはMR装置、撮像条件、撮像方向にかかわらずアーチファクトを生じさせて画像診断の障害となる、そして、SE法とfast SE法ではfast SE法の方がアーチファクトの範囲が小さいなどと委員会は述べている。

キーパーの設置位置やキーパーの大きさなどについては三森ら⁴⁵、井原ら⁴⁶の論文を引用し、最大のアーチファクトは上顎右側犬歯部、上顎右側第一大臼歯部、下顎右側犬歯部にキーパーを設置した正中矢状態でみられ、舌骨、オトガイ舌骨筋、オトガイ舌筋、硬口蓋、軟口蓋と前頭葉下面、蝶形骨洞、斜台にまで及んでいたが脳幹部領域に影響はみられなかったこと、さらに、アーチファクトはキーパーの設置数の増加に伴い増加したと述べている。

一方、インプラントに磁性アタッチメントを応用した場合は、キーパーは比較的容易に撤去できることから MRI への影響に関する研究は少ない。インプラント体にキーパーを装着したままの状態ではアーチファクトを生じるが、キーパー無しではアーチファクトはほとんどみられないとの Devgeら4つ、山城ら48)、の論文を引用し、天然歯に応用する場合でも可撤式キーパーの採用やキーパーの接着剤による根面板への取り付けを考慮すべきであると結んでいる。

Ⅳ. 考察

Wikipedia フリー百科事典(2011/0520)やコンパクト新版 MR 用語解説集²⁾ によればアーチファクト(アーティファクト)とは人工産物という意味で、画像領域では「偽像」、分野によっては「ノイズ」とか「人工遺物」とも言われる.ここで取り上げている MRI アーチファクトの他に超音波アーチファクト、CT アーチファクト、脳波アーチファクト、心電図アーチファクト、筋電図アーチファクト、충古学アーチファクトなどが挙げられる。

歯科の立場から MRI の撮像法や画像診断でなく金属による MRI アーチファクトについて種々研究、追求している最たる分野といえば、磁性アタッチメントを主な対象とする磁気歯科学分野であろう。インプラントオーバーデンチャーを含め、臨床的に有用な磁性アタッチメントを使い続けるためには、MRI アーチファクトについて正しい知識を持つ必要があるからである。この考え方は日本磁気歯科学会設立当初より今日に至るまで踏襲されている。

そこで今回、2010年10月30日に開催された第20回日本磁気歯科学会学術大会のシンポジウム「MR撮像時における磁性アタッチメントの影響」から著者が担当した「本学会におけるMRIアーチファクトへの取り組み」をベースとして、本学会誌における論文レビューを中心に磁性アタッチメントとMRIアーチファクトの関係について述べてみることとした。

1. 対象とした研究、論文

1992年の第1巻から2010年に発刊された第19巻 (現時点)まで、日本磁気歯科学会雑誌に掲載された MRI アーチファクトに関係する論文、演題 事後抄録と PubMed 上で MRI アーチファクト、 磁化率アーチファクトをキーワードとして検索し て得られた論文のうち磁性アタッチメントと関係 の深い論文を選択した。

今回参考とした文献のうち本題のテーマに直接 関係するものは43編あったが、このうち学術大会 の事後抄録が23編と半分以上を占め実験方法や統 計処理方法など不明な点が少なからず認められた。 厚生労働省の委託事業である医療情報サービス Minds(マインズ)のホームページ(http://mi nds.jcqhc.or.jp/)や日本補綴歯科学会のホームページ(http://www.hotetsu.com/)に掲載されているガイドライン⁴⁹⁻⁵⁰⁾)にあるごとく研究デザインからみたエビデンスレベル、エビデンスの質、推奨度の強さなどを吟味すると、取り上げた論文の研究デザインに検討課題は多い。ただ、通常の臨床論文と異なり、磁性アタッチメントを装着したまま MRI 撮像を行えば、装着していない時よりもアーチファクトが大きく出現するという大前提のアウトカムは間違いのない事実であり、変数、パラメーターも明確にディジタル化できるものがほとんどあることから、試料数、比較対象、統計処理等に疑問点がなければ質の高い論文とみなしても問題はない。

2. MRI アーチファクト防止策についての研究

MRI アーチファクト防止策についての研究は 43編中13編みられ、口腔内という限られたスペー スの環境下、何らかの「細工」をキーパーに施し、 これを利用してキーパーを根面キャップから外す という可撤式キーパーについて述べた論文がほと んどであった。ねじ式、セメント合着式、セメン ト頓路式などの可徹方式が述べられていたが、そ れぞれが利点、欠点を有している。ねじ式は技工 操作が煩雑で鋳造に成功してもオスとメスがうま く嵌合しない、又、嵌合しても口腔内で緩む危険 性がある。セメント合着式、セメント頓路式はセ メントでキーパーが合着されているために、意図 しない時にキーパーが外れる危険性がある。セメ ント頓路式はカーボン芯を根面キャップのワック スアップ時に埋入するだけで技工操作は簡便であ るが、基本的にはセメント合着式であり、キーパー 合着用のセメントのスペースを確保する必要があ ることから根面キャップがオーバーカンツアになっ たり、逆に設置するキーパーの径が小さくなった りするおそれがある。

20年程前よりこれらの可徹式キーパーの重要性が叫ばれ、その設計が公表されているにもかかわらず、現在、市販されている可撤式キーパーが存在するには存在するが、ほとんど目にしないという現状は、価格が高い、技工操作の煩雑性、MRI対策の必要にさほど迫られていない等が原因にあるのかもしれない。

磁性アタッチメントを応用したインプラントオー

バーデンチャーではキーパーが規格化されたインプラント本体とねじで固定されているため、取り外しが容易で MRI 対策の必要がほとんどない。しかし、支台歯の大きさがばらばらの天然歯には応用出来ないため、この方式こそベストといった結論は出ていない。キーパーを外したい時に簡単に外せ、通常の状態では外れないことが肝要であるが、口腔内という環境下、この件に関しての絶対はあり得ない。まだまだ検討の余地があるといえよう。

考え方を変え、磁性アタッチメントを装着したことによる MRI アーチファクトを磁性アタッチメントというハードのパーツでなくプログラムソフトで解消する研究があるのではという考えのもと、種々検索を試みたが、著者が渉猟した範囲ではこの種の論文は見当たらなかった。

3. MRI アーチファクトの範囲、大きさについ ての研究

磁性アタッチメントのキーパーが MR 画像に 影響を及ぼし、像が歪んだり、黒く抜けたりする MRI アーチファクトが生じて読影が困難になる ことがある。このアーチファクトは、キーパーの 磁化率の違いにより生じるものであり、キーパー からの距離が遠くなるほど磁場の乱れは少なく、 アーチファクトも小さくなる。したがって、アー チファクトが生じるのはキーパー近辺の口腔内な いしは頭頸部であり、胸部、腹部、脚部などはキー パーの影響をまず受けない。それではどの範囲ま でキーパーの影響を受けるのか、キーパーの材質 や大きさ、さらには装置の磁場強度、撮像法によって アーチファクトの大きさは変わるのか、これらの 疑問を解き明かすべく種々の研究がなされている。

先ず、MR装置の静磁場強度、撮像法の違いに関しては、装置の種類やアーチファクトの評価の仕方が文献(実験者)毎に異なるが、ほぼ同一の結果が得られている。すなわち、ファストスピンエコー法(FSE)よりもスピンエコー法(SE)の方が、スピンエコー(SE)法よりもグラディエント(GRE)法やエコープランナー(EPI)法の方が $^{2,10,18-19,40,44)}$ 、そして、スピンエコー(SE)法においてはT1強調やプロトン強調よりもT2強調の方が $^{11-12,42)}$ 、それぞれアーチファクトが大きい。また、装置の静磁場強度の直接比較につい

ては、僅かに長谷川の事前抄録⁴⁰⁾をみるにすぎないが、それによると、静磁場強度が強いから MRI アーチファクトが大きいとは必ずしもいえないとある。

MRI アーチファクト、正確には金属による磁 化率アーチファクトについては、前出のMR用語 解説集2)によれば、撮像領域内あるいはその周辺 にある金属によって測定領域内磁場が不均一とな りこれによって引き起こされる画像の歪み、信号 消失、異常信号の総称である。アーチファクトの 発生方向は通常、周波数エンコード方向に強く現 れる。これは周波数エンコードが位相エンコード に比べて弱い傾斜磁場を用いており、磁場歪みの 影響が出やすいためである。一方、エコープラン ナー法は位相エンコードに要する時間が長くなる ため、位相方向に大きな影響が現れる。アーチファ クトの低減には、受信帯域(バンド幅)の広い撮 像シークエンスを選択するとよいが、グラディエ ントエコー法 (フィールドエコー法) ではエコー 時間の短縮、エコープランナー法ではデータ収集 時間の短縮が有効であると記されている。

土橋ら⁵¹⁻⁵²⁾ は、スピンエコー法ではアーチファクトが周波数エンコード方向に大きく現れるので周波数エンコード用傾斜磁場が弱い程アーチファクトが大きいと述べている。そして、具体的なアーチファクト対策としては、スピンエコー法ではバンド幅を広く、グラディエントエコー法ではバンド幅の広域化とTEの短縮、EPI法ではバンド幅の広域化と位相および周波数エンコード数の減少、ピクセルサイズの減少と述べている。その理由として、バンド幅が直接的にメタルアーチファクトに影響しているのではなく、FOV(Field of View)が等しい場合、バンド幅を変更することにより周波数エンコード用傾斜磁場強度が変化するため、メタルアーチファクトの大きさが影響を受けるからであるとしている。

MR装置の静磁場強度の強さについても、土橋 510 は、スピンエコー法で0.5 T と1.5 T の装置を用い、鉄を主成分としたホチキスの芯を撮像した時のアーチファクトの大きさについて実験を行っている。それによると、バンド幅の設定が同じ場合、アーチファクトは僅かに0.5 T より1.5 T で増大した。一方0.5 T 装置のバンド幅を1.5 T 装置のバンド幅より狭帯域とした場合では、アーチファ

クトは1.5Tより0.5Tで増大したとあり、長谷川 の発表⁴⁰⁾ と同じ結果となっている。

磁化率アーチファクトは、撮像条件が同じであればMR装置の静磁場強度に比例するのは間違いのない事実である。しかし、その静磁場強度よりも大きく影響するのが撮像条件であり、例えばバンド幅の設定によっては静磁場強度が弱い装置の方が強い装置よりもアーチファクトが大きいことがある。しかも、通常、静磁場強度の弱い装置ではSN比を向上させるためバンド幅が狭く設定されていることが多いので、撮像条件を確かめないと静磁場強度が小さいからといってアーチファクトが小さいとはいえない510。

したがって、キーパーによるアーチファクトの大きさの具体的数値については、撮像条件ぬきでは一概に言えないし、キーパーの大きさや個数によっても異なるが、おおよその捉え方として、Darlineら³⁴⁾のキーパーを中心として径7cmの球の範囲、長谷川⁴⁰⁾の4-8cmの範囲というのが一応の目安となるであろう。臨床的な言い方をすれば、脳幹部への影響はほとんどなく、顎関節はキーパー設置部位によっては影響を受けることがあり、口腔内近辺の舌、唾液腺、副鼻腔等は読影不可能というのが今のところの妥当な判断であろう。

キーパーの材質については磁化率、透磁率の大きい方がアーチファクトはが大きくなる。したがって、磁性ステンレスの SUS444, SUS430, SUS447J1, SUS XM27の中では SUS447J1によるアーチファクトが最も大きくなる傾向がある $^{10.18-19}$ 。

MRI 撮像のためのキーパー撤去を依頼される症例数の少なさや可撤式キーパーが思いのほか普及しない現状を鑑みると、キーパーによる MRI 撮像時のアーチファクトは MRI の読影にさほど大きな支障となっていないことも考えられる。しかし、キーパーの材質、形態、設置部位が明確でありながらアーチファクトを見す見す出現させてしまうのは磁性アタッチメントの開発に携わってきた者の一人として慚愧の念に耐えない。キーパー設置部位に簡単なキャップ等を被せることによりキーパーを周囲組織と同じ程度の磁化率にする簡単な「道具」とか、アーチファクトを大きく低減する MRI 撮像のシークエンスの開発が望まれる。

Ⅴ. 結論

1992年から2010年に発刊された日本磁気歯科学会雑誌に掲載された MRI アーチファクトに関係する論文、演題、および、MRI アーチファクト、磁化率アーチファクトをキーワードとして電子データベースによって検索された論文の中から、磁性アタッチメントが強く関係する論文、さらに、日本磁気歯科学会安全基準検討委員会が作成した磁界の安全性についての検討で引用された論文を研究対象とした。選択された論文、演題についてはその内容を精査し、内容別に分類して検討を加えた。結果の概要は以下のごとくである。

- 1. MRI アーチファクト関連43の論文、演題の うち、キーパー撤去などのアーチファクト防 止策が13編、大きさ、範囲に関するものが25 編、その他が5編であった。
- 2. キーパー撤去方法についてはねじ式のものが 大部分であったが、セメント合着式やセメン ト頓路式のものもみられた。
- 3. 撮像条件が同じであれば、読影対象とキーパー との距離が近いほどアーチファクトは大きい。
- 4. MRI r-fファクトは撮像条件により大きく左右されるが、一般的に、ファストスピンエコー法よりもスピンエコー法の方が、スピンエコー (SE) 法よりもグラディエント(GRE) 法やエコープランナー(EPI) 法の方が、そして、スピンエコー(SE) 法においてはT1強調やプロトン強調よりもT2強調の方が、それぞれr-fファクトが大きい。
- 5. 撮像条件によってはMR装置の静磁場強度が 弱い装置(0.5T)の方が強い装置(1.5T)よ りもアーチファクトが大きくなることがある。
- 6. キーパーの体積が増えるとアーチファクトの 体積も増大する。
- 7. アーチファクトの大きさは金属材料の磁化率 に比例するので撮像条件が同じであれば、 SUS447J1によるアーチファクトはSUS444, SUS430, SUS XM27のそれより大きくなる。
- 8. 通常、キーパーによる MRI アーチファクト が脳幹部への読影に影響を及ぼすことはない。

参考文献

- 1) 真野 勇:図説 MRI, 37-41, 秀潤社, 東京, 1989.
- 2) 日本磁気共鳴医学会用語委員会:コンパクト 新版 MR 用語解説集,155-155,264-265,イ ンナービジョン,東京,2007.
- 3) 田中貴信,三原 学,岸本康男,ほか:MR-CT 画像診断を妨げた磁性アタッチメント利 用の下顎顎義歯の1例,顎顔面補綴,11(2): 55-62,1988.
- 4) Laurell, K.A., Gegauff, A.G., Rosenstiel, S.F.: Magnetic resonance image degeneration from prosthetic magnet keepers. J Prosthet Dent. 62: 344-348, 1989.
- 5) Gegauff, A.G., Laurell, K.A., Thavendrarajah, A., et al: A potential MRI hazard: forces on dental magnet keepers, J Oral Rehabil 17: 403-410, 1990.
- 6) 鱒見進一,有田正博,城戸寛史,ほか:歯科 用金属が MRI に及ぼす影響と可撤性磁性ア タッチメントの必要性について,日磁歯誌, 1(1):104-104,1992.
- 7) 中村和夫, 土井史子, 石川 晋, ほか: MR I 対策としてのキーパー可撤法の検討, 日磁 歯誌, 1(1): 105-105, 1992.
- 8) 鱒見進一,有田正博,奥野 攻,ほか:歯科 用金属がMRIに及ぼす影響,日磁歯誌,1 (1):45-48,1992.
- 9) 中村和夫, 土井史子, 藍 稔, ほか: MRI 対策としてのキーパー可撤法の検討, 日磁歯誌, 1(1):71-75, 1992.
- 10) 飯室隆子フロレンチーナ,中野 毅,浜中人 史,ほか:磁性アタッチメントにおける磁性 ステンレス鋼キーパーの MRI への影響,日 磁歯誌,2(1):63-63,1993.
- 11) 大川周治,田嶋英明,赤川安正,ほか:磁性 アタッチメントのキーパーに関する一考案 -MRI対策として-,日磁歯誌,2(1):37-42,1993.
- 12) 吉田 実, 古川良俊, 高嶋 勉, ほか:磁性 アタッチメント・キーパーのMR画像に及ぼ す影響 -位置による相違-, 日磁歯誌, 3 (1):1-8, 1994.

- 13) 吉田 実, 高嶋 勉, 堀井義晴, ほか:磁性 アタッチメント・キーパーのMR画像におよ ぼす影響 -位置による相違-, 日磁歯誌, 3(1):63-64, 1994.
- 14) 田中貴信,石上友彦,服部正巳,ほか: MRI対策としての磁性アタッチメントキーパーに対する我々の考え方,日磁歯誌,3(1): 64-65,1994.
- 15) 高柳 公,山本 健,川端要次郎,ほか: MRI対策としてのキーパーの改良,日磁歯 誌,3(1):65-66,1994.
- 16) 佐々木英機,石田 修,木内陽介:可撤式磁性アタッチメントとその応用,日磁歯誌,3 (1):66-67,1994.
- 17) 鱒見進一, 尾座本まゆみ, 守川雅男: 既成キーパーを利用した可撤式磁性アタッチメントについて, 日磁歯誌, 3(1):67-67, 1994.
- 18) Florentina T Iimuro: Magnetic Resonance Imaging Artifacts and the Magnetic Attachment System. Dent Mater J, 13: 76-78, 1994.
- 19) 飯室隆子フロレンチーナ, 浜中人史, 奥野 攻, ほか:磁性アタッチメント材ならびにインプラント材の MRI に及ぼす影響, 日磁歯 誌, 4(1):52-53, 1995.
- 20) 櫻井裕也, 平木紳一郎, 河合峰雄, ほか:磁性アタッチメントが MRI 画像に及ぼす影響について, 日磁歯誌, 4(1):53-54, 1995.
- 21) 石上友彦,田中貴信,服部正巳,ほか: MRI 対応型キーパーの試作 第2報,日磁 歯誌,4(1):54-55,1995.
- 22) 中村和夫,水谷 紘,藍 稔,ほか:磁性 アタッチメント用可撤式キーパーの形態と臨 床例.日磁歯誌,4(1):67-67,1995.
- 23) 正木文浩,石上友彦,田中貴信,ほか:キーパーの形態がMRI撮像に及ぼす影響に関する実験的検討,日磁歯誌,5(1):92-92,1996.
- 24) 池平博夫: MRI の安全基準と考え方, 日磁 歯誌, 6(1): 23-27, 1997.
- 25) 中村和夫,水谷 紘,藍 稔:磁性アタッチメント用可撤式キーパーの技工操作に関する検討,日磁歯誌,8(1):87-88,1999.
- 26) 長尾知彦, 荒井一生, 田中譲治:可撤式磁性

- アタッチメント用キーパーの開発,日磁歯誌, 9(1):37-38,2000.
- 27) 誉田雄司, 東風 巧, 中島雅幸, ほか: TMCS の臨床 2 一誤って MRI 撮影をおこ なわれた症例について-:日磁歯誌, 11(1): 32-32, 2002.
- 28) 日本磁気歯科学会安全基準検討委員会:磁界 の安全性についての検討,日磁歯誌,14(1): 62-89,2005.
- 29) デスティネ・ダーリン,水谷 紘,吉野教夫,ほか:磁性アタッチメントキーパーならびに歯科用合金が MRI に及ぼす影響 第1報概説 ディジタルデータによる分析,日磁歯誌,16(1):45-45,2007.
- 30) Destine Darline, 水谷 紘: Influences of Dental Alloys Including Magnetic Stainless Steel on MRI Artifacts -Analyses from Dicom Data. 第35回日本磁気共鳴医学会大会プログラム284-284, 2007.
- 31) D. DESTINE, H. MIZUTANI, N. YOSHINO, et al: Influences of Fixed Metallic Abutments on MRI Artifacts. CD-ROM of Abstracts J Dent Res, 86: Special Issue A 1347-1347, 2007.
- 32) デスティネ・ダリーン,水谷 紘,安藤智宏,ほか:磁性アタッチメントキーパーならびに歯科用合金が MRI に及ぼす影響 第2報 鋳造冠と Axial 断面像のアーチファクトの関係,日磁歯誌,17(1):69-69,2008.
- 33) H. Mizutani, D. Destine, M. Hideshima, et al: Effects of Dental Alloys and a Magnetic Keeper on MRI. Part 1 Analysis from Dicom Data. J J Mag Dent 17(2): 70-74, 2008.
- 34) Darline Destine, Hiroshi Mizutani, Yoshimasa Igarashi: Metallic Artifacts in MRI Caused by Dental Alloys and Magnetic Keeper. J Jpn Prosthodont Soc, 52: 205-210, 2008.
- 35) M. Hideshima, H. Mizutani, T. Ando, et al: Effects of Dental Alloys and a Magnetic Keeper on MRI. Part 2 Relationship between Cast Crowns and Artifacts of Axial Plane Images. J J

- Mag Dent 18(2): 25-28, 2009.
- 36) 阿部有希, 長谷川みかげ, 宮田和幸, ほか: MRI 対策としての K B 法キーパー着脱方法 とセメントのキーパー維持力の検討, 日磁歯誌, 19(1):88-88, 2010.
- 37) 長谷川みかげ,宮田和幸,阿部有希,ほか: 3.0T-MRI 装置の歯科用磁性ステンレスキー パーの RF 発熱と偏向力の検討,日磁歯誌, 19(1):102-103,2010.
- 38) 鮫嶋秀孝, 手川歓識, 芥川正武, ほか:キーパーによる MR 画像アーティファクトの理論的解析, 日磁歯誌, 19(1):103-104, 2010.
- 39) H. Samejima, T. Tegawa, Y. Nakamura, et al: Theoretical study of MRI artifacts by dental alloy. JJ Mag Dent, 19(2): 62-67, 2010.
- 40) 長谷川みかげ:シンポジウム MR撮像時における磁性アタッチメントの影響 —MR撮像時の安全基準マニュアルの作成にむけて MRI におけるキーパーの安全性試験の結果について、日本磁気歯科学会 第20回学術大会抄録集、14-14、2010.
- 41) 有田正博, 韓棟偉, 岡吉哲生, ほか: 顎顔面 領域MR画像におけるアーチファクトに関す るアンケート調査, 九州歯会誌, 54(6): 544-550, 2000.
- 42) 石上友彦,内藤宗孝,田中貴信,ほか:磁性 アタッチメントの MRI に与える影響に関す る実験的研究,顎顔面補綴,17(2):124-136, 1994.
- 43) 今中正浩,小林 馨,柏原広美,ほか:MR 画像における磁性アタッチメントのキーパー によるアーチファクト,歯放,36(3):182-183,1996.
- 44) 正木分浩,内藤宗孝,石上友彦,ほか:磁性 アタッチメントのキーパーの形態がMR画像 に与える影響,歯放,37(2):156-163,1997.

- 45) 三森 修, 土沢一実, 佐伯秀利, ほか: 磁性 アタッチメント・キーパーが MRI に及ぼす 影響について, 栃木県歯科医学会誌, 49:73-76, 1996.
- 46) 井原邦夫, 磯部逸夫, 柏原広美, ほか:磁性 アタッチメント (ハイコレックス) が頭頸部 領域 MRI に及ぼす影響, 日本歯科評論, 636: 167-179, 1996.
- 47) Devge, C., Tjellstrom, A., Nellstrom, H.: Magnetic resonance imaging in patient with dental implants: a clinical report, Int. J. Oral Maxillofac. Implants, 12(3): 354-359, 1997.
- 48) 山城光明,田中譲治,柏原広美,ほか:インプラントにおける磁性アタッチメントの応用MRIへの影響の検討,日口腔インプラント誌,14(2):189-196,2001.
- 49) (社) 日本補綴歯科学会編: -補綴歯科診療 ガイドライン- 歯の欠損の補綴歯科診療ガ イドライン2008, 1-109, 2009.
- 50) (社) 日本補綴歯科学会編:-有床義歯補綴 歯科診療のガイドライン(2009改訂版), 1-79, 2009.
- 51) 土橋俊男, 槇 利夫, 鈴木 健, ほか:SE 法における metal artifact について-各種 parameter と metal artifact の関係-, 日本放射線技術学会雑誌, 53(7):798-805, 1997.
- 52) 土井 司,室 伊三男,土橋俊男,ほか:フレシャーズ・セミナー ビギナーのための MR検査のQ&A,Q5体内に金属がある場合にまず何に注意すべきか またどの程度の金属(磁化率)まで許されるのか?Q6金属アーチファクトの画像への影響を低減する方法について,日本放射線技術学会雑誌,56(8):1020-1025,2000.



特 集 Feature

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響 MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて一

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響 — 歯科放射線専門医の立場から —

倉林 亨

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔放射線医学分野

The effects of dental magnetic attachments on MRI

- From the perspective of an oral radiologist -

Tohru Kurabayashi

Oral and Maxillofacial Radiology, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University

要旨

MRI は電離放射線被曝を伴わない画像診断法であり、優れた組織分解能を有することを最大の特徴とする。特に脳血管障害や脳腫瘍等の診断においては MRI が第一選択の検査法とされており、今後もその適用はますます拡大してゆくものと予想される。 MRI では、患者は強力な磁場の中に置かれるため、検査を安全に実施するために細心の注意が必要である。最近では各種ステントや結紮用クリップ、コンタクトレンズ等の生体材料の添付文書に、MRI 検査の可否について詳細な記載がなされていることが多く、これは必要な検査を安全に実施する上で大いに役立っている。磁性アタッチメントをはじめ様々な歯科材料についても、MRI 検査における安全性や予測されるアーチファクトの範囲について積極的に情報を提供してゆくことが、我々歯科医療従事者にとっての重要な責務であると考えられる。

Abstract

MRI is an imaging technique that does not utilize ionizing radiation and can provide excellent soft tissue resolution. MRI is now considered the most useful modality for vascular, tumorous, and other diseases in the brain, and its clinical applications are becoming increasingly widespread. However, close attention is required during MRI because patients are placed in a high magnetic field. Recently, we have been able to easily obtain detailed information about the safety and risk of many kinds of biomaterials during MRI from manufacturer information or websites, which are very helpful for the prevention of serious accidents during examinations. We consider it our responsibility to provide similar information concerning dental metallic materials including magnetic attachments.

キーワード (Key words)

磁性アタッチメント (magnetic attachment) 磁石 (magnet) 磁気共鳴イメージング (MRI) アーチファクト (artifact)

1. MRI 撮像法

MRI(磁気共鳴イメージング、Magnetic Resonance Imaging)とは、生体内に存在する水素原子核(プロトン)の磁気共鳴現象を利用して人体の断面画像を得る画像診断法である。MRIでは、人体を静磁場中に置き、特定の周波数を持つ電磁波(ラジオ波、RF波)を照射することによって、生体内に存在するプロトンに共鳴現象を起こさせる。電磁波の照射後、生体内のプロトンは電磁波と同じ周波数で磁気的に振動し、その後元の状態に戻る。磁気的な振動は、受信コイルを用いて電気信号として検出され、これがMR信号となる。実際のMRI検査では、MR信号の大きさに加えて信号が発生した位置を特定するために、静磁場の上にx、y、z軸方向の傾斜磁場を付加して撮像を行う。

MRIでは撮像のパラメータを変えることによって様々なコントラストの画像を作ることができる。MRIの主な撮像法を表1に示した。Spin Echo法は最も標準的な撮像法であり、人体の部位や病変にかかわらず、ほぼすべてのMRI検査において利用される。Inversion Recovery 法は、特定組織のMR信号を消去して病変のコントラストを改善する撮像法であり、画像形成の原理はSpin Echo法と類似している。一方Gradient Echo法や Echo Planar 法は高速撮像法として開発された手法であり、診断目的に応じた様々なシークエンスが考案されている。これらの高速撮像法は磁場強度の不均一性に敏感であり、Spin Echo法やInversion Recovery 法よりも磁化率アーチファクトを生じやすい。

表1. MRI 撮像法の分類

MRI撮像法

Spin Echo法 (SE法, FSE法): 180°RF波を用いてMR信号を得る

T1強調像 (T1WI) T2強調像 (T2WI) プロトン密度強調像 (PDWI)

Inversion Recovery法 (IR法): 特定組織のMR信号を消去する撮像法

STIR: 脂肪の信号を消去 FLAIR: 液体/水の信号を消去

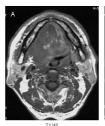
<u>Gradient Echo法(GRE法)</u>: 高速撮像法、傾斜磁場を用いてMR信号を得る

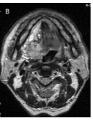
MRアンギオグラフィー (MRA) ダイナミックMRI (DCE-MRI)

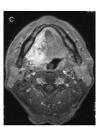
Echo Planar法 (EPI): 超高速撮像法

拡散強調像 (DWI) 磁化率強調像 (SWI) ファンクショナルMRI (fMRI)

口腔顎顔面領域の MRI 検査では、一般に Spin Echo 法によるT1強調像とT2強調像の撮像は 必須であり、顎関節の MRI では、関節円板を良 く描出するプロトン密度強調像も利用される(図 1、図2)。また STIR は病変と周囲脂肪組織と のコントラストを改善するために有効である。同 領域においては、特殊な目的を除けば、Gradient Echo 法や Echo Planar 法が利用されることは 少ない。一方脳の MRI 検査では、口腔顎顔面領 域と比較して、利用される撮像法は多様である。 Spin Echo 法による T 1 強調像、 T 2 強調像で は脳実質の詳細な評価が可能であり(図3)、脳 梗塞や変性、脱髄巣の検出のためには、脳脊髄液 の高信号を消去する FLAIR が優れている (図4)。 Gradient Echo 法による MR アンギオグラフィー は血管内の血流のみを画像化する手法であり、脳 動脈瘤や動静脈奇形等の血管性病変の診断、出血 部位や脳梗塞における閉塞部位の特定のために必 須の撮像法である(図 5)。また Echo Planar 法 による拡散強調像は水分子の拡散運動が抑制され る病巣を高信号に描出するものであり、急性期脳 梗塞をはじめ様々な疾患の診断のために利用され ている。他に磁化率強調像では、脳出血後のヘモ ジデリン等の存在による磁場の乱れを利用して、





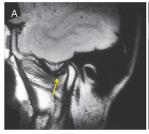


CTÆ

図1. 口腔領域の MRI と CT 像の比較(口腔悪性腫瘍症例)

A:MRI T1強調像、B:同 T2強調像、C:同 ガドリニウム造影T1強調像(Spin Echo法)D:CT像

口腔領域の MRI では、Spin Echo 法のT1 強調像、T2強調像の撮像が基本であり、必要 に応じてガドリニウム造影剤静注後のT1強調 像が追加される。右側口底部の腫瘍の進展範囲 は、CT(D)よりも MRI(A-C)においては るかに良好に描出されている。





PDWI

PDWI

図2. 顎関節の MRI

A:プロトン密度強調像 閉口位、B:同 開口位(Spin Echo 法)

MRI は関節円板(矢印)を直接描出できる唯一の撮像法である。関節円板は閉口時(A)に前方に転位しており、開口時(B)においても復位を示さない。

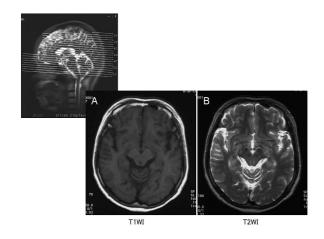


図3.脳のMRI

A:T1強調像、B:T2強調像 (Spin Echo 法) T2強調像 (B) では脳脊髄液が高信号に 描出される。

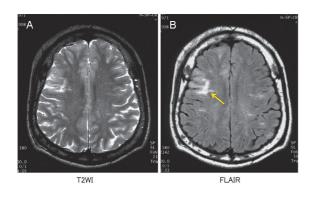


図 4. 脳の MRI (結節性硬化症症例)

A:T2強調像 (Spin Echo法)、B:FLAIR (Inversion Recovery 法)

FLAIR(B)では脳脊髄液の高信号が消去されるため、脳梗塞や脱髄(矢印)、変性を検出しやすい。

東京医科歯科大学医学部附属病院画像診断放射 線治療科 山田一郎先生の御厚意による。 脳内の微小出血巣を検出することができる。このように脳の MRI では、磁場強度の不均一性に影響されやすい Gradient Echo 法や Echo Planar 法が盛んに利用されており、多くの施設において、ほぼルーチン化したプロトコールの中に含まれている $^{1)}$ 。

2. MRI のアーチファクトと安全性

MRIの主な特徴と問題点を表2に示した。 MRIの最大の特徴はCTを遥かに上回る優れた 濃度分解能であり、更に検査に際して電離放射線 被曝を伴わないことも大きな利点である。一方で いくつかの問題点も有しており、これらのうち、 磁性アタッチメントの影響が問題となるのは、言 うまでもなくアーチファクトと検査の安全性の2 点である。

表 2. MRI の特徴と問題点

MRIの特徴と問題点

特徴

- 1. 濃度分解能 (軟組織分解能)に優れる。
- 2. 電離放射線被曝が無い。
- 3. 形態画像だけでなく機能画像も得られる。
- 4. 患者を動かさずに任意の断面を撮像できる。
- 5. 歯科用金属によるアーチファクトは比較的少ない(強磁性体を除く)。

問題点

- 1. 撮像時間が長い。
- 2. 強磁性体による著明なアーチファクト。
- 3. 検査禁忌の症例がある(検査前に安全性についての確認が必要)。

1) MRI のアーチファクト

口腔内金属によるアーチファクトの発生は、CTと同様にMRIにおいても重要な問題であるが、アーチファクトの発生機序は両者で全く異なる。CTのアーチファクトは主に物質の原子番号に依存するため、ほとんどすべての金属で著明なアーチファクトが生じ、口腔領域の読影に支障を生じる。一方、MRIにおけるアーチファクトは、強磁性体とそれ以外(非磁性体)とでは全く異なる。一般に歯科治療で用いられる金属は金、銀、パラジウム、白金等の非磁性体がほとんどであり、これらの歯科用金属によるMRIのアーチファクトは軽度である(図6)。しかし一方で磁性アタッチメントを含め強磁性体が口腔内に存在する場合には、猛烈なアーチファクトが見られる(図7)。

一般にCTにおける金属アーチファクトは、金属が含まれる撮影断面のみに生じるが、MRIにおけるアーチファクトの出現範囲は正確には予測不可能であり、現場での対応を一層困難にしている。図7に示した症例では、口腔内に装着されたステンレス製のブラケットやワイヤーによる著明なアーチファクトのために、口腔領域の診断はほぼ不可能である。一方でこれらの影響が脳の撮像にまで及ぶか否かは明らかではない。Scout view(位置決めのための参照画像)からは、脳の診断は概ね可能のようにも思えるが、実際の臨床の現場に



図 5. 脳血管の MR アンギオグラフィー

A, B:3D-TOF による MR アンギオグラフィー (Gradient Echo 法)

MR アンギオグラフィーは血流のみを画像化する手法であり、脳動脈瘤や動静脈奇形、脳出血等の診断に利用される。

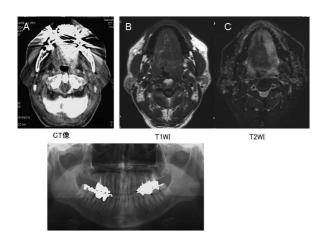


図 6. 歯科用金属によるアーチファクト (強磁性体 以外)

A:CT 像、B:MRI T1強調像、C:同 T 2 強調像

歯科用金属(非磁性体)によるアーチファクトは、CT(A)では著明であるが、MRI(B,C)では軽微であり、口腔領域の読影に支障は無い。

おいては検査の安全性が何よりも優先される。すなわち Scout view で明らかとなった口腔内の強磁性体について、その安全性が確認できない場合には、その後の一切の撮像が中止される可能性があることを知っておく必要がある。

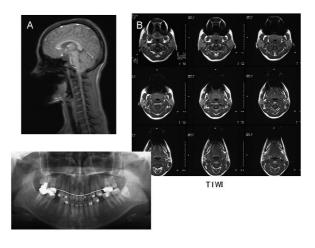


図7. 歯科用金属による MRI のアーチファクト (強磁性体)

A:Scout View、B:T1強調像 強磁性体である矯正用ワイヤーとブラケット による著明なアーチファクトが認められる。

2)MRI 検査の安全性

MRI 検査の安全性に関わる要素として、静磁場の力学的作用および生物学的作用、傾斜磁場(変動磁場)による神経刺激や騒音、RF波による発熱作用があげられる(表 3)²¹。これらのうち磁性アタッチメント装着患者で問題となるのは静磁場の力学的作用(強磁性体の吸引)と RF波による発熱であり、これらの影響については、本特集の中で、長谷川らによる詳細な実験結果が報告されているので参照されたい。

体内金属や埋め込み装置を有する患者の MRI

表 3. MRI 検査の安全性に関わる要素 文献 2) より一部改変して引用

MRI検査の安全性に関わる要素

■静磁場

力学的作用 : 強磁性体の吸引

生物学的作用: 短期暴露では重大な問題無し

■傾斜磁場 (変動磁場)

神経刺激: 通常の条件では問題無し 騒音: 適切な聴覚保護措置が必要

RF波

発熱作用: 体温調節機能の異常や導電性金属がある場合は問題

検査において深刻な事故や外傷を防ぐために、こ れらのデバイスの安全性について十分な情報を公 開、提供する必要がある³⁾。日本では2008年に厚 生労働省により脳動静脈奇形手術用クリップの MRI 適合性に関する基準が示され、その後他の 体内埋め込み型医療機器等についても MRI に対 する安全性評価の必要性が著しく高まってきた。 現在では多くの体内金属や埋め込み装置について、 MRI 検査における注意事項や警告が添付文書に 記載されており、これはインターネットを通じて 容易に閲覧することができる(表4)40。しかし 一方で、現在のところ、歯科医療で利用される種々 の金属製装置については、このような情報が添付 文書の中で公開されているものは無いようである。 本学会が推進しているように、磁性アタッチメン トをはじめとする様々な歯科器材や装置について

> 表 4. MRI に関わる添付文書記載内容 文献 4)より一部改変して引用

MRIに関わる添付文書記載内容

胆管用ステント〇〇 材質:ニッケルチタニウム合金

【使用上の注意】本品のステントはMRIに対して安全であり、MRI装置の動作に干渉を与えることも影響を受けること

冠動脈ステント〇〇

材質:ステンレススチール

いまいハンレクハーール 【使用上の注意】ステント智置後の患者に対しては、MRIの使用について、ステント移動の可能性を最小限に抑える ためにステント智置後6週間は行わず、智置部の再内皮化を考慮し、8週間を適後に実施すること。MRI破緊領域が ステントの位置と一致するか、比較的近い場合には、磁界の歪みによってMRI画像の品質が損なわれる可能性がある。

脳動脈瘤塞栓術用コイル〇〇

【使用上の注意】 コイル留置後にMRI検査を行う場合は、1.5テスラ以下で実施して下さい。コイルはプラチナ製で非 1.5テスラでのMRI対応性は確立されていますが、1.5テスラを超えた場合の安全性については確立され ていません。

【禁忌・禁止】バスケットカテーテル 組織を損傷するおそれがあります。 -テル留置後はMRI検査を実施しないで下さい。磁力によりカテーテルが移動し、血管や

医薬品医療機器情報提供ホームページ「医療機器の添付文書情報! http://www.info.pmda.go.jp/

も、MRI 検査における安全性や予測されるアー チファクトの範囲に関する情報を積極的に提供し てゆくことが、我々歯科医師や製造販売を行う業 者にとっての重要な責務であろう。

3. おわりに

MRIでは患者は強力な磁場の中に置かれるた め、検査を安全に実施するために細心の注意が必 要である。安全性が確認できない場合に検査を実 施しないことは当然の臨床判断であるが、一方で 必要な検査が実施されないことは、患者にとって 大きな損失であることを忘れてはならない。必要 な検査が確実に実施されるために、磁性アタッチ メントをはじめとする様々な歯科材料について、 MRI 検査における安全性や予測されるアーチファ クトの範囲に関する情報を積極的に提供してゆく ことが、我々歯科医療従事者にとっての重要な責 務であると考えられる。

- 1) 櫛橋民生 編: MRI プロトコール集, 9-93, 医療科学社, 東京, 2006.
- 2) 興梠征典:MRI 検査の安全性とリスクマネー ジメント, 日獨医報, 49:39-46, 2004.
- 3) Shellock, F.G. and Crues, J.V.: MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. Radiology 232: 635-652, 2004.
- 4) 医薬品医療機器情報提供ホームページ. http://www.info.pmda.go.jp/



特 集 Feature

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響 MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて一

MRI におけるキーパーの安全性試験の結果について

長谷川みかげ

日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座

Assessment of Dental Magnetic Attachment for MRI

Mikage Hasegawa

Department of Partial Denture Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry

要旨

目的:磁性アタッチメントの MR 撮像時における安全性試験の結果を検査現場に提示するため、種々の測定を行った。方法:MR装置は、Achieva 3.0T NovaDual、Signa Excite HDx 3.0-T、AIRIS Elite0.3-T を用いて、検体は GIGAUSS D400、D600、D1000(GC) キーパー、GIGAISS D600キーパー付き根面板およびインプラントに対して、ASTM(米国材料試験協会)に基づき、①偏向度、②発熱試験、③アーチファクトについて行った。結論:各キーパーは磁化率が高く自重が非常に軽いために偏向度が安全とされる45度以下になるまでには荷重が必要であった。しかし、要した荷重は最大で9g重程度であったため、キーパーが根面板に合着されている場合には、MR 検査中に受ける力学的影響はほとんどないと考えられた。キーパー周囲の発熱は時間とともに上昇したが、照射開始より15分以内であれば、0.5℃を上まわらなかった。アーチファクトの範囲はスピンエコー法の場合には半径 4 cm~8 cm程度であることが分かった。

Abstract

Introduction: The aim of this study was to evaluate the artifact and the risk of injury from RF heat and displacement force to a patient with a keeper composed of metallic dental material during an MRI procedure, according to the ASTM standard. Methods: Measurements were performed on Achieva 3.0-T Nova Dual, Signa HDxt 3.0T, General Electric, and AIRIS Elite 0.3-T to evaluate the GIGAUSS (GC) keeper, keeper with an implant, and keeper with coping about RF heating, deflection angle, and artifact. Results and Discussion: The temperature did not increase more than the acceptable limit of 0.5 °C for 15 min. The deflection angle of the keeper exposed to the 3.0-T MR system was not measurable because the angles were beyond themeasurement limit. Keepers required an additional load. The artifacts depended on various operation parameters; however, the spin-echo artifact of the keeper seems to be within $4.0 \sim 8.0 \, \mathrm{cm}$ radius from the keeper.

