

歯科保健指導における口腔内スキャナーの応用

—指導効果の検証—

谷 亜希奈，大森あかね，梶 貢三子*，樋口鎮央**，柿本和俊**

大阪歯科大学大学院医療保健学研究科 口腔科学専攻 博士課程（後期）

*大阪歯科大学医療保健学部 口腔保健学科

**大阪歯科大学医療保健学部 口腔工学科

谷 亜希奈，大森あかね，梶 貢三子，樋口鎮央，柿本和俊

第 34 回日本レーザー歯学会総会・学術大会

（令和 4 年 11 月 26，27 日 東京）

歯科保健指導における口腔内スキャナーの応用 ―指導効果の検証―

谷 亜希奈 大森あかね 梶 貢三子*
樋口鎮央** 柿本和俊**

大阪歯科大学大学院 医療保健学研究科

*大阪歯科大学医療保健学部 口腔保健学科

**大阪歯科大学医療保健学部 口腔工学科

抄録

目的：我々は、歯科保健指導に口腔内スキャナー（IOS）を活用することで、歯周組織の変化の定量化と可視化を図り、患者が歯周組織の状態を理解しやすくするとともに治療効果の診査の確度を向上させることを目的として検討を進めてきた。

本研究では、従来の歯科保健指導方法と IOS を用いた歯科保健指導を比較検討し、IOS を用いた歯科保健指導の有用性について検討した。

研究対象と方法：研究対象は、十分な歯科保健指導を受けた経験が無い本学教職員および学生 計 9 名（平均年齢 41.6 歳）とし、歯科衛生士 3 名が、以下の歯科保健指導を研究対象者ごとに 2 週間以上の間隔をあげ、順序を変えて実施した。

- ① 従来法 1：鏡のみを利用した歯科保健指導、
- ② 従来法 2：鏡に加え口腔内写真とスタディーモデルを利用した歯科保健指導、
- ③ IOS 法：IOS 記録のみを利用した歯科保健指導

各回の歯科保健指導時には、歯周精密検査、プラークコントロールレコード(PCR)及び歯肉の状態を記録するとともに IOS で口腔内を記録した。2 回目以降は、研究対象者に記録時の不快感や指導のわかりやすさについて調査票に回答してもらった。IOS の記録は、3D 測定データ評価ソフトウェアにて分析した。

結果：IOS での記録では、従来の歯周組織検査よりも詳細に歯肉の変化を把握できた。IOS による記録を重ね合わせて求めた辺縁歯肉表面の偏差、すなわち変化量においては、プロービングデプス、歯肉の腫脹、発赤の検査結果及び BOP の変化との関係性が低かった。IOS を用いた歯科保健指導と従来の指導法との間には指導効果の差は認められなかった。IOS による記録を不快に感じる研究対象者がいたが、多くは IOS による保健指導は分かりやすく、受けたい指導であると回答した。

結論：現状では IOS を用いた歯科保健指導の臨床的有用性は必ずしも高いとはいえない。また、IOS の記録を 1 歯ずつ位置合わせすることで非常に詳細に歯肉の変化を把握できるが、非常に長い時間を費やすために臨床的に有用とはいえず、ブロック単位での位置合わせが適切と考えられた。しかしながら、IOS による記録は、これまでの歯周組織検査とは異なる視点で歯肉を詳細に評価できる方法であり、患者・術者両者にとって理解しやすい方法である。今後、研究を進めることで歯科保健指導に効果的に活用できる可能性があると考えられる。」と考えられる。

キーワード：口腔内スキャナー、歯科保健指導、歯周組織検査

緒 言

歯科保健指導は、歯科疾患の予防や治療のために必要不可欠である。歯科保健指導において、ブラッシング技術の指導のみでは効果が少なく、患者の口腔健康管理へのモチベーションを高める指導が必要であると言われている^{1,2)}。

歯科保健指導を行う際、患者に口腔内の状態を提示する方法として、一般的に口腔内写真やスタディーモデルが用いられている。患者のモチベーションを向上させる指導を行うためには、患者と歯科医師・歯科衛生士の両者が口腔内状態を十分に把握することが重要である。しかし、口腔内写真やスタディーモデルでは口腔内状態の変化を十分に把握することが難しく、患者にとっては理解しづらいこともある。また、歯周組織の変化の判断は歯科医師や歯科衛生士の経験によるところが大きいため、口腔内写真やスタディーモデルに加え、歯周組織などの口腔内状態の変化を定量的に表示することが必要であると我々は考えた。

そこで、我々は、歯科保健指導に口腔内スキャナー（Intra Oral Scanner 以下 IOS）を活用することで、歯周組織の変化の定量化と可視化を図り、患者が歯周組織の状態を理解しやすくするとともに治療効果の検査の確度を向上させることを目的として検討を進めてきた。

まず、口腔内を想定して全部床義歯の IOS による記録精度を確認するとともに全部床義歯のろう義歯歯肉部の形状変化の定量化と可視化の可能性について検討した。その結果、我々は、IOS を利用することで高い精度で口腔内形状の記録ができ、さらに IOS の記録を重ね合わせることで、歯肉の変化を定量的かつ視覚的に把握できる可能性を見出した³⁾。

次に、実際の口腔内において歯肉部に厚さ 0.11 mm の口内炎貼付薬（フィルム剤）を貼付して、IOS による歯周組織の形状変化の記録精度を求めた。その結果、フィルム剤貼付前後の IOS による記録を重ね合わせて比較することで、正確にフィルム剤を検出し、定量化と可視化することができた⁴⁾。

さらに、辺縁歯肉の腫脹を想定して、歯肉溝に歯肉圧排糸を挿入した辺縁歯肉の形状変化についても検証した結果、IOS で正確に定量化ならびに可視化できることを確認した⁵⁾。

本研究では、十分な歯科保健指導を受けていない本学教職員、学生に対して、従来の歯科保健指導方法と IOS を用いた歯科保健指導を比較検討して、IOS を用いた歯科保健指導の有用性について検討した。

研究対象および方法

1. 研究対象者

研究対象者の選定基準は、本学医療保健学部の教職員もしくは学生のなかで十分な歯科保健指導を受けた経験が無い者のなかから、本研究の説明を受けたうえで、研究参加に同意した者とした。具体的には、歯科医師もしくは歯科衛生士からの歯科保健指導を受けた経験がない、今後の患者を対象とした研究への情報収集の観点から幅広い年齢層、研究期間中継続して研究に協力できることを条件とした。歯周組織の状態については、広く情報収集することを考え、特に規定はしなかった。また、研究対象者からの除外条件は、連続した 3 歯以上の欠損がある者および有床義歯装着者とした。