キーワード (Key words)

歯科用磁性アタッチメント キーパー

アーチファクト

(dental magnetic attachment) (keeper)

(artifact)

磁気共鳴装置 (MRI) 安全基準 (safety standard)

I. はじめに

磁性アタッチメントを装着している患者は強磁性体であるキーパーが常時体内に存在しているため、MRIにおける安全性に関して、生体に安全な金属か、または絶対に検査前に取り除く必要があるのかについて鑑別するための試験結果が必要とされる¹⁾。そのためMRI撮像時における磁性アタッチメントの安全性試験の結果を検査現場に提示することを目的として、偏向度試験および発熱試験による安全性の検討およびアーチファクトの検討を行った。

体内金属は MR 装置の磁場により牽引され、 体内金属の脱落や移動、埋め込み周囲の疼痛を引 き起こす可能性があるため、検査現場では金属に 対して細心の注意が払われている。偏向度試験と は、体内金属に加わる力学的作用を測定する試験 である。MR装置は、ガントリー(被験者が入 るドーム部分)と呼ばれる筒の中に均一な高磁場 がかけられているが、外に出ると急激に磁場が弱 まる。その磁場の傾斜が最も強くなる位置が体内 金属に対して力学的作用が加わり最も危険な部位 とされている。また、磁束密度は距離の3乗に比 例して減少することから、3T(テスラ)MR装 置では1.5Tの装置よりも危険性が格段に高くな る。測定は磁場の傾斜が最も強い位置にキーパー を吊るし、検体に加わる装置による吸引力と重力 とのつりあいを試験し、金属の振れる角度が45度 を上まわらない場合には、重力場での日常的なリ スクを上まわらないため検体の金属は安全である とする試験である。今回は、試験方法に則り、大 きさの異なるキーパーの偏向度を測定した。

また、MR 検査中の安全性に関する事柄として、現時点で最も懸念されているのは体内金属の発熱反応である。体内金属の発熱は、金属の物理的性質や、大きさ、埋め込み位置や形状に左右されるため、予測することは不可能であると考えられており、臨床において用いられる形状のインプラントを一つ一つ試験して調べる事が望ましいとされる²⁾。現時点において発熱の主な原因はMR I中に多用される様々な磁場やラジオ波の照射により発生するジュール熱であるとされおり、危険性の評価は SAR 値(組織非吸収率)が用いられている。また同じ装置でも、撮像方法によって発熱反応は異なるが、発熱の可能性は3T装置で従来

の1.5T装置と比較して4倍高くなると考えられる。 よって、発熱試験は磁性アタッチメントが用いら れる形状として、キーパー付き根面板とキーパー 付きインプラントを作製し、3T装置にて検討を 試みた。

アーチファクトの検討は、安全性に関する検討 には含まれないことが多いが、磁性アタッチメン トが画像に与える影響を把握する事は重要である と考えられる。アーチファクトの大きさは装置の 持つ磁場の強さと金属の磁化率の大きさに比例し、 周波数エンコード用傾斜磁場強度に反比例する。 つまり周波数エンコード用傾斜磁場という画像を 構成する時の位置情報を得るために必要な磁場の 強度が弱い程大きなアーチファクトになる。条件 が一定ならば、高磁場MR装置であるほどアーチ ファクトが大きくなると考えられるが、臨床現場 において、低磁場MR装置でのアーチファクトが 大きくなる場合を経験するとの報告もある³)。アー チファクトは設定された撮像シーケンスに大きく 作用されるが、MR 撮像では統一された一定の 撮像方法は存在しないため、今回の検討では、装 置に予め初期設定されている撮像シーケンスをルー チンモードとして用いることとし、低磁場装置と 高磁場装置でのアーチファクトを比較した。

Ⅱ. 材料と方法

各種測定は情報の統一化のため、国際規格である ASTM (米国材料試験協会)に基づき、1) 高磁場の力学的作用に対する試験(偏向度)、2) 発熱試験、3) アーチファクトについて行った4.5.6)。

- 1)偏向度試験は、Philips 社製(Achieva 3.0 TNovaDual)装置において GIGAUSS D400、D 600、D1000(GC)に生じる振れ角度を測定した。 ガントリーの開口部付近は磁場の傾斜が最も強い位置であるため、力学的作用がかかり一番危険とされる。当部位にて偏向力測定器にキーパーを吊るしキーパーにかかる吸引力と重力とのつりあいを測定した(図 1)。
- 2) 発熱試験では、Philips 社製(Achieva 3.0 T NovaDual)および GE 社製(Signa Excite HDx 3.0-T)の装置を使用し、磁性アタッチメント周囲の発熱の可能性を検討した。また、装置の違いによる発熱の違いも検討した。歯科用イン

プラント(SCREW IMPLANT Re SETio FIXTURE 10mm、GC)に D600キーパーを合着したものと歯科用金銀パラジウム合金(Pallatop 12 Multi、デンツプライ三金)により鋳接法で作製した D600キーパー付き根面板に対して温度変化を測定した。測定部位はそれぞれ歯肉炎相当部とポスト部先端とした(図 2)。測定は磁場の

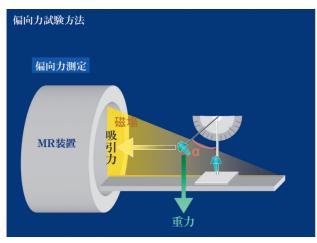


図1. 偏向力測定



図 2. 発熱測定における被検体とファントム

表1. 発熱測定に用いたMRシーケンス

MR system	Achieva 3.0T Nova Duel	Signa Excite HDxt 3.0T
Coil	Body-Coil	Body-Coil
Pulse Sequence	T-SE	T-SE
Time	20.02 min	20.19 min
TR	586 ms	2340 ms
TE	15 ms	8.104 ms
FA	90°	90°
ETL		126
Number of Slice		
Slice Thickness	10 mm	5 mm
Bandwidth	2003.2 Hz	166.67 Hz
NSA	19	51
FOV	200 mm	200 mm
Body-averaged SAR	0.9 W/kg	3.0 W/kg

影響を受けない温度計(AMOTH FL-2000、安立計器)と光ファイバーセンサー(FS100-5M、安立計器)を用い、電気的特性を皮膚と等価にしたファントムに上面から2cmの深さに検体を埋め込んだ。撮像条件は温度上昇を引き起こすように、SAR(組織非吸収率)が最大となるように設定し、20分間の照射を行い、温度上昇を測定した(表1)。

3) アーチファクトの測定は、シリコンオイルを満たしたファントムを用いて D1000キーパーの撮像画像にて行った。各装置の静磁場方向に水平となるようにキーパーを設置した。低磁場である0.3T MR装置(日立メディコ社製 AIRIS Elite 0.3-T) および3.0 T MR装置(Achieva 3.0 T NovaDual)を用いた。MR 画像では固定された一定の撮像方法は存在しないが、アーチファクトの大きさは設定された撮像条件に大きく左右されるため、今回は装置に予め初期設定されている撮像シーケンスをルーチンモードとして用い、その大きさを測定した(表 2)。

表2. アーチファクト測定に用いたMRシーケンス

スピンエコー法	撮像条件		
	通常のルーチン撮像	通常のルーチン撮像	高磁場装置に そろえた撮像
	高磁場装置	低磁場装置	低磁場装置
T-SE / F-SE	T2強調画像	T2強調画像	T2強調画修
FOV read	250 mm	250 mm	250 mm
FOV phase			
Slice thickness	5.0 mm	7.0 ms	5.0 mn
TR	4500 ms	4000 ms	4500 m
TE	100 ms	110 ms	96 m
Flip angle	90 deg	90 deg	90 de:
Band width	58.0 KHz	19.5 KHz	30.5 KH
Echo spacing	11.3 ms		[11.3
Turbo factor (ETL)	15	(E-factor) 10	1
Echo train par slice		(Inter E time) 22	(Inter E time) 2:

Ⅲ. 結果

- 1) 偏向度試験では、各キーパーの磁化率の高さと MR 装置の磁場強度に比較してキーパー自体の自重が非常に軽いために磁場に強く吸引され、偏向度の測定は不可能であった。偏向度が安全とされる45度以下になるまでには荷重を付加する必要があった。しかし、要した荷重量は最も大きなキーパーに対しても9g重程度であった。
- 2) 発熱試験では、温度は時間とともに上昇したが、キーパー付き根面板、およびキーパー付きインプラントは照射開始より15分以内であれば、

IEC 60601-2-33 (JIS Z 4951) に定められている安全範囲内の0.5度を上まわらなかった。

3) アーチファクトの測定では、スピンエコー法の場合での範囲はキーパーを含むスライス断面において半径 $4~\text{cm} \sim 8~\text{cm}$ であることが分かった(図3)。

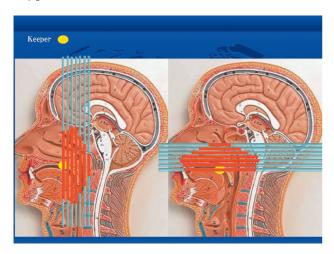


図3. キーパーアーチファクトの影響予想範囲

Ⅳ. 考察

MR 装置によってキーパーに加わる力学的作用は安全範囲外であったが、安全範囲までに要した荷重量は吸引力が最も大きい D1000キーパーに対しても9g重程度であった。すなわち、合着材の合着力と比較すると非常に小さく、キーパーが根面板にきちんと合着されている場合には、MR 検査中に受ける力学的影響はほとんどないと考えられた。ただし、静止位置で行った測定と比較して、実際の測定では動きが加わるためにより強い力が加わることを念頭に入れておく必要がある。

MR 撮像中の体内金属の発熱に関しては、現時点では装置ごとの算出方法が異なり、装置に表示される SAR 値での他機種同士の比較は困難である。よって、今回の発熱試験の結果からの言及は、試験を行った本装置と一般的に用いられている補綴装置の形状においてのみと限定されるが、キーパー付き根面板およびキーパー付きインプラントにおける発熱は小さく人体に影響を与える可能性が小さいと考えられた。

アーチファクトに関しては、影響が小さいとされるスピンエコー法の場合においても、キーパーを含むスライス断面では、アーチファクトが半径4cm~8cmであり、キーパーのアーチファクトは

非常に大きく、撮像部位によっては撮像前にキーパーの除去が必要となると思われた。一般に、磁場の大きな装置であるほど磁化率アーチファクトが大きくなると認識されているが、強磁性体であるキーパーのアーチファクトは高磁場装置よりも低磁場装置で大きくなった。その原因は、磁場強度の低い MR 装置では画質の向上のために用いる撮像法が、磁化率の影響を大きく受けるためである。また、低磁場装置では撮像方法による設定も行いにくく、アーチファクトに対する撮像方法における対応にも限界があることが分かった。

今回のMRIにおけるキーパーの安全性については、キーパーが支台歯にしっかり合着されていれば偏向力や発熱に関してはほとんど問題ないことが示唆された。しかしアーチファクトに関しては更なる検討が必要であると思われた。

- 1) 川光秀昭, ほか:3 T-MRI 装置の安全性. 日本放射線学会誌64(12)1575-1599, 2008.
- 2) Tkach JA, Nyenhuis JA, Shellock FG.: Evaluation of specific absorption rate as a dosimeter of MRI-related implant heating. J Magn Reson Imaging. Aug; 20(2): 315-20, 2004.
- 3) 土橋俊男, 槇 利夫, 鈴木 健, 他:SE法 における metal artifact について 各種 parameter と metal artifact の関係 . 日本放射線学会誌, 53(7), 798-805, 1997.
- 4) American Society for Testing and Materials (ASTM) International: Standard Test Method for Measurement of Magnetically Radio Frequency Induced Heating Near Passive Implants During Magnetic Resonance Imaging. 2002: Designation: F2182-02a.
- 5) American Society for Testing and Materials (ASTM) International: Standard Test Method for Measurement of Magnetically Induced Displacement Force on Medical Devices in the Magnetic Resonance Environment. 2007: Designation: F2119-07.
- 6) American Society for Testing and Materials

(ASTM) International : Standard Test Artifacts from Passive Implants. 2006.

Method for Evaluation of MR Image Designation: F2052-06^{el}.



特集 Feature

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響 MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて一

磁性アタッチメント装着者におけるMR撮像時の現状と提案

土田富士夫

鶴見大学歯学部歯科補綴学第一講座

MR examinations of patients with magnetic attachments

Fujio Tsuchida

Department of Removable Prosthodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine

要旨

MR検査時の諸問題として磁性アタッチメントが関与すると想定されるのは、キーパーの脱離、キーパーのアーチファクトによるMR撮像への影響、キーパーの存在による他の検査への変更、磁性アタッチメントの磁力喪失などである。これらの注意事項は、磁性アタッチメント装着時に口頭か、説明カードで伝えている。

一般病院での頭頸部MR検査の場合、磁性アタッチメントは医療関係者にあまり正確には認識されておらず、アーチファクトが発生しても再撮はしないのが現状と思われる。歯科大学および歯学部附属病院での頭頸部MR検査は、ほとんどが顎関節の検査と腫瘍、炎症の検査であり、キーパーのアーチファクトが口腔周囲読影の障害になる。キーパーは外すことで、アーチファクトは解決する。

今後のMR検査の問題解決のため、MR装置メーカーや関連学会へ安全基準検討委員会で作製したリーフレットやマニュアルを送付し、情報を提供することが必要である。

Abstract

There are a number of problems with carrying out magnetic resonance examinations that might involve a magnetic attachment. 1) The keeper can detach from the abutment tooth. 2) Artifacts resulting from the keeper can affect the interpretation of MR images. 3) When the doctor that requested the MR examination is given the task of carrying out the examination and finds that a keeper is present, he may avoid the MR examination. 4) The magnetic attachment can lose its magnetic force following the MR examination. The dentist may warn patients of these points verbally or in writing. When a craniocervical MR examination is carried out in a hospital, the medical personnel will probably not have a very accurate understanding of magnetic attachments. When MR examinations are carried out at dental universities, they are almost always examinations of jaw joints, tumors, or inflammation. A keeper will produce artifacts that hinder the interpretation of MR images and should, therefore, be removed. One possible way to resolve problems with MR examinations is to provide MR equipment manufacturers with information. We recommend the inclusion of a section about magnetic attachments in the installation guidelines and product documentation.

キーワード (Key words)

MRI (magnetic resonance imaging)

アーチファクト (artifact) キーパー (keeper)

1. 一般的な頭部MR検査の目的

頭部MR検査が行われる疾患は脳梗塞、脳出血、くも膜下出血、動脈瘤、多発性硬化症、脳血管奇形などが多い。MR撮像装置によって多少異なるが、撮像方法はT1強調、T2強調、FLAIRの横断面が基本形となっているい。また検診としての脳ドックでは問診、診察、血液検査、心電図、頭部MRI、頭頸部MRAのすべてを行うことになっている。

2. 磁性アタッチメントが関与するMR検査時 の想定される諸問題

- 1) MR装置の磁力の発生により、口腔内のキーパーのみ、あるいはキーパーと根面板ごと支台 歯から脱離するおそれがある。キーパーの固定 が不完全で脱離している場合では、取り外した 義歯の磁石構造体にキーパーが吸着するため、 MR撮像時には口腔内には存在しないと考えら れる。キーパーが不完全に固定されている場合 に起ると推測される。
- 2) 口腔内のキーパーによるアーチファクトが MR画像へ及ぼす影響が問題になっている^{2,3)}。 MR撮像法を変えることで回避できる場合と撮像法を変えても回避できない場合がある。
- 3) MR検査を依頼した医師あるいは検査を依頼 された診療放射線技師が磁性アタッチメント (キーパー)の存在が確認できた段階で、MR 検査を回避し、X線CT撮影など他の検査へ変 更する事例がある。
- 4) 患者のMR撮像後に磁性アタッチメントの磁力が喪失したという報告がメーカーあてのクレームとして時々見受けられる。義歯を装着したままMR撮像することは考えにくく、MR検査室入室の前後や着替えなどの時に誤って義歯を室内に持ち込んだと考えられる。

3. 歯科医師から磁性アタッチメント装着患者への注意伝達の方法

- 1) 磁性アタッチメント装着の説明時に口頭で MR検査での注意事項を伝える。
- 2)メーカーで作製した取り扱い説明カードを渡す。内容は、患者向けには義歯を外して検査を 受けること、担当医向けには、問題があれば連

絡をすること、などが記載されている。中でも 誤って義歯を装着して検査を受ければ、磁石の 吸引力は喪失することを伝えておくことは重要 である。

- 3) 歯科医院オリジナルの文書を作って渡す。既 存の義歯の取り扱い項目に追加する。
- 4)日本磁気歯科学会が作成中の患者説明用リーフレットを説明しながら渡す。

4. MR検査の現場 (歯科のない病院での頭頸 部撮像の場合)

一般病院の医療関係者には磁性アタッチメントはあまり正確には知られていないと思われる。MR検査前の問診表の記述では磁石式入れ歯など、様々な表現で記載されている。アーチファクトが生じた場合でも、原因は不明のままMR検査を終了することもある。口腔内の金属は一塊としての認識があり、原因の特定はされない場合が多い。いずれにせよ、MR検査の現場では、目的の病変を明らかにすることが第一であり、特別にキーパーを考慮して撮像方法を変更していない。さらに、一般的なMR検査の患者一人あたりの時間は約20分と限られているので、アーチファクトが発生しても再撮はしないのが現状と思われる。

ある公立病院のMRIガイドラインを例にとると、患者体内に電子機器が存在する場合や胎児にはすべて原則禁忌と記載してある。ただし磁性アタッチメントによる義歯は「磁力で脱着する義歯」と表現しており、MR検査が臨床的に必要であること、吸着力低下の可能性があることを説明、同意が得られれば施行するとなっている。他にもあいまいな表現をしている項目として、入れ墨の記載があり、適切な代替検査がない場合は患者の様子を見ながら(1.5Tでは可、3.0Tでは原則禁忌)と記載されてある。

5. MR検査の現場(歯科大学ならびに歯学部 附属病院での頭頸部MR撮像の場合)

MR検査に関して鶴見大学歯学部附属病院を例にとると、ほとんどが顎関節の検査と腫瘍、炎症の検査である。撮像方法は表1に示すようにパターン化されている。またMR検査の申し込み時にパノラマX線写真を添えるのが原則である。

表 1. 歯科大学・歯学部附属病院におけるMR検査 (鶴見大学歯学部附属病院の場合)

1. 顎関節の検査

			FOV	TR	TE	FA			slice-thickness	
画質	象の名称	sequence	(mm)	(msec.)	(mseh.	(degree	excitations	matrix	(mm)	主な対象
T2* 矢状网	折(咬合位)	gradient echo	120	400	23	45	3	240	4	解剖学的構造
T2強調 矢	状断(咬合位)	spine echo	120	500	38	_	3	240	4	滑液、貯留液、骨髄信号
T2* 冠状的	折(咬合位)	gradient echo	120	400	23	45	3	240	4	解剖学的構造
T1強調 矢	状断(開口位)	spine echo	150	600	25	_	2	180	4	関節円板とその動態

2. 腫瘍. 炎症の検査

		FOV	TR	TE	FA			slice-thickness
画像の名称	sequence	(mm)	(msec.)	(mseh.	(degree	excitations	matrix	(mm)
T1強調 軸位断·冠状断	spine echo	240	550	13	90	4	256	任意
T2強調 軸位断·冠状断	fast spine ech	240	3500	100	90	4	256	任意
脂肪抑制 軸位断 · 冠状断	STIR	240	4000	20	90	2	192	任意

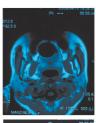
MR装置 Aperto(日立メディコ, 東京) 0.4T 永久磁石

(臨床例1.)

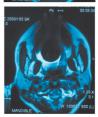
この患者は60歳女性、下顎骨骨髄炎が疑われた。パノラマX線写真(図1)を添付してMR検査依頼を行った。上顎前歯のキーパーを口腔内診察時に確認しており、アーチファクトが読影の障害になることが予想されたが、診断が求められためMRI撮像を行った。やはりMR画像アーチファクトが生じ(Axial T1強調、T2強調、STIR)下顎大臼歯よりも前方の解剖学的構造物は観察が困難とされた(図2)。結局、下顎骨骨髄炎の疑いでMR撮像を行ったが診断不可能と放射線科は判断し、口腔外科はパノラマX線写真を参考に消炎処置を行った。



図1. パノラマX線写真 上顎前歯部に磁性アタッチメントが用いられ、口腔内に鋳接法のキーパーが装着



T1強調



T2強調



STIR

図 2. アーチファクトが生じたMR画像 (Axial T 1 強調、T 2 強調、STIR) 下顎大臼歯よりも前方の部分はアーチファク

下顎大臼歯よりも前方の部分はアーチファクトが生じたことで、下顎の解剖学的構造物の観察が困難になり、放射線科から口腔外科へ診断不可能なことを連絡

(臨床例 2.)

歯科大・歯学部附属病院のMR検査で問題が多いのは顎関節の観察を目的としたMR画像のアーチファクトである。患者は22歳女性で矯正治療中に顎関節症が疑われ(図3)、顎関節の観察目的でMR検査が依頼された。矯正装置によりアーチファクトが生じたため顎関節の観察が困難であった(図4)。ただし最近では矯正装置の材質がチタンなどに変更可能になり改善されつつある。



図3. 矯正装置を装着した患者の増濃度パノラマX 線写真

矯正用ワイヤーとブラケットが装着

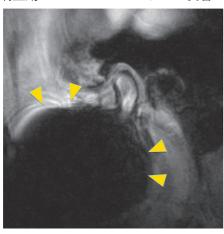


図4. アーチファクトで顎関節の画像が乱れたMR 画像

関節円板が観察不可能 矢印で囲まれている 範囲がアーチファクト

6. 口腔内の金属

MR検査時のアーチファクトの原因として考えられている口腔内金属として、磁性アタッチメントのキーパーばかりが注目されている。しかし他にも原因として考えられるものに、レジンコアで併用されている既製ポストがある。ポストに含まれているステンレスSUS316Lがアーチファクトを引き起こしていると推測されるが、保険診療のレジンコアでは既成ポストは必須とされている。

さらに簡単には外せない歯冠補綴装置の金属材料に関しては金パラ、PGA、チタンなどは問題がないが、Ni-Crは影響が大きいと報告されている 4 。鋳接法でもキーパーの撤去は可能であるが、セメントで根面板に合着しているキーパーの場合は境界明瞭のためさらに容易に外せるため、r-チファクトの解決は容易と考えられる(図 5)。



図5. タービンによるキーパー除去のシミュレーション セメントラインによりキーパーの外形が明瞭, キーパーを半分に切断して超音波スケーラーで 根面板から除去

7. 今後の方策として考えられること

1) MR装置メーカーへの情報提供

日常臨床においてMR装置のメーカー担当者は、装置が故障したり磁場が乱れるなどの問題はどうしても回避すべきことと考える。磁性アタッチメントを正しく関係者が認識できるように、メーカーに設置計画指針や 添付文書に磁性アタッチメントの項目を追加することを提案する。具体的には安全基準検討委員会で作製したリーフレットやマニュアルを送付する。

2) MR関連学会との共同研究

日本放射線技術学会と共同でアンケート調査を行い、磁性アタッチメントのMR検査問題の現状を把握する。安全基準検討委員会で検討したキーパーのアーチファクトによる影響を抑えるシーケンスの情報を提供し、MR検査時のトラブルを必要最小限度に抑えるよう試みる。

謝辞

稿を終えるにあたり、本研究に協力頂きました、 日本放射線技師会元常務理事、木村由美氏に深く 感謝いたします。

- 1) 小倉明夫, 土橋俊男, 宮地利明, ほか: 超実 践マニュアルMRI, 41-93, 医療科学社, 東京, 2008.
- 2)鱒見進一,有田正博,奥野 功,ほか:歯科 用金属がMRIに及ぼす影響,日磁歯誌,1(1):45-48,1992.
- 3) 土橋俊男,中田 稔,藤田 功,ほか:歯科 用金属材料のMR画像への影響,日放技術 誌,54(11):1309-1315,1998.
- 4) 今中正浩: MR imaging における金属アーチファクトの研究,歯科放射線,38(3):174-192,1998.



原著論文 Original paper

Journal home page: www.jsmad.jp/

キーパーボンディング法におけるセメントのキーパー維持力の検討

阿部有希¹, 長谷川みかげ¹, 内田天童¹, 木内美佐¹, 諸隈正和¹, 秋田大輔¹, 渋谷哲男¹, 小川 泰¹, 永井栄一^{1,2}, 月村直樹^{1,2}, 石上友彦^{1,2}

1日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座,2日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門

Dental Cement Strength for Luting to a Magnetic Keeper of Keeper-Bonding Technique

Yuki Abe¹, Mikage Hasegawa¹, Tendo Uchida¹, Misa Kiuchi¹, Masakazu Morokuma¹, Daisuke Akita¹, Norio Shibuya¹, Yutaka Ogawa¹, Eiichi Nagai^{1, 2}, Naoki Tsukimura^{1, 2}, Tomohiko Ishigami^{1, 2}

¹Department of Partial Denture Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry ²Division of Clinical Research, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry

Abstract

The magnetic attachment system is the recommended keeper-bonding (KB) technique, in which the keeper is cemented directly to the coping due to keeper cause an artifact in the MRI. In the KB technique, the conventional dental luting cement may be useful to prevent any damage to the coping caused by keeper removal. We evaluated 4 types of dental luting cements using retentive force and durability tests. The cements used were a zinc phosphate cement, a glass ionomer cement, a polycarboxylate cement, and a resin-modified glass ionomer cement. The keeper cemented to the Au-Ag-Pd alloy tray. After 30 min, the prepared specimens were storedin distilled water at 37 °C for 24 h. These retentive forces were measured before and after 2,000 thermocycles and a tensile test of the attraction force of the magnet. The results were analyzedwith a Steel Dwass test and Dennett's test. Fuji Luting S showed much higher retentive force than conventional dental luting cements. After the durability tests, the retentive force of all dental luting cements was somewhat decreased. The findings suggest that, under the load conditions used in this test, there was little influence on the retentive force of the four kinds of cement.

キーワード

(Key words)

磁性アタッチメント キーパーボンディング法 維持力 (magnetic attachment)
(keeper-bonding technique)
(retentive force)

磁気共鳴映像法 (MRI) セメント (cement)

I. 緒言

磁性アタッチメントは、その有用性が認められ 現在広く臨床に応用されている。しかし MR 撮 像時に、磁性材料であるキーパーが MR 装置内 の磁場を乱し、画像にアーチファクトを生じさせ るという大きな問題点がある¹⁻⁵⁾。そのため、 MRI 検査前に義歯を外すだけでなく、キーパーの撤去が必要とされる場合がある⁶⁻⁷⁾。

以前より広く用いられている根面板へのキーパー 固定方法は、ワックスアップ時に直接キーパーを 組み込む鋳接法である。しかし MR 撮像前にキー パーの除去が要求された場合、鋳接によりキーパー と根面板の境界が不明瞭であり、また埋没時に維持棒がキーパーに組み込まれているため、キーパーのみの除去が困難であった。

MR 撮像前のキーパーの除去のために、現時 点までに様々な可撤式キーパーが報告されている。 中村ら8)は、キーパーをセメント合着し超音波ス ケーラーにて撤去する方法や、キーパー内にねじ 穴を設けセメント合着し、ねじを嵌合させてセメ ントを破壊する方法、またキーパー外周にねじを 設け根面板にねじ込む方法を報告している。鱒見 ら 9-11) は、キーパーの外周にねじを設けグルーブ を利用してねじ止めする方法や、キーパーを加工 し回転式やスライド式、ビス止め式にする方法を 報告している。大川ら二は、キーパー底面にスク リューを設けねじ止めする方法を報告している。 可徹式キーパーはこのように多数の形態が考案さ れたが、いずれの方法においても製作や操作が煩 雑であること、長期使用後の隙間腐食等により、 現実的には除去が困難であることなどから普及に は至らなかった。

現在は MRI 対応策の一つとして、キーパーボンディング法(KB法)により、キーパーを根面板にセメント合着し、必要に応じてキーパーを切除し、MR 撮像後に新しいキーパーを合着する方法¹²⁻¹⁷⁾ が推奨されている。 KB 法は、撤去の必要性が生じた場合、セメントラインがあることでキーパーと根面板との境界が明瞭となり、比較的簡単に取り外すことが出来る。また根面板に新しいキーパーを再装着することも容易であり、MRI 検査が必要な患者への有用な方法であると思われる。

KB法に用いるキーパー合着用セメントとしては、製造元よりレジンセメントが推奨されており、維持力の主体が嵌合効力であるこれまでのグラスアイオノマーセメントやポリカルボキシレートセメントと比較して、歯質や金属に接着力を持つレジンセメントは維持力が大きく「18-20」、補綴装置を長期間口腔内に保持出来る利点がある。しかし、キーパーの除去が必要となった場合に、維持力の高いセメントは、セメントの除去操作により支台歯や根面板を損傷させる危険性が大きく、また根面板の再使用が不可能な場合も生じる。よってKB法でのキーパー合着に使用するセメントは、キーパー除去が容易でかつ臨床使用時には脱離し

ない十分な維持力と耐久性を有することが必要である。

これまで磁石構造体と義歯床材料との接着強さの報告は多く見られる²¹⁻²³⁾が、KB法におけるキーパーと根面板とのセメントの維持力については報告されていない。そこで、種々の合着用セメントの維持力および耐久性について測定し、KB法に適した合着用セメントについて検討した。

Ⅱ. 材料および方法

KB 法の鋳造トレー作製は、C600 KB キーパー トレーを通法に従い歯科鋳造用金銀パラジウム合 金を用いて埋没鋳造し、トレー内面には平均粒径 50μm のアルミナにて5気圧、5秒間サンドブ ラスト処理を行い、外面はシリコンポイントにて 研磨を行った(表1、図1)。得られた鋳造トレー に引張試験用保持溝を付与した C600キーパーを セメント合着した。硬化後余剰セメントを除去し、 練和開始から30分後、ISO 規格240 を参考として 37℃蒸留水中に24時間浸漬し試験体とした。合着 用セメントはリン酸亜鉛セメント(スーパーセメ ント、松風、以下 SU)、グラスアイオノマーセ メント(フジ1、GC、以下 F1)、ポリカルボキ シレートセメント(ハイボンドカルボセメント、 松風、以下 CA)、グラスアイオノマー系レジン セメント (フジルーティング S、GC、以下 FL) の 4 種を使用した (表 2)。



図1. キーパートレー 左:プラスチックパターン 右:鋳造後のキーパートレー

セメントの維持力測定として、4種のセメントをそれぞれのメーカー指示に従い練和、合着し、セメントごとに試験体数各6個として引張試験を行った。

吸引力による耐久性試験は、義歯着脱時に磁石 構造体とキーパーとの間に加わる吸引力による負

表1. 実験に使用した材料および機器

材料	商品名(Lot No.)	製造元
磁性アタッチメント	GIGAUSS C 600 (0412271)	GC
キーパー	KB キーパー	
キーパートレー	KB キーパートレー	
歯科鋳造用金銀パラジウム合金	パラトップ 12 マルチ(F671767)	デンツプライ三金

機器	商品名	製造元
万能試験機	EZ-Test	島津製作所
引張試験用治具	日大型	東京技研
熱サイクル試験機	サーマルサイクリング	東京技研

表 2. 実験に使用した合着用セメント

歯科用セメント	商品名	略号	製造元
リン酸亜鉛セメント	スーパーセメント	SU	松風
グラスアイオノマーセメント	フジI	FΙ	GC
ポリカルボキシレートセメント	ハイボンドカルボセメント	CA	松風
グラスアイオノマー系レジンセメント	フジルーティング S	FL	GC

荷を想定して行った。セメントごとに試験体数各 6個として、負荷はあらかじめ予備実験にて C600 磁石構造体とキーパーの吸引力を測定し5.2 N に 設定した。各試験体に対し1,000回の引張繰り返 し負荷を与え、その後引張試験を行うことにより 5.2 Nの負荷がセメントの合着力へ及ぼす影響に ついて調べた。

温度による耐久性試験は、口腔内の温度変化に よる負荷を想定して行った。試験体数各6個とし て、試験温度を5℃/55℃、浸漬時間を15秒に 設定したサーマルサイクルを2,000回行った後引 張試験を行い、水中における温度変化がセメント の合着力へ及ぼす影響について調べた。

測定には日大型引張試験用治具(東京技研、図 2) および万能試験機(EZ-Test、島津製作所) を使用した。日大型引張試験用治具は、摩擦抵抗 の少ないリニアボールスライドと、引張方向を垂 直に補正するユニバーサルジョイントを使用して

おり、試験体をアクリル角柱固定部および牽引部 に接着させ測定を行った。手順として固定部のア クリルの角柱に試験体底面をスーパーボンドにて 接着させ、試験体キーパー部上面に直径3㎜の穴 の開いたマスキングテープを貼り、アロイプライ

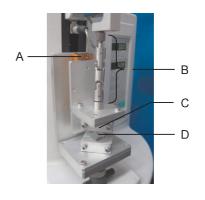


図2. 日大型引張試験用治具 A: リニアボールスライド

B:ユニバーサルジョイント

C:牽引部

D:固定部

マーにて表面処理を行った後牽引部のアクリル角柱にキーパー上面をスーパーボンドにて接着させた。硬化後クロスヘッドスピード0.5 mm/min にて引張試験を行った。

測定値は各セメントの平均値を用い、維持力試験測定値は Steel-Dwass 法にて、耐久性試験測定値は Dunnet T検定にて、それぞれ危険率 5%において統計処理を行った。

Ⅲ. 結果

維持力についての結果を図 3 に示す。維持力は SU が48.04 N、F1が 54.08 N、CA が 63.08 N、FL が 149.63 N を示した。SU と CA および FL と SU、F1、CA の間に有意差が認められ(p>0.05)、FL は SU、F1、CA と比較しておよそ 3 倍の維持力を示した。

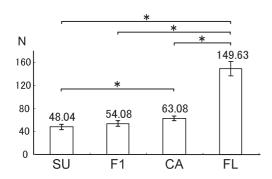


図3. 維持力試験の結果(*: p<.05)

耐久性試験についての結果を図 $4 \sim 7$ に示す。 吸引力を想定した耐久性試験において、全てのセメントにおいて維持力と各耐久性試験間における 有意差は認められなかった (p>0.05)。温度変化を想定した耐久性試験において、全てのセメントにおいて維持力と各耐久性試験間における有意差は認められなかった (p>0.05)。

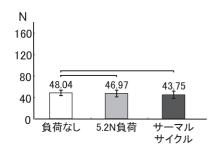


図 4. SU の維持力の 2 種の負荷による変化 (p>.05)

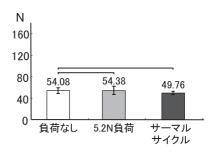


図 5. F1の維持力の 2種の負荷による変化 (p>.05)

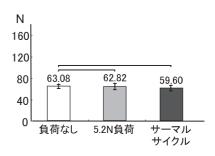


図 6. CA の維持力の 2 種の負荷による変化 (p>.05)

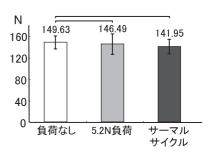


図7. FL の維持力の2種の負荷による変化(p>.05)

Ⅳ. 考察

磁性アタッチメントは、磁性ステンレスであるキーパーを口腔内に装着することから、MRI 検査において画像にアーチファクトを生じさせることが大きな問題となっている¹-5)。そのため読像が必要な部位にキーパーが近接する場合、MRI 検査前にキーパーの除去が必要とされることがある゚-7)。今回は GIGAUSS C600を用いて、金銀パラジウム合金にて作製したキーパートレーとキーパー合着用セメントの維持力および耐久性について測定し、キーパー除去を考慮して KB 法に適した合着用セメントについて検討を行った。 KB 法では既製のプラスチックパターンを使用して製作した根面板にキーパーを合着することから、臨床において根面板のキーパー合着部位は同じ形態と

なり、臨床に則したセメントのキーパー維持力を 測定することが出来たと考える。

維持力試験において、SU、F1、CAが、FLと 比較して低い維持力を示した。レジン系セメント は歯質のみならず歯科用合金とも強固に接着し、 さらにリン酸亜鉛セメント、グラスアイオノマー セメント、ポリカルボキシレートセメントよりも 機械的強度が高い²⁵⁻²⁷⁾。 そのため FL は、SU、F1、 CA のおよそ 3 倍もの維持力を示したと考えられ る。また今回の結果ではSUはCAと比較して維 持力が小さく、F1との差は認められなかった。 リン酸亜鉛セメント、グラスアイオノマーセメン ト、ポリカルボキシレートセメントは、維持力の ほとんどを被着体粗面による機械的嵌合力に依存 していると考えられている¹⁸⁻²⁰⁾が、わずかながら に金属に対し接着性を有する25,28-32)。ただしリン 酸亜鉛セメントの接着強さはグラスアイオノマー セメントやカルボキシレートセメントよりもかな り小さく30,320、金属に接着しないとする報告もあ る29)。一方、ポリカルボキシレートセメントおよ びグラスアイオノマーセメントは金属イオン、特 に卑金属イオンと二次結合し19,29,31)、ステンレス 鋼との接着を示す28-32)。キーパーは磁性ステンレ ス鋼であるため、F1との差は認められなかった が、CA はSUよりも維持力が大きい結果を示し たと考えられる。

吸引力を想定した耐久性試験において、全てのセメントにおいて1,000回の負荷では維持力に差は認められなかった。この耐久性試験にはセメントの機械的強度が影響すると考えられ、さらなる長期的な負荷を与えた場合、機械的強度が高いレジン系セメント²⁵⁻²⁷⁾であるFLと比較してSU、F1、CAは維持力の低下が早い可能性がある。

口腔内での温度変化を想定した耐久性試験において、サーマルサイクルを2,000回行った場合では、全てのセメントにおいて負荷なしの維持力と比較して差は認められなかった。サーマルサイクルでは温度上昇が物性に及ぼす影響³³³ や、熱膨張係数の差がセメントに及ぼす影響³⁴³⁵)、水中に浸漬することによるセメントの溶解などが、維持力の低下に関係すると考えられる。野口ら³³ によると、加温による影響として、リン酸亜鉛セメント、グラスアイオノマーセメント、ポリカルボキシレートセメントでは、加温されると圧縮強さは低下す

るが、接着強さの低下はわずかであるかほとんど 無い。レジン系セメントの接着強さは高温におい て低下するが、低下した値でも他のセメントより もはるかに大きいと報告している。加えてリン酸 亜鉛セメント、グラスアイオノマーセメント、ポ リカルボキシレートセメントは、その組成や構造 上、唾液に溶解しやすいという欠点があり、長期 使用によってセメントは溶解し、機械的強度の低 下を招く。しかしレジン系セメントは、機械的強 度が高く、唾液や酸に溶解しにくいとする多くの 報告がある18-20,27-28)。加温の影響のみを考えた場合、 レジン系セメントは維持力の低下が大きい可能性 があるが、水中に浸清することを考慮すると、リ ン酸亜鉛セメント、グラスアイオノマーセメント、 ポリカルボキシレートセメントと比較してレジン 系セメントは補綴装置を長期間口腔内に保持出来 る可能性がある。今回の試験結果では維持力に差 は認められなかったが、今後更にサーマルサイク ルの回数を増し、関係がどのように変化するか調 査する必要がある。

セメントには本来、合着力あるいは接着力が強く、過酷な温度変化や、繰り返し行われる咀嚼運動によって衰えない機械的強度を持ち、吸水性、溶解性、および崩壊性が無い性質が要求される26-27。しかし、KB法においてMRI検査のためキーパーの除去が必要となった場合、キーパーを切除する際には、強い接着力を有する合着用セメントでは、根面板損傷の危険性が大きく、新しいキーパーの適合が悪くなる場合や、セメントの除去操作により支台歯と根面板を合着しているセメントに悪影響を及ぼす可能性もある。キーパー合着に使用するセメントは、MRI検査に対応することを考えると、KB法においてはキーパーの除去が容易でかつ、脱離しない十分な維持力・耐久性を有することが要求される。

今回の負荷条件では、SU、F1、CA、FLにおいて維持力の急激な低下がないことが示され、SU、F1、CAも臨床上有用である可能性が示唆された。このことから、定期的に MRI 検査を行うためキーパーを取り外す必要がある患者に対しては、維持力の小さいレジン系セメント以外の合着用セメントは有用であると考えられるが、長期使用ではキーパーの脱落が生じる可能性がある。レジン系セメントではないセメントを合着用とし

て使用することに際しては、さらなる耐久性試験や、セメントの吸水量・溶解量、咀嚼運動を想定した疲労試験等についても測定し、検討することが必要と考えられる。

V. 結論

キーパー合着用セメントは、レジンセメントが他のセメントと比較して有意に高い維持力を示した。しかし MR 撮像時の除去を想定した場合においては、他のセメントも臨床上有用である可能性が示唆された。

謝辞

本研究は、平成21年度日本大学歯学部総合歯学研究所研究費(一般研究費B)、平成22年度日本大学歯学部総合歯学研究所研究費ならびに平成23年度大学院歯学研究科研究費(学生研究費)の助成を受け行われた。

- 1)田中貴信,三原 学,岸本康男,ほか:MR-CT 画像診断を妨げた磁性アタッチメント利 用の下顎顎義歯の1例,顎顔面補綴,11(2): 55-62,1988.
- 2) Laurell, K. A., Gerauff, A. G. and Rosenstiel, S. F.: Magnetic resonancei mage degradation from prostheticmagnetic keepers, J Prosthet Dent, 62(3): 344-348, 1989.
- 3) Grauff, A. G., Laurell, K. A., Thavendrarajah, A., et al : A potential MRI hazard: forces on dental magnet keepers, J Oral Rehabili, 17:403-410, 1990.
- 4) Masumi, S., Arita, M., Morikawa, M., et al: Effect of dental metals on magnetic resonance imaging (MRI), J Oral Rehabili, 20: 97-106, 1993.
- 5) Iimuro, F. T.: Magnetic Resonance Imaging Artifacts and the Magnetic Attachment System, Dent Mater J, 13(1): 76-88, 1994.
- 6) Ai, M. and Shiau, Y. Y.: New Magnetic Applications in clinical Dentistry, 48-50, Quintessence Publishing Co, Ltd.

- Tokyo. 2004.
- 7) 土田富士夫, 住永優子, 滝新典生, ほか:磁性アタッチメントにおける鋳接法とダイレクトボンディング法, 日磁歯誌, 14(1):53-60, 2005.
- 8) 中村和夫,石川 晋,藍 稔,ほか:MRI対 策としてのキーパー可徹法の検討,日磁歯誌, 1(1):71-75,1992.
- 9) Masumi, S., Nagatomi, K., Miyake, S., et al: Removable magnetic dentalattach ment that permits magnetic resonanceima ging, J Prothet Dent, 68(4): 698-701, 1992.
- 10) 大川周治,田嶋英明,赤川安正,ほか:磁性 アタッチメントの可徹式キーパーに関する一 考案-MRI対策として,日磁歯誌,2(1): 37-42,1993.
- 11) 鱒見進一, 尾座本まゆみ, 城戸寛史, ほか: 既製キーパーを利用した可徹式機構の検討, 日磁歯誌, 3(1):30-35, 1994.
- 12) 平野智一, 杉山浩一, 水野行博, ほか:ダイレクトボンド法による磁性アタッチメントの技工術式の検討, 日磁歯誌, 12(1):40-45, 2003.
- 13) Suminaga, Y. Tsuchida, F. Takishin, N., et al: Surface analysis of keepers on dental magnetic attachments Comparison of cast-bonding technique and direct-bonding technique, Prosthodont Res Pract, 3:62-68, 2004.
- 14) Tsuchida, F. Suminaga, Y. Takishin, N., et al: Comparison of attractive forcefor cast-bonding and direct-bonding technique on dental magnetic attachment, J J Mag Dent 15(2): 1-4, 2006.
- 15) Tsuchida, F. Suminaga, Y. Takishin, N., et al: Comparison of the attractive force of dental magnetic attachments fabricated by cast- and direct-bonding techniques, Prosthodont Res Pract, 6: 46-49, 2007.
- 16) 奥野 攻:歯科用磁性アタッチメントの開発, 歯料器, 26(3): 291-300, 2007.
- 17) 細井紀夫:磁性アタッチメントの魅力, 日磁 歯誌, 18(1):1-13, 2009.

- 18) 奥田正幸,小林國彦,内山洋一,ほか:接着性レジンセメントとリン酸亜鉛セメントの問題点の比較-接着性と辺縁封鎖性について,歯科評論,563:101-114,1989.
- 19) 赤瀬公計, 矢谷博文, 近藤康弘, ほか:装着 材の違いが全部被覆冠の適合精度ならびに維 持力に及ぼす影響-従来型歯科用セメントと 接着性レジンの比較, 補綴誌, 33:8-16, 1989.
- 20) 畠山憲子, 笠原 紳, 安藤正明, ほか:接着 性レジンセメントの諸性質-第2報 せん断 強度, 疲労強度, 吸水量, 溶解量について, 東北大歯誌, 19:64-75, 2000.
- 21) Taira, Y., Hai, K., Matsumura, H., et al: Adhesive bonding of titanium nitrideplated stainless steel for magnetic attachments, Eur J Oral Sci, 109: 204-207, 2001.
- 22) Ishikawa, Y., Ohashi, N., Koizumi, H., et al: Effects of almina air-abrasion and acidic priming agents on bonding between SUS XM27 steel and autopolymerizing acrylic resin, J Oral Sci, 49(3): 191-195, 2007.
- 23) Simizu, H., Tsue, F., Tsue, F., Chen, ZX., et al: Bonding of autopolymerizing acrylic resins to magnetic stainless steel alloys using metal conditioner, J Dent, 36: 138-142, 2008.
- 24) ISO TR 11405, Dental materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure, 1994.
- 25) 熱田 充, 松村英雄:各種合着用セメントの

- 特徴と最近の進歩,補綴臨床,27(1):77-86, 1994.
- 26) 吉田圭一, 舟木和紀, 棚川美佳, ほか:各種 合着用セメントの諸性質, 補綴誌, 39:35-40, 1995.
- 27) 畠山憲子, 笠原 紳, 安藤正明, ほか:接着 性レジンセメントの諸性質 第一報 機械的強 度について, 東北大歯誌, 18:166-174, 1999.
- 28) Kent, B. E., Lewis, B. G., and Wilson, A. D.: The Properties of a glass ionomer cement, Br Dent J 135: 322-326, 1973.
- 29) 井田一夫, 森脇 豊, 山賀礼一: カルボキシレートセメントと金属との接着性, 歯材器, 30(4): 259-269, 1973.
- 30) 井田一夫, 森脇 豊, 山賀礼一: りん酸亜鉛セメントと金属との接着性, 歯材器, 32(1): 23-31, 1975.
- 31) 赤坂 厳:カルボキシレートセメントの基礎 的研究 - 主として粉末粒度および粉液比が諸 物性に及ぼす影響について,歯料器,34(1): 17-29,1977.
- 32) 野口八九重:カルボキシレートセメントの接着性,国際歯科ジャーナル,6(2):133-141,1977.
- 33) 野口八九重,中村かおり,小園江芳之,ほか: 歯科用セメントの接着強さと圧縮強さー温度 依存性,歯材器,4(5):543-550,1985.
- 34) 池田 泰:金属とレジンの接着耐久性に及ぼ すレジンセメントの影響,歯材器,14:42-51,1995.
- 35) 山崎恵理香,吉田隆一:歯科修復装置の接着 強さ-熱サイクル負荷時の荷重の影響,歯材 器,24(6):446-458,2005.



原著論文 Original paper

Journal home page: www.jsmad.jp/

磁石構造体ハウジングが磁性アタッチメントの吸引力に及ぼす影響について

前田祥博,高山慈子¹,土田富士夫¹,鎌田奈都子¹,水野行博,大久保力廣¹,細井紀雄²

鶴見大学歯学部歯科技工研修科,「鶴見大学歯学部有床義歯補綴学講座,『鶴見大学

Effects of the housing for the magnetic assembly on the attractive force of the magnetic attachment

Yoshihiro Maeda, Yasuko Takayama¹, Fujio Tsuchida¹, Natsuko Kamada¹, Yukihiro Mizuno, Chikahiro Ohkubo¹, Toshio Hosoi²

The Dental Technician Training Institute, Tsurumi University School of Dental Medicine ¹Department of Removable Prosthodontics Tsurumi University School of Dental Medicine ²Tsurumi University

Abstract

The use of a resin or metal housing is recommended for a magnetic assembly when it is attached to the denture base. The attachment technique is easy, and the fixing accuracy can be improved by enclosing the magnetic assembly within the housing. The purpose of the present study was to evaluate the effects of the housing materials for magnetic assemblies on the attractive force of magnetic attachments. PHYSIO MAGNET 35 was used in this study. The attractive forces of five magnetic assemblies on one keeper coping were measured as the control. Both resin and metal housing were then fabricated for the same magnetic assembly, and the attractive forces were also measured. A statistical analysis was performed using the Scheffé's multiple comparison method ($\alpha = 0.05$). The metal housing showed the lightest attractive force (4.59 ± 0.04 N), followed by the resin housing (4.45 ± 0.03 N), and the control (4.17 ± 0.13 N). Although major differences among the three samples could not be observed, the differences were significant (p<0.05). While the fabrication of a metal housing is time-consuming and costly, the efficiency of the housing can be improved for fixing the denture base, and greater attraction forces can be obtained.

キーワード

(Key words)

磁性アタッチメント ハウジング (magnetic attachment)
(housing)

磁石構造体

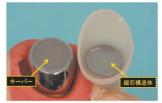
(magnetic assembly)

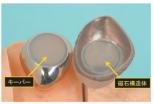
I. 緒言

義歯を維持する磁性アタッチメントの吸引力を 最大限に発現させるためには、義歯床に組込まれ た磁石構造体と根面板に含まれているキーパーを 正確に位置付けることが重要である。磁石構造体 をキーパー付き根面板上に位置付けし、常温重合 レジンを用いて直接義歯床に取り付ける従来の合着法は、磁石構造体の位置ずれや、吸着面へのレジンの迷入、重合収縮によるエアーギャップなどが生じやすく、最大限の吸引力を発揮できない可能性があった。そこで本学では、それらの防止と磁石構造体合着時の操作性の向上を目的として、

磁石構造体ハウジングの使用を提唱してきた1,2)。 磁石構造体ハウジングには、レジン製のレジン ハウジング3)とメタル製のメタルハウジングがあ る(図1)2)。レジンハウジングは磁石構造体に アルミナサンドブラスト処理(エアー圧2~3kgf /cm²)を行い、金属接着プライマー(アロイプ ライマー、KURARAY MEDICAL INC)を塗 布した後、キーパー上の所定の位置に磁石構造体 を設置する。この周囲に常温重合レジン(ユニファ ストⅡ、ジーシー)を筆積み法により築盛し、軸 面のレジンの厚みを約0.5mmに形態修正して完成 させる(図2)1)。メタルハウジングは、キーパー 付き根面板上にて、パターン用レジンを築盛し、 厚さを約0.4mmに形態修正した後、150μmのリテ ンションビーズ(松風)を付与する。埋没、鋳造 後、鋳造体内面の研磨を行い、キーパー付き根面 板上に試適する。使用金属は金銀パラジウム合金 (CASTWELL. MC12%GOLD、ジーシー) を 用いることが多い。磁石構造体とメタルハウジン グの接着面にアルミナサンドブラスト処理(エアー 圧2~3kgf/cm²) を行い、金属接着プライマー (アロイプライマー、KURARAY MEDICAL INC)を塗布し、接着処理を行う。磁石構造体と メタルハウジングを所定の位置に設置し、接着性 レジンセメント (パナビアF2.0、KURARAY MEDICAL INC)を用いて、磁石構造体とメタ ルハウジングを合着する10。症例に応じて、オペー ク処理を施すことにより金属色の遮断が可能であ る。このような手順で製作したハウジングを、口 腔内のキーパー付き根面板上に正確に設置し、常 温重合レジンを用いて義歯床に合着を行う(図3)。 ハウジングの使用は合着時の操作を容易にすると ともに、義歯床との間に介在する常温重合レジン の層を減少させ、磁石構造体とキーパーの正確な 位置づけを可能にすると推測される。

しかし、日常臨床で使用されてきた磁石構造体 ハウジングの客観的評価はこれまで十分に行われ ていない。そこで今回、磁石構造体ハウジングが 磁性アタッチメントの吸引力にどのような影響を 及ぼすかを定量的に測定し、ハウジングの客観的な 評価を行うことを目的として基礎的実験を行った。





レジンハウジング

メタルハウジング

図1. レジンハウジングとメタルハウジング



図2. レジンハウジングの製作法

- a:接着処理された磁石構造体をキーパー上に設置する.
- b:常温重合レジンを筆積み法により築盛する.
- c:軸面の厚さが約0.5mmになるよう形態修正する.
- d:完成したレジンハウジング.