以上の条件のもとに、男性 6 名、女性 3 名の合計 9 名、最低年齢 21 歳、最高年齢 67 歳、平均年齢 41.6 歳の研究対象者を選定した。内訳は、歯科技工士職員 1 名、歯科技工士教員 2 名、大学院生 2 名（内 1 名は歯科技工士、1 名は留学生で歯科技工士業務経験者）、社会福祉士教員 2 名、口腔工学科学生 2 名（2 年生 1 名、4 年生 1 名）である。研究対象者の口腔保健指導前の口腔内状態は、9 名の平均値で PCR: 37.2%、プービングデプス: 2.16 mm、BOP: 11.7%、PISA: 179.2 mm² であった。また、視診にて腫脹部と判断した割合は 7.8%、発赤は 14.0% であった。さらに、1 名の研究対象者において 4 本の動揺歯を認めた。

本研究は、IOS を用いた歯科保健指導方法と従来の検査法を用いた方法との比較から、今後の実際の患者を対象とした研究、さらには臨床応用における具体的指導法を検討するための情報収集が目的であり、上記の研究対象者の選定となった。

2. 歯科保健指導方法

研究対象者の歯科保健指導は、15 年以上の実務経験を有す 3 名の本学歯科衛生士教員が研究対象者ごとに担当を決めて実施した。

歯科保健指導方法は以下の 3 つの方法とした。

- ① 従来法 1: 口腔内写真、スタディーモデルおよび IOS 記録のいずれも利用しない歯科保健指導とし、鏡を用いて歯肉の変化とデンタルプラークの付着状態等の口腔内の状態を研究対象者に提示した。
- ② 従来法 2: 口腔内写真とスタディーモデルを利用した歯科保健指導とし、鏡に加えて口腔内写真やスタディーモデルを用いて口腔内の状態を研究対象者に提示した。
- ③ IOS 法: IOS (TRIOS3, 3Shape, デンマーク) を利用した歯科保健指導とし、口腔内の状態を 3D 画

像で研究対象者に提示した。

それぞれの方法を2週間以上の間隔をあけて1回ずつ各研究対象者に対して無作為に順序を変えて実施した。また、期間中には除石等の歯周処置は行わなかった。

Table 1 に各研究対象者を担当した歯科衛生士と実施した歯科保健指導順序を示す。本研究の結果は、被験者の個体差、担当した歯科衛生士及び歯科保健指導の順序の影響を受けることは避けられない。そこで、ブラッシング方法としてはスクラッピング法を指導した。歯ブラシ（DENT.EX SlimheadII33（S, M）、ライオン歯材、東京）に統一し、硬さのみ研究対象者の口腔内に合わせて選択した。補助的清掃用具については、歯間ブラシ（DENT.EX 歯間ブラシ（SSS, SS, S, M, L）、ライオン歯材、東京）を研究対象者の歯間空隙の広さにより選択し、デンタルフロスは、使用しやすい、Y字型ホルダー付きフロス DENT.EX ウルトラフロス（S, M）、ライオン歯材、東京）に統一した。

また、指導者の違いによるバイアスをできる限りなくすため、研究開始前打ち合わせを行って指導方針を統一するとともに、本文7ページ7行目にあるように、担当歯科衛生士、歯科保健指導順序を無作為に決定し、指導者による影響をできるだけ少なくできるように配慮した。

歯科保健指導を始めるにあたって、あらかじめ、アルジネート印象材にて概形印象採得を行い、従来法2で使用するスタディーモデルを製作した。そして、毎回の歯科保健指導前には、以下の口腔内状態の検査と記録を実施した。具体的には、歯周組織検査（歯周精密検査）、歯肉の状態の記録（腫脹、発赤）、口腔内写真撮影、そして、IOS による口腔内の形状記録を行った。2回目と3回目の歯科保健指導の際には、研究対象者にデータ収集時の不快感や歯科保健指導のわかりやすさについて調査票に回答してもらった。なお、質問項目には、「今日の説明はわかりやすかったですか。」があり、比較対象がないと回答しにくい。さらに「今日説明を受ける前に、歯茎の変化でご自身が気付いたことはありますか。」という質問を設定している。これらの質問には1回目の歯科保健指導時には回答できないため、調査票への回答は2回目と3回目の歯科保健指導とした。

3 . IOS 記録の分析方法

IOS の記録は STL 形式の 3D データとしてエクスポートして、3D 測定データ評価ソフトウェア（GOM Inspect 2016, GOM 社、ドイツ）で分析した。IOS の記録について、1回目と2回目、2回目と3回目、および1回目と3回目の記録をそれぞれ重ね合わせて辺縁歯肉の偏差を求めた。Fig. 1 に口腔内形状の偏差を表示した画像の例

Table 1 Dental hygienist in charge and sequence of dental health guidance in subjects.

Subject	Dental hygienist	Dental health guidance		
		1st	2nd	3rd
A	b	IOS	Conv. 1	Conv. 2
B	a	Conv. 2	Conv. 1	IOS
C	a	Conv. 1	Conv. 2	IOS
D	a	Conv. 1	IOS	Conv. 2
E	c	Conv. 1	Conv. 2	IOS
F	b	Conv. 1	Conv. 2	IOS
G	a	Conv. 2	IOS	Conv. 1
H	b	Conv. 2	IOS	Conv. 1
I	c	IOS	Conv. 1	Conv. 2

Conv. 1: Dental health guidance without the use of intraoral photographs, study models, or IOS records.

Conv. 2: Dental health guidance using intraoral photographs and study models.

IOS : Dental health guidance using IOS records.

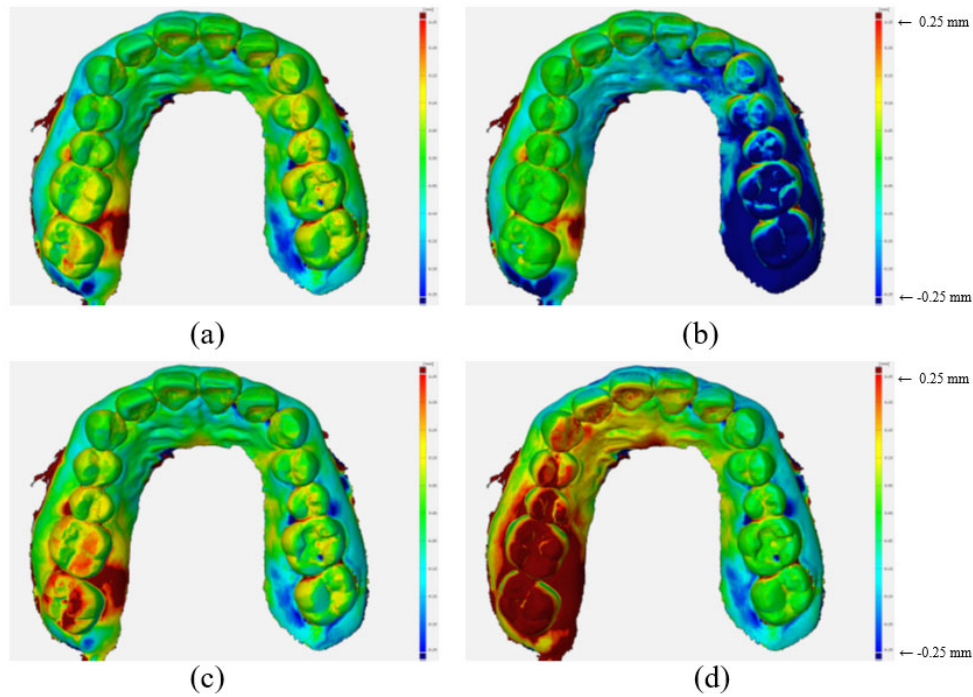


Fig.1 Comparative images displaying deviation of intraoral shape. (a)Prealignment,(b) Local best-fit alignment on right molar tooth surfaces, (c) Local best-fit alignment on anterior tooth surfaces, (d)) Local best-fit alignment on left molar tooth surfaces. The redder the deviation, the more positive the deviation, and the bluer the deviation, the more negative the deviation. And a positive deviation indicates that the surface of the later record is outside the surface of the earlier record. And a negative deviation indicates that the surface of the later record is inside of the surface of the earlier record.

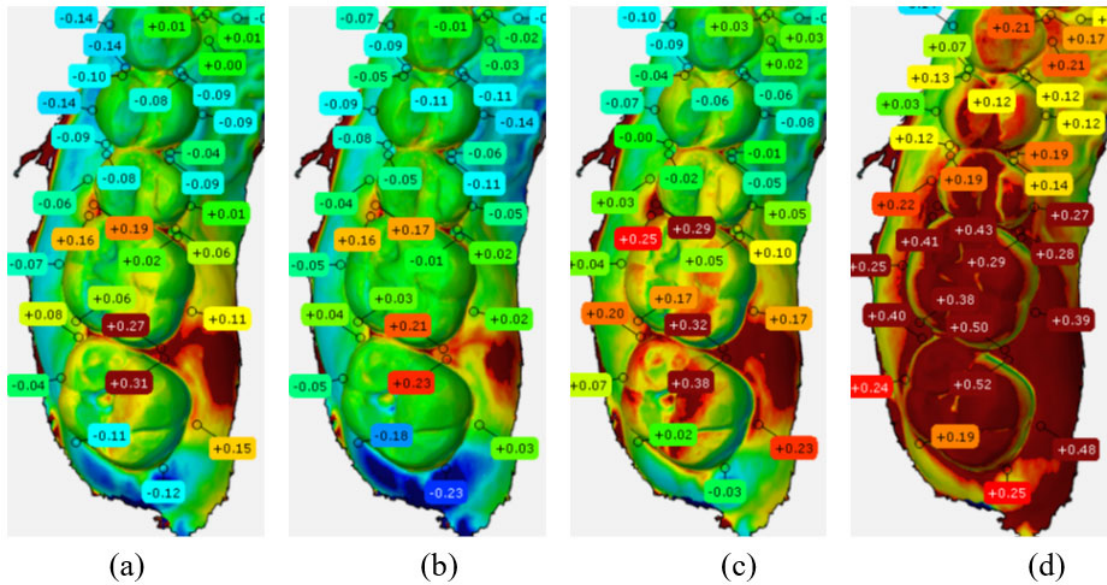


Fig. 2 Images displaying the value of deviation of intraoral shape. (a)Prealignment,(b) Local best-fit alignment on right molar tooth surfaces, (c) Local best-fit alignment on anterior tooth surfaces, (d)) Local best-fit alignment on left molar tooth surfaces. Positive values indicate that the surface of the later record is outside the surface of the earlier record, while negative values are inside. In this study, the value of the deviation when aligned in blocks ((b) in this figure) was used as the value of the gingival area.

を示す。Fig. 1 (a) に示す「事前位置合わせ」は、使用したソフトウェアで最初に行う位置合わせで、2つの記録が最もよく重なり合う位置での重ね合わせ方法である。通常、歯肉部には変化が生じるが、歯面には変化はほとんど生じない。そこで、先の研究⁹⁾においては、歯列の歯面全体での位置合わせを行い事前位置合わせと比較したが、大きな差は認められなかった。このため、本研究ではさらに偏差をより正確に捉えるために、上下顎において右側臼歯部 (Fig. 1 (b))、前歯部 (Fig. 1 (c))、左側臼歯部 (Fig. 1 (d)) の6ブロックに分けた歯面での位置合わせを行った。

Fig. 2 に口腔内形状の偏差の値を表示した画像の例を示す。本研究では、ブロックごとの歯面で位置合わせした場合の辺縁歯肉部の偏差を辺縁歯肉の偏差の変化量とした。Fig. 2 においては(b)の画像が該当する。

偏差を求めた位置は、プロービングデプスの計測位置に合わせて、唇・頬側近心、中央、遠心と舌・口蓋側の近心、中央、遠心の1歯について合計6か所とした。

なお、1名の研究対象者において2回目の保健指導時の前歯部のIOS記録に誤差があったために、重ね合わせ不良が生じた。これに対して行った対処をFig. 3に示す。このような画像の不良は、IOSでの記録時に唇・頬側と口蓋側の記録がうまく重ね合わされていないために生じているため、各ブロックにおいて、歯の唇側面・頬側面と舌側面とを別々に位置合わせして辺縁歯肉部の偏差を求めた。