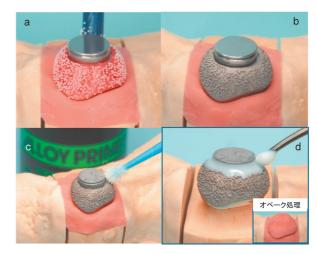


図3. メタルハウジンングの製作法

- a:パターン用レジンを築盛し、調整後にリテンションビーズを付与する.
- b:キーパー付き根面板に試適したメタルハウジング.
- c:サンドブラスト処理後、磁石構造体とハウジングをキーパー上に設置し、金属接着プライマーを塗布する.
- d:磁石構造体とメタルハウジングを接着性レジンセメントにて合着する.

Ⅱ. 材料および方法

図4に今回の実験に使用したキーパーボンディング法^{4,5)}により製作されたキーパー付き根面板を示す。磁性アタッチメントには、フィジオマグ

ネット35 (ニッシン)を使用した。根面板の軸面 傾斜角度は、隣接面で約20~30度、頬舌側で約40 ~50度とし、臨床にてよく用いられる軸面形態を 付与した。キーパー上面は咬合平面に対して平行 に設定した。





図4. 実験に使用したキーパー付き根面板

図5に実験に使用した試料を示す。磁石構造体ハウジングの設計は、キーパー付き根面板軸面部のサベイラインに沿ってアンダーカット部に入らない設計とした。それぞれのハウジングの製作は、上記の方法により製作した¹⁾。磁石構造体ハウジングの上面には、吸引力測定のためのジグを装着した。試料は磁石構造体のみをコントロールとし、レジンハウジング、メタルハウジングともに、それぞれ5個ずつ製作した。なお、レジンハウジングとが、メタルハウジングに供した磁石構造体は同一のものを使用した。また、レジンハウジング軸面のキーパー付き根面板への接触による吸引力への影響を確認するため、磁石構造体を装着せずにハウジングのみで引張試験を行った。













コントロール

レジンハウジング

メタルハウジング

図5. 実験試料

a:磁石構造体のみ(コントロール)

b:レジンハウジング c:メタルハウジング

吸引力の測定は、小型卓上試験機 FGS-TV およびデジタルフォースゲージ FGC-1 (日本電産シンポ)により、ユニバーサルジョイントを用

いてクロスヘッドスピード毎分5.0mm、移動距離1.0mmにより各試料10回ずつ測定を行った(図6)。

統計解析は一元配置分散分析および Scheffé の 多重比較検定を用いた($\alpha = 0.05$)。



図6.吸引力の測定に用いた器具

Ⅲ. 結果

磁石構造体を設置していないレジンハウジングとメタルハウジングの引張試験の結果は、レジンハウジングで 0.02 ± 0.007 N、メタルハウジングで 0.01 ± 0.004 Nであった。この値から、ハウジングの吸引力に対する影響は微量であると考え、ハウジングの根面板への接触による影響は無視できる範囲と判断した。

図7に各試料の吸引力の測定結果を示す。吸引力はコントロールで4.17±0.13N、レジンハウジングで4.45±0.03N、メタルハウジングで4.59±0.04Nとなった。 吸引力はメタルハウジングが最も大きく、コントロールが最小を示し、3者間の吸引力に有意差が認められた。

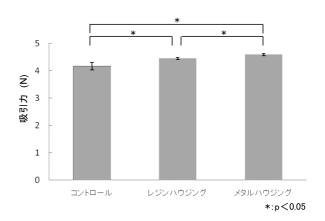


図7. 吸引力の測定結果

Ⅳ. 考察

中林ららは、磁石構造体合着時に使用する常温 重合レジンの量と吸引力の関係について研究を行 い、磁石構造体を合着する際にレジン填入量が増 大するにつれて、吸引力の減少傾向が大きくなる ことを報告した。その原因として常温重合レジン の重合収縮をあげている。常温重合レジンは粉液 比2:1で混合すると約7%の容積収縮が起こる と言われている^{7,8)}。一方、Hanatani ら⁹⁾ は常 温重合レジンのユニファストⅡ (ジーシー)、ユ ニファストトラッド (ジーシー)、プロビナイス (松風)、メタファスト (ニッシン)、マイキー (ニッシン) の筆積み法と混和法の重合収縮率の 測定を行い、筆積み法ではすべてのレジンの重合 収縮率は0.5%以下であり、メタファスト以外の 常温重合レジンでは筆積み法と混和法との間に有 意差が認められたことを示した (p<0.05)。また、 筆積み法と混和法を比較すると、すべての常温重 合レジンにおいて筆積み法の重合収縮率が小さく、 寸法精度が優れていると報告している。この原因 として混和法のメーカー指定の粉液比が0.50L/P であるのに対し、筆積み法は0.31-0.38L/Pと小 さいことをあげている。このことからも、本法 のレジンハウジングの寸法精度が高いことが伺え る。レジンハウジングの吸引力がコントロールよ りも大きな値を示したのは、レジンハウジングの キーパー付き根面板への良好な適合によって、水 平方向へのずれが規制され、適切な吸引力が発揮 されたためと思われる。一方、メタルハウジング が3者間の中で最も大きな吸引力を示したのは、 レジンハウジングよりもさらに製作精度が高く、 磁石構造体が正確にキーパーと接触したためと推 察された。

しかしながら、コントロールを含め3種試料間に有意差は認められたものの、その差は最大でも約10%にすぎなかった。これは標準偏差が非常に小さいことに加え、試料の製作精度がいずれも高かったことが原因と考えられる。今回の実験におけるコントロールは、純粋な磁性アタッチメントの吸引力を測定するため、磁石構造体上面のみに常温重合レジンを付与し、吸着面にはいかなる影響も及ぼさない試料形態となっている。レジンハウジング、メタルハウジングともに、吸引力はわずかながらコントロールを上回った。この結果は、

ハウジングの使用が磁性アタッチメントの吸引力 を最大限に発揮させるのに有効であることを示す ものと思われた。

中林らりは、磁石構造体の吸引力が増大するに つれて吸引力の減少傾向は小さくなり、吸引力が 800 g/cm²になるとレジンの重合収縮の影響をあ まり受けないと述べた。本実験に用いた磁石構造 体の吸引力は平均4.17Nであり、レジンの重合収 縮の影響を受ける範囲にあると思われる。今回の フィジオマグネット35においても、ハウジングを 用いることにより、レジンハウジングで約0.3N、 メタルハウジングで約0.4N の吸引力の増加が見 られた。日常臨床では、製作した磁石構造体ハウ ジングと義歯床の間の空隙を、0.4mm程度になる ように技工室で調整している。この厚みは中林の 研究においてコントロールに近い条件であり、吸 引力に影響を与える常温重合レジンの層が最小限 であることを示している。磁石構造体の義歯合着 時に使用する常温重合レジンの量が少ないほど、 重合収縮による影響は少ないと思われ、この点か らもハウジングの使用は吸引力に効果的であると 思われた。特に吸引力の小さな磁石構造体である ほど、その有効性は高いと推測された。

星合ら100は、金属床義歯における磁性アタッチ メントの10年間における術後調査を行い、金属床 義歯症例における支台歯の生存率は5年後で95%、 10年後で88%であったと報告した。また、水谷 らいは、磁性アタッチメントの装着後のトラブル に関する調査を行い、支台歯の2次カリエスや歯 周炎、人工歯の破折などを報告しているが、磁石 構造体そのものの変化や維持力の低下は見られな かったと述べている。維持力の低下がなく、金属 床義歯に使用することによって長期にわたる使用 が可能な磁性アタッチメントは、支台歯のメイン テナンスと同時に義歯の補強対策やリライニング への対応も考慮に入れる必要がある。磁石構造体 メタルハウジングは、補強効果も高く、リライニ ング時の対応も容易であるという大きな利点を有 している1)。その一方で、ハウジング上の人工歯 が薄くなりやすいことから、逆に人工歯の破折を 生じやすい危険性もあり、顎間関係によってレジ ンハウジングと使い分ける必要性もある。

今回、磁石構造体ハウジングの客観的な評価を 行うことを目的として実験を行ったが、その有効 性が検証された。しかし、ハウジングは常温重合 レジンを用いて義歯と合着して使用されることか ら、今後は義歯合着時を想定した試料を用いて吸 引力の検討を行う予定である。

V. 結論

磁石構造体ハウジングを用いた磁性アタッチメントの吸引力を測定した結果、ハウジングを使用した方が磁石構造体のみよりも大きな吸引力を示した。また、メタルハウジングの吸引力は、レジンハウジングよりも大きな値を示した。磁石構造体ハウジング、特にメタルハウジングの使用は、義歯への合着時の操作性の向上に加えて、吸引力の面でも有効であることが示された。

- 1) 前田祥博,水野行博,土田富士夫,ほか:改良型メタルハウジングの製作法とその臨床応用,日磁歯誌,16(1):30-35,2007.
- 2) 森戸光彦, 松本亀治, 水野行博, ほか:磁性 アタッチメントのハウジングについての1考 案, 補綴誌, 45(4):546, 2001. (抄録)
- 3) 土田富士夫, 住永優子, 滝新典生, ほか:磁性アタッチメントにおける鋳接法とダイレクトボンディング法, 日磁歯誌, 14(1):53-60, 2005.
- 4) 平野智一、杉山浩一、水野行博、ほか:ダイレクトボンド法による磁性アタッチメントの

- 技工術式の検討,日磁歯誌,12(1):40-45,2003.
- 5) Suminaga, Y., Tsuchida, F., Takishin, N., et. al. Surface analysis of keepers on dental magnetic attachments: Comparison of cast-bonding technique and direct-bonding technique. Prosthodont Res Pract 3:62-68, 2004.
- 6)中林晋也, 滝本博至, 石上友彦, ほか:磁石 構造体合着時に使用する常温重合レジンの量 と吸引力の関係について, 日磁歯誌, 14(1): 39-42, 2005.
- 7) 三浦維四, 林一郎, 川上道夫, ほか: スキンナー歯科材料学(上) 192-203, 医歯薬出版, 東京, 1985.
- 8) 長谷川二郎:明解歯科理工学,99-107,学建 書院,東京,1993.
- 9) Hanatani S., Shibuya N., Muraishi E., et. al.: Dimensional accuracy of autopolymerized resin applied using the brush on technique. Int Chin J Dent 9: 9-13, 2009.
- 10) 星合和基,田中貴信,長谷川信洋,ほか:金属床義歯における磁性アタッチメント術後調査,日磁歯誌,13(1):1-8,2004.
- 11) 水谷 紘,中村和夫,藍 稔:術者へのアンケートによる磁性アタッチメント使用義歯の追跡調査,補綴誌,41:902-909,1997.



原著論文 Original paper

Journal home page: www.jsmad.jp/

磁性アタッチメントの隣接面応用における維持力の基礎的研究 -第2報-

三山善也,水野行博,土田富士夫¹,滝新典生¹,阿部 實¹,大久保力廣¹,細井紀雄², 鶴見大学歯学部歯科技工研修科,¹鶴見大学歯学部有床義歯補綴学講座,²鶴見大学

Retentive force of a magnetic attachment applied on the proximal surface -Part 2-

Yoshiya Miyama, Yukihiro Mizuno, Fujio Tsuchida¹, Norio Takishin¹, Minoru Abe¹, Chikahiro Ohkubo¹, Toshio Hosoi²

Dental Technician Training Institute, Tsurumi University School of Dental Medicine
¹Department of Removable Prosthodontics, Tsurumi University School Of Dental Medicine
²Tsurumi University

Abstract

The efficiency of magnetic attachments applied on the proximal surface of abutment teeth has been evaluated. The purpose of this study was to investigate the effects of the placement angles of the keepers and the location of loading points on the retentive force. A model of a free-end saddle was employed with the mandibular first premolar as an abutment. Using PHYSIO MAGNET 35 (Nissin Co.), keepers were fixed on both the mesial and distal surfaces of the abutment teeth. The fixation angles of both keepers were 2°, 4°, or 6° to the direction of removal. After magnetic assemblies were fixed to the framework, the retentive force was measured by tensile testing. The tensile load was placed on five points, namely, the central and the distal points of the abutment tooth, the second premolar, and the first and second molar regions. The location of the loading points slightly affected the retentive force. When magnetic assemblies were applied on both proximal surfaces of the abutment tooth at placement angles of 2° and 4°, adequate retentive force could be obtained. The effects of mechanical interlocking were observed when the placement angle of the keepers was small.

キーワード

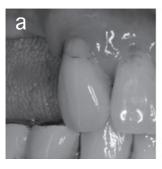
(Key words)

磁性アタッチメント 支台歯隣接面 維持力 (magnetic attachment)
(proximal surface of an abutment tooth)
(retentive force)

Ⅰ.緒言

本学では磁性アタッチメントを部分床義歯の支 台歯隣接面に応用し、良好な結果を得ている¹⁻³⁾。 磁性アタッチメントを支台歯隣接面に使用するこ とは、支台歯を切削することなく有髄歯にも適用 可能なこと、審美的に優れていることなどの大き な利点を有している(図1a, b)。単独での維持 力は義歯着脱方向に対して垂直に設置した場合の数分の一であるが⁴⁾、複数の使用、他の支台装置との併用により、臨床では効果をあげている。

本研究の目的は磁性アタッチメントを部分床義 歯の支台歯隣接面に応用した時の有効性を模型実 験により検証しようとするもので、下顎第一小臼 歯が孤立残存している場合を想定し、第1報⁵⁾で 行った実験項目にフレームワークの牽引位置を増 やし、磁性アタッチメントの設置角度と牽引する 位置が維持力に及ぼす影響について検討した。



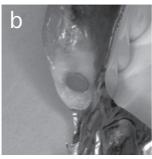


図1.磁性アタッチメントの隣接面応用の臨床例 a-上顎右側犬歯の遠心隣接面にキーパーが接着されている.(フィジオマグネット35,ニッシン)b-磁石構造体を人工歯隣接面に取り付ける.

Ⅱ. 材料および方法

1. 支台歯模型とフレームワークの製作

1) 支台歯模型

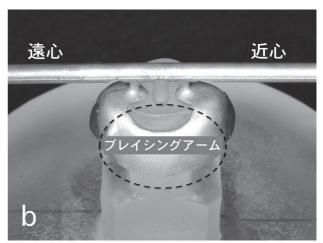
第1報と同様に、実験には下顎左側第一小臼歯を支台歯として想定したアクリリックレジン(パラプレスバリオ、ヘレウス クルツァー ジャパン)製の支台歯模型を使用した。支台歯の近遠心径を解剖学的平均値の $7.1 \text{mm} \ge 0$ もので、咬合面に近遠心レストシートを形成した。支台歯の近遠心隣接面には、磁性アタッチメントのキーパーを固定するために、ミリングマシーン(F1、デンツプライ三金)を用いて平面を形成した。義歯着脱方向に対して 2° 、 4° 、 6° の平面形成を施した3 種類の計測用支台歯模型を製作した。類側は天然歯に準じた解剖学的形態、舌側はブレイシングアームを設計するためにアンダーカットを有しない形態とした。

2) フレームワーク

磁石構造体を組み込むフレームワークはコバルトクロム合金(ウィジル、デンツプライ三金)を用い、鋳造にて製作した。フレームワークは近遠心レスト、磁性アタッチメントの磁石構造体の取り付け部、舌側のブレイシングアーム、維持力計測のための牽引用バー(直径2.0mm)で構成されている。維持力を測定する際に側方力が加わらないように、フレームワークと支台歯模型は近遠心のレストとレストシートのみで接触しており、ブレイシングアームと支台歯模型との間にはスペーサー(0.3mm)を付与した(図2a,b)。ブレイシ

ングアームは把持の目的でなく、フレームワーク の補強のために設計したものである。





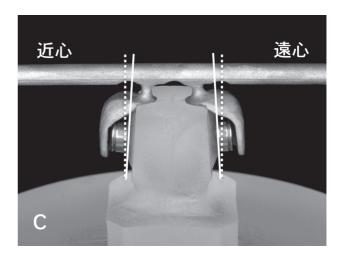


図2. 計測用支台歯模型とコバルトクロム合金製のフレームワーク

- a-フレームワークを構成する牽引用バー,近遠レスト,磁石構造体取り付け部.
- b-ブレイシングアーム内側のスペーサー (0.3mm) の位置 (点線内) を示す.
- c-フレームワーク,磁石構造体,着脱方向(点線), 設置角度(実線)の位置関係を示す.

3)磁性アタッチメントの設置

磁性アタッチメントには KB 法用磁性アタッチメントであるカップョーク型歯科用磁性アタッチメント (フィジオマグネット35, ニッシン) を使用した。 フィジオマグネット35の磁石構造体は直径3.5mm、厚さ1.3mm、キーパーは直径3.5mm、厚さ0.8mmである。

磁性アタッチメントの設置角度は着脱方向に対して 2° 、 4° 、 6° の3種類の傾斜角とし、近遠心ともに同じ角度とした(図2c,図3)。 キーパーは支台歯模型隣接面に形成された平面にパターン用常温重合レジン(パターンレジン,ジーシー)を用いて固定した。その際、近遠心隣接面のキーパーの中心とレストシートの中央が可及的に一直線に並ぶように留意した。

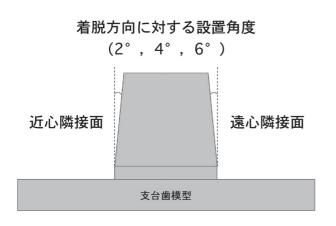


図3. 磁性アタッチメントの設置角度

臨床における磁石構造体のフレームワークへの 取り付けは常温重合レジンを用いるが、今回の実 験では重合収縮を最小限にするため、パターン用 常温重合レジンと瞬間接着剤(スターライト,名 南歯科貿易)を用いて行った。フレームワークの 取り付け部との間隙をパターン用常温重合レジン で満たし、周囲に瞬間接着剤を塗布して固定した。 両隣接面に磁石構造体を設置した場合と、遠心隣 接面のみに磁石構造体を設置し、近心隣接面はキー パー対キーパーの接触とした場合の2つの条件の 試料を製作した。キーパー対キーパーの接触はガ イドプレーンと義歯の隣接面板の関係を想定した ものである。各条件ともに試料は5個ずつとした。

2. 維持力の計測と統計解析

1)維持力の計測方法

維持力の測定には小型卓上試験機 FGS-TV (日本電産シンポ) およびデジタルフォースゲージ FGC-1 (日本電産シンポ,京都) を用い、クロスヘッドスピード5.0mm/min で引張試験を行った。フレームワークはユニバーサルジョイントを介してデジタルフォースゲージに接続した。

フレームワークの牽引位置は支台歯中央、遠心の吸着面上部と遊離端欠損部における第二小臼歯相当部、第一大臼歯相当部、第二大臼歯相当部の合計 5 か所とした。第二小臼歯相当部を吸着面から6.0mmの距離、第一大臼歯相当部を10.5mm、第二大臼歯相当部20.0mmとした(図 4)。

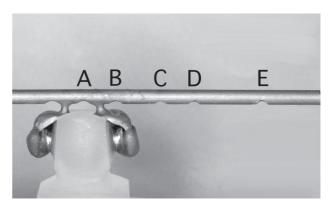


図4. フレームワークの牽引位置

A:支台歯中央 B:遠心の吸着面上部 C:第二小臼歯相当部 D:第一大臼歯相当部

E:第二大臼歯相当部

磁性アタッチメントの設置角度3種類、磁石構造体の設置2条件および牽引位置5か所の組み合わせで、フレームワークを着脱方向に牽引した際の維持力を測定した。牽引中の最大引張荷重を義歯の維持力とし、各5回の計測を行い平均値、標準偏差を求めた。

2)統計解析

計測したデータは t 検定および一元配置分散分析、Scheffé の多重比較を用い、危険率 5 %で検定を行った。

Ⅲ. 結果

支台歯の両隣接面に磁性アタッチメントを設置した場合の計測結果を図5に示す。設置角度が2°の場合では、支台歯中央で1.97±0.34 N、吸着面上部で1.65±0.30Nを示し、後方の3か所ではフレームワークが支台歯から離脱しなかったた

め、測定不能であった。4°の場合は、支台歯中央で1.77±0.27N、吸着面上部で1.64±0.44N、第二小臼歯相当部で1.45±0.25N、第一大臼歯相当部で1.54±0.23Nを示し、第二大臼歯相当部では2°の場合と同様に測定不能であった。6°の場合、支台歯中央で1.41±0.18N、吸着面上部で1.30±0.15N、第一大臼歯相当部で1.01±0.17Nを示し、第二大臼歯相当部で1.01±0.17Nを示した。設置角度が大きくなるほど、また牽引位置が遠心に移動するほど維持力が小さくなる傾向が認められた。支台歯中央の2°と6°の間、支台歯中央の6°と第二大臼歯相当部の6°の間、第一大臼歯相当部の4°と6°の間に有意差が認められた(図5)。

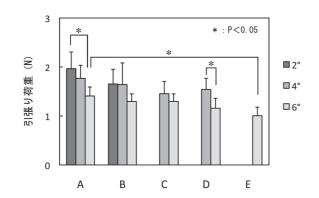


図5. 支台歯の両隣接面に磁性アタッチメントを設置した場合の維持力

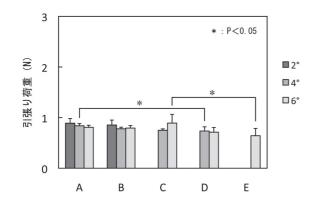


図6.支台歯の遠心隣接面のみ磁性アタッチメントを設置した場合の維持力

支台歯の遠心隣接面のみ磁性アタッチメントを設置した場合の計測結果を図6に示す。設置角度が2°の場合は、支台歯中央で0.89±0.09N、吸着面上部で0.85±0.10Nを示し、同じく後方の3か所で測定不能であった。4°の場合は、支台歯中

央で0.84±0.04N、吸着面上部で0.78±0.03N、第二小臼歯相当部で0.75±0.03N、第二大臼歯相当部で0.73±0.08Nを示し、第二大臼歯相当部で測定不能であった。6°の場合、支台歯中央で0.81±0.04N、吸着面上部で0.79±0.05N、第二小臼歯相当部で0.89±0.17N、第一大臼歯相当部で0.71±0.09Nを示し、第二大臼歯相当部で0.64±0.15Nを示した。支台歯の両隣接面に磁性アタッチメントを設置した場合と同様に、設置角度が大きくなるほど、また牽引位置が遠心に行くほど維持力が小さくなる傾向が見られた。支台歯中央の4°と第一大臼歯相当部の6°と第二大臼歯相当部の6°の間に有意差が認められた(図6)。

支台歯の両隣接面に磁性アタッチメントを設置 した場合と、支台歯の遠心隣接面のみ磁性アタッ チメントを設置した場合を比較すると、どちらも 設置角度や牽引位置が維持力に与える影響は同じ 傾向が見られたが、維持力は両隣接面設置の方が 約2倍の値を示した。

Ⅳ. 考察

1. 研究の目的について

本研究は部分床義歯の支台歯隣接面に磁性アタッチメントを応用した場合の維持力を計測したものである。本法は患者の高い評価が得られているが、維持力などの基礎的研究は行なわれて来なかった。そこで各条件下での維持力を計測し、効果的な設置条件などの臨床への示唆を得ることを目的としている。

2. 実験方法について

1) 支台歯模型

下顎第一小臼歯を支台歯としたアクリリックレジン製の支台歯模型を使用した。臨床ではこれまで、中間欠損、遊離端欠損、孤立歯への応用例がある。本研究では引張試験の条件を一定にしやすいことから、孤立小臼歯を支台歯とする遊離端欠損症例をモデルとした。隣接面への磁性アタッチメントの設置角度は義歯の着脱方向と一致したテーパー0°が理想的であるが、口腔内操作においてフリーハンドでのキーパーの接着およびガイドプレーン形成が可能なテーパー2°、4°、6°の3種類とした。

臨床においても孤立歯の両隣接面に磁性アタッチメントを設置する場合と、歯冠形態などの制約から遠心隣接面のみに適用する場合があり、ガイドプレーンと隣接面板の代わりにキーパーを利用したのは、表面性状などの点で均一な条件が得られるからである。

2) 磁性アタッチメントの設置について

磁石構造体およびキーパーのフレームワークへの取り付けにおいては、常温重合レジンの重合収縮によるエアギャップの発生が懸念されるで。今回の実験では通常の常温重合レジンよりも重合収縮が小さいパターン用常温重合レジンを使用し、一回の筆積み量をできるだけ少なくすることと、瞬間接着剤を併用することでエアギャップの発生を抑える工夫を行った。

3. 結果について

本研究に使用したフィジオマグネット35の吸引 力は、CB 法で4.81±0.052N、KB 法で4.98±0.03 ON とされている⁸⁾。今回の計測においては、支 台歯の両隣接面に磁性アタッチメントを設置した 場合と支台歯の遠心隣接面に設置した場合ともに、 支台歯中央および吸着面上部で通常に用いた時の 15~20%程度、欠損部の3か所においては10~15 %程度の維持力であった。OPA アタッチメント で396±10g(1号)やコーヌス・テレスコープ で500g (6°) という値が報告されており $^{9-11)}$ 、 それらと比較しても小さな維持力であり、主たる 支台装置として使用するには無理があると思われ る。一方、設置角度2°および4°の場合、後方 牽引時にキーパーと磁性アタッチメント同士の機 械的嵌合が発現し、フレームワークの離脱を妨げ た。これは義歯の回転、離脱に対するひとつの抵 抗要素と考えられる。機械的嵌合発現の支台歯へ の負担を懸念する見方もあるが、テレスコープ・ クラウンが遊離端欠損症例に使用されて問題ない ことから、許容される範囲と思われる。

本研究の結果と臨床操作性から判断すると、磁性アタッチメントの隣接面応用に際しては、把持を重視した設計が重要であると考えられる。本法における磁性アタッチメントの設置角度は第1報の結果と同様に $2\sim4$ °が適当と思われる。本法は歯を削除することなく適用できることが最大の特徴であり、Minimal Intervention¹²⁾の点から

も有効な歯科用磁性アタッチメントの応用法であると考えられる。

Ⅴ. 結論

磁性アタッチメントを支台歯隣接面に応用した 場合の維持力を、設置角度の異なる3種類の支台 歯模型上で計測し、以下の結論を得た。

- 1. 支台歯の両隣接面に設置した場合の維持力は、 支台歯の遠心隣接面のみに設置した場合の約 2倍であった。
- 2. 臨床応用時にキーパーの設置角度は $2 \sim 4^\circ$ が推奨され、磁性アタッチメントを支台歯の 両隣接面に設置することがより効果的である。
- 3. 設置角度を小さくすることにより、機械的な 嵌合による離脱防止の効果も得られた。

本研究の一部は第20回日本磁気歯科学会学術大会(平成22年10月30-31日、名古屋)において発表した。

- Tanaka R., Tsuchida F., Abe M., Hosoi T., Maeda Y., Sugiyama K. and Mizuno Y.: Magnetic Attachment on the Proximal Surface of an Abutment Tooth, J J Mag Dent 13(2): 33-37, 2004.
- 2) Mutou R., Abe M., Tsuchida F., Hosoi T., Maeda Y., Yamaguti M., Miyama Y. and Yukihiro M.: Magnetic Attachment on the Proximal Surface of an Abutment Tooth: Second Report, J J Mag Dent 16(2): 62-66, 2007.
- 3) 細井紀雄:磁性アタッチメントの魅力, 日磁 歯誌18(1):1-13, 2009.
- 4) 田中貴信:続・磁性アタッチメント108問108 答,医歯薬出版,東京,1995.
- 5) 三山善也,山口将弘,水野行博 ほか:磁性 アタッチメントの隣接面応用における維持力 の基礎的研究-第1報-,日磁歯誌17(1):30-35,2008.
- 6)藤田恒太郎:歯の解剖学,金原出版,東京, 1957.
- 7) 中林晋也, 滝本博至, 石上友彦, ほか: 磁石 構造体合着時に使用する常温重合レジンの量 と吸引力の関係について, 日磁歯誌14(1):

39-42, 2005.

- 8) Tsuchida F., Suminaga Y., Takishin N., Hosoi T. and Ohshima A.: Comparison of Attractive Forces of Dental Magnetic Attachments Fabricated by Cast-and Direct Techniques, Prosthodont Res Prac, 6: 46-49, 2007.
- 9) 鈴木康枝: OPA アタッチメントの維持力に 関する基礎的研究, 鶴見歯学, 8(1): 13-33, 1982.

- 10) 後藤忠正: コーヌス・テレスコープの臨床, 14-20, クインテッセンス出版, 東京, 1986.
- 11) 山賀 保:鋳造鉤に関する力学的研究,補綴 誌,23(2):271-287,1979.
- 12) Tyas M J, Anusavice K J, Frencken J E and Mount G J: Minimal Intervention dentistry a review, FDI Commission Project 1-97, International Dent J, 50:1-12, 2000.



Original paper 原著論文

Journal home page: www.jsmad.jp/

三次元有限要素法を用いた磁性インプラント用キーパーの吸引力特性について - スクリューホール形態の違いによる影響 -

> 熊野弘一,中村好徳,岩井孝充,神原 亮,增田達彦,中村浩子, 岡本樹一郎, 川口卓行, 大野友三, 髙田雄京1, 田中貴信

愛知学院大学歯学部有床義歯学講座, 東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野

Attractive force analysis of implant magnetic keeper using three-dimensional finite element method

- The effect of screw hole design for retention -

Hirokazu Kumano, Yoshinori Nakamura, Takamitsu Iwai, Ryo Kanbara, Tatsuhiko Masuda, Hiroko Nakamura, Kiichiro Okamoto, Takayuki Kawaguchi, Yuzo Ohno, Yukyo Takada¹, Yoshinobu Tanaka

Department of Removable Prothodontics, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University ¹Division of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dentistry

Abstract

The clinical applications of magnetic attachments with implant overdentures have become more common with progressive advances in implant materials and methods of use. An implant magnetic attachment is secured to a implant fixture using a retaining screw. All screw designs require a superior surface access hole on the the magnetic keeper for placement and removal. These keeper screw access holes used may be of different dimensions depending upon the proprietary instrument size requirements for each design. Few studies are available regarding the influence of a screw hole on attractive force. The purpose of the present study was to analyze the effects of differential screw access hole dimensions to an implant keeper upon attractive force and magnetic field using the three-dimensional (3D) finite element method. An influence of the screw hole configuration on an implant abutment attachment magnetic keeper surface was analyzed using three-dimensional finite element method, and the following results were achieved. Oversaturated magnetic flux density was observed inside a keeper around a screw hole in the model with a screw hole in the middle.

キーワード

(Key words)

磁性アタッチメント 有限要素法 磁場解析

(magnetic attachment) (finite element method) (magnetic analysis)

I. 緒言

近年、インプラント治療における材料や技術の 進歩がその臨床実績も大幅に高めて来たが、磁性 た1,2)。磁性アタッチメントは、アンダーカット

アタッチメントも、その開発適応からインプラン トオーバーデンチャーへの適用が検討されて来 を利用するなどの機械的な維持力に基づいたシステムではないため、支台歯に有害とされる側方力や回転力の緩和、優れた審美性など、その永久磁石の特性に起因する多くの利点によりその後の試行錯誤の中で、その臨床的有用性が確認されてきた³-5°。すなわち、これらの特長を有する磁性アタッチメントを、インプラントの上部構造に導入することにより、インプラント本体への負担軽減に加え、アバットメントの埋入位置や方向の制限も大幅に緩和され、また義歯の着脱方向が限定されないなど、臨床的に大きな価値を有した義歯を作製することができる。

磁性アタッチメントをインプラントに用いる場 合、フィクスチャーに固定する方法として、後の メンテナンスも考慮して、現時点では、スクリュー 固定するのが一般的技法である。そのため、キー パーには、そのためのスクリューホールの付与が 不可欠となるが、そのスクリューホールが、磁束 の流れを乱すことで吸引力を低下させる可能性が あることが従来から懸念されて来たが、現在それ に関する詳細な報告はいまだ見られない。しかし、 磁性アタッチメントは磁石の吸引力を利用するた め、その動態を詳細に実測することは困難であ る。そのため、現在、この種の解析手段として は、コンピューターによる有限要素法が有効な手 段とされている。我々自身も、磁性アタッチメン ト開発当時から、その最適形状を追求するために、 この種の検討を重ねて来た。

本研究は、インプラント用キーパーにおけるスクリューホールの形態の違いが、吸引力および磁場に与える影響について、三次元有限要素法を用いて解析、検討を行ったものである。

Ⅱ. 材料および方法

1. 解析モデル

図1に、今回の解析モデルの基本とした、試作インプラント用キーパーの模式図を示す。アバットメントスクリューに磁性ステンレス鋼を用い、インプラント用キーパーとした構造になっている。そのスクリューにより、専用アバットメントをフィクスチャーに固定する仕組みになっている。インプラント用キーパーが、アバットメントスクリューとなっているため、スクリューを締めるためのスクリューホールが、本図では中央に設定されたデ

ザインとなっている。また磁石構造体としては、 歯科用磁性アタッチメント(ギガウス D600、ジー シー)を想定したシステムである。

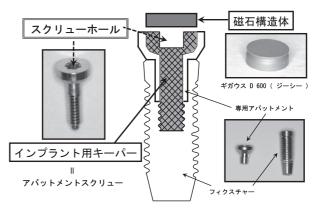


図1. 試作インプラント用キーパー

磁石構造体のモデル化に先立って、その内部形状の測定を行なった。アタッチメントを包埋後、自動精密切断機(ダイヤカッター、BUEHLER)を用いて切断、表面形状測定顕微鏡(VF-7510、KEYENCE)を用いて形状測定を行い、この計測値を元にした。 図 2 に磁石構造体各部の測定寸法を示す。

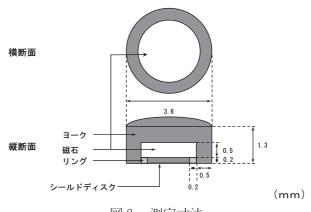


図2. 測定寸法

次に、インプラント用キーパーの形態を、3種類について検討した。図3に今回解析したそれぞれの模式図および寸法を示す。すなわち、コントロールとしてスクリューホールが存在しないもの、スクリューホールを中央に設定したもの、スクリューホールを外側に設定したものの3種類とした。

解析モデルの構築には汎用有限要素法プリ・ポストプロセッサ(Femap、UGS)を、解析には電磁界解析システム(μ -MF、 μ -TEC)を用いた。各モデルとも要素数65,340、節点数69,708と同一に設定した。要素タイプには三次元六面体および五面体を用いた。構築した有限要素モデルを

図4に示す。モデルは軸対象であることを考慮し、 1/4モデルとした。解析範囲は、キーパー、磁 石構造体の外側周囲の全周3ミリメートルの範囲 を解析対象とし、要素分割を行った。モデル1は スクリューホールが存在しないモデル、モデル2 はスクリューホールを中央に設定したモデル、モデル3はスクリューホールを外側に設定したモデルである。

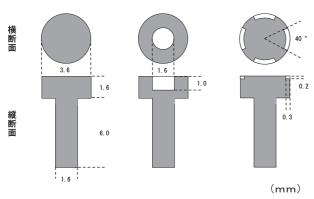


図3. インプラント用キーパー設計図

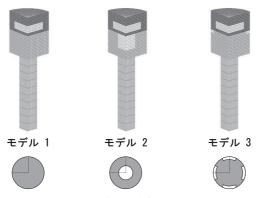


図4. 有限要素モデル

2. 解析条件

磁石の磁気特性については、当講座の宮田らの実験 7 より得られたギガウス D600の熱特性データと、メーカー発表値を元に、数値を決定した。 3- クおよびキーパーの材料は、本来 SUSXM27 であるが、その詳細な磁気特性が公表されていないため、近似した磁気特性を持つと思われる SUS447J1の数値を代入し、これらの数値より B- H 曲線を近似させ、その磁気特性とした(表 1, 2)。今回用いた B-H 曲線の近似式は、

B=Bs $\{1-\exp(-\mu r \cdot \mu_0 \cdot H/Bs)\}$ (式1)

(Bs:飽和磁束密度、µr:比透磁率、

μω: 真空中の透磁率、H: 磁界の強さ)

である⁸⁾。解析結果の評価は各モデルにおける磁 東密度分布および吸引力とした。

表1. 解析条件

• 構成要素

磁石構造体	磁石	Nd-Fe-B		
102211 博坦体	ヨーク	SUS447J1		
キーパー		SUS447J1		

表 2. 解析条件

磁気特性

磁石	(BH) max = 46 MGOe
11222 122	残留磁束密度 = 1.22 T
ヨーク	飽和磁束密度 = 1.35 T

Ⅲ. 結果

1. 磁束密度分布について

解析結果の磁束密度分布を図5に示す。各モデ ルにおける磁石構造体内部の磁束密度分布に大き な違いは確認できなかった。しかし磁石構造体と キーパーの吸着面を見ると、スクリューホールを 中央に設定したモデル2において、スクリューホー ル周囲に高い磁束密度が観察できた。すなわち、 同部では磁束が明らかに飽和状態と成り、外側の ヨークを通過して来た磁束がスムーズに磁石に戻っ ていない状態が確認された。要するに、磁性アタッ チメントの機能を保つために最も重要である磁気 回路に磁気抵抗の大きい部分が存在している為で ある。スクリューホールがないモデル1とスクリュー ホールを外側に設定したモデル3におけるキーパー 内部の磁束密度分布を見ると、キーパー下方まで 磁束が分布し、その状態は、両者とも同様の傾向 を示しているのが確認できた。

2. 吸引力について

解析結果における各モデルの吸引力を図6に示す。スクリューホールのないモデル1が最も吸引力が高く約520gfであった。スクリューホールを中央に設定したモデル2で吸引力が最も低く約440gfであった。スクリューホールを外側に設定したモデル3の吸引力は、約490gfであった。スクリューホールがないモデル1と比較して、吸引力の減少率は、スクリューホールを中央に設定したモデル2で約16%、スクリューホールを外側に設定したモデル3で約6%であった。

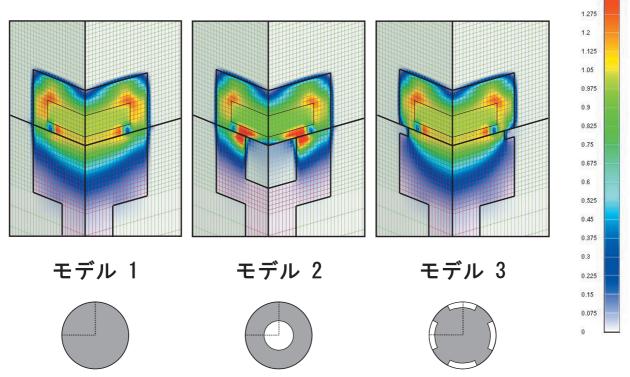
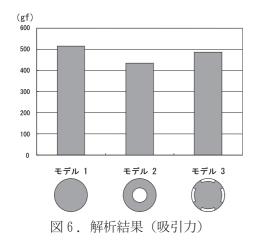


図5. 解析結果(磁束密度分布)



Ⅳ. 考察

1. 磁場解析について

磁石が生み出す吸引力や反発力の動態の詳細を 実測、観察することは、容易ではない。磁場は均 一の材料のなかでもすべての方向に勾配を有する ために、単純な計算式が成立しないからである。 磁力や磁場を特定の位置で計測することは、一応 可能であるが、その計測結果から最大限の吸引力 を発生する磁気回路を設計し、漏洩磁場を最少と する最適化の検証等は非常に難しい問題である^{9,100}。今回の解析では、インプラント用キーパー におけるスクリューホールの形態を変化させるこ とによる、磁気回路の最適化を目的としたものである。このような磁気回路内部における動態の追求に関して、現時点では、有限要素法が唯一の方法である。すなわち磁気回路の構成部分を微小な区画として、連立方程式を解く方法である。有限要素法は、様々な条件を付加しながら磁気回路内部における動態を可視化し、シミュレーションを行うことが可能である。そのため、この様な課題に対しては、有限要素法解析を用いて、付与すべき合理的な形態を模索し、その上で装置を実体化することが、時間的・コスト的にも最も有効であると考える。

1.35

磁場解析において、非常に難しい問題として挙げられるのが、磁石や磁性ステンレス鋼の磁気特性である。これらの詳細な性質に関しては、不明な点が多い。一般的には非線形性を示すと言われているが、今回の解析に関しては、SUSXM27に近似した磁気特性が既知であるSUS447J1を用いた。今後、SUSXM27における磁気特性の詳細な検討が必要と考える。

また、磁場解析では空間部にも磁束分布が存在するため、漏洩磁場が解析結果に影響を与える可能性があると考えられる。そのため解析領域の範囲を検討するため予備解析を行い、実際に結果に

影響を及ぼす範囲に限定した解析領域の設定を行った。

2. モデル構築について

近年、内部構造を詳細なデジタルデータとして 構築できる技術が革新的に進歩してきている11-13)。 これらのデータを有限要素法解析に組み込み、実 際の形状に近い状態でシミュレーションを行なう ことが可能となってきた。詳細な解析モデルの構 築には、CADデータを元に構築する方法などが ある。しかし詳細な形状を再現しようとしたとき に起こりうる問題として、要素数、節点数の増加 による計算時間の長期化などのハード面の問題が 挙げられる。今回の解析対象である磁石構造体や キーパーは規格化されているため、計算時間の短 縮を目的に、可及的に解析モデルを単純化した。 本解析を行なう前に本実験で採用した単純化によ る影響がないことを二次元モデルにて確認した。 さらに、これらの解析結果を基に、アスペクト比 が良好な要素を用い、モデル構築、要素分割を行っ た。その理由として、有限要素法解析では、解析 モデル内に、アスペクト比の悪い要素が含まれる と、計算精度を落とすと言われているためである。 本研究の目的は、スクリューホール形態におけ る影響を検討することであり、今回の解析におけ るモデル構築に関しては十分なものと考える。

3. 解析結果について

今回、解析対象として用いた歯科用磁性アタッチメント(ギガウスD600、ジーシー)は、磁気回路が閉磁路であるカップョーク型である。この様式では、磁束密度はキーパー吸着面中央に集中する特徴がある。そのため、スクリューホールがないモデルと比較して、スクリューホールを中央に設定したモデル2で、スクリューホールにおける非磁性体である空気層が部分的に磁束の流れを阻害し、その周囲に高い磁束密度が出現し、キーパー内部の磁束密度の過飽和を引き起こしたものと考えられる。スクリューホールを外側に設定したモデル3では、ホールが外側にあるため、磁束の流れをあまり阻害せず、スクリューホールのないモデル1と同様な磁束密度分布を示したものと考えられる。

吸引力の減少率では、スクリューホールがない モデル1と比較して、スクリューホールを中央に 設定したモデル2で、約16%、スクリューホール を外側に設定したモデル3で約6%であった。吸 引力は磁束密度の二乗と吸着面の面積の積として 求められるものである。スクリューホールを中 央に設定したモデル2が、最も吸引力の減少した 理由として考えられるのは、吸着面の面積の減少 と同時にスクリューホール周囲における磁束密度 の過飽和、すなわち不適切な磁気回路の発現が生 じたためであると考えられる。これに対して、ス クリューホールを外側に設定したモデル3では、 吸着面の面積の減少はほぼ同じレベルであるもの の、キーパー内部の磁束密度はコントロールであ るスクリューホールがないモデル1に比べて大き な影響が見られないため、吸引力の減少が抑えら れたものと考えられる。前田らもスクリューホー ルが中央に存在する場合、吸引力の低下が発現す ることを報告している140。

磁性アタッチメントをインプラントに用いる場 合、スクリュー固定するのが一般的であり、キー パーには、そのためのスクリューホールの付与が 必須となる。実際の臨床において、スクリューホー ルが中央にある場合、インプラント専用のドライ バーを、そのまま流用できるなどの臨床的利点が あるが、やはり吸引力の減少が大きな欠点となる。 しかし、スクリューホールを外側に付与した場合、 キーパーの加工の難易度が増すことや、別途のド ライバーが必要となること等、今後クリアーしな ければいけない問題はいくつか存在するが、吸引 力の減少を抑えるという磁性アタッチメントにとっ て最大の問題を乗り越えることができる。今後は、 このスクリューホールを外側に設定したものを前 提とした新しいシステムの開発を目指し、より詳 細な解析を進め、インプラント用キーパーの形状 の最適化を探っていきたいと考える。

Ⅴ. 結論

磁性アタッチメントのインプラント用キーパーにおけるスクリューホールの影響について三次元有限要素法を用いて解析、検討を行った結果、以下の結論を得た。

- 1. スクリューホールを中央に設定すると、スク リューホール周囲のキーパー内部に磁束密度 の過飽和状態が確認できた。
- 2. スクリューホールがない本来のモデルと比較

して、吸引力の減少率は、中央に設定したモデル2で、約16%、外側に設定したモデル3で約6%であった。

- 1) 石上友彦, 栗田賢一, 田中貴信, ほか:磁性 アタッチメントを利用したインプラント義歯, 歯科ジャーナル, 38(1): 49-55, 1993.
- 2) 田中譲治, 鳥居秀平, 柏原 毅, ほか:イン プラントにおける磁性アタッチメントの応用, 日口腔インプラント誌, 8:162-168, 1995.
- 3) 田中貴信:磁性アタッチメント -磁石を利 用した新しい補綴治療-, 医歯薬出版, 1992.
- 4) 田中貴信:続磁性アタッチメント -108問 108答-, 医歯薬出版, 1995.
- 5) 田中貴信, 星合和基, 中村好徳, ほか:磁性 アタッチメントの新たな適応症を求めて – 歯冠外アタッチメントへの挑戦 –, 日磁歯誌, 15(1):1-13, 2006.
- 6) 木内陽介:磁性アタッチメントの基礎物理学, 歯科ジャーナル,38(1):17-26,1993.
- 7) T. Miyata, J. Niimi, A. Ando, et al: Influence of heating of a magnetic attachment on the attractive force. JJ Mag Dent 17: 44-50, 2008.

- 8) 手川歓識, 木内陽介: 臨床的使用条件がカップョーク型磁性アタッチメントの吸引力に及ぼす影響, 日磁歯誌, 5(1): 31-38, 1996.
- 9) 中村好徳:有限要素法によるオーバーデンチャー と磁性アタッチメントの力学的解析,補綴誌, 42:422-431, 1999.
- 10) 中村好徳,田中貴信,石田 隆,ほか:有限 要素法における磁性アタッチメント「マグフィット EX600®」の吸引力に関する理論的検討 -2次元と3次元との比較検討-,日磁歯誌,8(1):57-62,1999.
- 11) 藤本俊輝:根面板の設計がオーバーデンチャー 装着時の挙動に及ぼす影響 三次元有限要素 法による力学的解析,日大歯学,81(2):85-99,2007.
- 12) 本橋具和:圧迫骨短縮術の三次元有限要素法 による力学解析,日顎変形誌,17(1):1-8, 2007.
- 13) 安藤彰浩,中村好徳,神原 亮,ほか:三次 元有限要素法による歯冠外磁性アタッチメン ト支台歯周囲組織の応力解析,日磁歯誌,18 (1):32-41,2009.
- 14) 前田芳信, A Damien Walmsley:編著 前 田芳信 監約:マグネットを用いたインプラ ントの臨床, クインテッセンス出版, 2005.



原著論文 Original paper

Journal home page: www.jsmad.jp/

キーパートレー材料の焼却時における埋没材への影響について

小木曽太郎,中村好徳,大野芳弘,秦 正樹,林 建佑,川口卓行,金野弘靖, 白石浩一,岡本樹一郎,大野友三,高田雄京¹,田中貴信 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座,¹東北大学大学院歯学研究科生体材料学分野

The effect of different keeper-tray materials burn-out incineration on casting investment during burn-out procedures

Taro Kogiso, Yoshinori Nakamura, Yoshihiro Ohno, Masaki Hata, Kensuke Hayashi, Takayuki Kawaguchi, Hiroyasu Konno, Koichi Shiraishi, Kiichiro Okamoto, Yuzo Ohno, Yukyo Takada¹, Yoshinobu Tanaka Department of Removable Prothodontics, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University
¹Division of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dentistry

Abstract

Fabrication methods of the magnetic attachment keeper component for restorative placement have included casting or cementation procedures. A cementation method, previously reported, utilizes a ready-made plastic pattern for investment burn-out and casting in a dental alloy. This technique does not subject the keeper surfaces to casting procedure roughness or deformations. The keeper is then directly cemented to the cast coping holder and is not subjected to casting procedure heat distortion and is thus a recommended method. Cast keeper coping housings require good casting accuracy as errors will prevent accurate positioning and seating of the keeper to the housing. Laboratory or chairside adjustment of these castings may be occasionally required. A new prototype keeper pattern using a keeper -tray has been reported. The casting precision of these prototype keeper patterns has been found to be superior to available proprietary preformed keeper housing patterns. The purpose of the present study was to compare investment material use and casting surface roughness for different samples of cast keeper housings from burn-out to casting, to elucidate the casting problems and error onset and to investigate casting defects different coping patterns.

キーワード (Key words)

磁性アタッチメント (magnetic attachment) キーパー (keeper) キーパートレー (keeper-tray) 金属ハウジング (metal housing) プラスチックパターン (plastic pattern) 埋没材 (casting investment)

I. 緒言

磁性アタッチメントを用いた義歯におけるキーパー根面板の製作方法としては、鋳接法、セメント合着法など、幾つかの手法が紹介されている¹⁻⁴⁾。特に、既製のプラスチックパターンを歯科用合金に置換して利用する「セメント合着法」

は筆者らが開発したシステムであるが、その技工 操作が比較的簡便であること、鋳接過程に関与し ないため、キーパー自体の変形や吸着面の面荒れ の問題がないことなどから、臨床現場においては、 現在最も一般的な製作法となっている。しかし、 この方法により製作された根面板は、キーパーと の合着部、つまり鋳造されたキーパーハウジングの内面が、表面荒れを起こすことや、角の部分のなめられ等の問題点が存在することを、技工士サイドからも頻繁に指摘されてきた。その表面荒れの処理方法として、技工過程、またチェアーサイドにおいて、キーパートレー内面の切削調整が必要になる(図1)。

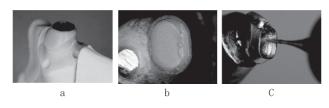


図1. キーパートレー内面の切削調整

a:パターンの完成

b:トレー内面部に発生したバリ

c:切削調整

これまで我々は、キーパートレーを用いたキーパー根面板の鋳造精度の向上を目的に、新たな素材を用いたパターンを試作し、現在市販されている既製パターンと比較して、その鋳造精度が向上した事を報告している 5)(図 2)。

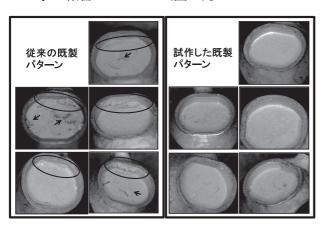


図2. キーパートレー材料の違いによる鋳造精度 従来の既製パターンは多く鋳造欠陥がみられたの に対し,試作した既製パターンでは,鋳造欠陥がみられなかった.

そこで今回、現在市販されている既製パターンにおいて、問題となる欠陥の原因を確認する事を目的とし、試料焼却中における埋没材の状態および、その表面性状について比較検討を行った。

Ⅱ. 材料および方法

1. 実験材料

市販されている既製パターンとして、ギガウス C600KBパターン (ジーシー)を用いた。その主 成分はアクリル樹脂である。試作したパターンは、 ギガウス C600KB パターンと同形であり、主成 分はポリエチレンである(図 3)。





市販品:アクリル

試作品:ポリエチレン

図3. 実験材料

(市販品:アクリル, 試作品:ポリエチレン)

2. 実験方法

1) 試料の作製

試作したパターンと既製パターンを用いて、それぞれ以下に示す 4種の試料を作製した(n=5)(20 (20 4)。

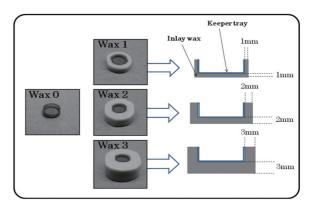


図4. 実験試料

Wax0:ワックス添加なし

Wax1:各幅1mmワックス添加 Wax2:各幅2mmワックス添加 Wax3:各幅3mmワックス添加

- (1) プラスチックパターンにインレーワックス を添加しないもの(以下 Wax0)
- (2) プラスチックパターンの側面と底面に、インレーワックスをそれぞれ厚さ 1 mm添加したもの(以下 Wax1)
- (3) プラスチックパターンの側面と底面に、インレーワックスをそれぞれ厚さ 2 mm添加したもの(以下 Wax2)
- (4) プラスチックパターンの側面と底面に、インレーワックスをそれぞれ厚さ 3 mm添加したもの(以下 Wax3)

2) 実験手順

(1) 焼却時間の埋没材への影響

添加するワックス量を一定の量とするため、 今回は臨床上もっとも多用されていると考えられる割合である Wax1の試料を用いた。すなわち、キーパートレーに対しワックス添加量が約1:2になるようにしたものである。

試料焼却中の埋没材を、焼却開始から、10分、 20分、30分後に取り出し、それぞれの埋没材の 状態の観察ならびにその表面粗さ測定を行った。

(2) ワックス添加量の埋没材への影響

①試料の埋没

プラスチックパターンに添加する歯科用ワックスの量が異なる 4 種類の試料を、線鋳造用ワックス(レディーキャスティングワックス R15, ジーシー)を用いて、円錐台へ植立した。その後、クリストバライト系埋没材(クリストクイック II, ジーシー)を使用し、通法どおり埋没を行った(図 5)。

②埋没材の焼却

4種類の試料を、それぞれ700℃のファーネスへ投入し、30分後に取り出した。

③埋没材の切削

ファーネスから取り出した埋没材を、自然放 冷後、下方から削っていき、キーパートレー内 面相当部を露出させた(図 6)。





a b 図 5. 作製方法(a:埋没、b:焼却)

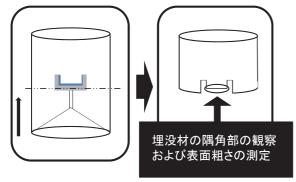


図 6. 埋没材の切削方法 埋没材のキーパートレー内面相当部を露出させた.

3) 評価項目

(1) 実体顕微鏡による埋没材の観察

各試料について、キーパートレー内面相当部の埋没材の状態を、デジタルマイクロスコープ (VHX500, KEYENCE) を用い、100倍率にて観察した。

(2) 埋没材の表面粗さの測定

測定器として、デジタルマイクロスコープ (VHX500, KEYENCE)を使用した。 次い で、埋没材の表面の状態を3次元的に観察し、 表面の凹凸の高低差を測定し、表面粗さとした (図7)。なお、統計処理には、一元配置分散分 析と Tukey 法による検定を用い、有意水準は 5%とした。



図7. 測定器: Digital Microscope VHX-500 (KEYENCE)

Ⅲ. 結果

1. 焼却時間の埋没材への影響

1) 実体顕微鏡による観察

アクリルパターン埋没試料では、焼却開始10分後に、すでに隅角部の埋没材が崩れているのが観察された。そして、20分後、30分後においても、同様な埋没材の崩れが観察された。 それに対し、ポリエチレンパターンを埋没した試料では、どの焼却時間においても、埋没材の崩れは観察されなかった(図8)。

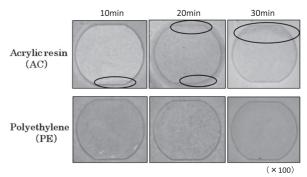


図8. 焼却時間の埋没材への影響(顕微鏡画像) アクリルにおいて, 焼却開始10分で埋没材の破壊 が認められた.

2) 表面粗さの計測

10分、20分、30分後取り出した試料の全てにおいて、アクリルとポリエチレンの間に有意差がみられた。 アクリル試料間においては、加熱時間による有意差はみられなかった(図 9)。

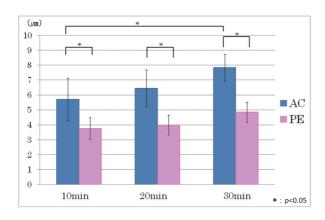


図9. 焼却時間の埋没材への影響(表面粗さ) 全ての焼却時間において、ACとPEの表面粗さ の間に統計学的有意差がみとめられた.

2. ワックス添加量の埋没材への影響

1) 実体顕微鏡による観察

アクリルでは、ワックスを添加した全ての試料において、隅角部に埋没材の破壊が観察された。それに対し、ポリエチレンでは、全ての試料において、埋没材の破壊は観察されなかった。また、ワックスを添加していないWax0の場合、アクリル、ポリエチレンのいずれにおいても、埋没材の破壊は観察されなかった(図10)。

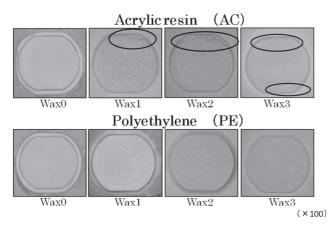


図10. ワックス添加量の埋没材への影響 (顕微鏡画像)

ワックスを添加した AC において、埋没材の破壊が観察された、PE では全ての試料において、埋没材の破壊は観察されなかった。

2) 表面粗さの計測

Wax1、Wax3において、アクリルとポリエチレンの間に有意差がみられた。 また、アクリルにおいては、Wax0と Wax1・2の間に有意差がみられた。ワックスを添加している Wax1・2・3に関して、アクリル、ポリエチレンともに有意差はみられなかった(図11)。

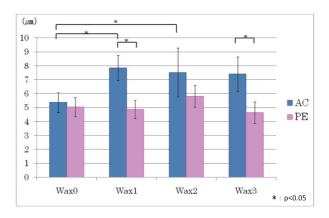


図11. ワックス添加量の埋没材への影響(表面粗さ) AC は Wax0と Wax 添加群の表面粗さに有意差が 見られたのに対し、PE ではその差は認められない.

Ⅳ. 考察

1. キーパートレーについて

キーパー根面板の作製法、すなわちキーパーの 支台歯への結合に関しては、磁性アタッチメント 開発当初は、豊田らが開発した鋳造時に既製のキー パーをその蝋型内に組み込んで一塊として鋳造す る、いわゆる鋳接法6)が標準技法とされてきた。 この方法は、術式が比較的簡便であるため、臨床 的価値は高いものと評価されてきた。しかし、多 くの臨床的あるいは基礎的検討の結果、この鋳接 法には本質的な問題点があることが指摘されるよ うになった。すなわち、鋳接時にキーパーも埋没 材内で高温にさらされることから、鏡面仕上げさ れているその表面に酸化膜が形成されること、鋳 造金属の収縮によりキーパーが変形すること、高 温履歴によりキーパーの磁気特性や耐食性7.8)が 変化する可能性がある事などである゚゚゚。これら はいずれも磁性アタッチメントの吸引力の低下に も結びつく、無視し得ない問題点である。そこで 田中らは、キーパーを除いた根面板部分のみを鋳 造・成形して、それに改めてキーパーを無処置の そのままセメント合着する術式1-4)を開発した。 そのためには、根面板の所定の位置にキーパーの

スペースを確保する必要があるが、そのためのワックスアップ操作を確実かつ容易にするために、既製のプラスチックパターン(キーパートレー®)を開発した。これは厚さ0.3mmの鋳造用アクリリックレジン製で、鋳造後に適切なセメントスペースを残す内径寸法を備えている。本法によれば、そもそもキーパーに鋳造用の埋没材に固定するホルダーを付与する必要もなく、鏡面仕上げされ、吸着面をそのまま利用できるという大きな利点がある100。

2. 試作プラスチックパターンについて

市販されている各種の鋳造目的の既製パターンは、アクリル樹脂が採用されている。アクリル樹脂は、 150° C以上で圧縮成形できるため熱可塑性に優れ、極めて広範囲の用途を有しており、コスト面においても比較的優位にある 11 。しかし、プラスチックパターンを臨床で使用する際、特に他材料と併用して鋳造した場合の鋳造欠陥が、従来から問題点として指摘されてきた 51 。これらの市販されている既製パターンの主成分であるアクリル樹脂の一般的性質としては、耐候性、電気絶縁性、耐水性に優れることなどが挙げられる $^{12.13}$ 。

このような性質に基づき、歯科用ワックスと同 時に焼却すると、何らかの化学的相互作用が起こ り得ることを推察し、先ずアクリル樹脂の代わり になるプラスチック材料を探すための予備実験を 行った。予備実験において、耐薬品性に優れてい るという理由でポリエチレン(PE)、ポリプロピ レン (PP)、ポリアセタール (POM)、ABS 樹 脂を選択して、それぞれの試料を鋳造したところ、 最も表面精度が高かったのがポリエチレンであっ た。ポリエチレンの一般的性質としては、乳白色 半透明で水より軽く、焼却するとパラフィンと同 様な溶解状態を示し、その溶融温度は130℃前後 と低いことが挙げられる。また、特に高分子量の ポリエチレンは、耐酸・耐アルカリ性にも優れて いる12,13)。それらの特徴を考慮し、歯科用ワック スと同時に焼却しても影響が少ないものと考え、 基材としてポリエチレンを採用し、その鋳造精度 を確認したところ良好であったためが、本実験に も採用した。

3. 埋没材について

現在の歯科用合金の鋳造においては、中低温で

の中小型の鋳造物製作には石膏系埋没材が広く汎 用されている140。これらの埋没材は、通常、埋没 後1時間以上が経過してから焼却加熱を開始し、 最小限1時間かけて700℃まで加熱して用いるの がよいとされている150。これは、鋳型の焼却加熱 時における蝋型の膨張や二水石膏の脱水による収 縮、およびシリカの変態に伴う急激膨張による鋳 型の破損を防止するためである16,170。しかしなが ら、このような焼却加熱の手順では、鋳造開始ま でに相当の時間を必要とすることになり、臨床技 工において、埋没後できるだけ速やかに焼却加熱 を開始終了したいという要望には対応できない。 そこで、近年、埋没材練和後30分で700℃の炉に 入れることが可能である急速加熱型石膏系埋没材 が、国内において数社から販売されるようになっ た。その臨床応用についての詳細な検討も行われ、 急速加熱型埋没材も操作性においては従来型と同 程度であり、鋳造結果も十分臨床に耐えるもので あることが明らかになっているい。また、本学会 誌にて既に筆者らが報告している50、キーパート レー材料の違いによる鋳造精度への影響に関する 実験でも、急速加熱型石膏系埋没材を使用した。 以上の実験を考慮して、今回の実験においても、 現在臨床現場で最も使用されている、急速加熱型 石膏系埋没材(クリストクイックⅡ, ジーシー) を用いて実験を行った。

4. 埋没材の観察について

実体顕微鏡により埋没材を観察したところ、アクリル樹脂では焼却開始後10分で、既に隅角部の埋没材が崩れているのが観察され、20分後、30分後でも同様な埋没材の破壊がみられた。一方、ポリエチレンでは、どの焼却時間においても埋没材の破壊は観察されなかった。また、表面粗さ測定の結果では、時間の経過とともに表面粗さが著明になる傾向がみられ、全ての焼却時間において、アクリル樹脂とポリエチレンとの間に有意差が認められた。

ワックス添加量の影響に関しては、アクリル樹脂、ポリエチレンともにワックス添加量を増加させても、それによる表面粗さへの影響は確認されなかった。

このことより、アクリル材料である従来のプラスチックパターンを利用して、キーパー根面板を

作製した際、鋳造欠陥を起こす要因として、鋳造過程ではなく、埋没材の焼却段階で、埋没材に欠陥が起こることが観察された。そして、それは添加する Wax 量には関係なく、焼却開始10分で既にパターンが焼却され、時間経過とともに表面荒れを起こすとものと推察される。

また、鋳造欠陥であるバリの原因は、鋳型の亀裂によって生じるとされるが、ワックスパターン単独で鋳造した際は、通常、鋳型に衝撃を与えた場合、あるいは埋没後の急加熱・過加熱した場合などに引き起こされた結果であると考えられる¹⁸。しかし、今回の実験においては、急速加熱型石膏系埋没材を用い、上記のような鋳造欠陥の原因となるような操作は行っていないため、ワックスパターンとプラスチック材料を同時に焼却していること自体が、主として関与していると考えるのが自然である。

レジンパターン材料の性質として、レジンにワッ クスコーティングをする事により焼却時に発生す る応力を有力に緩和でき、ワックスコーティング の厚さを増加することにより、埋没材の亀裂の発 生を防止できるとされている190。しかし、今回の 実験結果は、これに相反するものであった。これ は、欠陥を起こす要因として、埋没材自体の変態 も関与しているものと考えられる。すなわち、急 速加熱型埋没材の熱膨張は、100℃以下で硬化膨 張を、300および550℃付近で熱膨張を起こすとさ れている17)。ポリエチレンは耐酸・耐アルカリ性 に優れ、液状化する温度が130℃とアクリル樹脂 より低く、ワックスが沸騰する温度で焼却、ある いは埋没材に浸透し、通気性を阻害しないことが 推察できる。一方、アクリル樹脂においては、150 ℃にて熱可塑性を示す程度であり、ワックスが沸 騰する温度付近で軟化したアクリル樹脂が通気性 を阻害する結果、加圧蒸気となったワックスが鋳 型を破壊する可能性が考えられる。

V. 結論

今回、新たに試作したキーパートレーと市販されているキーパートレーの焼却時の埋没材を比較、 検討した結果、以下の結論を得た。

1. 実体顕微鏡により埋没材を観察したところ、 アクリル試料ではトレー内面隅角部の埋没材 の破壊が多くみられたのに対し、ポリエチレ

- ンではみられなかった。
- 2. 焼却時間においては、時間経過に伴い表面粗さが大きな値となる傾向にあった。
- 3. アクリル、ポリエチレンともに、Wax 添加量の違いによる表面粗さに差異はみられなかった。
- 4. ポリエチレンはアクリルと比較して、全ての 条件において表面粗さが小さい値となった。 以上より、ポリエチレンを主成分としたパター ンは、今後、従来からの臨床的な問題点を解決す るために、極めて有用な材料として利用できるこ とが示唆された。

参考文献

- 1)田中貴信:磁性アタッチメント -磁石を利 用した新しい補綴治療-, 医歯薬出版, 1992.
- 2) 田中貴信, 星合和基, 中村好徳, ほか:磁性 アタッチメントの新たな適応症を求めて – 歯冠外アタッチメントへの挑戦ー, 日磁歯誌, 15(1):1-13, 2006.
- 3) 田中貴信:続・磁性アタッチメント -108 問108答-, 医歯薬出版, 1995.
- 4) 田中貴信, 星合和基, 金澤 毅, ほか:磁性 アタッチメントの臨床とその展望-更なる臨 床活用への提案-, 日磁歯誌, 10(1):31-44, 2001.
- 5) 小木曽太郎,中村好徳,田中貴信,ほか:キーパートレー材料の違いによる鋳造精度への影響,日磁歯誌,19(1):61-68,2010.
- 6) 三宅茂樹,豊田静夫: Sm-Co 合金磁石を用いた根面板アタッチメントの臨床例,補綴誌, 28(6): 1129-1133, 1984.
- 7) Takada Y and Okuno O: Effect of heat history on the corrosion of ferritic stainless Steels used for dental magnetic attachments. Dent Mater J 24: 391-397, 2005.
- 8) 水谷憲彦:磁性アタッチメント用ステンレス 鋼の腐食および変色に関する基礎的研究,愛 院大歯誌,38:1-17,2000.
- 9) 出崎義規, 岸本康男, 田中貴信, ほか:磁性 アタッチメントキーパーの腐食に関する実験 的検討, 日磁歯誌, 5(1):67-73, 1996.
- 10) 石田 隆, 田中貴信, 中村好徳, ほか:キー

- パートレー (Keeper-tray) を用いたキーパー のセメント固定法に関する実験的検討,補綴 誌,42 (99特別号),100,1998.
- 11) 倉田正也: プラスチック材料技術読本,日刊 工業出版: 170-175, 1989.
- 12) 高分子学会編:共重合 3 工学解析,培風館,1987.
- 13) 工業調査会編:プラスチック技術全書 8 ポリエチレン樹脂-, 1970.
- 14) Phillips, R. W. : Skinners science of dental materials, 9th ed., W. B. Saunders Co., 393-412, 1991.

- 15) 金竹哲也:新訂版歯科理工学通論,末永書店, 168-180, 1978.
- 16) 高橋英和 中村英雄 岩崎直彦 ほか:急速 加熱型埋没材の特性,歯科材料・器機,12(6) 714-723,1993.
- 17) 廣瀬英晴:石膏型急速加熱型埋没材の組成と 膨張挙動,JSDMD, 28(3), 141-153, 2009.
- 18) 長谷川二郎:明解歯科理工学,学建書院:279-283,1999.
- 19) 鱒見進一: レジンパターンの熱膨張による埋没材鋳型の亀裂発生,九州歯会誌,834-838,1987.



臨床論文 Clinical paper

Journal home page: www.jsmad.jp/

磁性アタッチメントの術後調査
- 支台歯のプロービング値との関係についての検討 -

星合和基¹, 伊藤 瑠¹, 三輪田衛¹, 田中貴信¹, 石上友彦², 石橋寬二³, 坂東永一⁴, 佐々木英機⁵, 水谷 紘⁶, 細井紀雄⁷

「愛知学院大学歯学部有床義歯学講座、『日本大学歯学部歯科補綴学第Ⅱ講座、 『岩手医科大学歯学部歯科補綴学講座冠橋義歯補綴学分野、 『徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部、『佐々木歯科、 『東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科、『鶴見大学歯学部歯科補綴学第一講座

Investigation on Longitudinal Survival Rates of Magnetic Attachments
— Its relation to the probing depth of abutments—

Hoshiai K¹, Ito R¹, Miwata M¹, Tanaka Y¹, Ishigami T², Ishibasi K³, Bando E⁴, Sasaki H⁵, Mizutani H⁶, Hosoi T⁷

¹Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University ²Department of Partial Denture Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry ³Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University ⁴Department of Fixed Prosthodontics, Institute of Health Biosciences Graduate School, The University of Tokushima

⁵Sasaki Dental Clinic

⁶Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University ⁷Department of Removable Prosthodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine

Abstract

Magnetic attachments have been applied clinically in various cases, and the present paper is a report of an investigation of prospective magnetic attachments that have been carried out since 2003 by the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry (JSMAD). The transition of the probing depth (PD) of abutment teeth was measured, and the changes of the conditionsof periodontal tissue were evaluated. The PD was measured using a 6- point method immediately before delivering prostheses. Patients were recalled in 5 years, and the PD was measured again. This time, 7 universities belonged to the JSMAD, represented by the authors of this paper, participated in this study. However, 28 patients were censored, leaving 42 patients to participate in the study. The results of prospective observations of magnetic attachments from the point of the transition of PD for 5 years are given below:

- 1. The PD of the abutment teeth increased over a 5-year period.
- 2. Significant differences were observed from the initial PD and that obtained 5 years later for maxillary plates, females, females, females, and cuspids.
- 3. Significant differences were observed between residual and extracted teeth, male/metal plates, and female/metal plates of initial PDs.
- 4. Significant differences were observed between female/metal plates and female/resin plates for the PDs measured 5 years later.

キーワード

(Key words)

磁性アタッチメント 前向きコホート研究 術後調査 (magnetic attachment) プロービングデプス (probing depth) (prospective cohort study) (postoperative investigation)

Ⅰ.緒言

部分床義歯の支台装置として開発された磁性ア タッチメントの術後経過については、これまで様々 な報告がなされている1-7)。それらの報告から、 磁性アタッチメントは、口腔内で部分床義歯の支 台装置として十分に機能を果たしていることが示 されている。また、審美的観点からは、患者がク ラスプ義歯の使用を拒んだ症例に対して、支台歯 唇頬側面に露出する支台装置がなくなることによ り義歯使用に対するより高い評価を得られた事例 など、患者サイドからも多くの満足する結果が得 られていることも呈示している。さらに、このよ うな理由により、磁性アタッチメント義歯装着者 が、装着後の日常生活をより積極的に行うことが できたという症例報告など^{8,9)}、患者の QOL を 高めるために重要であったことも示され、磁性ア タッチメントは補綴臨床において多くの貢献をし ているものと思われる。

しかし、正当な臨床的評価を判断するには、例 えば磁性アタッチメントを用いた支台歯の累積生 存率を明白にするなどの客観的な調査を実施し、 その全容を提示して臨床家の評価を得ることが必 要と思われる。そこで、このような観点から、こ れまでの報告の内容を検討すると、調査単位が一 口腔あるいは一顎単位で行われ、磁性アタッチメ ントの配置や歯牙欠損との関係、あるいは咬合関 係の影響を比較検討することが主体であった。こ れにより、磁性アタッチメントの口腔内での全体 像は把握することが可能となったが、より詳細な 支台歯そのものの状態、とくに歯周組織との関係 は不明であり、より精密で詳細な調査方法による 検討が必要と考えられる。さらに、これまでの報 告では、大部分が術後調査を実施した機関が単独 であることから、確たるエビデンスを得るために は、より多くの施設を加えた調査の実施が必要と 考えられた。

そこで、日本磁気歯科学会では、平成13年に全 国的な磁性アタッチメントの術後調査を実施する 目的で「術後調査委員会」を設立し、まずは統一したプロトコールを作成する作業を行い、これを用いて平成15年から磁性アタッチメントを装着した支台歯の歯周組織の状態の調査を開始した。この調査は5年間の術後経過を得ることを目標とした前向きのコホート研究であり、支台歯の歯周組織、とくに probing depth(プロービング値、以降 PD値)の変化に着目し、磁性アタッチメント表着時と比較して、継時的に PD値がいかに変化するかを調査し、磁性アタッチメントの使用が支台歯の歯周組織にどのような影響をもたらすかを観察し、磁性アタッチメントの使用に対する臨床的に有用な指針を得ることを目的としたものである。

Ⅱ. 方法

本調査に用いた専用プロトコール(学会ホームページ参照)には、これまでの報告^{10,11)} と同様に、対象症例の口腔内全体の状態と、義歯の形状、磁性アタッチメントの支台歯への適用方法、実施した支台歯の術前の状態と処置内容などを記入するが、特に磁性アタッチメントを適用した支台歯のPD値については、6点法により詳細に測定したものを記録した。処置内容の各項目には、それぞれの指標をプロトコールに明記し、可能な限り判定レベルの統一化を図った。

磁性アタッチメント装着後5年経過時に、再調査を実施してPD値を再測定し、術前、術後の比較検討を行った。

表1は調査対象の概要である。調査開始時には70症例であったが、28症例が患者の転居などにより術後調査が実施できず打ち切り例となり、調査対象症例は42症例となった。装着された義歯は上顎24床・下顎21床で、支台歯数の総計は75歯であり、装着された義歯の内訳は、金属床22床・レジン床23床であった。

統計処理として、2個の対応のあるサンプルには Wilcoxon の符号付順位検定を、2個の独立サ

ンプルの検定には、Mann-Whitney のU検定を 用いた。有意水準は5%とした。

表 1. 調查方法

・開始時 70 症例 打ち切り 28 症例 抜歯 18 歯

• 調査対象: 42 症例(75歯)

上顎:24 床(45歯) 下顎:21 床(30歯)

切歯:12 歯 犬歯:29 歯 小臼歯:25 歯 大臼歯:9 歯

金属床: 22 床 レジン床: 23 床

• 統計処理

Wilcoxon signed-ranks test
Mann-Whitney's U test SPSS Statistics 17.0

Ⅲ. 結果

図1は結果の比較方法を検討したものであるが、①は1口腔単位で検討したもので、1症例につきそれぞれ代表的な1歯を調査対象とするものである。すなわち、調査開始時に6点法で測定した結果の最大値を含む支台歯を調査対象として、その最大値を示した部位の変化を、5年後に比較検討したものである。従ってN数は人数分の42となる。②は、①の最大値を含む支台歯の6点全ての測定点で比較検討するもので、N数は252である。③は全支台歯の最大値を比較するもので、N数は支台歯数分の75である。④は全支台歯の全ての測定点で比較するもので、N数は450となる。

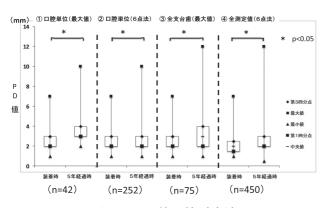


図1. PD値の検討方法

図はこれらの4つ検討方法でのPD値の変化を示したものであるが、すべての比較方法で装着時と5年経過時では有意差が認められた。すなわち、PD値は5年経過すると有意に大きくなった。そこで、以降の各条件での詳細の比較検討には③の全支台歯の最大値を用いることとし、装着時を

「装着」、5年経過時を「5年」と表示した。

図2は③の全支台歯の磁性アタッチメント装着時のPD値と、5年経過時までに抜歯を確認できた18歯の磁性アタッチメント装着時の状態とを比較検討したものである。抜歯した支台歯は測定歯と比較して、検定結果には有意差を認め、残存して5年経過時にPD値を測定できた支台歯は、装着時にすでに歯周ポケットが深い状態であった。

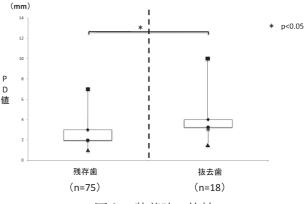


図2.装着時の比較

図3は、上・下顎別にPD値の最大値を比較したものである。上顎は装着時と、5年経過時のPD値に差が認められるが、下顎では差が認められない。上顎では、5年後にPD値が大きくなった。また、上下顎の装着時の状態の比較および5年経過時の状態の比較では差が認められなかった。

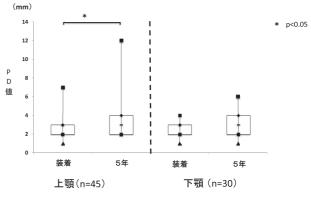


図3. 上・下顎の比較

図4は、性別による比較である。女性が男性の4倍の人数であるが、女性においては、装着時と5年経過時のPD値に差が認められた。男性では、両者間に差が認められなかった。女性では、5年後にPD値が大きくなった。また、男性と女性では既に装着時にも差が認められた。この装着時の中央値では、男性のほうが約1mm大きく、また女性のPD値の変化が大きいことが示された。

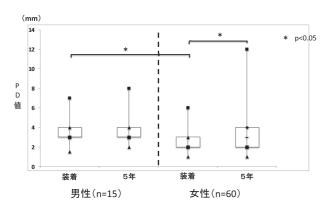


図4. 性別による比較

図5は磁性アタッチメントを適用した床用材料 として、金属床およびレジン床間の比較をしたも のである。床用材料間で有意差は認められなかっ た。また、装着時の状態の比較および5年経過時 の状態の比較でも有意差は認められなかった。

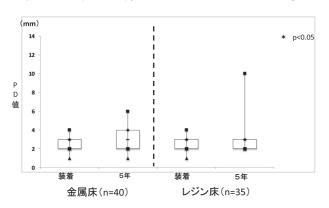


図5. 床用材料による比較

しかし、図6のように性別および床用材料を併せて比較検討すると、女性にレジン床を用いて磁性アタッチメントを適用したものでは、他の組み合わせ群と比較して、5年経過時にはPD値が大きくなった。金属床では男性と女性の差が認められなかった。また、装着時の状態の比較において

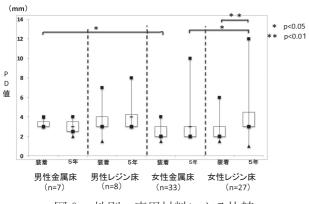


図6. 性別・床用材料による比較

は、金属床装着者の男女差が認められ、中央値は 男性の方が1mm大きく、また、装着後の経過とし ては、女性のPD値の変化が大きかった。5年経 過時の状態の比較では、女性において床用材料間 で差が認められ、レジン床のPD値の変化が大き いことが示された。

図7は、PD値の変化を歯種別に比較したものである。磁性アタッチメントを適用した支台歯を切歯・犬歯・小臼歯・大臼歯の4群に分類して比較検討した結果、犬歯群にのみ装着時と5年経過時に差が認められた。装着時の状態の比較および5年経過時の状態の比較においては、4群間での差は認められなかった。

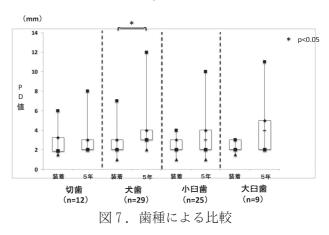


表2は支台歯と欠損との位置関係を詳細に分類したものである。この分類に支台歯を当てはめると、両側が遊離端欠損と隣接する孤立歯のような状態の支台歯はなく、また、両側に隣接する歯が残存する状態の支台歯は2歯のみであった。

表 2. 支台歯と欠損の位置関係

	支台歯数	略号
1. 遊離端欠損と隣接しているもの		
- 片側 ── ○ ● ●	21	<α>
- 両側 —— 〇 ——	0	
2. 中間欠損と隣接しているもの		
・片側 ● ○ — ●	20	<β>
· 両側 ●——○ — ●	11	<γ>
3. 遊離端欠損と中間欠損と隣接しているもの		
-0-••	21	<δ>
4. 欠損と隣接しないもの		
	2	
○支	任歯 ●残存歯	— 欠損

表3は部分床義歯の分類での結果と、支台歯と 欠損との位置関係での結果をまとめて表示したも のである。Kennedy II・III級、Eichner B、およ

び支台歯が片側で中間欠損に隣接する群では、他 群との間に有意差が認められた。

表3. 部分床義歯の分類と支台歯と欠損との位置関 係の比較 * p<0.05

***** p<0.05

- · Kennedy I (両側性遊離端欠損)
 - Ⅱ(片側性遊離端欠損)
 - Ⅲ(片側性中間欠損)
- Eichner A(すべてに対合接触がある症例)
 - B(一部咬合接触が失われている症例)
 - C(咬合接触の全くない症例)
- 支台歯と欠損の位置関係による比較

<β> <γ>

<δ>

<α>

図8は実際に行われた臨床的処置内容を示した ものである。適用された磁性アタッチメントはマ グフィットが最も多く、根面板は金銀パラジウム 合金で製作され、接着性レジン系セメントで合着 されたものが多かった。

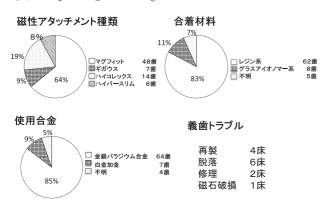


図8. 処置とトラブルの内容

Ⅳ. 考察

1. 調査方法について

これまでの磁性アタッチメントに関する術後調 査の研究1-7)は、後ろ向きの調査が主体であった。 過去に行われたこれらの研究は、他の補綴物の支 台装置には見られない様々な検討が加えられたこ とにより、臨床的には多くの貴重な示唆を与えて きたと思われるが、磁性アタッチメントそのもの が開発当初に比べ、大きさ・形態に大幅な改良が 加えられ、さらには使用方法も大きく変化し、そ の適用範囲も拡大しているのが現状であり、それ らのデータの実用的評価が低下していくことは致 し方ないことと思われる。このように、調査結果

が現状にそぐわなくなることが認識されるならば、 一般的な統計学的研究書12) に指摘されているよう に、後ろ向きの研究の限界が表れ、研究方法の再 検討も必要になると考えられる。これに対して今 回の研究は、直近の前向きのコホート研究であり、 さらに全国7機関の歯科補綴専門診療部でほぼ同 時に、統一された様式で実施されており、その結 果で示された内容は非常に重要な示唆を含むもの と思われる。さらに、これまでに行われた磁性ア タッチメントの後ろ向きの研究を補足、再評価す ることにもなり、磁性アタッチメントの有用性を立 証するために、きわめて重要な調査と考えられる。

2. 測定方法について

部分床義歯を装着した支台歯を一定期間追跡調 査し、その支台歯の利用法と歯周疾患との因果関 係を明らかにすることによって、磁性アタッチメ ントを装着した支台歯に影響を及ぼす因子を予見 することが可能となるものと思われる。実際の調 査項目には、支台歯の動揺度、X線所見、歯周ポ ケットからの出血なども含まれていたが、動揺度、 X線所見、歯周ポケットからの出血などの調査項 目は問題点が発現した時の確認のために実施され たもので、装着時と比較した5年後の結果からは 想定外のPD値の大きな変化は認められなかった ので、今回はそれらの項目を検討することは行わ なかった。また、一般的に歯周病の評価には、ア タッチメントレベル (AL) を用いるべきとの報 告いるが、磁性アタッチメントの支台歯は基 本的に無髄歯であり、これを適用する場合は歯冠 切断が行われることを考慮して、歯冠切断の影響 の少ないPD値を重要視したものである。なおか つ、歯肉縁部を詳細に検討するために6点法を採 用したことは、測定結果の信頼性を向上させたも のと考える。

3. PD値について

装着時と比較した5年後のPD値は、すべての 群間で有意差を示した。この場合には、どの群を 採用するかが問題となるが、今回は各支台歯の最 大値を利用して比較検討を行った。これにより、 症例ごとの支台歯数が異なる結果となった。理想 的には、症例ごとの支台歯数が同一であることが 望ましいが、実際には5年間の術後経過観察中に

抜歯に至る支台歯があることを考慮すると、今回 の条件を採用することが最も無難な選択と考える。 PD値を継時的に調査した研究では、Bergman ら¹⁴⁾、Isidor ら¹⁵⁾ は有意な差はないと報告してい るが、Chandler ら¹⁶⁾、Yeung ら¹⁷⁾、Bissada ら¹⁸⁾、 佐藤ら¹⁹⁾は、調査条件は異なるが、PD値は悪化 することを報告している。今回の研究では、いず れの測定条件でも、PD値は有意に大きくなった。 従来の支台装置に比較して、磁性アタッチメント の適用は、臨床的な歯冠歯根比を改善ことにより、 支台歯の動揺を少なくするためには有効な手段と 思われるが、それでもPD値は大きくなった。そ の理由としてまず考えられるのは、被験者の加齢 による影響である。今回の調査対象者の平均年齢 は63歳であった。一般的に磁性アタッチメントの 臨床使用対象者は50歳以上の症例が主体である50。 加齢によりPD値が大きくなることは現実的であ り、当然の結果とも思われる。

次に考えられるのは、支台歯周囲の被覆状態での違いである。Bissadaら¹⁸⁰は、義歯床が歯肉を被覆した場合のPD値の悪化を報告しており、磁性アタッチメントの使用方法から見て興味深い。さらに、Yeungら¹⁷⁰は義歯接触面と非接触面とを比較した研究を行い、前者の方がポケットの深さが悪化することを報告している。根面板上部と共に歯頸部を被覆する本研究では、より条件が悪くなり、PD値は深くなると思われる。また、義歯床下あるいは歯頸部の血流状態を検討した加藤ら²⁰⁰、小野²¹⁰の報告からは、断続荷重が血流量の増加を促すとの報告もみられる。このように、支台歯周囲の歯周組織に機械的刺激が加えられることは、今回の研究のPD値の変化の主原因の可能性もある。

次に、Zlataricら²²⁾の報告では、遊離端義歯の支持状態がポケットの深さに影響すると報告しており、歯列の欠損形態との関係も重要な要素と思われる。しかし、今回の研究では、残存歯数が多く、咬合支持がある症例において、PD値がより大きくなった。これは、咀嚼力が大きい場合には当然磁性アタッチメントの支台歯にも過大な機能力が加わることになり、また、欠損部の支持能力が不足した場合にも、支台歯に過大な機能力が加わることを示しているものと考えられる。床用材料と性別とを組み合わせた結果では、女性にレジ

ン床を適用した支台歯において、5年経過時にPD値が特に大きくなった。この結果も、義歯床が剛体でないと義歯の動揺が増大し、結果的に支台歯の動揺を引き起こし、これが支台歯のPD値の変化として現れたことを示したものと思われる。これらの結果は、過去の後ろ向きコホート研究で示された報告⁴⁻⁷⁾と一致している。この条件では特に慎重な術後観察が必要なことを示唆している。

口腔の清掃方法も重要と考えられる。今回の研究では特に口腔清掃方法には規定を行わなかったが、歯周組織を健全に保つためには有効と思われる。吉嶋ら²³⁾は、オーバーデンチャー装着者では義歯床下の歯の85%からカンジタ菌が検出されたと報告し、これが歯周病を悪化させやすい環境である可能性について報告している。Wrightら²⁴⁾も、支台歯を健全に保つためには口腔衛生状態が重要と述べており、この項目の管理状態を各機関の判断に委ねたことが、PD値のバラッキをもたらした原因の一つとも考えられ、今後研究を継続するためには、この点に関してもなんらかの条件設定が必要かと考えられる。

一方、単純にPD値のみを評価すると、箱ひげ図で示したように、磁性アタッチメント装着後5年経過時に、最大値の75%が4m以下であることは、歯周病の判定では炎症が発現しているとは考えられない²⁵。また、PD値の変化量も5年間で約1mであり、装着時と比較すると5年経過時には有意にPD値が大きくはなるが、良好な術後経過を示しているとも評価できる。しかし、結果には含まれない5年間で抜歯した支台歯もあり、より確実な結果を得るためには試料数を増加することと、さらに今後5年後にどのような経過を示すか調査し、再評価する必要があるものと考える。

Ⅴ. 結論

磁性アタッチメントを装着した支台歯の歯周組織の術後経過、とくにPD値が、磁性アタッチメント装着時と比較して5年経過後にいかなる変化を示すかについて検討した結果、以下の結論を得た。

- 1. 一口腔単位と各支台歯の最大値および6点法の全ての測定法で、5年後のPD値は増大した。
- 2. 抜歯にいたった支台歯の装着時のPD値は、 残存した支台歯の装着時のそれより大きい状態であった。

- 3. 上顎と下顎では上顎支台歯の方が5年後に大きくなった。
- 4. 性別からみると、装着時においては男性の方が大きく、5年後には女性の方が大きくなった。
- 5. 性別と床用材料の組み合わせでは、女性にレジン床を用いたものが5年後に大きくなった。また、金属床の装着時においては、男性の方が女性より大きく、女性の5年経過時においてはレジン床の方が金属床より大きかった。
- 6. 歯種別では犬歯では 5 年後に P D 値が大きく なった。
- 7. 残存歯数が多く、咬合支持があるもののほうが、PD値が大きくなった。

参考文献

- 1) 森戸光彦,河端要次郎,高柳 公,ほか:歯科用磁性アタッチメントを応用した症例の統計的観察と経過観察,鶴見歯学,20(3):599-604,1994.
- 2) 水谷 紘,中村和夫,藍 稔:術者へのアンケートによる磁性アタッチメント使用義歯の追跡調査,補綴誌,41:902-909,1997.
- 3) 吉川久子, 奥田啓之, 内田愼爾, ほか:磁性 アタッチメントを用いた義歯の使用状況およ び予後調査, 歯科医学, 61(2):105-111, 1998.
- 4) Kawakita M., Hoshiai K., Tanaka Y. et al: Longitudinal study on metal plate denture magnetic attachments. J. J. Mag. Dent. 11: 37-40, 2002.
- 5) 星合和基,田中貴信,長谷川伸洋,ほか:金属床義歯における磁性アタッチメントの術後調査,日磁歯誌,13(1):1-8,2004.
- 6) Okuda H., Maeda T., Inoue H. et al: Use of magnetic attachments in dentures. Analysis of an 8-year longitudinal study. Prosthodont Res. Pract. 3:8-14, 2004.
- 7) Ito R., Hoshiai K., Hasegawa N. et al: Longitudinal study on metal plate denture with magnetic attachments. J. J. Mag. Dent. 18: 8-14, 2009.
- 8) 藤波和華子:磁性アタッチメントを積極的に 使用した部分床義歯の1症例,日補綴会誌, 1(2):211-214,2009.

- 9) 長谷川信洋:高度な歯周病患者に磁性アタッチメントを用いた症例,日補綴会誌,1(2):231-234,2009.
- 10) 伊藤 瑠, 星合和基, 田中貴信, ほか:磁性 アタッチメントの術後調査―支台歯のプロー ビィング値の検討―, 日磁歯誌, 19(1):96-97, 2010.
- 11) Ito R., Hoshiai K., Tanaka Y. et al:
 Longitudinal study of magnetic
 attachments—Investigation of probing
 depth on abutment teeth—. J. J. Mag.
 Dent. 19(2): 35-39, 2010.
- 12) 古川俊之,丹後俊郎:新版医学への統計学,1-10,朝倉書店,東京,2004.
- 13) 野口俊英:知っておきたい知識・術式「歯周 治療編」, 115-121, 第一歯科出版, 東京, 2002.
- 14) Bergman B., Hugoson A., Olsson C.-O.: Caries, periodontal and prosthetic findings in patients with removable partial dentures: A ten-year longitudinal study. J. Prosthet. Dent. 48: 506-514, 1982.
- 15) Isidor F., Budts-Jorgensen E.: Periodontal conditions following treatment with distally extending cantilever bridges or removable partial dentures in elderly patients. A 5-year study. J. Periodontol. 61: 21-26, 1990.
- 16) Chandler J. A., Brudvik J. S.: Clinical evaluation of patients eight to nine years after placement of removable partial dentures. J. Prosthet. Dent. 51: 736-743, 1984.
- 17) Yeung A. L. P., Lo ECM T. W. et al:
 Oral health status of patients 5-6 years
 after placement of cobalt-chromiun
 removable partial dentures. J. Oral
 Rehabil. 27: 183-189, 2000.
- 18) Bissada N. F., Ibrahim S. I., Barsoum W. M.: Gingival response to various types of removable partial dentures. J. Periodontol. 45:651-659, 1974.
- 19) 佐藤文彦,小山重人,千葉貴大,ほか:可撤 性部分床義歯装着が残存歯歯周組織状態に及

- ぼす影響, 日補綴会誌, 1:130-138, 2009.
- 20) 加藤光雄,幸阪保雄,後藤忠正,ほか:義歯 床下粘膜の血流変化―レーザー表層血流計の 応用一,補綴誌,36:126-135,1992.
- 21) 小野和宏: ヒト歯肉および歯肉への機械的刺激による歯肉の反射性血流増加について, 口科誌, 39(2):389-404, 1990.
- 22) Zlataric D.K., Celebic A., Valentic-Peruzovic M.: The effect of removable partial dentures on periodontal health of abutment and non-abutment teeth. J. Periodontol.