4. データの解析方法

辺縁歯肉の偏差とプロービングデプスの変化、腫脹の変化および発赤の変化との関係について、それぞれを因子とする一元配置分散分析にて検定した。そして、有意であった場合には Bonferroni の方法にて多重比較を行った。さらに、歯周組織検査におけるプロービングデプスの変化、視診による歯肉の腫脹・発赤の変化と辺縁歯肉の偏差との関係を度数分布表から求めた。すなわち、プロービングデプスとの比較では、プロービングデプスの変化量ごとに、辺縁歯肉の偏差の階級幅を 0.10 mm として度数と相対度数を求めた。歯肉の腫脹と発赤の変化との比較では、腫脹あるいは発赤が「あり」から「なし」、変化なし、「なし」から「あり」の3種類の分類ごとに偏差の度数と相対度数を求めた。

歯科保健指導方法の相違による歯肉の状態の変化については、1回目と2回目の指導による臨床的パラメーターの変化を求め、歯科保健指導方法を因子とする一元配置分散分析にて分析した。本研究では、3回目の指導をもって終了しているため3回目の指導の効果については分析対象とはしなかった。

なお、本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認 (大歯医倫 第 111179-0 号) を得て行った。

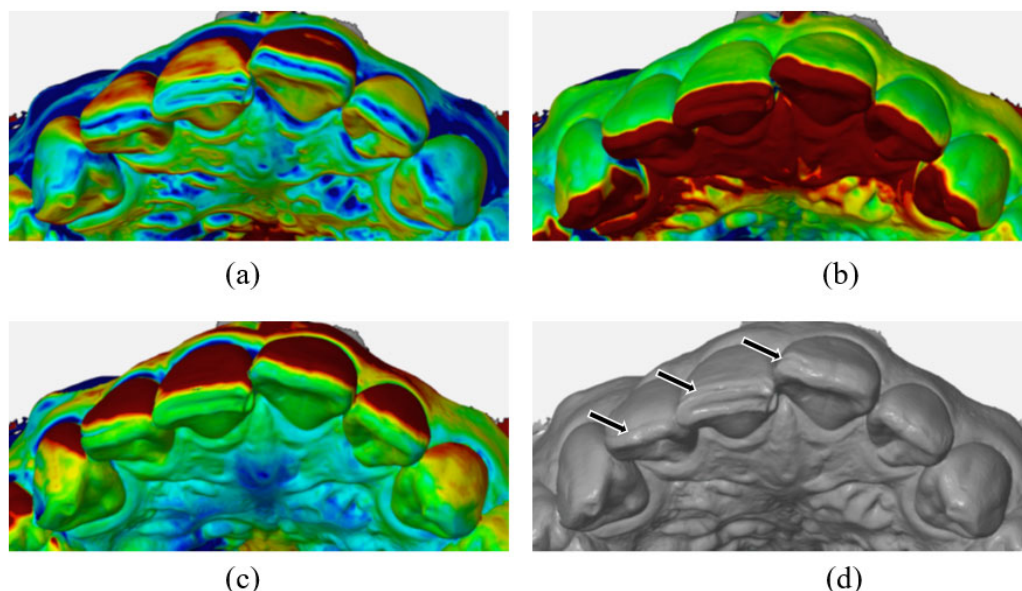


Fig. 3 Images showing how a record with a defective section was handled. Separate alignments were performed on the labial and lingual surfaces to determine the deviation of the marginal gingiva on the labial and palatal sides. (a) Local best-fit alignment on anterior tooth surfaces, (b) Local best-fit alignment on anterior tooth labial surfaces, (c) Local best-fit alignment on anterior tooth lingual surfaces, (d) Three-dimensional image of anterior teeth. The arrows indicate defective areas during recording by IOS.

結 果

1. 歯周組織の検査結果と歯肉偏差との関係

1) プロービングデプスと辺縁歯肉の偏差との関係

Table 2 にプロービングデプスと辺縁歯肉との偏差との関係を示す。プロービングデプスの変化量に対して、辺縁歯肉の偏差は小さかった。そして、プロービングデプスが 3 mm 減少した場合において、辺縁歯肉の偏差は最も負の値が大きい部位でも -0.28 mm であった。また、プロービングデプスが 3 mm 増加した場合においても、辺縁歯肉の偏差は最も正の値が大きい部位でも +0.03 mm であった。また、プロービングデプスが 3 mm 増加した結果であるにもかかわらず、辺縁歯肉の変化の幅が -0.16 mm あった部位も認められた。さらに、プロービングデプスの変化がなかった部位でも、辺縁歯肉の偏差が -1.07 mm あった部位も認められた。

また、分散分析の結果では、プロービングデプスと歯肉の偏差には有意な関係は認められなかった。

Fig. 4 に歯周検査におけるプロービングデプスの変化量ごとに集計した辺縁歯肉の偏差の相対度数多角形を示す。プロービングデプス変化量が -1 mm, 0 mm および +1 mm のいずれの場合においても、辺縁歯肉の偏差の分布にはほとんど差は認められなかった。

2) 歯肉の腫脹の診査結果と辺縁歯肉の偏差との関係

Table 3 に歯肉の腫脹の診査結果の変化と辺縁歯肉との偏差との関係を示す。歯肉の腫脹の診査結果が「あり」から「なし」に変化した場合の辺縁歯肉の偏差の平均は -0.08 mm であった。これに対して、「なし」から「あり」に変化、すなわち腫脹したと判断された場合でも、辺縁歯肉の偏差は -0.02 mm と負の値であった。また、歯肉の腫脹の診査結果に変化がなかった場合においても、辺縁歯肉の偏差が -1.05 mm の場合もあった。

Table 2 Relationship between the amount of change in probing depth and gingival deviation.