- 73:137-144, 2002.
- 23) 吉嶋佑佳, 市川哲雄: オーバーデンチャー装 着者におけるカンジダの分布とミコナゾール ゲル剤の効果, 補綴誌, 52:99-106, 2008.
- 24) Wright P., Hellyer P.: Gingival recession related to removable partial dentures in older patiente. J. Prosthet. Dent. 75: 602-607, 1995.
- 25) Lindhe J.: Textbook of Clinical Periodontology. 274-276. Munksbaard, Copenhagen, 1983.



臨床論文 Clinical paper

Journal home page: www.jsmad.jp/

アタッチメント磨けてますか?

- 歯科衛生士による磁性アタッチメント義歯利用患者への口腔衛生指導 - 榊原由希子¹, 安井智美¹, 松下和子¹, 山口みどり¹, 増田達彦², 安藤彰浩², 庄司和伸², 神原 亮², 中村好徳², 川口卓行², 大野友三², 田中貴信² 「愛知学院大学歯学部附属病院歯科衛生部, ²愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

How to brush an attachment?

Oral hygiene instructions to Magnetic attachment denture patients for dental hygienists

Y. Sakakibara¹, T. Yasui¹, K. Matsushita¹, M. Yamaguchi¹, T. Masuda², A. Ando², K. Shyoji², R. Kanbara², Y. Nakamura², T. Kawaguchi², Y. Ono², Y. Tanaka²

¹Dental Hygienist Section, School of Dentistry Aichi-Gakuin University Hospital

²Department of Removable Proshodontics, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University

Abstract

Patients with specialized attachments are frequently encountered in a normal hygiene practice. Patients using partial dentures with special magnetic attachments are satisfied with esthetic result of treatment and their improved chewing ability. The patient was a 42-year-old female with several chief complaints including: poor esthetics, difficulty in chewing, and malocclusion. A magnetic attachment was used for the retaining abutment and final restoration. The chief complaints were addressed and reported improved upon. The patient stated satisfaction with prosthetic result and outcome. The present case was previously reported. Although the present patient achieved a satisfactory PCR result, identical brushing methods cannot be used for all patients. The brushing methods may be changed in response to a patient's dexterity. The importance of prostheses plaque control and complex restorative attachment structures are confirmed. It is important for doctors and dental technicians to not only seek functional and esthetic results but also provide for hygienic maintainability. Dental hygienists should give appropriate advice to each patient for correct tooth brush selection and recommended techniques considering the patient's age, dexterity, and individual awareness.

キーワード (Key words)

磁性アタッチメント (magnetic attachment) メンテナンス (maintenance) ブラッシング用具 (brushing materials) ブラッシング方法 (brushing methods)

I. 緒言

補綴科診療部の歯科衛生士は、主に補綴治療が終了した様々な患者の口腔衛生指導を担当しているが、最近では、磁性アタッチメントが装着された患者を対象とする事例も大幅に増加してきた。これらの患者からは、新しい補綴物の装着により、

見た目がきれいになった、よく噛めるようになった 等、磁性アタッチメント義歯に対する評価は高い。 磁性アタッチメントは、比較的形態が単純なも のから複雑な構造を示すものまで様々な形態のも のがあるが、キーパー根面板やMT冠に代表され るアタッチメントは、形状はシンプルであるが、 天然歯の形態とは大幅に異なることになる。また、 有髄歯に適用される歯冠外磁性アタッチメントは、 グルーブ、インターロック部など、比較的複雑な 構造を有している。

この様なアタッチメント義歯を利用する患者からは、セルフケアが難しいといった相談を受けることも少なくない。

そこで今回、装着された各種の磁性アタッチメントのそれぞれの形態に合わせた清掃用具について、歯科衛生士の立場から検討し、最も清掃効果の高いと思われる方法の選択を目的とした臨床検討を行った。

Ⅱ. 症例の概要

患者は42歳女性。見た目を綺麗にしたい、喋りにくい、咬み合わせが気になる等を主訴に来院した。初診時の状態を(図1)に示す。

本症例は第18回の本学術大会に於いて、当院の 庄司が報告した症例¹⁾であるが、補綴治療におい ては、上顎にMT冠とグルーブを、下顎には歯冠 外磁性アタッチメントとMT冠が装着されている (図 2)。各支台歯の臨床条件を考慮した、力学的 にも合理的な設計が行われた磁性アタッチメント が装着され、高い満足が得られていた。

アタッチメント義歯を装着した後に測定した初回のPCRは60%であった。すなわち、グルーブやアタッチメント底面にプラークが付着していた。比較的複雑な構造になっているため、歯ブラシだけでプラークを取り除くことは困難であると考えられた。上顎のMT冠内冠では、近心側、遠心側にプラークが付着していた。歯冠長が長く、孤立しているので、全体的にプラークが付着しやすく、患者自身も、近遠心側を磨くことについて明確な自覚や努力が欠落していたことが確認された(図3)。下顎のMT冠内冠では、歯頸部と陥凹部分にプラークが目立つ(図4)。義歯にも染め出しを行った結果、口腔内の磨き残し部位に対応した部分が強く染まり、患者も義歯清掃の重要性についての認識に欠けていたと思われる(図5)。

口腔衛生指導の初回は、スクラビング法についての説明と、歯肉部分を重視したブラッシングを行った。2回目には、歯冠外アタッチメントの清掃指導を行った。具体的には、歯冠外アタッチメント部に、底部からスーパーフロスをグルーブに



図1. 初診時の口腔内写真

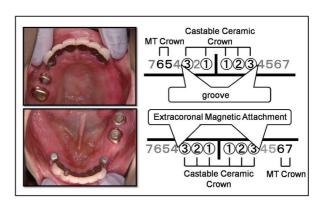


図 2. 磁性アタッチメント装着時の咬合面観および 装着補綴物の種類

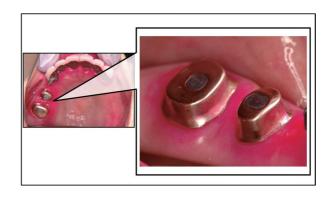


図3. メインテナンス移行後、上顎 MT 冠内冠の 初回染出し時

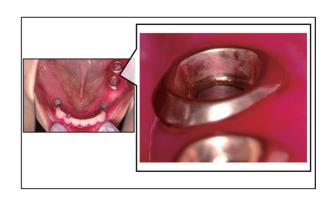


図 4. メインテナンス移行後、下顎 MT 冠内冠の 初回染出し時

かけて、沿わせて入れるように指導した(図 6)。 インターロック部には、ワンタフトブラシの先を 使って磨くように指導した(図 7)。口腔衛生指 導を重ねるごとに、患者のモチベーションと清掃 技術は明らかに向上し、PCR 値は順調に低下し た。 4回目には、MT 冠内冠の清掃指導を行った。 上顎の MT 冠には高さがあるため、ワンタフト ブラシを用い、角度、固定の取り方、握り方を重 点的に指導した。下顎の MT 冠では高さがなく、 清掃部位の把握が難しいため、アタッチメントブ ラシを適用した(図 8)。 5回目の測定では、患 者の努力と技術のレベルの向上により、目標とし ていた PCR 値20%を下回った(図 9)。図10に アタッチメント部の清掃前・後の実態を示す。

来院時には毎回 PMTC を行っており、現在でも3カ月毎のリコールを行っているが、PCR 値は20%以下で安定した状態となっている。

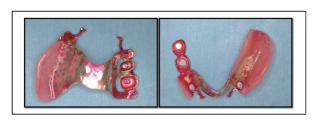


図 5. メインテナンス移行後、上下顎義歯の初回染 出し時



図 6. スーパーフロスを用いた歯冠外アタッチメント部の清掃



図7. ワンタフトブラシを用いたインターロック部 の清掃



図 8. アタッチメントブラシを用いた MT 冠の清掃

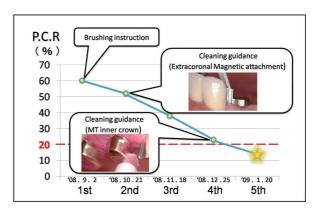


図9.メインテナンス中のPCR値の推移

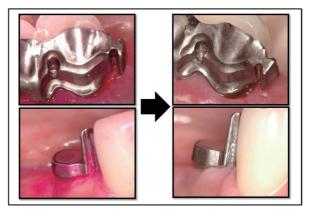


図10. アタッチメント部の清掃前後の比較

Ⅲ. 考察

一般的に補綴治療中は良好なプラークコントロールが出来ていても、アタッチメント義歯を装着後のメインテナンス期に移行すると、時間の経過とともに口腔内には多数の磨き残し部位が見られるようになる。患者のモチベーションの低下と複雑な補綴物を装着することが相まって、プラークの残存や歯石沈着の要因となるものと考える。特に、プラークが残存しやすい部位は、アタッチメントやクラスプの下部、クラスプが設置された支台歯

の遠心面や歯頸部、義歯床内面と粘膜とされている²⁾。義歯自体と支台歯には、当然のことながら、生体の安全性と補綴物の機能の観点から、最も合理的と考えられる形状が付与される。よって、口腔内清掃は、それぞれの症例の口腔内状態に最も効率的な用具と手法を選択してゆくしかない。よって、ブラッシング指導をしていく中で、患者自身が高いモチベーションを維持することが非常に大切になってくると思われる。

モチベーションの向上をはかるために、まずは 術者側が患者個々の状況をよく理解すること、そ して、それぞれの患者には、歯と歯周組織に有害 となる原因を十分理解してもらい、ブラッシング に興味を持ってもらうことが重要だといわれている³-6°。その後、口腔内を歯垢染色液で染色し PCR値を示したり、口腔内あるいは顎模型上で ブラッシング方法の指導をするというのが一般的 である。それに加えて、今回、義歯に付着したプ ラークの染め出しも行い、義歯清掃の大切さも認 識させる努力も行った。

今回、音波歯ブラシの使用についても考慮した。音波歯ブラシはブラシの振動が液体中を伝達することによって、歯ブラシが直接接触していない場合でもプラークの除去効果があるとされている^{7,8)}が、複雑な口腔内では、Weijden ら⁹⁾や、Jhonson らの報告¹⁰⁾から「電動歯ブラシの方が手用歯ブラシより効果的である」と断言するには語弊があるとの見方もあり、やはりすべての歯面に毛先を当てる努力が不可欠であると考え、比較的若い当患者には、手用歯ブラシと補助的清掃用具を使用してもらうように指導した。

手用歯ブラシは、隣在歯が欠損している支台歯の遠心面に歯ブラシを回し込んで磨いてもらうためと、歯頸部にしっかり当てることを目標として、ヘッドの小さめのものを選択した。具体的には、ライオン社製の dent EX34M を採用した。

補助的清掃用具として当初は、歯冠外磁性アタッチメントの底部に歯間ブラシを、また MT 冠にはワンタフトブラシの適用を考えた。しかし、歯冠外磁性アタッチメントの底部では、通常の歯間ブラシを通すことはなかなか難しいため、スーパーフロスに変更した。スーパーフロスを通すことに、初めは戸惑っていた患者が、慣れるにしたがい、その使用は容易になったと感じられる。MT 冠で

は、高さがなく、場所を把握することが難しいため、ヘッドの小さいワンタフトブラシでは効率が悪いことが確認されたことから、アタッチメントブラシに変更した。アタッチメントブラシは、軟毛が密になっていて、歯頸部を包み込むようにして磨く効果があり、また、患者が位置を特定しにくい根面アタッチメントも比較的容易に磨くことが出来ることを確認した¹¹⁾。

さらに義歯の染め出しを行い、その汚れを視覚 的に確認することで、残存歯だけでなく、義歯の 清掃への意識も高めることができた。

このように、口腔衛生指導は試行錯誤しながらのものであったが、最終的には、それぞれの補綴物の形態に合わせた清掃用具の選択がなされたと考えられる。

Ⅳ. まとめ

本症例では、今回の指導内容で、良好な結果が 得られたが、すべての患者に今回と同じような清 掃方法を薦めることができるわけではない。本症 例でも、将来年齢を重ね、身体的な問題から、清 掃法を見直す必要が出てくる可能性も否定できな い。本症例のような複雑な構造を有する補綴物が 装着された口腔内において、適切なプラークコン トロールがいかに重要であるかを、改めて考えさ せられた。口腔衛生指導を行う立場から、ドクター サイド・ラボサイドも機能的・審美的な追求だけ でなく、清掃方法や用具について考慮した形態の 補綴物の製作を、また、補綴治療を始める段階か ら歯科衛生士として口腔衛生指導に携わっていけ ればと感じた。歯科衛生士は、決まり切ったブラッ シング指導をするだけでなく、患者の年齢、ブラッ シングの習得能力や、口腔衛生に対する意識など、 個々の患者に合わせた最適な清掃用具の選択や方 法を提案していく必要があると言える。

参考文献

- 1) 庄司和伸:磁性アタッチメントを用いたフルマウスリコンストラクション,日磁歯誌,18 (1)69-70,2009.
- 2) 足立美枝子,可児徳子,飯島洋一:口腔保健 管理,57-59, 医歯薬出版,2003.
- 3) 増永 浩, 傅 亘, Zhengyang Li: 歯周基 本治療の効果を向上させるためのモチベーショ

- ンの方法. 日歯周誌, 52(1):37-45, 2010.
- 4) 古澤成博, 高橋潤一, 磯山素子: TBI を採 り入れた口腔健診の口腔清掃状態に与える効 果. 歯科学報, 106:500-504, 2006.
- 5) 吉田真理, 矢野淳也, 藤本陽子: 歯科衛生士 による口腔衛生指導用クリティカルパス作成 を目的とした口腔衛生指導回数とプラーク・コントロールレコードの変化に関する検討. 九州歯会誌, 59: 210-214, 2006.
- 6) 大橋襟香:患者さんの心を動かす!ブラッシング指導トラの巻(第3回)ペリオタイプの 患者さんのブラッシング指導. デンタルハイ ジーン,30(3):282-285,2010.
- 7) 森下真行,河村 誠,笹原妃佐子:初期治療 およびメインテナンスにおける電動歯ブラシ と手用歯ブラシの臨床症状に対する効果の比

- 較. 日歯周誌, 39(3):355-360, 1997.
- 8) Robinson, P. G., Deacon, S. A., Deery, C.: Manual versus powered toothbrushing for oral health. Cochrane Database Syst. Rev.: 18(2), 2005.
- 9) Van, der, Weijden, G. A., Timmerman, M. F., Piscaer, M.: A clinical comparison of three powered toothbrushes. J. Clin. Periodontol., 29(11): 1042-1047, 2002.
- 10) Johnson, B. D., McInnes, C.: Clinical evaluation of the efficacy and safety of a new sonic toothbrush. J. Periodontol., 65(7): 692-697, 1994.
- 11) 田中貴信:続・磁性アタッチメント108問108 答,125,医歯薬出版,1995.



ISO 対策委員会報告 Commission report

Journal home page: www.jsmad.jp/

ISO 対策委員会報告 歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して

委員長 髙田雄京 ISO 対策委員会

東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野

キーワード

(Key words)

国際標準化

歯科用磁性アタッチメント (dental magnetic attachment) (International standardization)

国際標準化機構(ISO)

(International Organization for standardization)

I. はじめに

1976年にサマリウムコバルト磁石の歯科応用に 端を発し、磁石を愛する諸先輩方の十数年にわた る熱心な研究を経て、1992年に厚生省認可を取得 し、新しい維持装置として歯科用磁性アタッチメ ントが日本に誕生しました。磁石の歯科応用を支 えた有志が集う研究会は1991年に日本磁気歯科学 会となり、それ以降歯科用磁性アタッチメントの 発展に大きく貢献してきたことは言うまでもあり ません。

現在では、日本で誕生し、日本の最先端技術に よって進化した歯科用磁性アタッチメントが、優 れた義歯の維持装置として世界に広く認められて います。近年、インプラントの普及に伴い、ヨー ロッパにおいても歯科用磁性アタッチメントに対 する関心が急速に広がってきました。特に、ドイ ツは2007年に急遽国内規格(DIN)を作り、歯科 用磁性アタッチメントの国際標準化に強い意欲を 見せた経緯があります。日本製の歯科用磁性アタッ チメントは、海外製品に比べて超小型で耐食性に きわめて優れ、維持力が高く、閉磁路で磁場漏洩 が少ない優れた特徴があり、世界の最高水準にあ ります。このような優れた点を十分にアピールし、 日本の国益にかなった世界に貢献できる国際規格 を創成すべく、日本磁気歯科学会の会員を中心と するグループが逸早くこの現状をとらえ、2005年 に世界に先駆けて歯科用磁性アタッチメントの国 際標準化に向けて取り組みを開始しました。

優れた最先端技術を有する日本が主導的役割を 果たし、国際標準化を押し進めることは、国内産 業の活性化を導く契機となり、国内および世界の QOL の向上にも大きく貢献すると考えます。本 稿では、歯科用磁性アタッチメントの国際標準化 を目指した現在までの活動及びその成果について 報告いたします。

Ⅱ. 国際標準化の経緯

歯科用磁性アタッチメントが世界で地位を得て きたことを受け、奥野攻先生(現:東北大学名誉 教授)を研究代表者とした日本磁気歯科学会会員 のグループが、2005年に「歯科用磁性アタッチメ ントの最適化と国際標準の創成」を研究テーマと して、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開 発機構)の大型助成金を獲得しました。同時に、 図1に示す様々な機関(国内の大学6校、米国の 大学2校、国内の企業3社)に所属する研究者で 構成された磁性アタッチメント標準化委員会が発 足し、磁性アタッチメントの国際標準化に向けて の研究および資料収集がスタートしました。

2006年には日本磁気歯科学会学術講演会(高松) で歯科用磁性アタッチメントの国際標準化をテー マとした国際シンポジウムを開催し、その成果を 報告いたしました。(図2)3年間の研究期間内 の2007年には、ISO/TC106ベルリン会議におい

て、磁性アタッチメント標準化委員会が中心とな り、日本が新規業務項目提案 NWIP (New Work Item Proposal) をSC2 (Subcommittee 2) で 行いました。最終年度の2008年には、ISO/TC106 イエテボリ会議において、SC2に WG22 (Working group 22) Magnetic attachmentsが新たに組織 され、日本が WG22の議長国となり、日本の規 格案 (Dentistry - Magnetic Attachments) が 作業原案 WD (Working draft) に承認され、 ISO/WD 13017となりました。WG22において、 当磁性アタッチメント標準化委員会から水谷紘先 生(現:東京医科歯科大学非常勤講師)がコンビ ナー(議長)に、田中貴信先生(愛知学院大学教 授)が日本代表のエキスパート(専門家)になら れました。この年から ISO 規格としての国際標 準化が正式に始まったわけです。2008年9月に NEDO 支援のテーマが終了したため、本テーマ で組織された磁性アタッチメント標準化委員会も 一時解散になりましたが、日本磁気歯科学会に ISO 対策委員会が新たに組織され、ISO 規格の 策定を引き継ぎ、その遂行に従事しました。

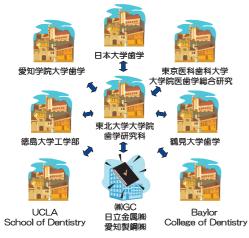


図1. 国際標準化の機関組織



図 2. 日本磁気歯科学会学術講演会 (2006年高松大会)

Ⅲ. 国際標準化機構

国際標準化機構(International Organization for Standardization)は ISO の略称で知られています。2008年に歯科用磁性アタッチメントの ISO 規格化が始まりましたが、ISO の委員会や規格草稿の名称をご理解いただくため、ISO の組織および規格化の流れについて簡単に説明します。

1. 国際標準化機構の規格策定組織

ISOでは、規格策定においてTC(Technical Committee)が組織されています。(図 3)TCには、JTC1、JTC2、TC1~TC267(2011年11月現在)の委員会があり、106番目の委員会が歯科に割り当てられています。ISO/TC106(Dentistry)は、歯科の規格を策定する委員会です。TCの下位には、SC(Subcommittee)があり、TC106にはSC1~SC8が組織されています。SC2は補綴材料(Prosthodontic materials)に関する規格を策定する小委員会で、その下位に各専門分野の規格を策定する小委員会で、その下位に各専門分野の規格を策定する WG(Working Group)があります。 SC2には22の WG が組織され、WG22(Magnetic attachments)が磁性アタッチメントの規格策定の実働委員会となります。

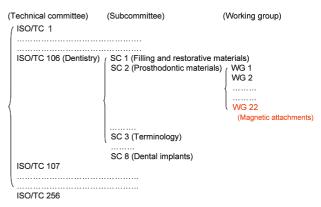


図3. 国際標準化機構の規格策定組織

2. ISO 規格化の流れ

ISO 規格を新たに策定する場合、規格が該当するSCで新規業務項目提案NWIP(New Work Item Proposal)を行わなければなりません。日本歯科材料研究協議会が歯科に関するISO規格策定を担当する国内の機関なので、最初にこの機関に新規のISO 規格の策定を申請し、ISO/TC106会議のSCでNWIPを行います。ISO/TC106会議でNWIPが承認されると、その規格策定を行うWGがSCの下に組織され、規格策定の土

台となる作業原案 WD(Working Draft)が作成されます。WDとして承認されればその草稿に番号が付きます。前述のように歯科用磁性アタッチメントの場合には、ISO/WD 13017です。WDは、規格の土台となる草稿なので、自国の草稿をWDとすべく、各国がしのぎを削ります。WDは、WGで審議修正され、その都度投票を行い、可決されると委員会原案 CD(Committee Draft)、国際規格案 DIS(Draft of International Standard)、最終国際規格案 FDIS(Final Draft of International Standard)の順に昇格し、ISO 規格になります。

Ⅳ. ISO 規格への試み

1. 歯科用磁性アタッチメント標準化委員会の再組織

NEDO 支援で行ってきた「歯科用磁性アタッ チメントの最適化と国際標準の創成」が2008年に 終了した後、ISO対策員会が設立され規格策定 の実務を遂行しておりました(図4)が、規格策 定の研究および会議費を得るべく、新たな助成金 申請を並行して行いました。2009年 5 月に NEDO 支援のフォローアップ事業に採択が決定し、名称 を新たに歯科用磁性アタッチメント標準化委員会 を再組織することになりました。 ISO 規格化が すでに始まったこともあり、ISO 対策委員会の 委員に加え、ISOを熟知した研究者で組織され た委員会に生まれ変わりました。(図5) 文末に 歯科用磁性アタッチメント標準化委員会委員およ び外部協力者を示します。(表1) ISO 対策委員 会は、再組織された歯科用磁性アタッチメント標 準化委員会と同じ業務を担当するため、一時休止 することになりました。



図 4. 第1回 ISO 対策委員会(2008年横浜)



図5.第3回歯科用磁性アタッチメント標準化委員会 (2011年東京)

2. 標準化の項目

2005~2008年に NEDO助成金で行われた「歯 科用磁性アタッチメントの最適化と国際標準の創 成」の成果を基に ISO/WD 13017は作成されま した。標準化に必要な項目を ISO 規格の形式に 合わせ、「諸言」、「使用する専門用語の定義」、 「要求事項」、「試料の準備」、「試験方法」、「使用 説明」、「表記」から構成されています。技術的な 項目について簡略的に説明しますが、「使用する 専門用語の定義」では、歯科用磁性アタッチメン ト、開磁路型および閉磁路型磁性アタッチメント、 磁石構造体、キーパー、ヨークの定義を標準化し ています。「要求事項」では、材料組成、有害元 素、生体適合性、危険性の解析、漏洩磁場、維持 力、耐食性について具備すべき内容を標準化して います。「試料の準備」及び「試験方法」では、 漏洩磁場、維持力、耐食性の評価方法に着目し、 各試験における測定方法と結果の表示について標 準化しています。現在、ISO/DIS 13017に昇格 しておりますが、これとほぼ同様の構成となって います。(図6)

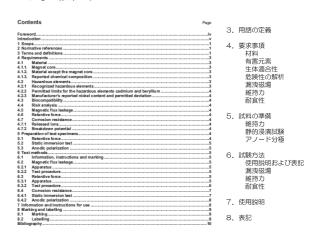


図 6. ISO/CD 13017の目次概要

表1. 歯科用磁性アタッチメント標準化委員会委員および外部協力者

氏名	所属・役職	
<研究者/委員>		
高田 雄京	東北大学 大学院歯学研究科・ 准教授 標準化事業リーダー	
<委員>		
奥野 攻	東北大学・名誉教授	
木内 陽介	徳島大学・名誉教授	
田中 貴信	愛知学院大学 歯学部・教授 WG22 エキスパート	
水谷 紘	東京医科歯科大学・非常勤講師 WG22 コンビナー	
細井 紀雄	鶴見大学・名誉教授	
石上 友彦	日本大学 歯学部・教授 日本磁気歯科学会会長	
中村 好徳	愛知学院大学 歯学部・准教授	
鱒見 進一	九州歯科大学 歯学部・教授	
小倉 英夫	日本歯科大学 新潟生命歯学部・教授	
河合 達志	愛知学院大学 歯学部・教授	
勝木 紘一	日本歯科材料器械研究協議会(ISO 国内審議団体)	
京谷 郁男	(株)ジーシー 研究所開発企画・課長(磁性アタッチメント製造メーカー)	
菊地 亮	日立金属(株) 熊谷製作所・DA 室長(磁性アタッチメント製造メーカー)	
<外部協力者>		
Kent T. Ochiai	Kent T. Ochiai University of Southern California (Clinical Professor)	
小田 豊	東京歯科大学 歯学部・教授	

3. 標準化委員会の活動と成果

前述しましたが、2007年9月に開催されたISO/TC106ベルリン会議でNWIPを行い、2008年9月に開催されたISOイエテボリ会議では、SC2に歯科用磁性アタッチメントのワーキンググループ(WG 22)が設置されました。日本が議長国となり、日本の草稿がWD 13017(作業原案)として承認されたので、日本主導の規格策定が現実となったわけです。

NEDOのフォローアップ事業(2009年5月~2011年2月)の支援を受け、歯科用磁性アタッチメント標準化委員会を再組織した後、年3~5回の国内委員会を開き、専門用語の定義、使用材料の化学組成の定義、漏洩磁場、維持力、耐食性などについて審議し、ISO/WD 13017の修正を行いました。耐食性評価では、米、仏、日の3国でラウンドロビンテストを行い、その成果を標準化に加えました。

2009年9月に開催されたISO/TC106大阪会議では、ISO/WD 13017をCD (委員会原案) 投票にかけることが承認され、2010年3月の投票にお

いて ISO/CD 13017への昇格を果たしました。 その後、投票時に提出された各国からのコメント に対する回答を歯科用磁性アタッチメント標準化 委員会でまとめ、投票権を持つ各Pメンバー国 (Participation member:積極的参加メンバー国) に事前に配布し、十分なコンセンサスを得ました。 歯科用磁性アタッチメント標準化委員会から5名 の委員(コンビナー:水谷紘、エキスパート:田 中貴信、コンビナー補助:Kent T. Ochiai、エ キスパート補助:中村好徳、歯科用磁性アタッチ メント標準化委員会委員長:高田雄京)が2010年 9月に開催された ISO/TC106リオデジャネイロ 会議に出席しました。WG22において、「使用す る専門用語の定義」と「マークやラベルの付け方」 の項目で若干の修正が追加されましたが、日本側 の修正案がほぼ認められました。ISO/TC106の 総会において、ISO/CD 13017を DIS (国際規格 案)として投票にかけることが承認され、2011年 6月の投票で反対票なしというお土産付で ISO/ DIS 13017に昇格を果たしました。

Ⅴ. 2011年度の活動

1. 事業目標

2011年7月に歯科用磁性アタッチメント標準化委員会を開催し、2011年9月に開催予定のISO/TC106フェニックス会議において、ISO/DIS 13017の修正承認およびFDIS 投票へ進めること、同時に国産の磁性アタッチメントの特徴(小型で吸引力が大きい)を反映できる維持力測定法の定着を目指し、安価で作製容易な測定ジグを用いた測定法を検討することを今年度の事業目標に定めました。

2. FDIS 昇格に向けての準備

ISO/DIS 13017を FDIS に昇格させるため、DIS 投票で寄せられたコメントに対する対応と回答案を現在検討中です。ISO/TC106フェニックス会議には、4名の委員(コンビナー:水谷紘、コンビナー補助:Kent T. Ochiai、エキスパート代理:高田雄京、エキスパート補助:中村好徳)が出席し、WG22においてコメントに対する回答案を審議する予定です。11月に開催の日本磁気歯科学会学術講演会において、ISO/TC106ファニックス会議の結果報告を行うことを予定しています。

3. 測定ジグの検討

歯科用磁性アタッチメントの ISO 規格化において、維持力測定は必須項目であり、ISO/DIS 13017の規定を満たすジグが必要不可欠です。そのため、ISO 規格の提案国である日本が規格に合った汎用性の高い画一されたジグを所有し、そのジグの利用を海外に提案することは維持力測定法の標準化に大きく貢献すると考えられます。ジグの所要としては、各国で容易に作製できること、低コストであること、精度の高い測定ができることがあげられます。

歯科用磁性アタッチメント標準化委員会では、 昨年度から維持力測定ジグを検討してきました。 ジグの設計及び作製は、NEOMAX エンジニア リング㈱が担当し、その試作機を用いてNEOMAX エンジニアリング㈱、九州歯科大学、日本大学の 各機関が歯科用磁性アタッチメントの吸引力を測 定し、その測定値を基に本標準化委員会で試作機 の評価を行い、改良を続けています。(図7)こ の研究については、日本磁気歯科学会の学術講演 会および学会雑誌等で発表することを検討してい ます。



図7. 維持力測定ジグの試作機

Ⅵ. おわりに

歯科用磁性アタッチメントの国際標準化は、NEDO 助成金で実施した「歯科用磁性アタッチメントの最適化と国際標準の創成」を契機に約6年の歳月かけて進んできました。日本製歯科用磁性アタッチメントの優れた点を十分にアピールし、日本の国益にかなった世界に貢献できる国際規格が日本主導で構築されつつあります。一時は活動資金不足となり、その前途が危ぶまれることもありましたが、ようやく国際規格策定の最終段階に突入ました。ISI/TC106/SC2(Prosthodontic materials)において日本発案の規格は初めてであり、目出度くISO規格になった場合には、第1号となります。国際標準規格創成に日本の小さな学会が中心的役割を果たしたことは本学会にとって大きな功績であると自負する次第です。

謝辞

本稿は、第20回日本磁気歯科学会学術講演会において講演させていただきました内容をまとめたものです。本誌をお借りし、大会長の田中貴信先生のご厚情に心より御礼申し上げます。また、日本磁気歯科学会理事長の石上友彦先生をはじめ、本学会員の皆様の弛まぬご協力のお蔭で歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を進めることができました。皆様のご協力に感謝すると共に、今後ともご協力をお願い申し上げます。

第20回日本磁気歯科学会学術大会 抄録

日 時 平成22年10月30日出・31日(日) 会 場 愛知学院大歯学部楠元講堂

演題番号 1

歯冠外磁性アタッチメントにおけるネック部の 強度について

○庄司和伸,宮田利清,中村好徳,安藤彰浩, 松川良平,伊藤太志¹,岡田通夫¹,小澤隆幸, 田中貴信

> 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座 「愛知学院大学歯学部附属病院 歯科技工部

磁性アタッチメントは、本来、無髄歯への利用が基本的な適応症であったが、より適応範囲を広げるため、有髄歯への利用を目的として歯冠外アタッチメント用プラスチックパターンが開発された。この場合には、欠損部への突出部分が不可避となるため、そのネック部には応力の集中が考えられ、それに耐え得る十分な強度を付与する事が必須である。また臨床上、歯冠外磁性アタッチメントを用いる場合には、支台歯の保護と義歯の動揺を減ずるために、このメール部分に精密に適合するハウジングが付与され、義歯に加わる咬合力を他の維持装置と共に負担する設計とすることが推奨される。今回、このグルーブ嵌合部付きハウジングの有用性を確認するため、強度試験を行った。

ギガウス C600EC キーパートレーを鋳造し、その形態に合わせて、ハウジングダミーおよびハウジングパターンを用いてグルーブに適合したハウジングを作製した。キーパーを所定の位置にセットし、ハウジング内に磁石構造体をセメント合着した。試料数は5とした。

それぞれの試料に対して、破壊荷重測定を行った。破壊荷重測定には、精密万能試験機オートグラフ AGS-500D を用いた。最大破壊荷重量だけでなく、試料を押し込んだ変位量とその時の荷重量の関係を測定し、破断部の観察も同時に行った。荷重部位は、歯冠外磁性アタッチメント中央部を荷重位置とした。

結果は、グルーブに適合したハウジングを装着した場合、破断部はネック部ではなく、グルーブ上縁であった。最大破壊荷重量には、約2倍の強度であった。変位量と荷重量の関係では、歯冠外磁性アタッチメント下部単体に荷重を加えたものと比較して十分大きな弾性変形領域を示し、その最大破壊荷重量には、約2倍の強度であった。

本件に関しては、今後更に確認すべき事項も少なくないが、本実験の結果、グルーブなどの補助 形態を付与する事によって、歯冠外磁性アタッチメントは、臨床的に問題ない機械的強度を有しているものと考えられる。

質疑応答

質問:

(日本大学 大山先生)

今回の発表ですと、メタルのハウジングの効果が大とのことですが、臨床においても今後用いていくと考えてよいですか?

(愛知学院大学 庄司先生)

今後使用していきたいと思っております。

演題番号 2

三次元有限要素法における材料非線形解析の導入 - 第二報 歯冠外磁性アタッチメント 義歯の力学的検討 -

○神原 亮,中村好徳,大野芳弘,安藤彰浩, 熊野弘一,増田達彦,尾関準一,田中茂生, 田中貴信

愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

部分床義歯の力学的検討には、従来から各種の 単純な理論的解析や模型実験、また近年では有限 要素法の導入など、多くの方法が試みられて来た。 しかし、いずれの手段においても、いわゆる粘弾 性特性を有する口腔内の顎粘膜や歯根膜といった 軟組織の挙動を正当に評価することは最大の難関 であった。

我々は、三次元有限要素法解析において、この 軟組織部分に関して材料定数を自動的に変化させ ることで材料非線形性を再現し、その挙動を生体 の特性により近似させる基本的な手法を確立し、 その概要は既に本大会で報告した。

本研究は、この手法を用いて前回報告した下顎 モデル上に遊離端義歯を加えたモデルにおける、 より実際的な力学的動態の合理性を検討したもの である。

解析モデルは、下顎第一、第二大臼歯欠損の片側遊離端欠損症例に対し、歯冠外磁性アタッチメントを用いた義歯設計とした。荷重条件は5Nの小荷重から200nの大荷重までとした。

解析の結果、支台歯の変位量および義歯の沈下量の変化は、小荷重時に急激に増大するが、荷重量の増加に伴って緩やかになる非線形的な変動を示した。 全般的な所見としても、従来の各種生体計測等の所見と矛盾しない合理的な挙動が確認された。また、咬合力に相当する荷重量でのアタッチメント部の変形量は弾性変形範囲内であり、破損が危惧される歯冠外磁性アタッチメントにおいて、本研究に用いた義歯設計は、変形や破折傾向の少ないものであることが示唆された。

今回、有床義歯、特に部分床義歯の有限要素解析を行うにあたり、特に重要と考えられる咬合力下での粘膜の被圧変位量と義歯の沈下量の関係について、実際の口腔内における事象と整合性のある解析結果が得られた。このことから、有限要素法解析を用いた義歯の力学的検討における材料非線形解析の有用性を明確に示すことができたものと考えられる。

質疑応答

(日本大学 石上先生)

- ①前の演題では500Nまで問題はないとの報告でしたが、今回は200Nで非線形にしたのは何故ですか?
- ②メールとフィメールの金属を違う要素を入れた理由は?

(愛知学院大学 神原先生)

①庄司の発表とは論点が異なります。発表は材料としての強度と条件を変えたときの強度であって、自分の場合は咬合力と考えられる荷重200Nに対

する変形量およびその安全性を考えたものです。 ②同じ材料で定義しております。今後、実例データから材料をいれるとすれば、メール部とフィメール部は同じ材料であるべきと思います。

(日本大学 内田先生)

義歯のみに加重しているが、支台歯への加重は しなくてよいのですか?

(愛知学院大学 神原先生)

本来は支台歯にも荷重をかけたいのですが、力 学的なバランスを考慮し、まずは義歯だけに対し て行いました。

(日本大学 山中先生)

条件付けをより臨床に近づけたほうがよいと思いますが、どうお考えですか。

(愛知学院大学 神原先生)

条件づけはもちろん大切ですが、まず材料定義の妥当性を検証することが先であり、その後でないと結果に説得力がなくなる。

(愛知学院大学 田中先生)

共同発表者の一人としてさらに追加しますが、 従来の線形解析では、軟組織に対して1kgf程度 の荷重範囲しか対象にできなかったものが、今回 の非線形解析の導入により、実際の咀嚼力レベル の20kgfでも合理的な解析が可能となったという 意味で、本研究の内容は、先の庄司和伸の報告の アタッチメント自体の機械的強度とは直接関係あ りません。

演題番号 3

前方咬合時に根面板の軸面傾斜角度が支台歯に 及ぼす影響

- 下顎滑走運動を考慮した境界条件の応用 -
- 〇山中大輔¹,大山哲生^{1,2},中林晋也¹, 片倉祐輔¹,内田天童¹,月村直樹^{1,2}, 石上友彦^{1,2}

¹日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座 ²日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門

磁性アタッチメントをオーバーデンチャーの支 台装置とする際、キーパー付き根面板の形態は、 支台歯および周囲組織に対し影響を及ぼすと考え られる。今回、両側咬合時におよび前方咬合時を 再現し、各咬合時において、根面板の軸面傾斜角度の違いが支台歯および周囲組織に与える影響を知る目的で有限要素法を用いて解析し、比較検討を行った。

解析モデルとして、支台歯は両側下顎犬歯を想 定し、咬合平面に対し15度唇側傾斜させて構築し た。根面板上面を咬合平面と平行とし、高径を舌 側顎堤粘膜から2.5mmに設定し、根面板の軸面傾 斜角度を0°、15°、30°とした3種の根面板モ デルを構築した。荷重条件として、両側咬合時お よび前方咬合時の各咀嚼筋の筋収縮量に応じた荷 重を加えた。下顎頭の回転滑走運動を再現する拘 束条件として、前下方に30° および正中下方に 5。傾斜した平面上を下顎頭が滑走可能となるよ うにジョイント要素を設定した。また、下顎人工 歯の咬頭傾斜角を25°と設定することで、上顎人 工歯舌側咬頭が下顎人工歯咬頭内斜面を滑走する 両側性平衡咬合時をジョイント要素により再現し た。分析項目として、皮質骨の応力分布および支 台歯に加わる力を計測し、以下の結論を得た。

両側咬合時ではすべてのモデルにおいて小臼歯相当部および切歯相当部に同程度の応力集中が認められ、モデル間で最小主応力分布の差は小さかった。前方咬合時では小臼歯相当部に比べ切歯相当部に応力の集中が認められ、軸面傾斜が30度のモデルで最小主応力は最も小さな値を示した。根面板の軸面傾斜角を大きくすると支台歯に加わる力は減少した。すなわち、前方咬合時において前歯部に応力が集中しやすくなると考えられるが、根面板の軸面傾斜角を大きくすることで、支台歯に加わる力は軽減できると示唆された。

質疑応答

(愛知学院大学 中村先生)

軸面傾斜角度を 0 度、15度、30度と変化していますが、臨床的にはどのようなことを想定していますか。

(日本大学 山中先生)

実際に根面板を製作する際には、人工歯排列のスペースを確保するためにキーパーを舌側に位置づけることがあると思いますが、その場合、唇側の軸面傾斜が義歯の挙動に影響すると考えモデルの構築を行いました。

(愛知学院大学 田中先生)

発表の初めに、一見複雑なジョイント機構を示し、今回の解析にはそれを導入したとのことですが、生体の顎関節は、単純・授動的に咬頭斜面に引きずられるものではなく、即時に神経・筋反射によるフィードバックが掛かり、咀嚼筋の荷重バランスが変化した咬合位を採る(場合によってはその変位に抵抗して、元の位置を保持する)ものと考えますが、提示されたジョイント機構の採用に、実際的な価値が有るのでしょうか?

(日本大学 山中先生)

下顎頭の動きおよび義歯の挙動を再現させることで従来拘束していた解析に比べて、より生体に近い解析が可能になったと考えております。

座長総括(演題番号 1,2,3)

日本大学歯学部 • 大山哲生

1. 歯冠外磁性アタッチメントにおいて、ハウジングの形態がその強度に及ぼす影響について検討した報告であった。歯冠外磁性アタッチメントは、磁性アタッチメントの適応範囲を有髄歯に広げる方法の1つとして期待されている方法である。本研究では、通常のアタッチメント形態ではそのネック部に集中する応力を、ハウジングの形態を適切に設計することで、ネック部とスリット部に分散し、その強度が向上するとの結果であった。本研究結果は、臨床家にとって今後の歯冠外磁性アタッチメントのさらなる活用に有用な示唆を与えるものである。

2. 有限要素解析において、特に粘弾性特性を有する歯根膜および粘膜に対して材料非線形解析を導入することで、より生体に近い条件で解析が可能となったとの報告であった。歯冠外磁性アタッチメントを用いた義歯設計時における義歯および周囲組織の力学応答様相が、材料非線形性の再現の有無により大きく異なり、特に大きな荷重条件下においての有効性が示された。三次元有限要素法を生体力学解析に応用する場合、生体での力学的挙動を有限要素モデルで再現する必要があり、今後の研究の発展に注目したい。

3. 根面板の軸面傾斜度が支台歯および周囲組織に及ぼす影響を検討した報告であった。本報告で特筆するべき点として、三次元有限要素法における回転滑走運動を再現可能な新たな要素(ジョイント要素)を応用することで、下顎の滑走運動を境界条件として設定可能とし、両側咬合位および前方咬合位を再現したことにある。前方咬合位では、両側咬合位と比べて、臼歯部より前歯部において多くの力を負担している結果であった。また、特に前方咬合位において、軸面傾斜度30度のモデルが最も小さな応力値を示した。本研究も有限要素法における新たな方向性を示すものとして、今後の研究の発展に期待したい。

演題番号 4

改良型ギガウスCを用いた一症例

○河野稔広, 槙原絵理, 八木まゆみ, 有田正博, 千草隆治, 鱒見進一, 鯨井 修¹

遊離端欠損患者の中には、パーシャルデンチャーを装着せずに放置し、下顎後退および咬合高径の低下を生じている症例が認められる。

今回、このような遊離端欠損の女性患者に対し、 改良型ギガウスCを用いた下顎パーシャルデンチャー を製作し、良好な結果を得たので報告する。

患者は62歳女性、歯周病治療希望にて当病院を 受診し、基本治療終了後、当科紹介となった。当 科初診治療時、主訴は下顎臼歯部欠損による咀嚼 障害、および審美障害であり、<u>③21</u>|<u>①②3④</u>、 5432 は TEK の状態であった。

遊離端欠損放置による下顎後退および咬合高径 の低下が認められた。また、5は舌側へ転位し、 咬合していない状態であった。

下顎両側遊離端欠損放置により下顎が後退し咬合高径の低下が認められたが、顎関節症状は認められなかった。下顎の前方移動および咬合挙上を試みたが患者が適応不能であったため、 $\boxed{560}$ Br、 $\boxed{321}\boxed{0230}$ Brの製作により咬合平面を修正し、下顎義歯を製作することとした。義歯設計は $\boxed{7-4}\boxed{4-7}$ パーシャルデンチャーとし、 $\boxed{54}\boxed{5}$ はキー

パー付き根面板を装着した。

義歯の装着感については患者の満足度は非常に高く、また審美的な問題についても問題はなかった。1ヶ月に一度、メンテナンスを行っているが、経過は良好である。

今回、遊離端欠損を放置していた女性患者1名に対し、改良型ギガウスCを用いた下顎パーシャルデンチャーを装着したところ、装着感および審美性に対する満足度も非常に高く良好な結果を得ることができた。

また、改良型ギガウスCは従来型よりも短径が 短く製作されているため、根面形態が近遠心径の 狭い症例に有効であり、さらに補綴装置も製作し やすいことが確認できた。

質疑応答

(日本大学 石上先生)

キーパーより構造体が大きいのでハウジングを 使うと死腔ができませんか。

(九州歯科大学 河野先生)

多少の死腔はできると思います。

(日本大学 秋田先生)

キーパーの合着に用いたセメントと磁性体の合着に用いたセメントを使い分けた理由を教えてください。

(九州歯科大学 河野先生)

キーパーの合着には操作時間に余裕のあるパナビアを用いた。磁性体の合着では臨床的に失敗の少ないスーパーボンドを用いた。

演題番号 5

キーパー小型化磁性アタッチメントの臨床試用

○名古屋千尋¹,梅川義忠¹,²,石上友彦¹,², 鯨井 修³,豊間 均¹,²,高村昌明¹, 露無益子¹,遠藤茂樹¹

> ¹日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座 ²日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門 ³株式会社ジーシー

今回、キーパー小型化磁性アタッチメントである楕円形の GIGAUSS C800が試作され、キーパーの短径が磁石構造体と比べて0.2mm小さいことか

ら、より多くの症例に対して適用が期待される。 そこで本研究では、キーパー小型化磁性アタッチメントの吸引力および漏洩磁場を従来型の D800 と比較することにより、臨床における有用性を検 討するとともに、その臨床試用例を報告した。

試験体は、キーパー小型化磁性アタッチメントである GIGAUSS C800 (以下 C800、GC)、比較対象として GIGAUSS D800 (以下 D800、GC)とした。吸引力測定には、万能試験機 (島津製作所) および日大型引張り試験用治具を使用し、各5個の試験体を5回ずつクロスヘッドスピード5.0㎜/min にて引張り試験を行った。また漏洩磁場測定には、ガウスメータ(東洋テクニカ)を使用し、磁石構造体とキーパーを吸着させた状態で、磁石構造体とし、測定を行った。

C800の吸引力は719.1gf、D800は700.0gf を示し、D800に対して C800の吸引力は有意に大きい値を示した。C800の漏洩磁場は、D800と比較して小さい値を示し、特に歯肉側に近い接合部およびキーパー下面において小さい値を示した。

また、C800による臨床症例では、歯根の幅径 からD800の適用が困難であった症例に対してC800 を適用し、現在まで良好な経過を維持している。

今回報告したキーパー小型化磁性アタッチメントは、その構造的特長からより多くの症例に適用できる可能性があり、D800と比較しても吸引力が大きく、漏洩磁場が少ないことから、有用性が高い磁性アタッチメントであると考えられた。

質疑応答

(愛知学院大学 宮前先生)

CタイプとDタイプではCタイプのほうが漏洩 磁場が大きくなっていたが、Cタイプではキーパー と構造体に形態上のギャップが生じるので、その 点から考慮して今回の結果をどう考察するかお教 えいただきたいのですが。

(日本大学 名古屋先生)

キーパーを小さくしたことでギャップが生じ、 漏洩磁場が大きくなることが予想されましたが、 CタイプとDタイプを比べた際、(義歯に埋め込む磁石構造体上部のアンダーカットが磁場回路を 阻害し、不利に働くことから)アンダーカットの 大きなDタイプの方が小さな値になったことが考 えられます。

(愛知学院大学 中村先生)

ギガウス C の絞りは長径側に付与するほうが吸引力には有利かと考えられますがいかがですか? (G C 鯨井先生)

従来、絞りは効果があるとしていたが、現在、 絞りはなく、ストレートでも吸引力を出すことが できるようになったので、C800には付与してお ります。

(愛知学院大学 中村先生)

改良型ギガウス C 800 は短径を0.2mm短く設定しているが、個々の磁場解析にいよると短径の変更は吸引力に影響を与えると考えますか?