	Changes in probing depth (mm)						
	- 3	- 2	- 1	± 0	+ 1	+ 2	+ 3
Number	5	42	803	2,968	658	15	2
Average (mm)	-0.15	-0.07	-0.05	-0.04	-0.05	-0.08	-0.07
SD (mm)	0.11	0.17	0.12	0.12	0.14	0.11	0.13
Maximum (mm)	0.01	0.19	0.50	0.41	0.46	0.07	0.03
Median (mm)	-0.14	-0.06	-0.04	-0.04	-0.04	-0.02	-0.07
Minimum (mm)	-0.28	-0.70	-0.67	-1.07	-0.97	-0.28	-0.16

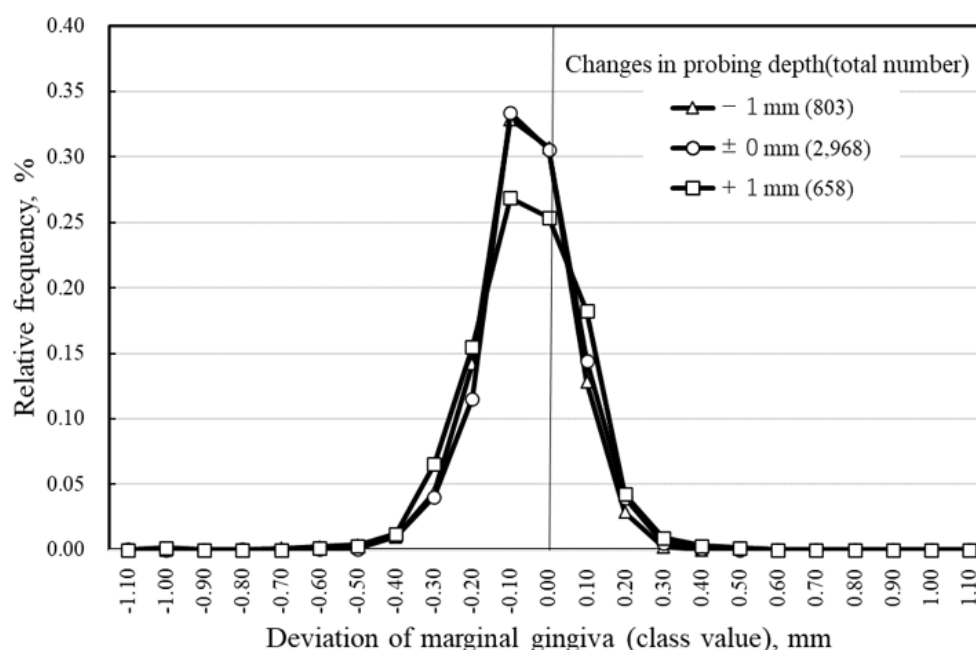


Fig.4 Relative frequency polygons of gingival deviation relative to change in probing depth

分散分析の結果では、歯肉の腫脹の診査結果の変化と偏差には有意な関係を認めた ($p < 0.01$)。多重比較では、歯肉の腫脹の診査結果が、「あり」から「なし」に変化、変化なし、「なし」から「あり」に変化した場合の辺縁歯肉の偏差は、いずれの組み合わせにおいても有意差があった ($p < 0.01$)。

Fig. 5 に歯肉の腫脹の診査結果が「あり」から「なし」に変化、変化なし、「なし」から「あり」に変化した場合ごとに集計した辺縁歯肉の偏差の相対度数多角形を示す。歯肉の腫脹の診査結果が「なし」から「あり」に変化した場合では、度数が最も高かった階級値が 0.00 mm であった。ほかの 2 つの場合は -0.10 mm であった。しかしながら、それぞれの場合における辺縁歯肉の偏差の分布には大きな差は認められなかった。

3) 歯肉の発赤の診査結果と辺縁歯肉の偏差との関係

Table 4 に歯肉の発赤の診査結果の変化と辺縁歯肉との偏差との関係を示す。歯肉の発赤の診査結果が「あり」

から「なし」に変化した場合、「なし」から「あり」に変化した場合の辺縁歯肉の偏差の平均にほとんど差はなく、いずれも -0.03 mm であった。歯肉の発赤の診査結果に変化がなかった場合において、辺縁歯肉の偏差が -1.07 mm の場合もあった。

分散分析の結果では、歯肉の発赤の診査結果の変化と偏差には有意な関係を認めた ($p < 0.05$)。しかしながら、多重比較では、歯肉の発赤の診査結果が、「あり」から「なし」に変化、変化なし、「なし」から「あり」に変化した場合の辺縁歯肉の偏差は、有意差があった組み合わせはなかった。

Fig. 6 に歯肉の発赤の診査結果が「あり」から「なし」に変化、変化なし、「なし」から「あり」に変化した場合ごとに集計した辺縁歯肉の偏差の相対度数多角形を示す。いずれの場合においても、辺縁歯肉の偏差の分布にはほとんど差は認められなかった。

Table 3 Relationship between gingival deviation and changes in diagnostic results of gingival swelling.

	Changes in diagnostic results of gingival swelling		
	Yes → No	No change	No → Yes
Number	165	4,005	323
Average (mm)	-0.08	-0.04	-0.02
SD (mm)	0.18	0.12	0.11
Maximum (mm)	0.41	0.50	0.33
Median (mm)	-0.06	-0.04	-0.01
Minimum (mm)	-1.07	-1.05	-0.40

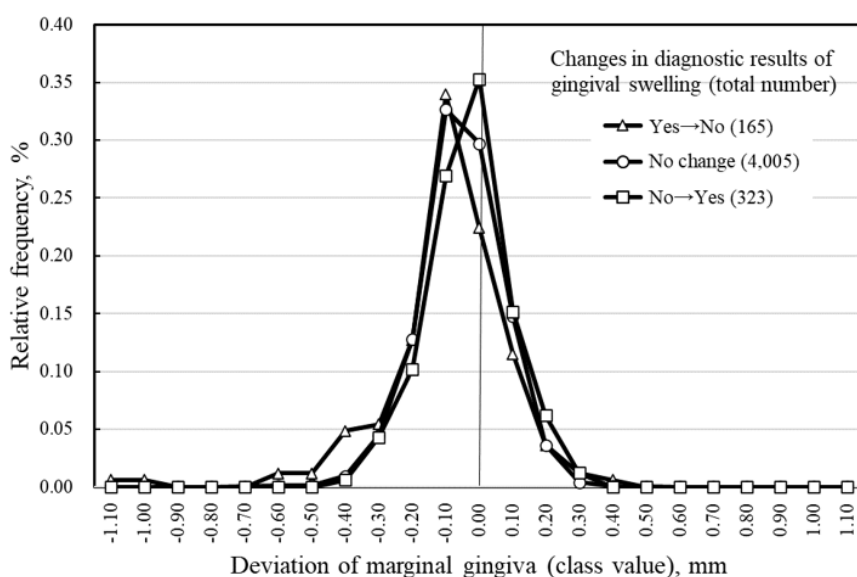


Fig. 5 Frequency polygons of gingival deviation relative to the diagnostic results of gingival swelling.

4) プロービング時の出血 (BOP) と辺縁歯肉の偏差との関係

Table 5 に BOP の変化と辺縁歯肉との偏差との関係を示す。BOP の診査結果が「あり」から「なし」に変化した場合の辺縁歯肉の偏差の平均は -0.06 mm であった。これに対して、「なし」から「あり」に変化した場合でも、辺縁歯肉の偏差は -0.05 mm と負の値であった。また、BOP に変化がなかった部位においても、辺縁歯肉の偏差が -1.07 mm の場合もあった。

分散分析の結果では、BOP の診査結果の偏差には有意な関係は認められなかった ($p < 0.05$)。

Fig. 7 に歯肉の BOP が「あり」から「なし」に変化、変化なし、「なし」から「あり」に変化した場合ごとに集計した辺縁歯肉の偏差の相対度数多角形を示す。いずれの場合においても、辺縁歯肉の偏差の分布にはほとんど差は認められなかった。

5) 断面の偏差

Fig.8 に IOS による記録を重ね合わせた断面を示す一

例を示す。偏差は 2 つの記録表面の法線方向の距離である。Fig.8 (a) は切削位置、Fig.8 (b) は頬側縁辺部の歯肉の拡大である。偏差は、2 つの記録の歯肉表面の間の法線方向の距離である。Fig.8 (b) に示す部分のプロービング深度は 2 枚の画像とも同じ 3 mm であった。断面の偏差を示す図から判るように、歯肉辺縁よりもわずかに歯根側の歯肉部の変化が大きい部分が多かった。

2. 歯科保健指導による臨床パラメーターの変化

Table 6 に歯科保健指導による臨床パラメーターの変化を示す。PCR、プロービング深度及び歯肉の腫脹に関して、IOS 法による改善効果は認められなかった。歯肉の発赤に関しては IOS 法の従来の方法よりも改善効果は大きかった。BOP、PISA 及び偏差はいずれの指導方法においても改善が認められたが、IOS 法の改善効果は従来の方法よりも少なかった。分散分析の結果、すべての臨床パラメーターに対しても歯科保健指導方法の相違が有意な影響を与える結果は認められなかった。

Table 4 Relationship between gingival deviation and changes in diagnostic results of gingival redness.

	Changes in diagnostic results of gingival redness		
	Yes → No	No change	No → Yes
Number	360	3,733	400
Average (mm)	-0.03	-0.05	-0.03
SD (mm)	0.14	0.12	0.11
Maximum (mm)	0.32	0.50	0.33
Median (mm)	-0.06	-0.04	-0.01
Minimum (mm)	-0.57	-1.07	-0.58

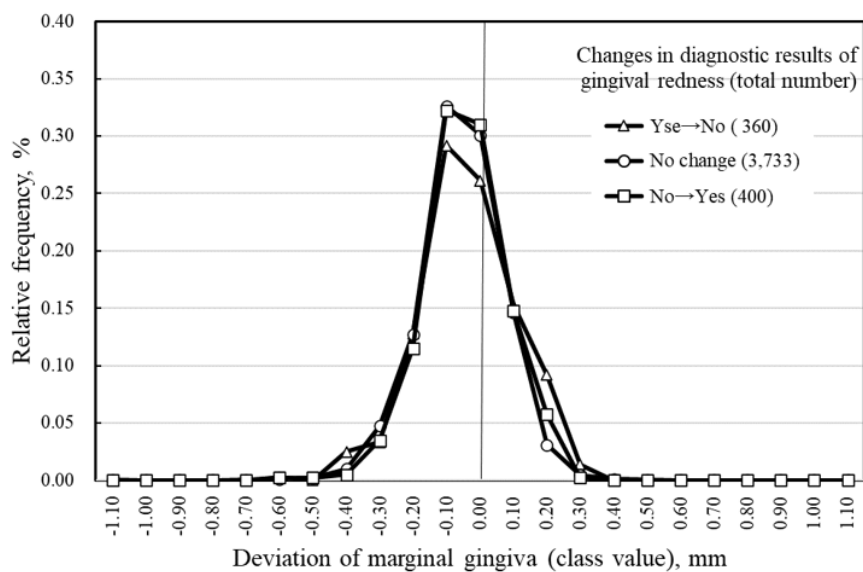


Fig. 6 Frequency polygons of gingival deviation relative to the diagnostic results of gingival redness.

3. 歯科保健指導に対する研究対象者の評価

研究対象者からの調査票の回答結果を Table 7 に示す。本研究で行った検査で、不快感があったのは、印象採得が 9 回中 2 回、歯周検査が 27 回中 4 回、口腔内写真撮影 27 回中 7 回、IOS 記録が 27 回中 9 回であり、IOS 記録を不快に感じていることが多かった。自由記載には、「IOS 記録の時間が長く感じた。」「頭の部分が大きい」ため少し不快感があった」との回答があった。しかし、

説明のわかりやすさやお口の健康に対する関心が高まりましたかの質問では、IOS 法が最も多かった。

自由記載欄には、「鏡や模型よりもスキャナーの画像で実際に口の中の状態を見ることができて非常に分かりやすかった」、「スキャナーの画像で自分の口腔内の状態を見ると非常によく観察でき手入れが出来ていないところがあるときれいにできると思う」などの記載があった。

Table 5 Relationship between gingival deviation and changes in bleeding on probing (BOP).