(日本大学 名古屋先生)

キーパーが小さくなることで吸引力は小さくなるとの報告を受けております。しかし、それ以上に磁性構造体上部によるアンダーカットの幅の影響を多く受けているため、Cタイプの方がDタイプに比べて大きな吸引力を示すと考えられます。

演題番号 6

前歯部ブリッジのポンティックに磁性アタッチ メントを応用した 1 症例

○曽根峰世, 奥津史子, 草野寿之, 松川高明, 蓮池敏明, 大川周治

明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

【緒言】

磁性アタッチメントは磁石の吸引力を維持力として応用しており、審美補綴における支台装置として優れた特徴を有している。今回我々は上顎前歯部に装着した延長ブリッジのポンティック部に磁性アタッチメントを応用することで、審美性と装着感の向上を試みた症例について報告する。

【概要】

患者は61歳の女性で、咀嚼障害を主訴に来院した。右上1番、左上1番、2番には連結冠が施されているが、左上2番は歯頸部付近で歯牙破折しており残根状態を呈していた。左上3から7番は欠損しており、3年前に作製したPDを不適合のまま装着していた。

【治療内容】

全顎にわたる前処置を終了した後に左上2番に根面板を装着し、その上部を左上1番から延長されたブリッジの前歯部ポンティックが被覆するとともに、そのポンティックの内部に磁性アタッチメントを応用した部分床義歯を作製した。これにより磁性アタッチメントの特徴を生かしながら、歯冠形態を回復し、根面板の支持機能を活用することで、延長ブリッジの欠点であるカンチレバー構造からくる支台歯への負担過重を軽減できると考えた。

【結果】

今回、磁性アタッチメントを用いることで前歯部からクラスプを廃し、床の形態をできる限りコンパクトにしたことで、患者の要求を満足させる結果が得られた。現在、装着後6ヶ月を経過しているが、機能的にも問題はなく、良好な結果が得られた。今後も定期的な経過観察を行っていく予定である。

質疑応答

(愛知学院大学 神原先生)

審美的な補綴処置には歯周病リスクが必ず考慮に入れなければならないと思いますが、かなり歯 周病の進行がみられる症例に対して、メンテナン スや補綴物に関して、何か工夫があれば教えてく ださい。

(明海大学 曽根先生)

①-r月に一度のリコール時のメンテナンス(シリンジ内にネオステリングリーン®もしくはコンクールF®を用いたイリゲーション、全体的なPMTC)

②3-+-2の舌側を開放するようなPDの大連結子を用いることで(今回はパラタルバー)口腔内での自浄性に関して考慮しました。

演題番号 7

アタッチメント磨けてますか? 歯科衛生士によるアタッチメント義歯利用患者 への口腔衛生指導

○榊原由希子,岸本美佳,松下和子, 山口みどり,増田達彦¹,安藤彰浩¹, 中村好徳¹,田中貴信¹

> 愛知学院大学歯学部附属病院歯科衛生部 「愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

アタッチメントは、部分床義歯の維持装置の一つとして、機能性、審美性などの利点から、高い評価を得てきた。近年、さらに、新しいタイプの磁性アタッチメントも加わって、臨床現場で多用されている。これらの様々なアタッチメントは、耐食性、耐久性に優れた金属材料で作製されることが多いが、複雑で特殊な形状を持つアタッチメントは、通常のブラッシングのみで清潔に保っことは難しく、プラークや歯石の沈着により、支台歯の齲蝕、歯周組織の炎症をも引き起こすことが多く見受けられる。少しでも長く良い状態で残存歯を残すことで患者のQOLを上げるためには、どのような補綴物にも患者自身による適切なメンテナンスが必要であり、その裏付けがあって初めて臨床的な価値を維持できることになる。

そこで当科では、歯科衛生士による一般的なブラッシング方法の指導に加えて、利用されているアタッチメントの形態に合わせた清掃用具の選び方や使用法について指導を行っている。

多くの臨床症例を通して、アタッチメント義歯は、義歯と支台歯双方の形態の単純さを、臨床的利点の1つとして強調されてきた。しかし、歯冠外型の様なアタッチメント部分の形態が複雑になる設計では、磨き残しが多くなることがわかった。そこで、アタッチメントに対して、試行錯誤の結果、いくつかの補助的清掃用具を本来とは異なる方法で使用することにより、それらを清潔に保つことが可能となった。しかし、補綴治療前、治療中を通しての歯科衛生士によるプラークコントロールの必要性を再認識することとなった。

今回の指導内容によって、本症例では良好な結果を得ることができたが、全ての患者に適用でき

るわけではなく、また、加齢や障害などの理由で 清掃法を見直す必要が生ずる可能性が考えられる。 私たち歯科衛生士は、一般的なブラッシング指導 をするだけでなく、患者の環境、習得能力、口腔 衛生に対する意識など、個々の患者に合わせた口 腔衛生指導を行う必要があると思われる。

質疑応答

(日本大学 石上先生)

- ①マグネット歯ブラシは販売中止したのではないでしょうか?
- ②MT冠の歯冠は長いと磨きやすいのではないですか?

(愛知学院大学 榊原先生)

- ①マグネット用歯ブラシはまだ購入可能です。
- ②MT冠は孤立歯と考えられるので、近遠心側に プラークが目立ちます。

座長総括(演題番号 4,5,6,7)

千葉県・田中譲治

本セッションは、改良型磁性アタッチメントについての検討と磁性アタッチメントの臨床応用および口腔衛生指導についての発表がなされた。

4及び5.磁性アタッチメントを使用するにあたり、使用できるキーパーの大きさや形状は支台歯の断面の大きさおよび形状により制限される。そのため断面が小さい場合には吸引力の強い磁性アタッチメントの使用が困難であった。この課題を解決するためにも、小型化した磁性アタッチメントの研究で非常に有用な内容であった。臨床応用においても有用性が確認され、また、磁石構造体と大きさの異なるキーパーを単に使用することで漏洩磁場が大きくなるといわれているが、その点においても問題が生じないという興味ある発表で、磁性アタッチメントのさらなる進化が窺える貴重な報告と考えられる。

6. 状態不良な歯根を磁性アタッチメントの臨床 応用により保存し、加えて、審美性と装着感を考 慮して設計された応用症例で、磁性アタッチメン トの適応を広げる興味ある報告であった。今後も 経過を追って、より詳細に検討されていくことが 期待される。

7. 口腔衛生指導に関する報告で、アタッチメントの形態に合わせた清掃用具の選び方や使用法を指導し、そのことを患者自身が理解し適切なメンテナンスをすることで、臨床的価値を維持できるという極めて有意義な報告であった。磁性アタッチメントにおいても根面を利用するだけでなく、歯冠外やインプラントへの利用など多様化されてきているが、いずれにしろ口腔衛生は非常に重要で、磁性アタッチメントの普及のためにもさらなる研究が期待される。

演題番号 8

MR 装置における鋳造用磁性合金の安全性についての検討

○長谷川みかげ¹, 宮田和幸¹, 阿部有希¹, 永井栄一^{1,2}, 中川有紀¹, 鈴木奈央未¹, 石上友彦^{1,2}

> 「日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座 ²日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門

【目的】近年、磁性アタッチメントの臨床の適応 範囲を広げる目的で、鋳造用磁性合金が市販され ている。しかしこれらは、MR 撮像への影響が 懸念される。本研究では MR 装置に対する鋳造 用磁性合金の安全性を規格に準じて検討した。

【方法】Philips 社製3.0T - MR 装置を用い、歯科用金銀パラジウム合金製キーパー付き根面板(パラトップ12マルチ、デンツプライ製)と、鋳造用磁性合金(アトラクティーP,徳力本店)で作製した根面板(以後アトラクティーP)の検討を行った。発熱試験では、SAR(組織非吸収率)が最大となる発熱が起こりやすい条件にて、20分間のラジオ波の照射をし、温度上昇を測定した。人体等価ファントムは、皮膚と電気的特性が等価となるように、蒸留水にカラギーナン、塩化ナトリウムを溶解して用いた。被検体は、磁場方向に垂直で表面から2.0センチの位置に設置した。高磁場中の力学的作用は作製した測定器を用い磁場傾斜が最大となる装置開口部付近で計測した。アー

チファクトの測定には、スピンエコー法とグラジェントエコー法を用い、装置にすでに設定されているシーケンスにより撮像した。

【結果、考察】加温試験でのアトラクティ P と キーパー付きの根面板の最大温度上昇は0.5度で 同程度であった。偏向力測定にて、安全基準である45度を下回るまでに必要であった重量は、キーパー付き根面板では 4 g、アトラクティ P は26 gであった。

アーチファクト測定では、アトラクティ Pのアーチファクトはキーパー付き根面板よりも大きく、1.0g程度のアトラクティ Pによる補綴装置が撮像部に近接している場合、MRIによる画像審査は困難であることが分かった。よって、MR撮像中の発熱量は小さいものの、MR検査前にアトラクティ Pによる補綴装置を口腔内より取り除く必要性が示唆された。

質疑応答

(徳島大学 芥川先生)

偏向力はキーパーに含まれる強磁性体部分の体 積(キーパーのみ、あるいは根面板全体)の違い によるものと考えてよいでしょうか

(日本大学 長谷川先生)

はい。パラジウムのみでは偏向力は 0 であるため、強磁性体部分の体積の違いであると考えています。

(徳島大学 芥川先生)

発熱は導電体(両者ともキーパーすべて)の体 積がほぼ同じであるため、ほぼ同様の結果となっ たと考えてよろしいでしょうか。

(日本大学 長谷川先生)

はい。今回の結果からみると、アトラクティP とパラジウムの発熱の傾向は近いと考えられます。

演題番号 9

鋳造用磁性合金の吸引力と漏洩磁場の検討

○宮田和幸¹, 長谷川みかげ¹, 阿部有希¹, 小豆畑拓夫¹, 齋藤秀雄¹, 諸隈正和¹, 秋田大輔¹, 石上友彦¹,²

> ¹日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座 ²日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門

鋳造用磁性合金は、支台歯にキーパーの設置の必要がなく、磁性アタッチメントの自由度を高める材料として、近年臨床で使用されている。しかし、この合金の吸引力についての報告は、測定方法によって結果は一様でなく、また漏洩磁場についての報告は見当たらない。そこで本研究は、現在普及しつつある鋳造用磁性合金の吸引力および漏洩磁場について、既製のキーパーと比較することにより、その有用性について検討した。

試験体は、キーパー (GIGAUS D600, GC) および鋳造用磁性合金 (アトラクティ P、徳力本 店)より作製した金属板とした。鋳造用磁性合金 より作製した試験体の吸着面を、注水下にて耐水 研磨紙#2000まで研磨した後、バフにて鏡面仕上 げしたものと、臨床を想定し、ハンドピースおよ びシリコンポイントにて手研磨を施したものの 2 種類とし、それぞれ5個ずつ作製した。最終的な 外形は、磁石構造体の吸引力が十分に発揮できる サイズを考慮し、5.0×5.0×1.0mmとした。各試験 体の磁石構造体 (GIGAUS D600, GC) との吸 引力の測定は、日大型引張り試験用治具および万 能試験機(EZ-Test、島津製作所)を使用し、ク ロスヘッドスピード5.0mm/min にて引っ張り試験 を行った。漏洩磁場はガウスメータ (ハンディガ ウスメータ5170型、東陽テクニカ)と検出域が表 面より0.3mmの位置にあるプローブ(薄型トラン スバースプローブ STB1X-0201、東陽テクニカ) を用いて、磁石構造体と試験体の接合部における 磁束密度を測定した。

鋳造用磁性合金にて作製した試験体は、キーパーに対して約60%の値の吸引力を示し、漏洩磁場は増加した。鏡面仕上げした試験体に対して、手研磨を施した試験体は吸引力の低下が認められたが、漏洩磁場に差は見られなかった。鋳造用磁性合金

を磁性アタッチメントに応用した場合は、吸着面の鏡面仕上げの必要性があり、吸引力がキーパーに比べ低下する可能性がある可能性が示唆された。

質疑応答

(徳島大学 芥川先生)

鏡面と手研磨では漏洩磁場の差は小さく、したがって、吸引力の差はほとんどないように思います。さらなる検討をお願いいたします。

(日本大学 宮田先生)

測定部位とプローブの検出域の距離が0.3mm存在するため、磁束密度が大きく低下し、有意差が生じなかった可能性が考えられます。より近い位置での磁束密度の測定について検討が必要と考えます。

演題番号 10

3.0T-MR 装置の機種別 RF 発熱の比較 - キーパー付きインプラントと 根面板における比較 -

○阿部有希¹, 長谷川みかげ¹, 宮田和幸¹, 永井栄一¹¹², 田所里美¹, 木内美佐¹, 石上友彦¹¹²

> ¹日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座 ²日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門

【目的】MR装置は、近年の技術の発達により高磁場化・高出力化が進み、それに伴い人体への影響が懸念されている。その影響の1つである、MR撮像時にラジオ波(RF)により体内金属に生じる発熱反応は、同一の静磁場を有していても装置によって異なるとの多くの報告があり、装置の機種別による安全性の検討が必要と考えられる。そこで本実験は、製造元の異なる2機種の3.0T-MR装置にて、キーパー付き補綴装置の発熱試験を行い、その安全性について比較、検討した。

【方法】試験体および試験条件は、第19回日本磁 気歯科学会において長谷川らが報告した、Philips 社製 MR 装置 Achieva 3.0T Nova Dual を用い た発熱試験と同様とし、ASTM(米国材料試験 協会)F2182-02a の定める加温試験方法に準じて 行った。試験体はキーパー(GIGAUSS D600, GC)付きインプラント(SCREW IMPLANT Re SETiO FIXTURE, CUSTOM ABUTMENT, GC)およびキーパー付き根面板(パラトップ12マルチ、デンツプライ三金)とし、今回比較としてMR装置はGeneral Electric(以下GE)社製Signa Excite HDx 3.0Tを使用した。最大出力を得るため、装置における最大SAR(比吸収率)にて、20分間のRF照射による温度上昇を測定し、得られたデータを長谷川らの報告と比較し、装置の違いについて検討した。

【結果、考察】全ての試験体において、Philips 社製 MR 装置と比較して、GE 社製 MR 装置の 方が大きい発熱を示した。いずれの MR 装置に おいても、キーパー付き根面板はキーパー付きイ ンプラントと比較して発熱が大きく、また先端部 と比較すると、歯肉縁部の発熱が大きい結果を示 した。GE 社製 MR 装置において、キーパー付き 根面板歯肉縁部が0.8℃と最も大きい温度上昇を 示した。GE 社製 MR 装置は、SAR 上限値が高 く、そのため撮像における出力が Philips 社製 MR 装置と比較して大きくなり、発熱が大きい 結果を示したと考えられた。安全性を考慮し、撮 像前に装置ごとの性能や撮像条件、照射時間、お よび SAR 値などを確認する必要性が示唆された。

質疑応答

(千葉県 田中先生)

インプラント体による温度上昇は根面版よりも 少ないと考えてもよろしいでしょうか。

(日本大学 阿部先生)

形状によって異なるため、確定はできませんが、 チタンは金銀パラジウム合金と比較して、発熱し にくい材質である可能性が高いと考えられます。

(徳島大学 芥川先生)

試料を置く方向によって発熱は変わりますか。 (日本大学 阿部先生)

試験体の方向によって表皮効果などの影響も変化するため、発熱も変化すると考えられます。

演題番号 11

キーパーによる MR 画像アーチファクトの理 論的検討 第 2 報

- スライス選択への影響 -
- ○鮫嶋秀幸, 手川歓識¹, 芥川正武², 木内陽介²

徳島大学大学院先端技術科学教育部 ¹徳島大学大学院へルスバイオサイエンス研究部 ²徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

【目的】

磁性アタッチメントのキーパーによる MRI アーチファクトを、磁化したキーパーを磁気ダイポールで近似することで、計算機シミュレーションでの理論的検討を行い、定性的・定量的な評価を行う。この結果より歪みの範囲を臨床の場で簡便に推定可能とすることを目的とする。

【方法】

MRI 機器の中に入ったキーパーは MRI の静磁界により磁化し、磁石のような振る舞いをする。磁化したキーパーにより MRI の位置情報エンコードのための磁界が歪められ、画像にアーチファクトが生じると考えられる。

磁化したキーパーを磁気ダイポールで近似し撮像領域の磁界分布を求め、MRI 画像化の原理に基づいて幾何学的歪み、濃度歪みを求め、画像への影響を検討した。

今回の検討では MRI のスライス選定に関して z 軸上及び coronal 面での検討を行った。

想定した解析対象は、材料 SUS430、直径 4 mm、高さ 1 mmの円盤状のキーパー。MRI は静磁界1.5 T、傾斜磁界30 m T/m、また、解析範囲中にはプロトンが均一に分布しているものとした。

【結果、考察】

検討の結果よりスライス選択面は傾斜磁界の強い方向に向かい大きく膨らみ、特にキーパー周辺では NMR 信号強度の減衰が確認できた。

これらは既報の実測検討と同様の傾向を持っており、本検討の有用性が確認された。

直径 4 mm、高さ 1 mmのキーパーを想定し場合、キーパーを中心とした半径20mm程度の範囲では幾何学的・濃度的歪みが大きく、その範囲を画像化する

ことは困難である。

3次元空間での検討、異なる MRI シーケンス での検討などが今後の課題である。

質疑応答

(日本大学 長谷川先生)

スライスの選択方法を周波数を変化させて傾斜磁場の強度一定で行っていましたが、臨床では傾斜磁場で変化させるほうが一般的と思われますが、どうしてこの様に設定したのですか。また BW はどのくらいに設定していますか。

(徳島大学 鮫島先生)

理論検討でしたので、BWの設定はしておらず、信号強度等の結果はBWからのS/Nを考えておりません。(今回はキーパーによる磁気歪のみを検討しております。)

傾斜磁界、周波数変化についても同様であり、 理論上での検討で図については今回までの結果の 一例を示したものになります。

上記事項については今後検討をすすめる中で対象としたいと考えております。

演題番号 12

磁石構造体ハウジングが磁性アタッチメントの 吸引力に及ぼす影響

○前田祥博,水野行博,土田富士夫¹, 淹新典生¹,鎌田奈都子¹,大久保力廣¹ 細井紀雄²

> 鶴見大学歯学部歯科技工研修科 ¹鶴見大学歯学部歯科補綴学第一講座 ²鶴見大学

本学では磁性アタッチメントの磁石構造体を義歯に組み込む際、磁石構造体とキーパーを三次元的に正確に位置付けるため、レジン製または金属製のハウジングを用いている。ハウジングの使用により組み込み操作が容易になり、また吸引力の低下が避けられるなど、臨床的に高い評価を得ている。本研究は磁石構造体ハウジングの使用が磁性アタッチメントの吸引力に及ぼす影響を定量的に検討したものである。

磁性アタッチメントとしてフィジオマグネット

35(ニッシン)を使用し、1つのキーパー付き根面板に対してハウジングを使用しない磁石構造体5個の吸引力を測定してコントロールとした。続いて同じ磁石構造体5個を用いてレジンハウジングおよびメタルハウジングを製作し、吸引力を測定した。吸引力の測定には小型卓上試験機FGS-TVおよびデジタルフォースゲージFGC-1(日本電産シンポ)を使用し、ユニバーサルジョイントを用いてクロスヘッドスピード5.0mm/min、移動距離1.0mmにより10回の引張試験を行い、平均値を吸引力とした。統計解析は一元配置分散分析および Scheffe の多重比較を用いた。

吸引力はコントロールで 4.17 ± 0.13 N、レジンハウジングで 4.45 ± 0.03 N、メタルハウジングで 4.59 ± 0.04 N となり、3者間に有意差が認められた。ハウジングの使用により水平方向へのずれが規制され、吸引力に差が現れたものと思われた。またレジンハウジングとメタルハウジングとでは、製作法の相違からメタルハウジングのほうがエアギャップが少ないものと推察される。

以上のことから磁石構造体ハウジング、とくにメタルハウジングを使用することにより、操作性の向上に加えて、吸引力の面でも有利であることが確認された。

質疑応答

(愛知学院大学 中村先生)

既製品のハウジングパターンがGC、モリタが販売されているが、ハウジングをオリジナルで製作された利点は何か。

(鶴見大学 前田先生)

既製品では根面板軸面部には、ハウジングが無いため、当大学では、根面板軸面部に延長することによる。キーパーと磁石構造体の3次元的に正確な位置づけができることを利点としています。

(日本大学 石上先生)

維持力の違いが出る理由が理論的に理解しにくいのですが、ハウジングのみでの維持力を教えてください。

(鶴見大学 前田先生)

今回の実験において、ハウジングのみでの測定 を行っております。キーパー付き根面板の形態を 摩擦抵抗の無い形態としています。

(九州歯科大学 鱒見先生)

適切な考察がなされていると思います。メタルハウジングの製作後も一般的な方法とは異なりますが、一般的な方法とは異なりますが、ギャップが最小となる製作法と思われます。レジンハウジングの製作時のレジン重合完了までの磁石構造体の保存方法を考慮されたら、吸引力がもう少し上がると考えられます。

(鶴見大学 前田先生)

今後のレジンハウジングの製作時の参考とさせ ていただきます。

演題番号 13

マグネットデンチャーの支台歯の配置と維持力 についての検討

○梅川義忠^{1, 2}, 小川 泰¹, 大谷賢二^{1, 2}, 大野 繁¹, 石上友彦^{1, 2}

> ¹日本大学歯学部歯科補綴学教室Ⅱ講座 ²日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門

全部床義歯は十分な吸着が得られている場合、一般的な咀嚼運動時に問題を生じることは少ない。しかし、下顎全部床義歯では十分な吸着が得られた症例であっても、急な舌運動や開口により辺縁封鎖が損なわれ、浮き上がりを生じることもある。そこで、少数のインプラントを埋入しアタッチメントを応用することは、離脱防止に大きな効果が期待できる。磁性アタッチメントを用いたインプラントオーバーデンチャーも多くの優れた症例が報告されているが、義歯の形態を再現し維持力の変化を実験的に検討した報告は少ないため、本研究では、非機能的な離脱力が生じた場合を想定し、磁性アタッチメントの配置と義歯の維持力との関係について、引張り試験により検討した。

義歯モデルおよび顎骨モデルを加熱重合レジンにより製作し、顎骨モデル上にシリコーンラバーによる擬似粘膜を貼付して、実験モデルを製作した。実験モデルの正中、下顎左右犬歯および大臼歯相当部の擬似粘膜を穿孔し、磁性アタッチメント(GIGAUSS D600, ジーシー)を常温重合レジンにて固定した。日大型引張り試験用治具を用いて万能試験機(EZ-Test,島津製作所)上で人工唾液を介在させた義歯モデルを牽引し、開口時

の離脱を想定した維持力測定を行なった。

磁性アタッチメントを下顎全部床型オーバーデンチャーに装着することで、浮き上がりに対して有意に大きな維持力の増加が見られた。磁性アタッチメントを正中に配置した場合には、義歯前方部の浮き上がりに対し有意な維持力の増加が見られたが、後方からの浮き上がりに対して有意な影響は見られなかった。磁性アタッチメントを正中および左右犬歯相当部に配置した場合は、前方、側方および後方のいずれからの離脱に対しても有意に大きな維持力の増加が見られた。

以上の結果より、少数の磁性アタッチメントでも、配置により義歯の安定に有意な影響を与えることが示唆された。

質疑応答

(愛知学院大学 神原先生)

磁性アタッチメントの配置に関する検討が行われているが、その配置における構成面積と維持力との間に何か関係はありますか。

(日本大学 梅川先生)

今回は面積について考慮していないが、今後検 討していきたいです。

(東京医科歯科大学 水谷先生)

クロスヘッドスピードを5 mm/min に設定しているが、このスピードをより速くした場合の結果に及ぼす影響は考えられますか?

(日本大学 梅川先生)

予備実験の結果のみであるため、正確な回答は できないが、多少低くなる傾向です。

(敬天堂歯科医院 蒔田先生)

前歯正中部と左右臼歯部、計3点の場合の追加 研究をお願いします。

(日本大学 梅川先生)

実験を追加して報告したいと思います。

(東北大学 髙田先生)

離脱のために加えた力の方の意味、目的について教えてください

(日本大学 梅川先生)

義歯脱離時のオトガイ筋、咬筋、舌などの動き を考慮したものです。

演題番号 14

歯科用磁性合金 Attract Pの再鋳造による吸引力への影響

〇吉原健太郎,岩井孝充,中村好徳,庄司和伸, 大野芳弘,神原 亮,松川良平,佐藤志貴, 田中貴信

愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

「鋳造用磁性合金 Attract P」は、磁石に吸着する鋳造可能な歯科用合金であり、任意な形態のキーパーを作製可能であるため、クリアランスの不足により磁性アタッチメントを適用できなかった症例や、有髄歯など、適用症例の拡大にも有用な手段となると考える。

鋳造時には押し湯となる湯溜りが不可欠であるが、経済面から見ても、この湯溜り部分の再利用の可能性は臨床的に重要な事項である。

そこで今回、一度鋳造を行なった際に生じる湯溜りを用いた再鋳造によって作製された自家製キーパーの Gigauss C600磁石構造体に対する吸引力への影響を検討した。

実験試料はAttract Pのバージンメタルと一度鋳造を行った湯だまりを各種の比率で混合した金属を用いて作製した。形態はGigaussC600のキーパーと類似したものとした。湯溜りの再利用率は重量比で100%、75%、50%、25%とし、コントロールはバージンメタルのみで鋳造した試料とした。

試料数は各種5個とし、吸引力測定には小型卓上試験機EZtest (SHIMAZU)と特製冶具を使用し、吸引力測定回数は1試料につき10回とした。

その結果、湯溜りを再利用して鋳造を行った試料では、湯だまりの配合率に比例して吸引力の低下傾向が見られ、特に75%以上の湯溜りを使用した場合、コントロールに対して有意に吸引力の低下を示した。

以上より、Attract Pの湯溜りを用いて鋳造を 行う際には、バージンメタルを50%以下で使用す るのが望ましいことが示唆された。

Attract Pの磁性はその成分であるコバルトによるものであり、湯溜りを使用した鋳造によりコバルトの含有量、分散状態が変化するため吸引力

が低下する可能性が考えられる。今後,吸引力が低下した原因を正確に確認するため、湯溜りを再利用した鋳造による鋳造物の金属組成や分散状態を調べ,吸引力の変化との関係についてより詳細に検討していく必要があると思われる。

質疑応答

(九州歯科大学 鱒見先生)

①湯だまりはすべて2回目のものを利用したのか。 ②考察がなかったので、できれば吸引力が低下した考察をお聞かせください。

(愛知学院大学 岩井先生)

- ①湯だまりはバージンメタルから一回のみ使用した湯だまりを使用しております。
- ②今回の発表には組み込まれておりませんが、試料をEDMAにて観察したところ、偏析が起こり、Coの含有量のばらつきが確認できました。Coの分散状態が吸引力に影響を及ぼすとの報告がありますので、今後検討を進めていく予定です。

(日本大学 石上先生)

本合金は安全性、操作性を考えると、余り、臨 床に普及させない方が良いと思いますが、今後ど のように対応されるお考えですか?

(愛知学院大学 吉原先生)

今回は再鋳造による吸引力のみについて検討した結果ですので、安全性についての考察はしておりませんでした。今後、表面性状の試験、腐食試験を行っていくことを考えておりますので、臨床における安全性についても検討していく予定です。現段階では本合金の可能性に希望を持って研究を進めております。

(日本大学 諸隈先生)

再々鋳造した金属を使用した場合の吸引力の低 下はどうなっているのか。

(愛知学院大学 吉原先生)

今回は1回の再鋳造における湯だまりの配合率の妥当性を検討することが目的でしたので、今後の実験にて検討していく予定です。再再鋳造においてより大きな吸引力の低下が起こる可能性は十分に考えられると思います。

(東北大学 髙田先生)

鋳造体の元素分析(EDMA)において、Agの分析、濃度も加え、今後Ag濃度とCo分布の関係も調べてみてはどうでしょうか?

(愛知学院大学 吉原先生)

EDMAについては、合金の主成分である金属について観察しております。Agについても検討をして吸引力との関係を調べていこうと思います。

演題番号 15

磁性アタッチメントの隣接面応用における維持力の基礎的研究 - 第2報 -

〇三山善也,水野行博,岡野大輔¹, 土田富士夫¹,滝新典生¹,阿部 實¹, 大久保力廣¹,細井紀雄²

> 鶴見大学歯学部歯科技工研修科 ¹鶴見大学歯学部歯科補綴学第一講座 ²鶴見大学

本研究は、磁性アタッチメントを部分床義歯の 支台装置として支台歯隣接面に接着する使用法の 有効性を評価することを目的としている。磁石構 造体の数およびキーパーの設置角度、フレームワー クの牽引位置が義歯の維持力に及ぼす影響につい て検討した。

第1報と同じ下顎第一小臼歯を支台歯とする遊 離端欠損模型を用い、支台歯の近遠心に咬合面レ ストシートを形成した。キーパーの設置角度を着 脱方向に対して2°、4°、6°の3通りとし、 支台歯の両隣接面を所定の角度に形成し、フィジ オマグネット35 (ニッシン) のキーパーをパター ン用レジン(ジーシー)を用いて設置した。両隣 接面ともに磁石構造体を設置した場合と、遠心隣 接面のみに磁石構造体を設置し近心隣接面はキー パー対キーパーの接触とした場合の2条件で維持 力を計測した。キーパー同士の接触はガイドプレー ンと隣接面板の関係を想定している。計測用模型 に適合するコバルトクロム合金製のフレームワー クに磁石構造体またはキーパーを取り付け、支台 歯中央部、遠心吸着面上部、第二小臼歯相当部、 第一大臼歯相当部、第二大臼歯相当部の5か所で 着脱方向に牽引して引張試験を行い、引張荷重を 維持力とした。試料数は5、各試料を5回計測し て統計解析を行った。

支台歯中央部を牽引した場合に最も維持力が大きく、後方を牽引した場合には維持力が小さくな

る傾向が認められた。両隣接面ともに磁石構造体を取り付けると、遠心隣接面のみの場合の約2倍の維持力を示した。設置角度を2°または4°とし、両隣接面ともに磁石構造体を取り付けた場合に効果的な維持力が得られること、またキーパーの設置角度を小さくすることにより、キーパーと磁石構造体同士の機械的な嵌合による離脱防止効果が得られることが明らかになった。磁性アタッチメントを部分床義歯の支台歯隣接面に接着し、支台装置とする方法の有効性が確認された。

質疑応答

(東北大学 髙田先生)

印加する力の方向を垂直とした場合の維持力はどのくらいになりますか。

(鶴見大学 三山先生)

垂直方向に牽引したのは支台歯中央のみです。 治具特性上、支台歯中央以外を垂直に牽引するの は不可能であり、その他の4箇所の部位はフレー ムワークが傾斜した状態での計測値です。

(九州歯科大学 鱒見先生)

支台歯のテーパーを大きくしていくと支台歯中 央部を牽引した場合には維持力が上昇するのでは ないかと思われますので、そのような実験をやら れたらいかがかと思います。

(鶴見大学 三山先生)

第一報で支台歯中央を牽引した場合においても、 2° で1.96N、 6° で1.43Nを示しました。設置角度が大きくなるに従い、牽引時のフレームワークの傾きにより、+-パーと磁石構造体の間隙が増加するためと思われます。

座長総括(演題番号 12,13,14,15)

東北大学・髙田雄京

本セッションでは、ハウジング材料の相違、磁性合金の再鋳造、磁性アタッチメントの配置や方向が磁性アタッチメントの吸引力に及ぼす影響についての研究が発表された。

12. 磁石構造体とキーパーが三次元的にずれることなく取り付け可能な方法として磁石構造体ハウジングが知られている。この研究では、ハウジン

グ材料の相違が吸引力に及ぼす影響を明らかにし、吸引力を最大限に発揮できるハウジング材料を検討したものである。強度が高く応力に対して変形の少ないメタルハウジングが最も吸引力が大きい結果であったが、ハウジングの深さ、側面の厚などの形状因子を含めた検討が今後の課題といえる。将来的に症例に応じた最良の材料選択をサポートする研究に発展することを望む。

13. 無歯顎症例における適切な磁性アタッチメントの配置を実測値を用いて検討した研究であり、より臨床に近い側面からの評価といえる。シミュレーションを主体とする研究が多い中で実測値を用いた研究は、実情を最も忠実に再現できるものであり、注目に値する。支台歯の配置が近遠心方向に異なると義歯の維持力に大きな相違が生じる結果であったが、インプラントでの使用を考慮すると、維持力に加えて咬合による応力分布と支台歯配置の関係についても知りたい情報である。シミュレーション等の検討を加え、維持力と応力分布の両面を満足する最適な支台歯配置を義歯を用いた実験で提示できる研究を期待したい。

14. 鋳造用磁性合金の繰り返し鋳造による劣化を検討し、吸引力は低下するが実用可能なバージンメタルと再鋳造メタルの比率を求めた臨床応用性の高い材料学的研究と評価できる。吸引力の低下の原因として、再鋳造による合金組成変化とそれに伴う合金元素分布の変化を調べており、材料学的側面から鋳造用磁性合金に求められる課題を提示しているといえる。繰り返し鋳造の問題点については、吸引力に留まらず、耐食性や強度の劣化などの情報も必要であり、近い将来、現行の鋳造用磁性合金の可能性と問題点を明らかにできることを期待する。

15. 磁性アタッチメントの隣接面応用におけるキーパー角度と維持力に関する研究である。キーパー角度が小さくなると機械的勘合も加わることから有効な維持力を示すことを明らかにし、隣接面応用にとって非常に貴重な情報を提供している。実用的な部分床義歯ということで、キーパー角度を比較的小さい $2\sim6$ ° に設定しているが、角度の増加は吸着面における吸引力の垂直成分を増加さ

せ、磁石の吸引力の効果を維持力に反映させることが予想される。今後、更に大きい角度において も検討し、磁性アタッチメントの隣接面応用に大きく寄与する研究に発展することを期待する。

演題番号 16

スクリューホールによるインプラント用磁性キーパーの吸引力への影響

〇岩井孝充,中村好徳,宮田利清,熊野弘一, 大野芳弘,吉原健太郎,小木曽太郎, 秦 正樹,山田康平,田中貴信

愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

近年、インプラント関連の材料及び技術は飛躍的に向上した。それに併い、「歯に優しい」という磁性アタッチメントの利点が、インプラントにも望ましい特徴として評価され、徐々に重要な存在となってきている。

磁性アタッチメントをインプラント治療に用いる場合、インプラント用キーパーをセメント固定する方法とスクリュー固定する方法がある。前者は、固定したキーパーの下のアクセスホールが閉鎖されてしまうため、メンテナンスが困難となることが多い。また、後者は、メンテナンスには問題ないが、スクリューホールがキーパー中央に存在するため、磁気回路の乱れによるアタッチメントの吸引力の低下が考えられる。

そこで、今回、形状の異なるスクリューホールを付与したインプラント用キーパーを試作し、それぞれの吸引力を実測し、スクリューホールの形状の違いが吸引力に及ぼす影響を確認した。

試料には、GigaussD600キーパーに各種のホールを付与したものを用意した。試料の形状は、キーパーの中心部に内径の異なる各種のホールを付与したものと、ホールが外側部にあるもの、計4種とした。ホールを付与しない GigaussD600の本来のキーパーをコントロールとし、試料数は各5個、測定回数は各10回とし、それぞれ吸引力の測定を行った。

実験の結果、コントロール群と比較して、中心 部に1.1mmのホールを付与したキーパーにおいて では13%、1.3mmでは15%、1.6mmでは18%の吸引 力の低下となった.すなわち、中心部のホールの径を大きくするに従い、吸引力が低下する傾向がみられた。一方、外側のホールでは、約10%の吸引力の低下を示し、スクリューホールを中央よりも外側に付けた方が吸引力へ及ぼす影響が少ないことが確認された。

今回の実験から、磁性インプラント用キーパーにおけるスクリューホールの存在が吸引力の低下をもたらすことが確認され、スクリューホールの位置は中央よりも外側に設計することが望ましいことが示唆された。

今後、吸引力の低下が更に少なくなるようなスクリューホールを付与したインプラント用キーパーの形状の追及が必要であるものと考える。

質疑応答

(日本大学 梅川先生)

咬合力低下の原因はキーパー体積の減少による ものか、磁気回路の変化によるものか?

(愛知学院大学 岩井先生)

吸着面積が減少することから、磁束の過飽和が起こり、吸引力の低下が起こったと考えられます。今回、吸着面積の減少は、中央スクリューホール(1.1mm)と外側スクリューホールはほぼ同程度に設定しております。その中で、中央スクリューホールのほうが吸引力が低下しているのは、過飽和が外側スクリューホールよりも多く見られるためと考えられます。

(日本大学 大山先生)

統計にT検定を用いた理由は?ANOVAや多 重比較のほうがよいのではないか?

(愛知学院大学 岩井先生)

今後、統計方法について検討したいと思います。 (愛知学院大学 田中先生)

本研究の目的は、磁性アタッチメントに関する、 将来の更なる高いレベルでの可能性を探る検討の 一つとしてご理解下さい。

三次元有限要素法を用いた磁性インプラント用 キーパの吸引力特性について

- スクリューホール形態の違いによる影響 -
- ○熊野弘一, 増田達彦, 宮田利清, 中村好徳, 岩井孝充, 尾関準一, 秦 正樹, 齋藤 一, 田中貴信

愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

【目的】

磁性アタッチメントをインプラントに用いることにより、骨吸収が進んだ症例においても、インプラントの埋入位置や方向の制限が少なく、また、義歯の着脱方向が限定されないなどの臨床的有用性が高く評価されている。

磁性アタッチメントをインプラントに使用する場合、インプラント用キーパーをスクリュー固定する方法が採られているが、このスクリューホールが吸引力に与える影響に関する研究は、ほとんど見られない。

そこで、今回、三次元有限要素法を用いてスク リューホールの形態の違いが、吸引力に与える影響について解析、検討を行った。

【方法】

【結果、考察】

インプラント用キーパーにおけるスクリューホールの形態や位置を変化させることで、磁石構造体およびキーパーにおける磁束密度分布の変化を確

認した。吸引力は、スクリューホールがないモデルで最も高く約520gf、スクリューホールが中央にあるモデルで最も低く約440gfであった。

今後は、更に解析を進め、インプラント用キーパーの形状の最適化を探っていきたいと考えている。

質疑応答

(東北大学 髙田先生)

スクリュータイプで磁束密度の高い(ほかのタイプよりも)部分が見られたのになぜ吸引力が低下するのか。

(愛知学院大学 熊野先生)

吸引力は磁束密度の二乗と対面面積によって求められるもので、今回の解析では対面面積の減少率よりも吸引力の減少が抑えられています。スクリュータイプの磁束密度は1.66Tであり、キーパーの飽和磁束密度が1.35Tであり、過飽和状態になり、吸引力の減少が起こっているものと考えられます。

(日本大学 石上先生)

アバットメントの強度は問題ないですか。

(愛知学院大学 熊野先生)

⇒アバットメントの強度は今回確認しておりません。しかし、一般市場に出ているインプラントシステムを流用しているため、強度に大きな問題はないと思われます。今後検討していきたいと思います。

(敬天堂歯科医院 蒔田先生)

- ①ギガウスC600を試料に用いているが、最初の 測定値が500gfとなっています。製品にバラッキ があるのか。
- ②側面に把持部をつけた場合、スクリューホールでは用語があっていないので一考していただきたい。

(愛知学院大学 熊野先生)

①ギガウスの吸引力における製品間誤差は少ないと、過去の本学術大会で報告しております。ギガウスの600、800、1000は目安であり、実際の吸引力の大きさを示すものではないと思われます。

②用語に関しては、今後検討していきたいと思います。

磁性アタッチメントを応用したインプラント義 歯の14年間経過症例

○宮前 真,浅見和哉¹, 山本公珠, 服部正巳, 田中貴信¹, 石上友彦²

愛知学院大学歯学部高齢者歯科学講座 「愛知学院大学歯学部有床義歯学講座 『日本大学歯学部歯科補綴学教室II講座

磁性アタッチメントが臨床応用されるようになり約20年が経過したが、これまで、磁性アタッチメントの根面アタッチメントとしての有用性に関して、臨床的あるいは実験的に数多くの報告がされてきた。しかし現在、磁性アタッチメントの適応範囲は、有髄歯やデンタルインプラントなどにも拡大したため、その長期経過に関する検討が必要であると考えられる。そこで今回、14年間と比較的長期間経過した、インプラント支台に対して磁性アタッチメントを応用したオーバーデンチャー症例を観察したので、その概要を報告する。

患者は47歳男性、初診日は平成5年7月3日である。義歯不適合による咀嚼障害を主訴として、インプラント治療を希望して来院した。先ず、保存不可と診断された上下顎の残存歯(63|3、「4567)の全てを抜歯し、即時義歯を装着することで咬合再構築を行った(平成5年8月)。抜歯窩の治癒の確認後、CT検査を含む術前検査を基に、下顎前歯部に4本のインプラント体を埋入した(平成7年4月)。埋入したインプラントはジーシー社製シリンダータイプであり、その長径は16mが2本、および12mm、18mmが各1本である。平成7年10月の2次手術を経て、平成8年2月に上顎には全部床義歯を、下顎には磁性アタッチメントを支台装置とするインプラント支台のオーバーデンチャーを装着した。

最終補綴物装着後、定期的に義歯の調整および 口腔内観察、レントゲン検査を繰り返し、その状態を確認したが、インプラント周囲組織には発赤 や腫脹、明確な骨吸収像など認められず、安定した状態を維持していた。また、磁石構造体および 磁性アバットメントには若干の摩耗面が観察されたが、臨床的には十分な維持力が確保されていた。 これらより、インプラント支台のオーバーデンチャー 症例における磁性アタッチメントの応用は、長期 間にわたる義歯の安定や機能の発現に有効である ことが示唆された。

質疑応答

(明海大学 曽根先生)

上顎前歯部のフラビーガムに関して、新義歯製作において前歯部の咬合接触、咬合様式に関して配慮された点はありますか。

(愛知学院大学 宮前先生)

今回は一般的なフルバランスドオクルージョンを付与しました。ただし、この種の症例においては、いわゆる、「前噛み」になることが多いので、それに起因して生じる咬合の不調和に関しては、定期的な観察により、解消する必要があると考えています。

(日本大学 石上先生)

咬合を確保するためにメインテナンス時の調整 が不足ではないですか

(愛知学院大学 宮前先生)

半年から1年に一度はメンテナンスが必要と考えております。その際にはインプラント周囲組織や義歯の適合性の確認などだけでなく、咬合の管理は最重要項目のひとつであると考えております。前任者からの引継ぎの患者であったため、それまでのメインテナンスの把握はしておりませんが、本症例を通じて改めて咬合管理の重要性を痛感いたしました。

(愛知学院大学 田中先生)

今回提示した症例にも明確に観察されますように、キーパーに利用されている磁性ステンレス鋼は、比較的軟いため、通常の根面板の形態では周囲を歯科用合金で囲まれるため問題は少ないが、インプラントのフィクスチャー上にそのまま適用されると、咬合圧でその上面が徐々に丸く変形する危険があるということを、ご理解いただきたい。

インプラントにおける磁性アタッチメントの即 時荷重への臨床応用

○田中譲治

日本インプラント臨床研究会, MACS 研究会

【目的】近年、インプラント治療は優れた治療法として実証され社会的にも認知されてきている。しかし、その治療プロトコールには数ヶ月の免荷期間が必要で、特に多数歯欠損では、その間において機能的、審美的に著しい障害をもたらしてしまう場合がある。現在、その解決策として即時荷重が注目されているが、今回、優れた特性をもつ磁性アタッチメントの即時荷重への臨床応用を報告する。

【方法】インプラント植立と同日に、弾性材料(ソフリライナースーパーソフト、トクヤマ)にて磁性アタッチメントを取り付けたオーバーデンチャーを利用して即時荷重をおこない検討した。磁性アタッチメントとしては MACS System を使用した。

【結果、考察】手術後の免荷期間中にオーバーロー ドが加わると骨のリモデリングが順調に行われず、 線維性結合組織が形成されるといわれているが、 これはインプラントの動揺が大きく関与しており、 微小動揺を $50\sim150\,\mu\,\mathrm{m以下}$ に抑えることにより 骨形成が正常に行われるといわれている。そのた め、即時荷重の方法としては、即時に強固に連結 した補綴物を装着して微小動揺を抑える方法がと られている。しかし、一連の操作において高度な 外科及び技工技術が必要とされ、一般臨床に取り 入れるにはまだ難しさが残る。そこで、インプラ ント植立と同日に磁性アタッチメント及び弾性材 料を利用したオーバーデンチャーを用いているが、 良好な結果を得ている。これは、磁性アタッチメ ントにより側方からのオーバーロードを、弾性材 料により垂直的オーバーロードを回避できること を利用しており、この方法を用いることで簡便に 即時荷重ができた。このように即時荷重において も磁性アタッチメントは高い有用性があると考え られた。

質疑応答

(愛知学院大学 尾澤先生)

イミディエートローディングを行う際の臨床的 な判断基準がありましたら教えてください。

(千葉県 田中先生)

埋入トルクが15N以上を適応症と考え、下顎については骨量があれば、通常すべて適応症と考えられます。上顎については慎重な診断が必要で、特に上顎切歯部は十分注意が必要と考えております。(日本大学 石上先生)

最終義歯への弾性体の評価を教えてください。 (千葉県 田中先生)

今回の報告では負荷期間のみの弾性材料の使用で、3ヶ月程度の使用なので、耐久性については問題にならないと考えております。最終補綴については義歯が安定するまでの間の使用を基本的利用と考え、その後即時重合レジンに置き換えることが通常理想と考えられます。

(日本大学 諸隈先生)

フルブリッジの TEKもしくはFDでインテグレーションを待つまでの咬合付与はどのようにしているのか?

(千葉県田中先生)

可能であれば、インプラント体に対して側方力の加わりづらい咬合とします。また、臼歯部にも即時荷重するたえのインプラント体がある場合には臼歯部には咬合力が加わりづらい咬合とします。

(日本大学 大山先生)

成功率はどれくらいですか。

(田中歯科医院 田中先生)

詳しいデータは取っておりませんが、上顎では Lostした下顎ではLostしたケースはありません。 今後詳細を検討していきたいと考えております。

座長総括 (演題番号 16, 17, 18, 19)

静岡県•蒔田眞人

本セッションは磁性アタッチメントのインプラントへの応用についての基礎的実験についての2 演題と臨床応用についての2演題である。近年インプラントは欠損補綴の一選択肢としての地位を確保しただけでなく、その予知性の高さから、予後に不安のある歯牙にとって代わる積極的な治療 法としても用いられるようになってきた。しかし、 高額な治療費や外科的侵襲の大きさから、全ての 患者に用いることができるわけではない。そのよ うな背景から、特に多数歯欠損の場合、インプラ ント・イコール Cr、Br という考え方から離れて、 欠損歯数よりはるかに少ないインプラント・フィ クスチャーに対してオーバーデンチャー等の可撤 性補綴物を設計することが多く見られるようになっ た。この様な可撤性補綴物の維持装置として、現 在、磁性アタッチメントが注目されている。

演題16・17は、インプラント・フィクスチャー にネジ止めするキーパーの各種スクリューホール の形態が磁性体に及ぼす影響を実験的に調べた貴 重な発表であった。今後、磁性体の吸引力を最大 限に発揮できる、キーパーの形態を検証していた だきたい。

演題18は、インプラントに磁性アタッチメント を応用した義歯の14年にわたる長期観察について であるが、大方の予想通り、インプラント支台周 囲骨のレントゲン検査結果は良好であり、インプ ラント・オーバーデンチャーの支台装置としての 磁性アタッチメントの有効性が示された貴重な報 告であった。

演題19は、インプラントに磁性アタッチメント を支台装置としたオーバーデンチャーを早くから 臨床に取り入れた、経験豊富な演者による先進的 な即時荷重の治療プロトコールの発表であった。 弾性材料と磁性アタッチメントを併用することに より即時荷重を可能にするこの方法は、無歯顎患 者等でインプラント埋入手術後の摂食困難な時期 に対しての有効な方法として期待される。

患者や時代の要請からインプラントの進歩、発 展はまだまだ続くと思われるが、それに伴い患者 の立場に立ったインプラント・オーバーデンチャー は今後増々普及すると思われるので、支台装置と しての磁性アタッチメントとキーパーの最適な形 態の解明と、臨床応用法の改良に期待するものが 大きい。

演題番号 20

QFD 法を用いた磁性アタッチメントに関する 調査 ーその1 一般臨床医ー

○横山直史, 木村尚美, 星合和基, 重盛登世, 川口卓行, 伊藤 瑠, 渡邉敬一郎,

三輪田 衛, 梶浦裕美, 田中利依, 田中貴信, 浜野寿久¹,中島浩之¹

> 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座 1株式会社ジーシーデンタルプロダクツ

【目的】

磁性アタッチメントに対する歯科医師の基本的 要求の実情を把握するために、QFD(品質機能 展開)法を用いて調査を行った。

【方法・対象】

調査対象は、磁性アタッチメントの使用経験は あるが積極的には使用していない、または使用経 験の全くない開業医、合計12名とした。この12名 に1次アンケートを実施し、磁性アタッチメント への基本的要求事項、改善点などを自由に記載し てもらい、これを原始データとした。次に、この データをもとに、磁性アタッチメントの使用状態 などを5W1H形式でシーン展開した。この中か ら、内容や考え方が似ているもの同士を同じグルー プへと階層的にまとめてグルーピングを行い、要 求項目の描出を行い、その結果、19の要求項目が 抽出された。

この要求項目を用いて、磁性アタッチメントに 対する関心度の高い順に、VAS 法を用いた 2次 アンケートを12名に対して実施し、得られた結果 をまとめて平均値を求め、要求項目上位項目の決 定及び多変量解析を行った。

【結果】

QFD 法による磁性アタッチメントの調査を行っ た結果、開業医では、要求品質上位項目が、「長 期に使用ができる」、「十分な磁力がある」などで あった。要求項目間の相関は、10項目で0.7以上 の強い相関を示し、嗜好が同じ傾向であった。寄 与率の項目から、主成分1は全体の情報量の約31 %程度を示し、主成分1、2、3で累積寄与率が 約66%であり、大部分の要望を反映していた。

また、主成分分析の結果から、主成分1は、「説

明しやすい模型・サンプルがある」、「方向を統一する治具がある」などの項目が強く、主に、磁性アタッチメントへの「信頼性」を求めていた。主成分2は、「清掃が容易である」、「適応症がわかる」などの項目が強く、「主に「簡便性」を求めていた。主成分3は、「包装から取り出しやすい」、「磁石からレジンを取り出しやすい」などの項目が強いことから、主に「操作性」を求めていた。

質疑応答

(東京医科歯科大学 秀島先生)

QFDの要求項目はあらかじめ記載例を呈示したのでしょうか?例があればその影響を受けやすく、逆に例がないと回答者が答えにくい、気づかず大事な項目を忘れることが考えられますがいかがでしょうか。

(愛知学院大学 横山先生)

今回、QFDの要求項目は、1次アンケートに て記載例を呈示せず、自由に記載していただきま した。

例がないため、気づかない項目がもれることも 考えられますが、今回は12名の開業医より多くの データを得ることができたため、要求項目は十分 抽出できたと考えます。

演題番号 21

QFD 法を用いた磁性アタッチメントに関する 調査 - その 2 補綴専門医 -

- ○木村尚美,横山直史,星合和基,重盛登世, 川口卓行,伊藤 瑠,渡邉敬一郎,
 - 三輪田 衛,梶浦裕美,田中利依,田中貴信, 浜野寿久¹,中島浩之¹,石上友彦²

愛知学院大学歯学部有床歯学講座 ¹株式会社ジーシーデンタルプロダクツ ²日本大学歯学部歯科補綴学第Ⅱ講座

【目的】

演題20の横山の QFD 法を用いた磁性アタッチメントの調査結果で示された19項目の要求項目を利用して、改めて補綴専門医がこの項目に対して、どのような反応を示すかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

補綴専門医、開業医による差異を明らかにする ため、調査対象に、要求項目を用いた2次アンケートを実施し、各要求項目を抽出した。次に、その 各要求項目の相関関係を分析し、その結果に対し て主成分分析を加えた。

調査対象は、愛知学院大学有床義歯講座歯科医師25名、日本大学歯科補綴学第Ⅱ講座歯科医師31名の計56名とした。 この56名を臨床経験10年以上の15名、臨床経験10年未満の41名、さらに56名に開業医12名を合わせたもの68名のグループに分け、グループ間の比較検討を行った。

【結果】

要求項目の比較では、すべてのグループで「長期に使用できる」、「十分な磁力がある」の 2 項目が重視されていることが確認された。

要求項目において、0.7以上の強い相関を示す項目は、臨床経験年数に関係なく存在し、グループの人数が多くなるほど相関のある項目数が少なくなった。

相関係数を用いて主成分分析を行った結果、主成分1に関して、臨床経験の長いグループでは、「安全性」、臨床経験の短いグループでは「展開性」、開業医では「信頼性」となり、臨床経験年数の差異によって異なる結果が得られた。

操作性はすべてのグループで求めていた。

質疑応答

(東京医科歯科大学 秀島先生)

20の演題で得られた一般臨床医の要求項目をそのまま適用したのでしょうか。そうであれば、専門医では追加される項目も挙がるかと思われるがいかがでしょうか?若手の専門医の補綴Ⅲの主成分分析1で示された展開性の内容と一般医との一致度についてご説明ください。

(愛知学院大学 木村先生)

前演題20の横山が行った1次アンケートから抽出した19項目を用いて行ったため、新たな項目はありません。今後検討させていただきます。

展開性はインフォームドコンセントしやすい、 説明し易い模型・サンプルがある、マニュアルが あるなどが強い正の値を示しておりました。若手 の専門医と一般医とでは似ている点は多いと思わ れますが、臨床経験10年以上の先生方は安全性を 求めており、現在磁性アタッチメントは十分に満 足されていると思われました。

演題番号 22

磁性アタッチメントの術後調査
- 支台歯のプロービング値の検討・その 2 -

○三輪田衛,伊藤 瑠,星合和基,田中貴信, 石上友彦¹,石橋寛二²,坂東永一³, 佐々木英機⁴,水谷 紘⁵,細井紀雄⁶

> 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座 1日本大学歯学部歯科補綴学第二講座

²岩手医科大学歯学部歯科補綴学講座冠橋義歯補綴学分野 ³徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 ⁴佐々木歯科医院

⁶東京医科歯科大学大学院部分床義歯補綴学分野 ⁶鶴見大学歯学部歯科補綴第一講座

日本磁気歯科学会では、平成15年度から全国的な磁性アタッチメントの術後調査を実施してきた。これは支台歯のプロービング値の変化に着目し、支台歯の装着時と比較して、5年経過時に歯周ポケットの深さが如何なる状態にあるかを調査することを目的としている。

調査には専用プロトコールを用い、磁性アタッチメントを適用した支台歯の歯周ポケットの深さ(以下 PD 値)を6点法により測定し、その後5年経過時に PD 値を再測定し、装着時と5年経過時の比較検討を行う方法をとった。

調査対象は、開始時には70症例であったが、その後、28症例が打ち切り例となり、調査対象症例は42症例となった。装着された義歯床は、上顎24床・下顎21床。支台歯数は75歯であったが、その内訳は、切歯12歯・犬歯29歯・小臼歯25歯・大臼歯9歯であった。装着された義歯は、金属床22床・レジン床23床であった。

測定結果の評価方法は、1口腔単位での支台歯の最大値を対象としたもの、最大値を含む支台歯の全測定点を対象としたもの、全支台歯の最大値を対象としたもの、全測定点を対象としたもの、以上4通りの比較方法が考えられるが、すべてのデータに有意差が確認できたが今回は、全支台歯の最大値で各項目の比較検討を行った。統計処理

には、Wilcoxon の符号付順位検定と Mann-Whitney のU検定を用いた。有意水準は5%とした。

結果は、装着時と比較して5年経過時にPD値が深くなったのは、上顎の支台歯、女性の支台歯、女性の支台歯、支台歯として利用した犬歯で著名であり、装着時の間に差が認められたのは、全支台歯と比較した抜歯した支台歯、性別の異なる支台歯、性別の異なる金属床の支台歯であり、また、5年経過時の間に差が認められたのは、女性における床用材料の違いであった。

演題番号 23

磁性アタッチメントの術後調査 - 支台歯のプロービング値の検討・その3 —

○伊藤 瑠, 三輪田衛, 星合和基, 田中貴信, 石上友彦¹, 石橋寛二², 坂東永一³, 佐々木英機⁴, 水谷 紘⁵, 細井紀雄⁶

> 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座 1日本大学歯学部歯科補綴学第二講座

²岩手医科大学歯学部歯科補綴学講座冠橋義歯補綴学分野 ³徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 ⁴佐々木歯科医院

⁶東京医科歯科大学大学院部分床義歯補綴学分野 ⁶鶴見大学歯学部歯科補綴第一講座

演題22の三輪田の報告では、主に一口腔単位および各支台歯の条件により比較検討を行ったが、本報告では、さらに部分床義歯の分類、支台歯と欠損の位置関係における、各支台歯の PD 値の変化について比較検討を行った。

部分床義歯の欠損の分布状態に基づく Kennedy の分類で比較した場合、片側性遊離端欠損症例と 片側性中間欠損症例において有意差が認められた。 両側性遊離端欠損では、PD 値に有意差は認められなかった。両側性中間欠損症例では、支台歯数が3歯と少ないため、検討対象から除いた。

左右小臼歯群、および大臼歯群の4カ所の咬合支持域の残存状態を中心に分類を行う Eichner の分類で比較検討したところ、咬合支持域が一部失われたB群においては、装着時と5年経過時ではPD値に有意差が認められた。対合接触の全く

ない C 群において有意差は認められなかった。 4 支持域すべてに対合接触のある A 群では支台歯 数が 1 歯であったため検討対象から除いた。

支台歯と欠損の位置関係をより詳しく比較する ために、磁性アタッチメントの支台歯と、欠損と の位置的状況を模式化して比較検討したところ、 支台歯の片側に中間欠損が存在するものにおいて 有意差が認められ、支台歯の片側に遊離端欠損が 存在するもの、両側に中間欠損の存在するもの、 遊離端欠損と中間欠損に隣接しているものでは有 意差は認められなかった。これらのことから残存 歯数が多く、対合接触があるもののほうが、PD 値が経時的に深くなることが示された。また磁性 アタッチメントの処置とトラブル内容からは、様々 な磁性アタッチメントが使われていること、キー パー根面板はレジン系合着材で装着され、使用す る合金は金銀パラジウム合金であることが示され、 5年間では義歯トラブルは単純な義歯修理も含め 45床中10床程度で発現していることが確認された。

質疑応答(22、23共通)

(愛知学院大学 宮前先生)

- ①多機関にわたる PD の測定について測定法の統一化について考慮された点があれば教えていただきたい。
- ②残存歯に対して性差が確認されたが、それに関しての考察を教えていただきたい。
- ③支台歯の欠損に対する位置関係で有意差が出ていたが、装着時のPD値が重要か、位置関係が重要か、どちらが生存率への関与が深いと考えられますか。

(愛知学院大学 三輪田先生)

- ①PD 値の測定の仕方に明確な規定を定めてはいないです。今後の調査を行う際には考慮していきたいと考えております。
- ②今回の調査のみでは明確な結論が導き出せるわけではないと考えておりますが、骨密度などが影響している可能性など推測しておりました。

(愛知学院大学 伊藤先生)

③位置関係における PD 値の比較では装着前では 項目間で有意差は確認されておりませんので、配 置による影響が大きいのではないかと考えており ます。

(東京医科歯科大学 秀島先生)

- ①貴講座の10年間の報告では金属床とレジン床との比率はレジン床の割合が圧倒的に多いが、今回の症例数では22例、23例とほぼ同数なのは症例群とその数をそろえたのでしょうか。
- ②抜歯に至った18例中、歯根破折はどのくらいあったでしょうか

(愛知学院大学 三輪田先生)

- ③前年度に行った調査のデータに新しく加わった データをあわせた結果、今日のようなN数になり ました。
- ④抜歯の原因については調査を行っておりません。 (東京医科歯科大学 秀島先生)

片側性遊離端欠損で支台が中間にある β タイプ のポケットが有意に増加した結果となっている。 この配置は支台に負担がかかりやすいと考えられるが、咬合関係等はどういう状態だったかわかればご説明ください。

(愛知学院大学 伊藤先生)

今回咬合関係については調査項目になっておりませんのでわかりません。今後同様の調査を行う際には検討していく必要があると考えております。

座長総括 (演題番号20, 21, 22, 23)

東京医科歯科大学 • 秀島雅之

調査1のセッションの演題20と21、22と23は一連の研究報告のため、発表、質疑応答は2題毎に行った。

20及び21. 開発管理工学分野で用いられる製品開発、品質保証等を目的とした QFD (品質機能展開) 法を磁性アタッチメントに適用し、対象を一般臨床医と補綴専門医とに分けてアンケート調査した報告である。

一次アンケートから19の要求項目を選定し、術者の職場、専門性、経験年数等をパラメータとして分析している。その結果、一般臨床医と若手の補綴専門医とは類似した要求項目であった。

このような調査ではアンケート時の質問が漠然 とした内容では、十分な要求項目が収集できず、 逆に例示が多いとその影響を受けやすいため、慎 重な企画が必要と考えられる。

また磁性アタッチメントに関心の低い一般臨床

医と、補綴専門医とでは視点、要求内容が異なる ため、事前に両者を対象にそれぞれ1次調査を行っ て要求項目を整理してから、2次調査を行った方 がより傾向の違いが表れたのではないかと推察さ れる。

今後、さらに調査対象を増やし、検討課題を解決することで、より詳細なユーザーのニーズの分析が進むものと期待される。

22及び23. 多施設で行った磁性アタッチメント適用症例の調査について、5年経過時の支台歯ポケットのプロービング値を術前と比較した報告である。

調査対象の金属床とレジン床の数はほぼ同数、 磁性アタッチメントが適用された支台歯は犬歯、 小臼歯が多かった。術前・術後の比較では上顎支 台歯と女性のレジン床義歯においてプロービング 値の増加が認められたが、上下顎・性差で生じた 理由は不明とのことである。

また欠損分類では Kennedy II • III 級の片側性 欠損でプロービング値が増加し、臼歯部支持域の 一部欠損したアイヒナー B群で増加が認められた。 支台歯のポケット深度の増加は、義歯の設計、 支台歯の負担・清掃性、咬合関係、義歯のメイン テナンス・口腔清掃状況等、多くの因子が挙げられ、相互に関与していると考えられる。したがって個々の症例別に、どの因子が大きく関与しているかを術者もしくは調査者が判定し、記録すれば、より信頼性の高い調査が可能と思われる。

磁性アタッチメントの術後調査の報告は少ないため、今後も本学会を含めた多機関での積極的な研究の進展が望まれる。

演題番号 24

キーパートレー材料が焼却時埋没材に与える影響 ○小木曽太郎、中村好徳、宮田利清、安藤彰浩、 庄司和伸、尾関準一、吉原健太郎、秦 正樹、 田中貴信

愛知学院大学歯学部有床歯学講座

磁性アタッチメントを用いた義歯におけるキーパー根面板の製作方法の一つとして、既製のプラスチックパターンを利用する方法がある。これは本来、技工操作を容易かつ正確に行うことを目的

として開発されたものである。しかし、現行のシステムによって製作された根面板では、キーパー接合部つまりキーパートレー内面部分の金属が、表面荒れを起こしたり、角の部分がなめられるといった問題が多発していることが指摘されてる。これらの場合には、技工過程やチェアーサイドにおいて、キーパートレー内面の切削調整が不可欠になる。

これまで我々は、それらの問題点を克服するため、新たな材料を用いてプラスチックパターンを 試作してきた。前回の本学術大会において、その 有用性を報告した。今回、現在市販されている既 製パターンにおいて、問題となる欠陥の原因を追 及するため、どの作業工程で問題が生じるかを明 らかにすることを目的とし基礎実験を行った。

コントロールとして、ジーシー社製ギガウス C 600KB を使用した。この市販されているキーパートレーの主成分はアクリルであるが、今回試作したキーパートレーの主成分はポリエチレンである。各試料において、キーパートレーに添加する歯科用ワックスの量を変えたものをそれぞれ 3 種類作製し、通法どおり埋没を行った。埋没材の焼却時間を10分、20分、30分に分け、それぞれの試料を切断して、キーパートレー内面部に相当する埋没材の形態観察と表面粗さを測定した。

表面粗さ測定の結果、アクリル、ポリエチレンともに、ワックス添加量の違いによる表面粗さには差はみられず、いずれの材料に関しても時間経過に伴い表面粗さの値が大きくなる傾向にあった。今回の実験から、アクリル材料である従来のプラスチックパターンを利用してキーパー根面板を作製した際の鋳造欠陥は埋没材の焼却段階の欠陥が原因であることが確認された。焼却開始10分後に既にパターンは焼却されており、欠陥は添加するワックス量は関係なく、時間経過とともに表面荒れを起こすものと考えられた。

今後、アクリル材料がワックスに影響を与えるメカニズムについて、より詳細に検討するための追加実験が必要であると考えている。

質疑応答

(東北大学 高田先生)

パターンが焼却したあとに埋没材の劣化が生じ たのか?パターンの焼却ガスが埋没材の劣化を招 いたと考えてよいか?

(愛知学院大学 小木曽先生)

パターンが焼却された段階で材料の融点の違いなどの影響でガスが発生し、埋没材の劣化を招いたと考察していますが原因についてはさらに詳細な追加実験が必要と考えております。

(九州歯科大学 鱒見先生)

ファーネスで焼却中にアクリリックが熱膨張を 生じることにより、埋没材が破壊されるものと思 います。さらなる検討をお願いいたします。

(愛知学院大学 小木曽先生)

今回の実験ではアクリル材料単体でも実験を行っておりますが、その鋳造体に問題はありませんでした。今後、熱膨脹も含めて更なる検討を行ってまいります。

演題番号 25

カーボン芯を用いたキーパーセメントボンド法 第3報 既製化に向けての問題点

○松原 恒,水谷 紘²,秀島雅之¹, 安藤智宏¹,中村和夫¹,佐々木英隆³, 五十嵐順正¹

東京医科歯科大学 歯学部付属病院 歯科技工部 ¹同大学院 部分床義歯補綴学分野 ²同大学院医歯学総合研究科

『東京都開業

《目的》キーパーセメントボンド法は、キーパーを加熱させることなく技工製作を進めることが出来る。これはキーパーが本来備えている物性を活用でき、加熱を必要とする鋳接法に比べ、磁気特性、耐腐食性、吸引力など優れている点が多い。

しかし、根面板にキーパーを設置するスペース 付与のための従来の技工術式には少なからず問題 点があった。そこで我々は筆記用カーボン芯を加 工して使用することで根面板にキーパー設置スペー スを確実に付与できることから、既製化に向けて 素材の検討をおこなってきた。

工業界広く使用されているカーボン素材の中には、歯科鋳造に適するものが少ないのが現状である。今回既製化のための検討として、パイロットスタディで使用したものと同じ筆記用カーボン芯を用い機械による加工を行い比較検討をおこなった。

《方法》筆記用カーボン芯の中から、GRAFSTONE 780HB(カランダシュ社 スイス)を使用し、既製化を想定し工業界で広く用いられている方法で、製作を行いパイロットスタディで製作した、歯科技工器具によるパターンとの比較をおこなった。《結果と考察》筆記用カーボン芯を使用し、既製化を目的とした製作方法で、カーボンパターンを製作することが可能であることが確認できた。今後は、既製化に適した素材の選定および加工における問題点改善などの検討をおこなっていく所存です。

質疑応答

(愛知学院大学 田中先生)

発表の初めにキーパートレーの周囲の壁面が厚すぎて、根面板がオーバーカントゥアになり易いとの発言がありましたが、このサイズ、0.3mmはパターンの鋳造限界の観点から決定したもので、これより薄い部分には、鋳造時に金属が入らないという、従来からの臨床事実に基づいたものであります。辺縁が厚すぎる場合には、鋳造後研磨を兼ねて薄く修正すれば良いことであり、実際の処置としても、全く問題にならないはずです。

そもそも、インプラントの様に、キーパーを根面板上部にネジ止めする場合ならともかく、通法通り根面板を鋳造してその一部に合着材で固定しようとするなら、所詮キーパー周囲には、歯科用金属を用いた外壁が必須であるはずであり、キーパートレーはあらかじめその最小限の形態を付与しただけのことでありものですから、キーパー根面板全体の外形とは関係ないはずで、例え、カーボン軸を採用しようと、本質的には差がありません。そのような意味で、先生方の主張されているシステムの本質が理解しにくいと、質問したわけです。

また、現在のアクリル製のパターンの鋳造性に 関してもご不満を述べられておりますが、直前に 小木曽太郎が報告しました様に、我々自身もその 問題を認識し、早急な改善策の確立に努めており ます。

更にキーパートレーの内径が大きすぎるとの苦情も伺いましたが、確かに我々自身にもその実感はあります。ただし、本件はメーカーの製造現場の実情に関することで、いわゆる製品サイズのバ

ラつきをカバーするためのものであります。すなわち、可能性として最も大きなサイズのキーパーが最も小型のキーパートレーと組み合わせとなった場合にも、キーパーが所定の位置に装着できる安全域を確保しているためであります。メーカーの立場も理解せざるを得ません。しかし、将来、製造技術を向上させ、このギャップをより小さくしていただくことが、我々にとっても希望であることは当然です。

(東京医科歯科大学 松原先生)

本研究の目的はキーパーセメントボンド法を実現するためです。プラスチックパターンを使用するとオーバーカントァになりやすいがカーボンパターンを使用するとなりにくいためです。

演題番号 26

磁性ステンレス鋼とニッケルを含まない非磁性 シールドリング材料のレーザー溶接

○髙田雄京,白戸 純,菊地 亮¹

東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野 ¹NEOMAXエンジニアリング株式会社

カップョーク型やサンドイッチ型の磁石構造体では、磁気回路を形成するため SUS316 (L) などの Ni を含む非磁性ステンレス鋼がシールドリングやスペーサーに用いられている。しかし、Ni に対する世界的動向を考慮するとニッケルを含まない歯科用磁性アタッチメントの開発が望まれる。本研究では、非磁性シールドリング材料として純チタンと純金に着目し、レーザーによる磁性ステンレス鋼との溶接性を基礎的見地から明らかにすることを目的とした。

磁性ステンレス鋼として SUS447J1、SUSXM 27、SUS444 (AUM20) を選び、純チタン (JIS 1種) と純金 (>99.99mass%) を被着材に用いた。各ステンレス鋼と純チタンを 5 mm×20mm×0.7 mmに成形し、YAG レーザー溶接機 (ALS100)で溶接した。また、純チタンと純金を0.3mm厚に圧延し、各ステンレス鋼試料で挟みその部位を同様に溶接した。溶接条件は、印加電圧190V、パルス幅 6 ms、パルス周波数 4 Hz、焦点径0.3mmとし、ビード間隔を0.25mmに調整した。

いずれのステンレス鋼もチタンを溶接すると、

溶接部が容易に破壊した。0.3mm厚のチタン箔を挟んだ場合も同様であり、200g 未満の曲げ荷重で容易に破壊したが、金を挟んだ試料では強固な溶接が可能であることが分かった。溶接部位の断面を観察したところ、チタンとの溶接ではいずれもビード内でクラックが発生し、硬くて脆い金属間化合物がビード内に生成することが示唆された。ビードにチタンを多く含有させ、準安定型 β チタン合金を形成するように制御できれば、ある程度延性を得ることができるため、ビードの組成の制御で破壊しにくい溶接部を得ることが可能であると考えられる。一方、FeやCrと固溶体を形成する金を挟んだ場合では、均一なビードが観察され、溶接内部まで強固な溶接がなされていることが明らかとなった。

質疑応答

(愛知学院大学 田中先生)

非磁性回路の形成方法は、最近の我国の商品では、磁性ステンレス表面に非磁性材をメッキした後にレーザー照射して非磁性層を簡単に製造してるものと理解していたが、矢張り、非磁性金属を介在させることは不可避なのか?

(東北大学 髙田先生)

現行の磁石構造体ではシールドリング (0.15~0.20mm巾) が入っています。目的の吸引力がでるように有限要素法による解析から求められる結果では、やはり非磁性材料のシールドリングが必要となります。磁気回路の性能を向上させるために、シールドリング界面に Ni メッキをしたものも市販されていますがシールドリングの補助として使用されるものです。

座長総括 (演題番号24, 25, 26)

九州歯科大学•鱒見進一

演題番号24は、現在市販されているキーパートレーを利用して作製した根面板において生じる種々の鋳造欠陥を補う目的から、試作キーパートレーを用いて鋳造したところ、表面荒れ等の問題は生じなかったというものである。アクリル系のパターンは焼却時に膨張するため、これによる埋没材の破壊も懸念される。今後さらなる検討を期待したい。

演題番号25は、根面板にキーパーを設置するスペースを確実に付与するためのカーボンパターンについて検討したものである。発表内容から、既製化に向けての道はまだまだ厳しい部分があると感じられた。今後の検討を期待したい。

演題番号26は、ニッケルを含まない磁石構造体のシールドリングに関して検討したものであり、9Fe-4Cr-87Ti はある程度の延性と打撃による破壊が生じなかったという報告であった。ニッケルを含まないシールドリングの完成を非常に期待できる興味深い発表であった。

演題番号 27

可撤式インプラント上部構造への磁性アタッチ メント応用

○久納玄揮¹,瀧 正彬¹,山下浩昌¹, 清水 剛¹,蒔田眞人¹.²

> ¹敬天堂歯科医院(静岡市) ²愛知学院大学歯学部冠・橋義歯学講座

【目的】欠損歯数が多く歯槽骨の吸収も大きな場合、インプラント上部構造を固定性の Cr、Brではなく可撤式にすることがある。その場合の維持装置の1つに磁性アタッチメントがあるが、インプラントに磁性アタッチメントを応用する場合、埋入したフィクスチャーにキーパーを直接ネジ止めし、上部構造はオーバーデンチャーの形態をとることが多い。この方法によると無歯顎症例では有効であるが、部分欠損症例、特に片側遊離端欠損や中間欠損症例では補綴装置の安定を得られにくいことがある。今回、キーパーの設定方法に改良を加えたので報告する。

【方法】インプラント・フィクスチャー上にネジ止めする中間構造体として、可撤式上部構造の着脱方向にそったカスタム・アバットメントと隣接してキーパーを組み込んだTーブロックを白金加金合金で鋳造し作製した。カスタム・アバットメントとTーブロックは上部構造体の支持力と安定性が十分得られるよう、直径4mm以上、高さ3mm以上とした。また、上部構造は歯槽骨と軟組織の欠損の量を考慮して部分床義歯の形態とし、中間構造体と接する所は症例に応じてレジン、又は同種金合金とした。

【結果・考察】中間構造体としてカスタム・アバットメントを作製したことにより、上部構造の側方力に対しての支持力と安定性が十分に得ることができた。また上部構造の維持力は磁性アタッチメントにより得られるので、カスタム・アバットメントに接する部分を金属で作製する場合、コーヌス力が発生しない様に、十分な内面の調整が必要と思われた。上部構造は部分床義歯の形態をとっているが、咬合力の支持はインプラントが行うため粘膜負担ではなく、5年経過症例でもリベースの必要性はなかったが、硬質レジン人工歯の咬耗が顕著に見られたので、リマウントを行い咬合面再構成を行った。

質疑応答

(日本大学 石上先生)

バータイプにしないでキャンチレバーにした理由を教えてください。

(敬天堂歯科医院 久納先生)

病院口腔外科にてインプラントを埋入しているため、埋入位置、対合関係を考え、今回はカンチレバーにしました。

(愛知学院大学 中村先生)

- ① 5 年経過した症例ではあるが、リライニングの必要性はあったか?
- ②磁性アタッチメントをインプラントに応用する場合、シングルスタンドで十分であると考えるか? (敬天堂歯科医院 久納先生)
- ①リライニングの必要性はない。咬合面の咬耗が あったため、リマウントして咬合面の再構成はし ました。
- ②基本的にはシングルスタンドでよいと考えます。

演題番号 28

コンパクトな義歯設計を可能にした磁性アタッ チメントの応用例

〇山本公珠, 宮前 真, 高濱 豊, 池戸泉美, 服部正巳

愛知学院大学歯学部高齢者歯科学講座

【緒言】これまで磁性アタッチメントの多くは、 根面アタッチメントの形態であったが、生活歯に も応用可能な歯冠外アタッチメントタイプや MT 冠 (Magnetic Terescopic Crown) が考案され、 より多くの症例に対して磁性アタッチメントが応 用可能になった。今回、上顎両側臼歯部欠損に、 その設置形態を工夫して、コンパクトな設計がで きた部分床義歯症例について報告する。

【症例の概要】患者:初診時62歳、男性。初診: 平成19年4月。主訴:歯の色と形の改善と歯の動 揺。現病歴:不満を訴えた | ③4⑤は10数年前に 他院で装着し、 4は2週間前動揺に気づく。現 症:切端咬合と反対咬合、咬合低下がみられ、 4は動揺、出血、排膿していた。Eichner の分 類は B-3で、義歯は装着していない。診断: |③4⑤の形態不良と不正咬合による審美障害。 |4の歯根破折。治療方針:咬合挙上と歯冠修復 で審美性を回復し、上顎は磁性アタッチメントの 応用で左右に分けた2つの義歯、下顎は 4を抜 歯して通常の義歯にする。

【治療内容と経過】平成22年3月にメタルボンド クラウンの321|1連結冠と |②③4⑤ブリッジを装 着した。同時に6|7に根面磁性アタッチメントを、 3 の遠心部と 4のポンティック部に歯冠外磁性 アタッチメントを設置して、片側処理した654 と |67の義歯を装着した。10月に54 | 23のメタル ボンドクラウンと、 $\overline{5|3}$ に RPI 維持装置を設置し た76 4567の義歯を装着した。

【結果】歯冠修復と磁性アタッチメントにより、 審美性の回復とリジットサポートが獲得できた。 上顎は左右で2つに分けた小型の義歯により、口 蓋部が開放され装着感が向上した。Dental Prescale による咬合力と咬合接触面積は388N と 8.06mm²、30品目の調査票でかめる食品は18品、 工夫すればかめる食品は9品と十分な機能回復が 示された。

演題番号 29

義歯修理に応用した磁性 Attachment の長期 経過症例について

○清水 剛¹,瀧 正彬¹,久納玄揮¹, 山下浩昌1, 蒔田眞人1,2

¹敬天堂歯科医院(静岡市)

²愛知学院大学歯学部冠 • 橋義歯学講座

【目的】磁性アタッチメントは、キーパーと磁性

体が平面で維持力を発揮するため、これを使用し た義歯の着脱方向の自由度が大きく、臨床的に応 用範囲の広い維持装置と思われる。われわれは平 成5年第3回本学会学術大会において、アタッチ メント義歯の修理に磁性アタッチメントを応用し た臨床例について報告した。今回、その17年後の 経過を観察する機会を得たので報告する。

【症例の概要及び治療経過】患者は1981年、自家 製歯冠外アタッチメントを応用した76 4567欠損 両側遊離端アタッチメント義歯を装着した当時、 56歳の女性で、12年後の1993年、Br の支台歯 32| Cr の再治療を行った。 |3Cr 遠心面に歯冠外 アタッチメントのメールが設定されており義歯の 着脱方向が規制されていたため、32 は磁性アタッ チメントのキーパーを入れた根面板を装着し、使 用していた旧義歯の欠損部分を増歯し磁性体を入 れ維持装置とした。根面板装着11年後に維持歯で あった | 123 Cr の再治療が必要となり、 | 1抜歯 後 |23は O-P アンカー・アタッチメントを応用し た根面板とし、76541 14567欠損を含む7-7 オー バーデンチャーを作製した。オーバーデンチャー の内4③②1|1②③4は前装冠 Br の形態とし32|23 の外冠内に磁性体と O-ring をそれぞれ装着し、 765 | 567部のみ床形態を付与し、パラタル・バー のない歯列内の設計とした。その後、年1回のリ コールを行ってきた。またオーバーデンチャーに 設計変更後6年経過した磁性体の磁力をデンタル マグネットテスター(愛知精鋼)で測定したとこ ろ、いずれも600gf 以上の良好な値を示した。

【結果・考察】途中、義歯の設計変更があったが、 32 は根面板装着後17年維持力等、経過良好であっ た。義歯の着脱方向が規制されるアタッチメント・ デンチャーの維持装置を修理する場合、着脱方向 に自由度のある磁性アタッチメントの応用は非常 に有効であり、その後の義歯の設計変更に自由度 が大きく、臨床上の利点が大きいと思われた。

質疑応答

(愛知学院大学 中村先生)

デンタルマグネットテスターについて機能、メー カー名など教えて下さい。

(敬天堂歯科医院 清水先生)

愛知製鋼社製でマグフィットフィットなど、愛 知製鋼社製の磁性アタッチメントのみの磁力を測 定する装置です。マグフィット体より15mmの磁力 を測定します。

(日本歯科大学新潟病院 永田先生)

- ①歯列を一体にした場合はパラタルプレートは不 必要か?
- ②OPA は磁性アタッチメントのほうがよいのではないか?

(敬天堂歯科医院 清水先生)

前歯部に出来るだけ強度をもたせ維持力だけでなく、側方力、回転力に抵抗でいるアタッチメントをしようしたため、パラタルプレートはあえて使用しませんでした。

(日本大学 石上先生)

両側を磁性アタッチメントにしなかった理由と 咬合調整についてお教えください。

(敬天堂歯科医院 清水先生)

対合関係において、下顎が有歯顎のため、強い咬合力が考えられるため、側方力や回転力に抵抗のある、OPA アンカーを選択した。

座長総括 (演題番号27, 28, 29)

明海大学• 蓮池敏明

27. フィクスチャー上に中間構造体としてカスタムアバットメントを作製したことによりインプラント体上部ではなく、隣接する欠損部にキーパーおよび磁石構造体を設定するという新たな術式の報告で、歯科臨床上有意義と思われる。

無歯顎症例では通常、フィクスチャーにキーパーを直接ネジ止めするオーバーデンチャーの形態をとるが、部分(歯列)欠損症例では無歯顎症例と比較して床面積が狭くなり床の安定が得られにくくなることが少なくない。

本法を応用することにより、上部構造の側方力に対する安定性が向上したが、中間構造体のカスタムアバットメントと部分床義歯とが接する箇所をレジンではなく金属で作製する場合にはコーヌス力が発生しないよう注意する必要があるとのことであった。ただし、本法における中間構造体は側方力に対して抵抗する形態であると同時に、フィクスチャーを欠損側へ傾斜させたり回転させたりする形態であるともいえる。今後、長期的な経過観察を行うなど、本法の有用性のさらなる解明に

期待したい。

28. 上顎右側犬歯から上顎左側第二小臼歯までをメタルボンドクラウンにより歯冠補綴するとともに、上顎右側は犬歯遠心面と第一大臼歯根面部に、上顎左側は第一小臼歯ポンティック部と第二大臼歯根面部に磁性アタッチメントを応用し、大連結子を除去した左右各々片側処理のコンパクトな設計とした、遊離端欠損症例に対する部分床義歯による補綴治療の報告であった。

遊離端欠損症例に対する基本的な設計方針は大連結子を応用した両側処理である。大連結子を応用せずに片側処理とした場合にはコンパクトになる反面、義歯の動揺を生じやすくなる。したがって、義歯の動揺を防ぐべく支持把持の増強に配慮した設計が必要となってくる。

本症例では、歯冠外アタッチメントと根面アタッチメント、および小臼歯ポンティック部の歯冠内アタッチメントと根面アタッチメントをペアで組み合わせるとともにブレーシングアームを追加するなど支持把持の増強に配慮した設計となっている。さらに同分野で開発した調査表(かめる食品チェックリスト)を用いて十分な咀嚼能力を有していることも示されている。今後の経過観察の結果に期待したい。

29. 義歯修理に磁性アタッチメントを応用した、17年間の長期経過の症例報告であった。プレシジョンアタッチメントを応用した義歯の支台装置が破損した場合、その修理には高度な技術と熟練を要することが少なくない。このような場合、磁性アタッチメントの応用が有効であることは周知の事実であるが、長期にわたっての経過観察報告は貴重である。途中、支台歯数の減少もあったが咀嚼機能の低下は認められなかったとのことであった。日常臨床において有意義な報告と思われた。

磁性アタッチメントの診療ガイドラインに関す るアンケート調査

- クリニカル クエスション (CQ) の

調査と選定 -

○秀島雅之, 五十嵐順正, 市川哲雄, 田中譲治, 東風 巧, 石上友彦, 安藤智宏¹, 西山 暁² 日本磁気歯科学会医療委員会

> ¹東京医科歯科大学大学院部分床義歯補綴学分野 ²同 顎関節治療部

近年根拠に基づく医療の必要性・質の向上が求められ、当医療委員会でも磁性アタッチメントの診療ガイドライン作成のために、昨年の予備調査に引き続き調査を行った。

診療ガイドラインは GRADE システムに従って、設問形式で臨床上の疑問点 (Clinical Question: CQ) を呈示し、文献的エビデンス、医師の技量、患者側因子等を加味し、エビデンスの質、利益・不利益のバランス、価値観、コスト等を統合して、推奨する回答を記載する。そこで予備調査と同様に CQ 等を記載する用紙を第19回学術大会参加者に配布し、また学会ホームページ、学会誌巻末にも掲載して調査を行った。さらに各都道府県の歯科医師会学術宛にも調査用紙を郵送した。

その結果117名から回答を得、延べ147題の CQ を収集した。各 CQ を内容別に5つのグループに分類すると、インプラント関連21題、欠損様式における他装置との比較51題、咬合・歯周疾患からみた他装置との比較17題、支台歯の配置・形態27題、管理・その他31題となった。その中から代表的な CQ としてインプラント 4 題、欠損様式 3 題、咬合・歯周疾患 3 題、支台配置・形態 2 題、管理・他 2 題の計14題を選定した。

なお、同じ調査で行った保険導入の是非のアンケートについては、賛成26名、条件付き賛成29名、 反対37名と分かれたため、当初医療委員会で予定した厚労科研費の申請、一部保険導入の打診等の企画は見送り、診療ガイドライン策定作業を進めることとした。

今後は選定した CQ を各専門分野・機関に依頼 し、GRADE システムに準拠してエビデンスの 収集、アウトカム別エビデンスの質の評価を行い、 エビデンスの少ない CQ についてはデルファイ法による専門家の評価を行い、総合的な評価プロファイルを作成して推奨レベルの決定に至るまでの、診療ガイドラインの策定作業を進める予定である。

質疑応答

(愛知学院大学 尾澤先生)

ガイドライン作成時に会員、一般開業医に内容を周知する方策について教えてください。

(東京医科歯科大学 秀島先生)

本学会での発表、ホームページ、学術誌に掲載 するとともに、シンポジウム等の企画、商業誌に 記載する等で周知を図りたいと思います

演題番号 31

MI センサを用いた嚥下運動測定法におけるセンサ配置の検討

○濱口和仁, 芥川正武¹, 手川歓識², 木内陽介¹, 市川哲雄²

徳島大学院先端技術科学教育部 ¹徳島大学ソシオテクノサイエンス研究部 ²徳島大学ヘルスバイオサイエンス研究部

【目的】

嚥下障害の診断には反復唾液嚥下テスト(RSST)が実施されている。著者らは RSST をより客観的な検査とするために磁石と MI センサを用いる方法を提案し、検討を行ってきた。測定の際、磁石とセンサの位置関係によってはセンサでの磁界があまり変化せず嚥下回数の計数が難しい場合があることがわかってきた。そこで、本研究の目的として RSST に最適なセンサ位置を求めた。

【方法】

磁石を取り付ける喉頭隆起周辺とセンサを配置する頚切痕部の動きをビデオ撮影により測定し、センサ配置の最適な位置の検討、および磁石による周辺部の磁界分布を磁気ダイポール近似を用いて計算機シュミレーションにより求めた。

【結果、考察】

結果から頚切痕部から喉頭隆起周辺までの距離が離れ過ぎると測定できず、喉頭隆起が小さい被験者では測定が困難になることがわかった。センサ位置は頚切痕部に設置するのが最適であると思

われる。嚥下時にセンサと磁石の距離は変わらないことが分かり、磁石を喉頭隆起上部に設置した場合、最大で約30°傾くことがわかった。また、計算機シミュレーションを用いて計算した結果、皮膚表面に対して平行に磁石を設置したときセンサ出力が最大となり、垂直だとセンサ出力は半分となる。以上のことから磁石を皮膚表面に対して45°の傾きを持たせることで磁界の変化率が最大となる。嚥下障害の患者を測定する場合、体動による地磁気の影響を受けることを考慮した測定位置を求めることが課題である。

質疑応答

(愛知学院大学 吉岡先生)

スクリーニング検査として使用するのであれば、 介護現場などでの使用も考慮する必要があるかと 思いますが、装置の持ち運びは可能でしょうか? (徳島大学 濱口先生)

可能だと思われますが、現時点では測定方法の 検討を行っている段階なので、進んでいくにつれ て小型化も検討していきます。

演題番号 32

骨芽細胞と線維芽細胞における磁場刺激に対す る反応について

○福澤 蘭,尾澤昌悟,前田初彦¹, 久保勝俊¹, 杉田好彦¹, 吉田和加¹, 田中貴信

> 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座 「愛知学院大学歯学部口腔病理学講座

生体の中でも骨に対する磁場の影響は、従来から特に高い関心がもたれてきた。しかし、その特異性に関しては、現在でも多くの事柄が不明であり、なぜ骨に対して明確な影響が観察されてきたのか、そのメカニズムは解明されていない。そこで今回、骨形成を行う骨芽細胞と、行わない線維芽細胞とを比較し、磁場刺激に対する骨形成の特異的反応を検討することを目的として実験を行った。

マウス骨芽細胞株である MC3T3-E1細胞と、マウス線維芽細胞株である L929細胞を培養し、超低周波強磁場0.4T、0.17Hz を 6 時間曝露させた。曝磁後の MC3T3-E1と L929細胞の細胞増殖活性を比色分析し、また、MC3T3-E1細胞におけ

る骨芽細胞への分化を、アルカリホスファターゼ (ALP) 活性の同定により測定した。

その結果、MC3T3-E1細胞の細胞増殖活性は、 曝磁後3日目で促進され、L929細胞では、7日 目および10日目でわずかに減少傾向が見られたが、 いずれに関しても統計学的有意差は認められなかっ た。また、MC3T3-E1細胞のALP活性は7日目 および10日目で、非曝磁群に対し有意に促進され た。よってMC3T3-E1細胞は曝磁により、培養 初期で増殖を刺激し、分化誘導を促進しているこ とが示唆された。一方、L929細胞の曝磁による 細胞増殖能への影響は低いことが示唆された。今 後は、磁場刺激におこる変化を遺伝子レベルで解 明することを目標に実験を進める予定である。

質疑応答

(日本大学 石上先生)

周波数と活性の違いに関係はありましたか。 (愛知学院大学 福澤先生)

生体への影響は周波数と磁場強度によって得られる誘導電流の量で決まると考えられ、周波数が小さくても磁場が大きければ、周波数が大きく磁場が小さい条件と同様な結果が得られると考えられます。

(日本大学 諸隈先生)

- ①マウスの頭蓋骨芽細胞を使用した理由を教えて ください。
- ②ALP活性の1日目を計測しなかった理由を教えてください。
- ③長期培養後硬組織形成に差がありましたか。

(愛知学院大学 福澤先生)

- ①先行実験系と同様な条件で行うためでもあるが、 MC3T3-E1 は培養実験ではよく使用され、発現 系もよく知られているからです。
- ②ALP は分化が進んでから発現するものだからです。
- ③石灰化結節数、面積に関しては検討中です。

座長総括 (演題番号30,31,32)

愛知学院大学•吉岡 文

30. 磁性アタッチメントの診療ガイドライン作成のためのクリニカルクエスチョン(CQ)に関す

るアンケート調査の結果が報告された。磁性アタッチメントの保険導入の是非は反対数も多く、見送りとなったことが報告された。また、得られた回答を大学、開業医に分けて大別して分類して報告しており、その中で、管理他の項目は開業医に多く見られ、欠損用式から見た他装置との比較の項目は大学に多く見られる結果となった。今後、さらにエビデンスの収集、アウトカム別エビデンスの質の評価を行い、ガイドラインの策定に期待したい。

31. 嚥下スクリーニングテストとして、RSSTをより客観的に行うための新しい手法の開発に関する報告があった。これまでの報告ではセンサの配置によって、正確な計測を行うことができない可能性があり、最適なセンサ位置の検討が行われた。その結果、頚切痕部から喉頭隆起周辺までの距離が離れ過ぎると測定できず、喉頭隆起の小さな被

験者の場合は測定が困難になることが示された。 本装置は簡便で持ち運び可能なシステムであり、 精度が確認されれば、広い分野での応用が望まれ る。今後は、嚥下障害の対象となる年齢層の被験 者への適用や、嚥下障害のある患者への適用を検 討し、臨床現場での応用を期待したい。

32. 磁場刺激の骨形成メカニズムへの影響を検討した発表であり、生体への磁場刺激応用にむけて、興味ある報告がなされた。結果として、骨芽細胞は磁場刺激により、培養初期で増殖を刺激し、分化誘導を促進していることが示唆されたが、線維芽細胞では細胞増殖能への影響は低いことが示された。今後は長期培養による骨芽細胞への影響とともに遺伝子レベルでの解明を行うことによりさらに詳細にわたる磁場刺激の生体への有効な活用法への発展が期待される。

特別講演

「超電導になる磁石の物理学」 名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻(物理系) 教授 佐藤 憲昭 先生

座長 石上 友彦 日本磁気歯科学会理事長

座長総括 日本大学・石上友彦

今回の特別講演では磁石を物理学者の立場から、 佐藤憲昭教授が歯科関係の会員にわかりやすく述 べて頂いた。佐藤先生は磁石の持っている不思議 な磁性について、歴史的な学問の流れを地球上で 生じる磁場現象から宇宙のブラックホールの世界 まで広げて解説をなさった。磁性アタッチメント を主に研究し、臨床を凝視している我々に、まず は磁石を知る上で原子レベルの磁石の話から磁力 が喪失するキュリー温度が存在する現象まで、広 い物理学を踏まえ量子力学の説明を交えながら解 説を頂いた。臨床で磁性アタッチメントを扱う会 員にとって、改めて磁性体を再認識し、今後の可 能性を知る意味においても有意義な講演であった。 なかでも、磁石の持つ吸引力とは逆に斥力、つま り反発力について摩擦力の喪失する超伝導の理論 と現象を説明しながら講演をされ、将来、磁気が