	Changes in bleeding on probing (BOP)		
	Yes → No	No change	No → Yes
Number	306	3,391	196
Average (mm)	-0.06	-0.04	-0.05
SD (mm)	0.14	0.12	0.13
Maximum (mm)	0.50	0.46	0.33
Median (mm)	-0.05	-0.04	-0.03
Minimum (mm)	-0.67	-1.07	-0.57

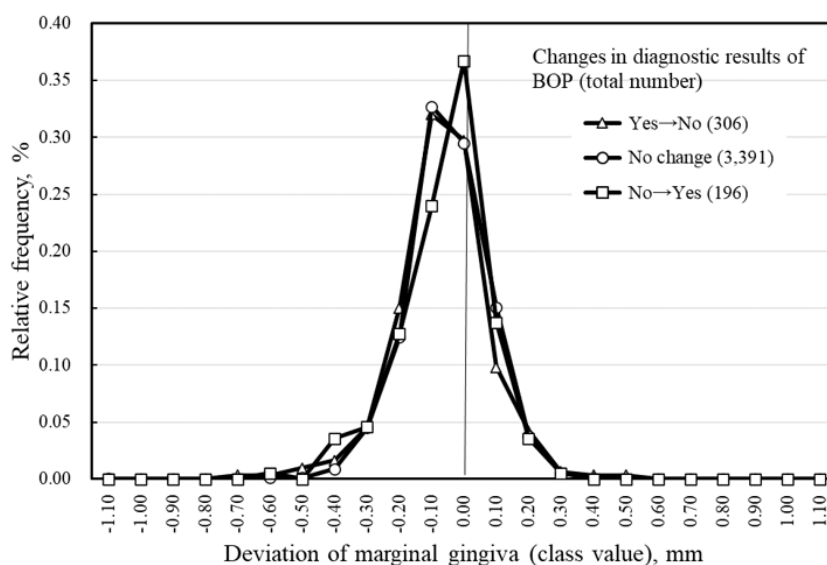


Fig. 7 Frequency polygons of gingival deviation relative to and bleeding on probing (BOP).

Table 6 Changes in clinical parameters in dental health guidance.

	n	PCR (%)	PPD (mm)	BOP (%)	Swelling (%)	Redness (%)	PISA (mm ²)	Deviation (mm)
Conv.1	7	-6.23	-0.12	-3.1	1.11	5.44	-37.2	-0.041
Conv.2	6	-6.32	-0.02	-5.0	0.69	-1.09	-38.4	-0.032
IOS	5	0.76	0.08	-0.6	6.90	-3.93	-13.2	-0.022

※ Values are changes resulting from the first and second guidance

Table 7 Results of questionnaire answers.

Were there any unpleasant records? (Multiple answers) (No. of answers/times)								
Impression	2/9	Periodontal exam.	4/27	photography	7/27	IOS	Record	9/27
Have you noticed any gum changes before you received the guidance today? (Number of responses/times)								
Conv.1	3/9	conv.2	4/9		IOS	4/9		
Was the previous guidance easy to understand?								
		Conv.1	Conv.2	IOS				
Very easy		5	7	8				
Easy		4	2	1				
Hard		0	0	0				
Very hard		0	0	0				
Has the previous explanation increased your interest in oral health?								
		Conv.1	Conv.2	IOS				
Very increased		3	5	6				
Increased		5	4	3				
No change		1	0	0				
Decreased		0	0	0				

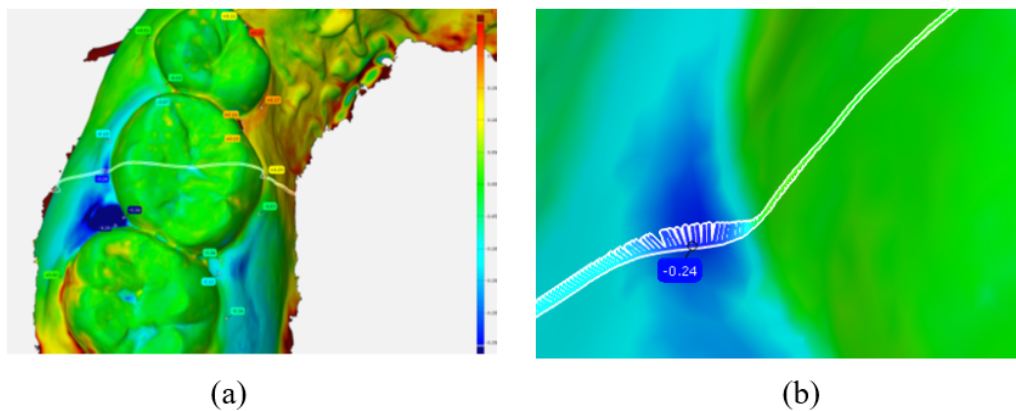


Fig. 8 Example of cross-sectional view of a maxillary right first molar. (a) Cutting position, (b) Enlarged buccal marginal gingival area. The deviation is the normal distance between the gingival surfaces of the two aligned records. The probing depth around this area was the same 3 mm for both of the two images recorded. The cut surface was not evaluated in this study.

考 察

1. IOS 記録の分析方法

1) 記録の重ね合わせ方法

本研究では歯肉の変化を2回のIOSによる記録を重ね合わせて、偏差を求めることで定量的に評価した。IOSの記録時は口腔内を走査しながら撮影された画像を順次重ね合わせて3次元画像を構築する⁹⁾。このために重ね

合わせの対象が大きいほど、すなわち片顎よりも全顎のほうが誤差を生じやすい⁷⁾。したがって、IOSの記録の重ね合わせ方法によって、偏差は変化すると言える。この点に関して、先の報告⁵⁾で歯肉を含めた記録の表面全体と全ての歯の歯面のみで位置合わせを行った結果を比較したが、偏差に大きな違いは認められなかった。各歯の辺縁歯肉の変化をより正確に記録するには各歯の歯面で位置合わせを行うのが良いと考えられるが、非常

に長い時間を費やすために臨床的に有用とはいえない。このような観点から、本研究では、Fig.1 と Fig.2 に示すようにブロックごとに歯面での位置合わせを行った。

本研究での研究対象者は動揺歯がほとんどなく、研究期間中に歯が移動しないことを前提として IOS 記録の位置合わせを行うことが可能であった。しかしながら、歯周炎の患者においては、多く歯が移動することが考えられる。このような場合には、事前位置合わせで口腔全体の変化を把握したうえで、移動していないと思われる歯が複数本あればそれらの歯の歯面で位置合わせして評価するのが妥当と考えられる。全ての歯が移動している場合には、各歯での位置合わせで評価する必要も考えられる。一方で、印象採得時の印象圧による歯の移動がないため、研究モデルでの評価よりも正確な評価ができるとも考えられる。

2) 辺縁歯肉の偏差の計測部位

本研究では、辺縁歯肉の偏差の計測部位をプロービングデプスの計測部位に合わせて各歯に対して 6 か所とした。ただ、明確に計測点の位置を規定しているわけではない。これは、研究対象者ごと、歯種ごとに歯の形状が異なることに加えて、計測点となる歯肉自体が変化するためである。今後、この点についてもさらに研究を進めて、計測部位に一定の基準を設定すべきかどうかについても検討したい。