持っている可能性を大いに示され会員の夢を膨らませて頂いた。とくに超伝導というと、すぐにリニアモーターカーを思い浮かべてしまうが、この磁気浮上列車の原理も磁石の吸引力と超伝導で生じる斥力の磁力線の相反する動きと磁気の流れの不思議を興味深く解説して頂いた。

日常、臨床研究が多く、磁性アタッチメントの 利点や特徴ならびに問題点を協議することに終始 しがちであった会員にとって、今回の特別講演は 磁気の新たな領域と歯科医療への可能性を見直す 良いきっかけになったと思う。また、佐藤先生も 磁気の不思議については、まだまだ未知数である ことを強調されたが、少なからず磁気に携わって いる磁気歯科学会においては広い視野と磁気学問 への謙虚さと大いなる夢を頂いた講演であった。

シンポジウム

「MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響」 - MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向けて -

座長 細井紀雄 日本磁気歯科学会安全基準検討委員会委員長

座長総括 鶴見大学・細井紀雄

日本磁気歯科学会安全基準検討委員会では MR 撮像時の安全基準マニュアルの作成に向け て5回にわたり検討を行ってきた。第20回学術大 会で「MR 撮像時における磁性アタッチメント の影響」をテーマに水谷紘、土田富士夫、長谷川 みかげ、倉林亨の各委員がパネリストになり、シ ンポジウムを開催した。近年の MRI の普及と脳 ドッグ利用者などの増加に伴い、磁性アタッチメ ント殊にキーパー装着者に対する MR 撮像時の 安全基準マニュアルの作成は喫緊の課題である。 本学会では、1988年に田中貴信教授らにより MR-CT 画像にアーチファクトが生ずることが発 表されて以来、基礎的、臨床的研究を報告して来 た。MR 撮像時の問題点として、1)MR 装置 の吸引力とトルクにより、キーパーが脱落して誤 嚥や口腔内損傷を起こす可能性。 2) MR 撮像 中の発熱によりキーパーが発熱して火傷を起こす 可能性。3) キーパーアーチファクトにより読像 を不能にする可能性。が考えられる。

水谷委員は「本学会における MRI アーチファ クトへの取り組み | を、長谷川委員は「MRI に おけるキーパーの安全性試験の結果について」を、 土田委員は「MR 撮像の現状」を、倉林委員は 歯科放射線専門医の立場から「MR 撮像時にお ける磁性アタッチメントの影響について | をそれ ぞれ報告した。これらの報告から以下の結論が得 られた。1)については、キーパーが根面板に合 着されている場合、セメントの合着力は十分な保 持力を有するため、MR 検査中に受ける磁場の 力学的影響は小さいこと、2)については、発熱 が最も大きかったのは、GE 社製の0.8℃であった が、臨床での照射時間を6分程度とすると0.2から 0.3℃であり、0.5℃までを許容範囲とすると、照 射時間15分まで安全範囲であること、3)につい ては、ルーチンモード同士を比較すると3Tの高 磁場装置よりも0.15 T の低磁場 MR 装置の方が アーチファクトは大きくなり、SE 法では、アーチファクトの大きさは、おおよそ半径 4 cmから 8 cmであると予想されること、T2強調画像の方がT1強調画像よりも大きいことなどが明らかになった。キーパーの撤去を想定するとセメント合着式が好ましいことが確認された。体内に金属が装着されている場合の MR 検査に対する取り扱い説明書または添付文書は禁忌から警告までまちまちである。MRI 検査における磁性アタッチメントの安全や予測されるアーチファクトの大きさに関する最新の情報を積極的に提供していくことが責務と考えられた。

シンポジウム講演

1. 本学会における MRI アーチファクトへの取 り組み

水谷 紘(東京医科歯科大学)

2. MRI におけるキーパーの安全性試験の結果 について

長谷川みかげ(日本大学歯学部)

3. MR 撮像時の現状

土田富士夫(鶴見大学歯学部)

4. 歯科放射線専門医の立場から

倉林 亨(東京医科歯科大学)

質疑応答

(九州歯科大学 鱒見先生)

先生のご発表の中で磁性アタッチメントを装着 したまま、MR撮影を行うと磁力がなくなるとい う話がありましたが、どういうメカニズムなのか 教えていただきたい。

(鶴見大学 土田先生)

事例としてメーカーより連絡があった内容です。 (NEOMAX エンジニアリング(㈱菊地様)

磁性アタッチメントを適用した義歯を装着した

まま MRI を受診されると、MRI の磁場により ま入り、撮影後、磁力が無くなった左右第一大臼 てしまうことがあります。

(福島市 誉田先生)

MRI に TMCS(上顎 Full Br)を装着したま

磁性アタッチメントの磁力が低下したり、消失し 歯、および、左上犬歯の症例では、左右第一大臼 歯ではほぼ0、左上犬歯はわずかに残る程度でし た。MRI内で咬合平面が垂直になると消失する と思われます。

特別講演「超伝導になる磁石の物理学」佐藤憲昭先生(名古屋大学大学院理学研究科教授)、並びに 本シンポジウムの講師を担当された先生方のご講演内容は、本誌の特集欄に解説論文として掲載させて いただきました。ご覧ください。(編集)

平成22年度 日本磁気歯科学会 第2回理事会議事要旨

日時: 平成22年10月30日(土)10:30-12:00

場所:愛知学院大学楠元学舎 会議室

出席:会 長:石上友彦

副 会 長:鱒見進一

庶 務:鱒見進一

会 計:星合和基

編 集:髙田雄京

学 術:芥川正武

認 定 医:大川周治(蓮池敏明代理)

安全基準:細井紀雄

広 報:越野 寿

医 療:五十嵐順正

臨床評価:星合和基

I S O:高田雄京

理 事:木内陽介,東風 巧,田中譲治,

田中貴信,中村好德,秀島雅之, 蒼田雄司,水谷 紘,市川哲雄

監事:佐々木英機, 奥野 攻

幹 事:梅川義忠(会長)

河野稔広 (庶務)

秀島雅之(医療)

蓮池敏明 (認定医)

1. 会長挨拶

石上学会長より挨拶があった。

2. 報告事項

1) 会務報告

(1) 庶務

鱒見庶務理事より、庶務報告として、平成22 年10月30日現在の会員数(正会員404名、名 營会員4名、賛助会員9社、購読会員13団体) について報告があった。また、医学文献検索 サービスの継続について報告があった。

2)委員会報告

(1) 編集委員会

高田理事より、解説4報、論文6報の査読が終了したこと、2号については集まっている論文の英文校正を近日中に著者に送るとの報告があった。

(2) 学術委員会

芥川理事より、次回国際磁気歯科インターネット会議は例年通り開催予定であると報告があった。また、積極的に国際磁気歯科インターネット会議への発表・参加をお願いしたいとのことであった。

(3) 認定審議委員会

鱒見庶務理事より、認定医更新の受け入れ状 況について、9名の先生が更新手続きを行っ ていないとの報告があった。

詳細については31日の認定審議委員にて協議するとの報告があった。

(4) 安全基準検討委員会

細井理事より、4月の理事会以降に第3,4回の委員会を開催したとのこと、倉林亨先生が特別委員に承認されたとの報告があった。「MR撮像時における磁性アタッチメントの影響」について、第20回学術大会にてシンポジウムを行うとの報告があった。

(5) 広報委員会

越野理事より、今までのWEBサーバーの提供がなくなるとのことで、民間サーバーの提供サービスへ切り替える報告があった。

(6) 医療委員会

五十嵐理事より、磁性アタッチメント適用の診療ガイドライン策定に関して、現状について第20回学術大会にて秀島幹事より報告があるとのこと、また、磁性アタッチメントの保険導入の是非については、今後も会員、非会員の先生に問いかけをして調査を行っていくとの報告があった。秀島幹事より、ガイドライン策定のためのクリニカルクエスションを14題選定したとのこと、またこれに関して調査する担当の教室を決定していくとの報告があった。

(7) 磁性アタッチメント臨床評価委員会 星合理事より、症例数が少ないとの報告があった。各大学で症例を増やしていき臨床評価を 続けていくとの報告があった。

(8) ISO 対策委員会

高田理事より、標準化委員会としての活動について報告があった。磁性アタッチメントの国際規格化に関して、ブラジル会議にて修正案とコメントに対する回答を提示し、ほぼ日本側の意見が承認されたと報告があった。また、第20回学術大会にてブラジル会議について報告するとのことであった。

3) 第20回学術大会、第10回国際磁気歯科インターネット会議

田中貴信大会長より、第20回学術大会準備状況 について報告があった。

中村好則徳先生より第10回国際磁気歯科インターネット会議を例年通り行うとの報告があった。

4)第21回学術大会、第11回国際磁気歯科インターネット会議

五十嵐大会長より、第21回学術大会を平成23年 11月12、13日の日程で東京医科歯科大学歯科棟 4階特別講堂にて行う予定が報告され、特別講 演は塙教授に依頼しているとのことであった。 また、補綴学会東京支部学会(11月26、27日) とのジョイントになる可能性もあるとのことであっ た。第11回国際磁気歯科インターネット会議も 例年通り開催を予定しているとの報告があった。

5)日本歯科医学会認定分科会

石上会長より、各委員会より歯科医師会へアンケートをとる際には日本歯科医学会の承認を得なければならないとのことで、今後歯科医師会にアンケートをする際は事務局に依頼し歯科医学会へ連絡するとの報告があった。

研究プロジェクト21については採択されなかったことが報告された。

第22回日本歯科医学会総会について報告された。

6) その他

石上会長より、会長幹事が梅川義忠先生、庶務幹 事が河野稔広先生に変更したことが報告された。

3. 協議事項

1) 平成22年度決算

星合理事より、平成22年度決算について報告が あった。

2) 会計監查報告

佐々木監事より、会計監査報告があった。すべての帳簿、領収書等を精査したところ、間違いなく運営されていることが確認されたとのことであり、承認された。

3) 平成23年度予算

星合理事より、平成23年度予算について報告が

あり、承認された。

4)次々期第22回学術大会、第12回国際磁気歯科インターネット会議

第22回学術大会は、徳島大学 市川哲雄大会長 のもと開催することが承認された。

5)次期役員について

石上友彦会長のもと、平成23、24年度まで継続して現役員で運営していくことが了承された。 会計理事は秀島雅之理事に変更することが報告 された。

- 6) 平成22年度総会次第について 総会次第は、理事会次第に準じて作成され、承 認された。
- 7) その他
 - (1) 旅費、講演費の規約について 石上会長より、旅費支給規程および講演等に 係わる謝礼等に関する規則について提案があ り、承認された。
 - (2) 磁気歯科学会発表者の規定について 石上会長より、非会員が演者および共同演者 に加わる場合は1人につき5千円を事務局に 振込み、参加登録費は大会本部に振込むこと が提案され、承認された。
 - (3) ホームページ管理サーバーの移転について WEB サーバーの提供サービスを民間サーバー へ切り替えることについて、予算は数万円か かること、また、委員長の一任で業者は決定 するとのことで承認された。

以上

平成23年度 日本磁気歯科学会 第1回理事会議事要旨

日時:平成23年4月15日(金)15:00-17:00

場所:東京医科歯科大学歯科外来事務4F 演習室

出席:理事長:石上友彦

 副理事長: 鱒見進一

 庶
 務: 鱒見進一

 会
 計: 秀島雅之

学 術:芥川正武

用語検討:中村好德 会則検討:中村和夫

安全基準:細井紀雄 医 療:秀島雅之

認 定 医:大川周治 臨床評価:星合和基 プロジェクト:土田富士夫

理 事:大久保力廣,大山哲生,田中譲治, 永田和裕,水谷 紘

監事:木内陽介,細井紀雄

幹 事:梅川義忠(会長),河野稔広(庶務)

オブザーバー: 佐々木英機, 佐藤雅之, 安藤智宏

1. 理事長挨拶

石上理事長より挨拶があった。

2. 報告事項

- 1)会務報告
 - (1) 庶務

鱒見理事より、庶務報告として平成23年4月13日現在の会員数(正会員395名、名誉会員4名、賛助会員9社、購読会員13団体)についての報告があった。また、医学文献検索サービスメディカルオンラインの継続およびPubMedからリンクが可能になったことについて報告があった。

(2) 会計

秀島理事より、平成23年度会計中間報告があった。

2)委員会報告

(1) 編集委員会

石上理事長より第19巻1,2号投稿論文数は、 それぞれ10編および13編であったとの報告が あった。印刷費の収支ついて報告があった。

(2) 学術委員会

芥川理事より、第10回国際磁気歯科インターネット会議について報告があった。震災の影響により、サーバーがダウンしアクセスができなかったため、アクセス数および質疑応答件数が減少した。このため時期を改めて再度開催することについて審議され、5/9~5/23の期間で再度開催することが決定した。

(3) 安全基準検討委員会

細井理事より、第20回学術大会後、第1回安全基準検討委員会を開催したとの報告があった。磁性アタッチメント義歯装着者におけるMRI 撮像時の安全基準マニュアルならびにリーフレット(案)が報告された。今後各理事の意見を聴取し、次回の理事会までに完成する方向で進めることが決定した。

(4) 広報委員会

鱒見理事より、會田英紀先生が広報幹事に決 定したことが報告された。

(5) 医療委員会

秀島理事より、日本歯科医学会第2回ワークショップに関する報告があった。磁性アタッチメント適用の診療ガイドラインの策定についてCQを14題選定し、今後の予定について報告があった。

(6) 認定医審議委員会

大川理事より、現在の認定医数は49名であり、 平成22年度に更新した認定医数は15名との報 告があった。

- (7) 磁性アタッチメント臨床評価委員会 星合理事より、5年経過時調査をまとめて報 告したこと、また今後の予定として10年後の 術後調査について報告があった。
- (8) ISO 対策委員会

石上理事長より、NEDOより助成金の内諾を得たことについて報告があった。 アメリカで行われる ISO 会議の資金に補填する旨の報告があった。

(9) 用語検討委員会 中村好徳理事より、用語の統一化を行ってい くことについて報告があった。

(10) 磁気用途検討委員会

鱒見理事より、磁気用途検討委員会の活動計画について報告があった。

(11) 会則検討委員会

中村和夫理事より、今後、会則見直し等行っていくことについて報告があった。

(12) プロジェクト委員会

土田理事より、今後の活動について報告があった。

- 3)第20回学術大会、第10回国際磁気歯科学会報告中村好徳理事(田中貴信大会長代理)より、平成22年10月30、31日に開催された第20回学術大会の参加者数や会計状況について詳細な報告があった。
- 4)第21回学術大会、第11回国際磁気歯科学会 秀島理事(五十嵐大会長代理)より、平成23年 11月12(土)、13(日)の日程で佐藤雅之実行 委員長のもと、東京医科歯科大学歯科外来事務 棟4F特別講堂にて行う予定が報告された。歯 科医学会から本学会宛に連絡があったため、日 本歯科医学会会長江藤一洋先生との懇談会を設 定し、特別講演は生体材料工学研究所の塙隆夫 教授に依頼したことが報告された。

5) その他

鱒見理事より、「平成23年度プロジェクト研究費申請公募用テーマについて」、「学術機関リポジトニに係るリーフレットの送付および著作権ポリシーの策定・公表について」、「歯科医学研究所構想に関するアンケート調査報告の送付」について報告があった。

3. 協議事項

1) 平成23年度事業計画

石上理事長より、平成23年度事業計画について、磁性アタッチメントの国際規格作成 ISO/TC1 06会議への参加、支援、会員数の増加、日本磁気歯科学会雑誌発行(第20巻1号、2号)、第2 1回学術大会、第11回国際磁気歯科インターネット会議の報告があった。また、歯科医師会への磁性アタッチメントの啓発など広報活動の推進、MRI 撮像時の対応マニュアル作成、リーフレット作成を行っていくと報告があった。その他、会則および用語の整理、プロジェクトの立ち上げについて報告があり、承認された。

2) 第22回学術大会、第12回国際磁気歯科インターネット会議 石上理事長より、市川先生の主幹により開催する事が報告され、承認された。

3) 名誉会員の推薦について

石上理事長より、佐々木英機先生および奥野攻 先生が名誉会員に推薦されたことが報告され、 承認された。第21回学術大会総会にて名誉会員 証を贈呈することが承認された。

4) その他

秀島理事より、旅費の支給についての再検討が 提案され、承認された。

以上

日本磁気歯科学会会則

1. 名称

本会は日本磁気歯科学会(JAPANESE SOCIETY OF MAGNETIC APPLICATIONSIN DENTISTRY) と称する。

2. 目的

本会は磁気の歯科領域への応用に関する研究 の発展ならびに会員の知識の向上をはかること を目的とする。

3. 会員

- 1) 本会の会員は下記の通りとする。
 - (1) 正会員 磁気に関する学識又は関心を有するもので本会の目的に賛同する者。
 - (2) 賛助会員 本会の目的、事業に賛同する 法人又は団体。
 - (3) 名誉会員 本会の目的達成に多大の貢献 を果たし理事会の議決を経た者。
- 2) 本会に入会を希望する者は入会金とその年度の会費を添え申し込むこと。
- 3) 会員は下記のいずれかの号に該当する時は 理事会の決定によって会員の資格を失うこ とがある。
 - ①会費を1年以上滞納した時。
 - ②本会の会則に違反する行為があった時。

4. 会計

- 1) 本会の経費は、会費、寄付金、その他で支 弁する。その収支は総会において報告し承 認を得るものとする。
- 2) 正会員については入会金5,000円、年会費5,000 円とする。また、賛助会員については入会 金10,000円、年会費10,000円とする。
- 3) 非会員で雑誌購読を希望する者は、1部2,50 0円で購入できるものとする。
- 4) 本会の事業年度は1月1日より12月31日と する。
- 5) ただし、会計年度は10月1日より翌年の9 月30日とする。

5. 役員

- 1)本会に次の役員を置く。 理事長1名、副理事長1名、監事、理事、 幹事、各若干名。
- 2) 理事長、副理事長、理事は理事会を組織し、本会の目的達成のための必要事項を審議、企画および処理を行う。学術大会大会長ならびに次期学術大会大会長は理事として理事会に出席する。幹事は理事を補佐し、会務を分担する。
- 3) 理事長および副理事長は理事会でこれを推薦し、総会において選出する。理事は理事会において適当と認められ、総会で承認を得たものとする。監事は理事会の推薦により理事長が任命し、職務を委嘱する。
- 4) 役員の任期は2年とする。但し、再任を妨 げない。

6. 事業

- 1)本会は毎年1回総会を開き、会務を報告し、 重要事項を審議する。
 - 2) 本会は毎年1回以上学術大会を開き、会員 は学術および臨床研究について発表、討論 を行う。
 - 3) 本会は毎年機関誌を発刊し、会員に配布する。
- 4) 本会は各種委員会を理事会の承認のもとで 設置することが出来る。

7. 事務局

事務局は理事長がこれを定める。

8. 会則の変更

本会会則の改廃は理事会の審議を受け、総会の決議により行う。

附則

- ・本会則は平成3年12月6日より施行する.
- 平成 8 年11月16日 一部改定
- 平成22年10月31日 一部改定

日本磁気歯科学会認定医制度規則

第1章 総 則

弗 上早 総 貝

第1条

本制度は、磁気歯科学の専門的知識及び臨床技能を有する歯科医師を育成・輩出することにより、医療水準の向上を図り、もって国民の保健福祉の増進に寄与することを目的とする。

第2条

前条の目的を達成するために日本磁気歯科学会 (以下「本会」という)は、磁気歯科認定医(以下「認定医」という)の制度を設け、認定医制度 の実施に必要な事業を行う。

第3条

認定医は、磁気歯科学領域における診断と治療のための高い歯科医療技術を修得するとともに、認定医以外の歯科医師または医師等からの要請に応じて適切な指示と対応がとれるように研鑽を図る。

第2章 認定医の条件

第4条

認定医は、次の各号をすべて満たさなければならない。

- (1) 日本磁気歯科学会会員であること。
- (2) 本会学術大会に出席すること。
- (3) 磁気歯科学に関連する研究活動に参加・発表を行うこと。
- (4) 磁気歯科学に関連する領域の診療を行うこと。

第5条

前述に拘わらず、学会が特別に認めた場合には 認定医になることができる。

第3章 認定医申請者の資格

第6条

認定医の資格を申請できるものは、次の各号の 全てを満たすことを必要とする。

- (1) 日本国歯科医師の免許を有すること。
- (2) 認定医申請時において、3年以上連続した学会の会員歴を有すること。
- (3) 第4条の認定医の各号に掲げる条件を満たすこと。

第4章 認定医の申請

第7条

認定医の資格を取得しようとするものは、学会に申請し、資格審査を受け認証されなければならない。

第8条

認定医申請者は、別に定める申請書類を認定手数料とともに学会事務局に提出しなければならない。

第5章 認定審議会

第9条

認定医としての適否を審査するために、認定審 議会(以下「審議会」という)を設置する。

第10条

審議会は10名以内の委員で構成する。

- (1) 委員は認定医である理事の中から会長が推薦 し、理事会の議を経て理事・評議委員会の承 認を受ける。
- (2) 委員の任期は2年とし、連続2期までとする。
- (3) 委員長及び副委員長各1名を委員の互選により選出する。

第11条

審議会は、委員の3分の2以上の出席をもって 成立する。

- (1) 資格の適否は、委員長を除く出席委員の過半数をもって決し、可否同数の場合は委員長の決するところによる。その結果は理事会に報告する。
- (2) 審議会は、必要に応じ開催する。

第6章 認定医登録

第12条

審議会の審査に合格した者は、所定の登録料を 納入しなければならない。

第13条

本会は前項に基づき認定医登録を行い、合格者 に認定証を交付するとともに、日本磁気歯科学会 雑誌および本会総会において報告する。

第7章 資格の更新

第14条

認定医は、5年ごとに資格の更新を行わなければならない。

第15条

認定医の資格の更新に当たっては、5年にわたる認定期間の間に別に定める条項を満たさなければならない。

第16条

資格更新申請者は、別に定める更新申請書類を 更新手数料とともに学会事務局に提出しなければ ならない。

第8章 資格の消失

第17条

認定医は、次の各号の条件を欠いたとき、審議 会の議を経て、その資格を失う。

- (1) 本人が資格の辞退を申し出たとき。
- (2) 日本国歯科医師の免許を喪失したとき。
- (3) 本会会員の資格を喪失したとき。
- (4) 認定医資格の更新手続きを行わなかったとき。
- (5) 審議会が認定医として不適当と認めたとき。

第18条

認定医の資格を喪失した場合であっても、喪失の理由が消滅したときは、再び認定医の資格を申請することができる。

第9章 補 則

第19条

審議会の決定内容に異議のある者は、会長に申し立てることができる。

第20条

この規則の改訂については、理事会の承認を必要とする。

附 則

- ・この規則は、平成17年4月22日から施行する。
- ・この規則は、平成22年4月23日から施行する。

規則施行にともなう暫定処置

第1条

本会の会員歴が通算8年以上であって、本会が認める学術集会または機関誌に磁気歯科学に関する発表を1回以上行った者は、申請により認定医となることができる。また、特に理事会の認めた

者に関しては、この限りではない。

第2条

とする。

暫定処置期間中の審議会は、理事がこれにあたる。 第3条

暫定処置の期間は、本制度発足により3年間 (平成17年4月22日より平成20年4月21日まで)

平成19年4月20日 一部改変

日本磁気歯科学会認定医制度施行細則

(平成17年4月22日)

第1条

日本磁気歯科学会認定医制度規則(以下「規則」 という)に定めた条項以外については、この細則 に基づき運営する。

第2条

規則第4条に基づく認定医の基本的条件としては、次の各号の要求が満たさなければならない。

- (1) 日本磁気歯科学会(以下「学会」という)が 主催する学術大会等への出席(3年間で3回 以上)
- (2) 学会(本学会の認める学会を含む)発表(1 回以上)
- (3) 学会誌(本学会の認める学会誌を含む)投稿 (1編以上)
- (4) 磁気歯科学を活用した診査・診断及び治療症 例のケースプレゼンテーション (2症例;第 1症例は学会発表を行い審査を受ける)

第3条

規則第5条に規定する認定医とは、本学会に永 年顕著に貢献した会員で、理事会の承認を得たも のでなければならない。

第4条

規則第2条を満たした認定医の資格を申請する 者は、次の各号に定める書類に認定医申請書を添 えて学会に提出しなければならない。

- (1) 認定医申請書(様式1)
- (2) 履歴書(様式2)
- (3) 歯科医師免許証の写し
- (4) 学会会員歷証明書(様式3)
- (5) 学術大会出席証明書(様式4)
- (6) 学会発表及び学会誌投稿を証明する書類 (様式5)
- (7) ケースプレゼンテーション申請書(様式6)
- (8) ケースプレゼンテーションの症例記録 (様式 7) (様式 8)

認定医資格を認められたものは登録料を添えて認定 医登録申請書(様式9)を提出しなければならない。

第5条

規則第8条、第12条、細則第16条に定める手数 料は次の各号に定める。

- (1) 認定手数料 10,000円
- (2)登録料 20,000円
- (3) 更新手数料 20,000円

第6条

前条に定める即納の認定手数料、登録料、更新 手数料は、いかなる理由があっても返却しない。

第7条

認定医の資格の更新に当たっては、5年間に次の各号における要求をすべて満たさなければならない。

- (1) 学術大会等への出席 ----- 3回以上
- (2) 学会発表 ------1 回以上
- (3) 学会誌投稿 -----1編以上

第8条

- 1. 認定医の資格を更新しようとする者は、認定 医更新申請書 (様式10)、磁気歯科学会学術 大会ならびに関連学会出席記録 (様式11)、 磁気歯科学に関する発表記録 (様式12) を更 新手数料を添えて学会に提出しなければなら
- 2. 認定医の更新を認められたものは認定医更新 登録申請書(様式13)を学会に提出しなけれ ばならない。認定医更新の申請は、認定医失 効期日の1年前から6ヶ月前までとする。

第9条

本学会が認める学会、学会誌とは磁気歯科学に関するものであり、認定審議会の認める物をいう。

第10条

この細則の改定については、認定審議会の議を 経て、理事会の承認を得なければならない。

附 則

この細則は、平成17年4月22日から施工する。

日本磁気歯科学会雑誌投稿規定

- 1. 本誌への投稿は、特別の場合を除き、本会会員に限る。
- 2. 他の雑誌に発表された論文は掲載しない。
- 3. 掲載論文の著作権は本学会に所属する。
- 4. 原稿の採否は編集委員会で決定する。
- 5. 原稿は総説、原著論文、臨床論文、その他講演抄録 とする。著者としての希望は投稿時に原稿の表紙に明 示すること。ただし、その決定は編集委員会で行う。
- 6. 投稿料は刷り上がり1頁当たり8,000円とする。また、カラー印刷、トレース等の実費は別途に算出して著者負担とする。ただし、講演抄録の掲載料は無料とする。
- 7. 別刷り希望の場合は著者校正のおり編集委員会宛に申し出ること。その経費は著者負担とする。
- 8. 原稿の様式
 - 1) 邦文原稿は、漢字混じり平仮名、口語体、横書き とし、A 4 版400字詰め原稿用紙に黒インクまた はボールペンで清書すること。ワープロ使用の場 合には、A 4 版縦長横書きとし、一頁当たり25字 ×30~36行とすること。
 - 2) 記載順序は標題、著者名、所属(以上には英語訳を付けること)、英文抄録、キーワード(5語以内;英訳付き)、および本文とすること。ただし、本文は表題等とは別に、頁を改めて書くこと。
 - 3) 英文抄録は200語以内で、図表は除くものとする。 必ずダブルスペースでタイプライターまたはワー プロ使用のこと。
 - 4) 欧文原稿はタイプライターまたはワープロにてダブルスペースで清書したものとし、必ず邦文抄録(400字以内)を付けること。
 - 5) 総説、原著論文は原則として刷り上がり20頁以内、 臨床論文は10頁以内、その他は5頁以内とし、講 演抄録は本文を800字以内とする。なお、講演抄 録には、図表および英文抄録は付けない。
 - 6) 本文中の各項目の細分は次のように定める。1.2. …、1) 2) …、(1) (2) …、a.b. …、a) b) …、(a) (b) …
 - 7) 人名、地名は原綴りを原則とするが、他は特別の場合を除き、外来語をそのまま使用しない。特にカタカナ書きは必要最小限にとどめる。
 - 8) 数字は算用数字を原則とし、数量、温度等は次に 準ずるものとする。
 - (例) m, cm, mm, μ m, cm 2 , l, ml, kg, $^{\circ}$ C, Hz, Gy, G, Oeその他はSI, CGS, または MKSA 単位とする。
 - 9) 表、図(写真も含む)は本文末にまとめ、表1、図1等の番号とタイトルをつけ、挿入箇所を本文右欄外に朱書する。図表のタイトルには、内容の説明は記載しないこと。原則として図表はB5版大とし、厚紙台紙は使用しないこと。図は必ず墨または黒インクで清書し、天地・印刷寸法を明示すること。写真は必ず印画紙に焼きつけたものとし、カラー印刷の場合を除き、スライドのままの

原稿は受けつけない。

- (A) 図の大きさは(プリントの紙の大きさではなく、画像の大きさ)、片段組用(横70ミリ以内・縦自由)両段組用(横100~146ミリ以内・縦自由)とし、拡大縮小およびトリミングの必要のないものを原則とする。
- (B) グラフ等の文字は、上記の雑誌掲載時で文字 の大きさが、 $7 \sim 9$ ポイントとなること、書体は明朝体を使用すること。
- (C) グラフの色わけのための網点は、あまり細かいものは使用しない。プリンターは、600dpi以上の精度を持つものでプリントすること。この際必ず指定サイズでプリントすること。
- (D) 図表は、片段あるは両段を指定し、白黒あるいはカラーの区別を明記すること。
- (10) 文献は引用箇所に番号をつけ、本文の末尾に引用順に並べること。記号様式は雑誌の場合、著者(3名まで)、表題、雑誌名、巻、号、頁(始めと終わり)、発行年(西暦)の順とし、単稿本では著者、書名、引用頁(始めと終わり)、発行所、発行年(西暦)の順とする。

(例)

- 原 正明, 奥野 攻, 三浦維四, ほか:閉 磁路型歯科用磁性維持装置の研究、歯材器、 4 (3): 236-242, 1985.
- 2)藤田恒太郎:歯の解剖学, pp1-130、金原 出版, 東京, 1957.
- 3) Jackson, T.R.: The application of rare earth magnetic retension to osseointegrated implants. Int.J.Oral Maxillofac, Implants 1 (2): 77-89, 1986.
- 4) Chalian, V.A., Drane, J.B. and Standish, S.M.: Maxillofacial prosthetics, 133-162, William & Wilkins Co., Baltimore, 1971.
- 9. 原稿はコピー(図表も含む)2部を添え、必ず書留めで送付のこと。原稿は特別の場合を除き返却しない。なお、印刷業務の迅速化をはかるため、出来れば、図説も含めた原稿のフロッピーディスクを添えてください。
- 10. 著者校正は1回とする。校正済ゲラ刷りが指定された期日に編集委員会に返却されない場合には、校正が無効になることもある。なお、原則として、原稿に表示された範囲以外の変更を要する構成は認めない。

E-mail による電子ファイルでの投稿について (重要)

編集作業の迅速化および印刷経費軽減のため、E-mail やその他(CD 送付など)による電子ファイルでの投稿を推奨しております。書式等は、印刷紙での投稿に準じますが、異なる点がありますのでご注意ください。

執筆要綱

- (1)電子ファイルでの投稿を基本といたします。文章 および表は MS-Word 2000、2003、2007、図は PowerPoint 2000、2003、2007 で記載ください。 図込みの表については、Power Point でお書き ください。また、図表については、全段または片 段を指定し、白黒またはカラーを各図表ごとに明 記してください。
- (2) 原稿は、漢字混じり平仮名、口語体、横書きとし、 A4版、余白(全て25mm)、行数(30~36行程度)、 文字の大きさ(10.5pt)で記載してください。書 式の修正やフォントの設定は編集で行いますので、 詳細な設定はしないでください。英文も同様です。
- (3) 本の他に、和文抄録(総説の場合のみ:400 字以内)、 英文抄録(200words以内)、キーワード(英訳つ き、5 語以内) が必要です。
- (4) 必ず表紙をお付けください。表紙には、表題、著者名 (フルネーム)、所属 (以上には英語訳を付けてください。)、著者連絡先 (住所、E-mail アドレス)、キーワード (英訳付き、5 語以内)、別刷り数、pdf (別刷りの pdfです) の要否を記載ください。
- (5) 原稿は、表紙、和文抄録、英文抄録、本文、引用 文献、図表のタイトルおよび説明の順となります。 これらの項目ごとに必ず改頁をお願いいたします。
- (6) 原稿(表紙、和文抄録、英文抄録、本文、引用文献、図表のタイトルを含む)(Author_txt.doc)、表(Author_Table.doc)、図(Author_ppt)の3つのファイルに分けてお送りください。図表には、表1、図1等の番号とタイトルをつけ、挿入箇所を本文の右欄外または文中(カッコ書きで図表の番号を記入)に朱記してください。図表内容の詳細な説明はタイトルに記載しないでください。
- (7)以下、原稿の様式は、投稿規定の8と同様です。

原稿の様式の例

1. 表紙

①表題(英語訳を付けてください。) 磁気歯科学会雑誌のための原稿の書き方 How to write draft for J J Mag Dent

②著者名、所属(英語訳を付けてください。) 著者名:磁気太郎,磁石花子¹,根面板介,吸引力¹ Taro Jiki, Hanako Jishaku1, Bansuke Konmen and Chikara Kyuin¹

所属名:江戸大学歯学部歯科理工学講座

1上方大学歯学部歯科理工学講座

Department of dental Materials Science, School of Dentistry, Edo University

- ¹Department of dental Materials Science, School of Dentistry, Kamigata University
- ③キーワード(英訳付き、5 語以内) 磁性アタッチメント(Magnetic attachment)、磁石 (Magnet)、キーパー (Keeper)、磁石構造体 (Magneticassembly)、金合金 (Gold alloy)
- ④別刷数

別刷数 100部

⑤pdf (別刷りのpdf です) の要否を記載ください。pdf 要

------改ページ---------

2. 和文抄録 (総説論文の場合のみ必要)

400文字以内です。

3. 英文抄録

Max 200 words

------改ページ-------

4. 本文

1. 諸言、2. 材料および方法、3. 結果、4. 考察、 参考文献の順に記載してください。

文献は引用箇所に番号をつけ、本文の末尾に引用順に並べてください。記号様式は雑誌の場合、著者(3名まで)、表題、雑誌名、巻、号、頁(始めと終わり)、発行年(西暦)の順とし、単稿本では著者、書名、引用頁(始めと終わり)、発行所、発行年(西暦)の順とします。(投稿規定参照)

図表のタイトルを引用文献の後につけてください。

表1 ••••••

表 2 •••••••

原稿送付先

日本磁気歯科学会編集委員会

東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野内 〒980-8575 仙台市青葉区星陵町4-1

TEL: 022-717-8316 FAX: 022-717-8319

E-mail: takada@m.tohoku.ac.jp

日本磁気歯科学会雑誌 第21巻 第1号 原稿募集

原稿受付締切:平成24年5月31日 発行予定:平成24年10月1日



平成23年度日本磁気歯科学会役員

(平成23年1月1日~平成24年12月31日)

理 事 長:石上 友彦(日本大学歯学部 教授)副 理 事 長:鱒見 進一(九州歯科大学 教授)庶務担当理事:鱒見 進一(九州歯科大学 教授)編集担当理事:髙田 雄京(東北大学・歯・准教授)会計担当理事:秀島 雅之(東医歯・歯・ 講師)学術担当理事:芥川 正武(徳島大学工学部 講師)監 事:木内 陽介(徳島大・ 名誉教授)細井 紀雄(鶴見大・歯・名誉教授)

理 事: (50音順)

市川 哲雄(徳島大・歯・教授) 田中 譲治(千葉県開業) 大川 周治(明海大学・歯・教授) 土田富士夫(神奈川県開業) 大久保力廣(鶴見大・歯・教授) 中村 和夫(東京都開業)

大山 哲生(日大・歯・診療准教授) 中村 好徳(愛院大・歯・准教授) 倉林 亨(東医歯・歯・教授) 永田 和裕(日歯新潟・歯・准教授) 越野 寿(北医療大・歯・教授) 星合 和基(愛院大・歯・准教授)

東風 巧(千葉県開業) 誉田 雄司(福島県開業)

田中 貴信(愛院大・歯・教授) 水谷 紘(東医歯大・歯・非常勤講師)

編集委員会:高田雄京(委員長)、石上友彦、木内陽介、中村和夫、中村好徳、鱒見進一

学 術 委 員 会:芥川正武(委員長)、越野 寿、中村好徳、秀島雅之

用語検討委員会:中村好徳(委員長)、石上友彦、鱒見進一、水谷 紘、髙田雄京、田中貴信

會田英紀

磁気用途検討委員会:市川哲雄(委員長)、大久保力廣、芥川正武、越野 寿、尾澤昌悟

会則検討委員会:中村和夫(委員長)、大山哲生、秀島雅之、鱒見進一

安全基準検討:細井紀雄(委員長)、水谷 紘、土田富士夫、長谷川みかげ、倉林 亨

委 員 会 オブザーバー:石上友彦

医療委員会:秀島雅之(委員長)、市川哲雄、田中譲治、越野寿、尾澤昌吾、梅川義忠、鈴木恭典

広報委員会:越野寿(委員長)、槙原絵理

認定医審議委員会:大川周治(委員長)、石上友彦、都尾元宣、中村好徳、田中譲治

磁性アタッチメント臨床評価委員会

:星合和基(委員長)、大山哲生、永田和裕、曽根峰世、岡崎祥子

プロジェクト委員会:土田富士夫(委員長)、誉田雄司、芥川正武

オブザーバー:菊地 亮、京谷郁男

ISO 対策委員会:髙田雄京(委員長)、石上友彦、鱒見進一、田中貴信、中村好徳、細井紀雄、

木内陽介、水谷 紘

会 長 幹 事:梅川義忠(日本大学歯学部) 庶 務 幹 事:河野稔広(九州歯科大学) 編 集 幹 事:宍戸圭子(東北大学・歯) 用語検討幹事:増田達彦(愛知学院大学)

磁気用途検討幹事:石田雄一(徳島大学)後藤崇晴(徳島大学)

広報幹事:會田英紀(北医療大) 事務局:日本磁気歯科学会事務局

九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野内

〒803-8580 福岡県北九州市小倉北区真鶴 2 - 6 - 1

TEL: 093-582-1131 FAX: 093-582-1139

原稿投稿先:日本磁気歯科学会編集委員会

東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野

〒980-8575 仙台市青葉区星陵町 4-1

TEL: 022-717-8317 FAX: 022-717-8319

E-mail:takada@m.tohoku.ac.jp

日本磁気歯科学会 認定医名簿

(平成23年9月現在)

認定医番号	氏 名	所 属
1	田中貴信	愛知学院大学歯学部
2	石 上 友 彦	日本大学歯学部
3	星合和基	愛知学院大学歯学部
4	石 橋 寛 二	岩手医科大学歯学部
5	水谷紘	東京医科歯科大学
6	鱒 見 進 一	九州歯科大学
7	木 村 幸 平	東北大学大学院
8	大 川 周 治	明海大学歯学部
9	豊田實	神奈川歯科大学
10	兼松登	かねまつ歯科医院
12	細井紀雄	鶴見大学歯学部
13	中 村 和 夫	東京医科歯科大学大学院
14		
15	磯 村 哲 也	康生歯科医院
16	田中譲治	田中歯科医院
17		
18		
19		
20	細見洋泰	細見デンタルクリニック
21	井 上 宏	大阪歯科大学
22	佐々木 英 機	佐々木歯科医院
23	平井敏博	北海道医療大学歯学部
24	津 田 賢 治	中花ファミリー歯科
25	誉 田 雄 司	誉田歯科医院第一診療所
26		
27		
28	中 村 好 徳	愛知学院大学歯学部
29	石 川 晋	石川歯科医院
30	水 野 直 紀	みずの歯科医院
31	蒔 田 眞 人	敬天堂歯科医院
32	平田幹男	平田歯科医院
33	大 貫 昌 理	鶴見大学歯学部
34	土 田 富士夫	鶴見大学歯学部
35	大 山 哲 生	日本大学歯学部

認定医番号	氏 名	所 属
36	佐々木 秀 隆	東京医科歯科大学歯学部
37	大 塩 恭 仁	徳島大学歯学部
38	郡 元治	徳島大学歯学部
39	大 草 大 輔	大草歯科医院
40	成川史子	なるかわ歯科医院
41	松崎慎也	中村歯科医院
42	槙 原 絵 理	九州歯科大学歯学部
43	蓮 池 敏 明	明海大学歯学部
44	藤本俊輝	日本大学歯学部
45	千 草 隆 治	千草歯科医院
46	都 尾 元 宣	朝日大学歯学部
47	薩 摩 登誉子	徳島大学歯学部
48	佐 藤 志 貴	さとう歯科
49	八 木 まゆみ	九州歯科大学歯学部
50	宮 前 真	愛知学院大学歯学部
51	長谷川 信 洋	愛知学院大学歯学部
52	天 野 優一郎	愛知学院大学歯学部
53	倉 田 秀	三井住友銀行診療所
54	中 村 浩 子	愛知学院大学歯学部
55	阿部實	鶴見大学歯学部
56	安藤智宏	東京医科歯科大学歯学部
57	山 本 公 珠	愛知学院大学歯学部
58	庄 司 和 伸	愛知学院大学歯学部
59	武藤亮治	鶴見大学歯学部

提出済みの方は記載不要です

平成24年1月

日本磁気歯科学会 会員各位

日本磁気歯科学会 医療委員会 委員長 秀島雅之

磁気歯科診療ガイドライン作成のためのアンケート予備調査のお願い ークリニカル クエスション (CQ) -

冠省

近年根拠に基づく医療の必要性,多様化した患者の価値観に対応する医療の質の向上が求められ, 医・歯学系各学会で診療ガイドラインの作成が行われております.

当 日本磁気歯科学会においても、診療ガイドライン作成が急務のため、医療委員会で取り組むこととなりました.

現在診療ガイドラインの作成には各国共通のルールが適用され、設問形式でまず<u>臨床上の疑問</u> (Clinical Question: CQ)を呈示し、それに対して文献的なエビデンス、医師の技量、患者側因子等を総合的に評価して、推奨する回答を記載する様式が一般的です。日本医療機能評価機構(Minds)のホームページ等にも、掲載されていますのでご参照下さい。

CQ の書式としては臨床で行っている治療法を,「ある問題(症例)に対して,次のような治療・検査を行うと,行わない場合(or 従来の方法)に比べて,どう違うか?」という命題で表現します. 従来のガイドラインは CQ を取り入れていないか,ガイドライン作成者(学会の専門家 etc.)が一般臨床医の疑問や治療法を取り入れずに,独自の判断で策定された場合が多く見受けられます.

そこで今回,様々な立場の先生方がどのような CQ を持っているかを調査することとしました. 職場もしくは知り合い等の臨床医に広く配布頂き,磁性アタッチメントに関する臨床的疑問点(CQ) を募集致します.

また磁性アタッチメントの保険導入の是非についての質問も加えました.

各質問, 記載覧にご記入の上, 医療委員会 (秀島雅之 <u>FAX:03-5803-5515</u>, <u>E-mail:m.hideshima.rpro@tmd.ac.jp</u>) 宛に, <u>アンケート用紙のみ FAX もしくはメール</u>にてご送付下さい. 用紙は<u>ホームページ</u> (<u>http://www.jsmad.jp/</u>) の<u>医療委員会(診療ガイドライン)</u>の覧からもダウンロードできます.

本アンケート調査は匿名で行いますので、個人情報の漏洩はございません。また回答は調査以外の目的に使用したり、個別の回答内容を第三者に公表したりすることはございません。

ご多用中まことに恐れ入りますが、ご協力の程よろしくお願い申し上げます。

草々

提出済みの方は記載不要です

診療ガイドライン作成のためのアンケート調査 -クリニカル クエスション(CQ)-

□無し □1~5例未満 質問5:あなたは磁性アタッチン 以下の書式で <u>1個以上,5個以</u>	ソントの臨床適用に対し、ど		持ちでしょうか?
んな症状(症例)に (Patient) んな検査・治療に	~/は (Intervention)	~よりも (Comparison)	効果があるか? 有効か? (O utcome)
1) 下顎少数歯残存症例に対し	磁性アタッチメントの適用は	クラスプ義歯よりも	経過がよいか?
2) インプラントオーバーデンチャーへの 3) 磁性アタッチメントの支台歯のキーパーは	磁性アタッチメントの適用は 平坦な根面形態の方が	他の装置よりも	有効か? 義歯の安定が良いか?
質問6: 磁性アタッチメントの			

ご協力ありがとうございました.

替助会員(五十音順)

愛知製鋼株式会社 〒476-8666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 電子・磁性部 **〒**113−0021 医歯薬出版株式会社 東京都文京区本駒込1-7-10 歯科宣伝 株式会社ジーシー 東京都文京区本郷3-2-14 **〒**113−0033 **〒**621−0001 株式会社 ニッシン 京都府亀岡市旭町22-1 株式会社 モ リ タ **〒**564-8650 大阪府吹田市垂水町3-33-18 ノーベル・バイオケア = 7108 - 0075東京都港区南 2 -16-4 ジャパン株式会社 品川グランドセントラルタワー 8 F 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 ペントロンジャパン株式会社 〒140-0014 東京都品川区大井4-13-17 レ・ジュ大井町6階 和 田 精 密 歯 研 株 式 会 社 〒532-0002 大阪府大阪市淀川東三国 1 - 12 - 15 辻本ビル 6 F

- 編集後記 -

- ◆平成23年8月26日に行われました編集会議を経て、第20巻第1号が仕上がりましたので、会員の皆様にお届けいたします。
- ◆現在、メールでの原稿受付を試行いたしておりますが、本巻はメール原稿受付100%を達成いたしました。会員の皆様のご協力に感謝いたします。
- ◆ページデザインを一新し、本巻からA4版の日本磁気歯科学会雑誌となりました。
- ◆次号の原稿締切は、平成24年5月31日の予定です。随時投稿受付を行っておりますので、お早めに ご準備のほどお願い申し上げます。編集の迅速化と印刷費低減のため、メールあるいはCD送付な どの電子媒体でのご投稿にご協力ください。メールでのご投稿は下記のメールアドレスまで。

takada@m.tohoku.ac.jp

◆今後も会員の皆様に充実した雑誌を提供できますよう編集委員会も努力して参ります。会員の皆様 の活発なご投稿をお待ちしております。

編集委員長 髙田雄京

編集委員長 髙田雄京(東北大学) 編集委員 石上友彦(日本大学) (五十音順)木内陽介(徳島大学) 中村和夫(国際医療大) 中村好徳(愛知学院大学) 鱒見進一(九州歯科大学)

日本磁気歯科学会雑誌 第20巻·第1号

2011年12月1日発行

発行者 石上友彦

発行所 日本磁気歯科学会

事務局 九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野内

〒803-8580 福岡県北九州市小倉北区真鶴2-6-1

TEL: 093-582-1131 FAX: 093-582-1139

印刷 東北大学生活協同組合キャンパスサポートセンター 〒989-3121 宮城県仙台市青葉区郷六字久保8-1

TEL: 022-226-3886 • 3887 FAX: 022-223-4518