3) 記録エラーの対応

Fig. 3 に示すように口腔内の記録時にエラーが生じることがある。大きなエラーであれば記録時に気が付いて再度記録することになる。しかしながら、わずかなエラーである場合は、画像処理時に気付くことがある。Fig.3 のエラーは唇側と舌側の記録がうまく重ね合わせられなかったために生じている。このようなエラーは、臼歯の咬合面とは異なり、前歯の切端が薄く面積が狭いことによって、前歯部で生じやすいと考える⁸⁾。これは、IOS の走査方法によって防止できる⁸⁾が、このようなエラーが生じた場合においても、偏差を計測しようとする部位に近接し歯面で位置合わせすることで確度の高い値を求めることが可能と考えられる。

2. 従来の歯周組織検査との比較

歯周組織の定量的な記録としてはプロービングデプスが広く用いられる⁹⁾。プロービングデプスの変化が歯周組織の評価の重要な指標である。しかしながら、Fig.4 に示すように、プロービングデプスの変化は、歯肉の偏差、すなわち形状変化とは必ずしも一致するものではなかった。プロービングデプスは、臨床経験が浅い術者はプロービングデータのばらつきが大きいという報告があり¹⁰⁾、術者の熟練度やプロービング圧によって影響を

受ける¹¹⁾ことや歯肉縁から測定したプロービングデプスは、サルカスやポケットの深さと一致することはほとんどないことが明らかになっている¹²⁾。本研究において歯科保健指導と歯周組織検査を担当したのはいずれも実務経験が豊かな歯科衛生士ではあるが、歯周病学会の認定歯科衛生士ではない。この点についての考慮も必要といえる。しかしながら、一般臨床において歯周組織検査を実施している歯科衛生士が認定歯科衛生士であることは少ないと思われ、本研究結果は実態に即していると考えている。

また、歯肉の偏差は辺縁歯肉の膨らみを表しており、プロービングデプスは辺縁歯肉から歯周ポケット底部までの距離であり¹³⁾、辺縁歯肉の高さを示しているので、一致度が低いとも考えられる。Fig.8 (b)からわかるように、辺縁歯肉の高さの変化も偏差として分析できるので、歯肉の偏差とプロービングデプスの変化は関係が強いと考えられる。なお、本研究では、ソフトウェアでの断面の設定が難しく、断面での偏差の観察方法についての検討は行っていない。今後この点についても検討していきたいと考えている。

一方で、IOS で記録できるのは表面形状であり、歯周ポケット底の位置を記録することはできない。この点において、プロービングデプスが重要であることは言うまでもない。

プロービングデプスと同様に視診による歯肉の腫脹や発赤の評価と偏差はあまり一致しない結果となった。腫脹に関してはマクロ的な平均値としては偏差との関係が認められたが、腫脹が無くなったと評価されたにもかかわらず、偏差が増加していたり、腫脹したと評価されても偏差が減少している場合も認められた。

腫脹や発赤については、術者の感覚によるところが大きいと考えられる。また、見落としが無いとも限らない。これに対して、BOP は炎症の程度を客観的に表しているが、偏差とはあまり一致していない結果となった。BOP は出血が「ある」もしくは「ない」の 2 段階での評価であることと腫脹は炎症の重要な指標であることを考えると、歯肉の炎症の評価は、歯肉の偏差の結果と合わせて行うことで、今までよりも正確な評価ができると考えられる。

3. 指導効果と研究対象者からの評価

本研究では、検討した 3 種類の歯科保健指導の効果については、統計的に有意な差は認められず、IOS 法による指導が従来からの方法よりも良好な結果を得たわけではなかった。IOS 記録の比較による偏差は指導効果の検証においては詳細な定量的な評価が可能といえるが、偏差による指導効果を検証においても差は認められな

かった。今後、IOS を利用した歯科保健指導方法を検討するとともに研究対象者数の増加や研究方法をさらに考えて、指導効果の検証を進めていきたいと考えている。

IOS での記録は、印象採得とは異なって、器材が口腔内に接触することが少ないので、不快感も少ないと考えていたが、9 名中の 4 名が「不快感があった」と回答した。この点については、今後に検討を要する課題であると考えている。原因として考えられる点として、最後臼歯の遠心部の記録の困難さが挙げられる。最後臼歯の遠心部を記録するためには、IOS の先端部を十分に後方まで挿入する必要がある、この時に翼突下顎ヒダ部分に接触することが多い。ほかにも、歯間空隙が大きい場合には記録が難しく、記録に要する時間が長くなったことも考えられる。

本研究の対象者は本学の教職員であり、歯科保健指導を受けた経験はないものの歯科に関する知識は一般の患者よりも豊富である。今後、本研究結果に基づいて IOS による歯科保健指導方法をさらに検討すると同時に歯科に関する知識が少ない一般の研究対象者に関しても研究を進め、指導方法を確立したいと考えている。

4. IOS による歯科保健指導の利点

IOS による歯科保健指導の利点としては、歯肉の変化の定量化と可視化があげられる^{3,5)}が、定量化の最小単位が 0.01 mm であることも挙げられる。プロービングデプスは 1 mm 単位での評価であり、詳細な歯肉変化の把握については 0.01 mm 単位の評価ができる IOS での記録の方が優れているといえる。Fig. 1 において、右側第一及び第二大臼歯間の口蓋側の歯肉の比較的広い範囲に原因不明の歯肉の膨らみが認められた。膨らみの程度は約 0.3 mm であった。口腔内写真では視認できなかったが、限局的に膨らんでいることから重ね合わせ等での誤差とは考えにくい。このような、IOS の利用はこれまでは捉えられなかったごくわずかな歯肉の変化の把握を可能とする。

また、前述のように、IOS による記録の評価について本研究で実施した方法より適切な方法があることも考えられる。IOS の記録であれば、過去の記録においても新たな方法での再評価を容易に可能とする。同様に後日に歯肉の変化が生じたときも過去の記録を再確認することで再評価が可能となる。

臨床応用にあたっては、診療時間や操作性も重要である。本研究では、検査時間等の測定は行っていないが、概ね IOS による上下顎の記録には 4~6 分、データのエクスポートには 3 分、GOM インスペクトへの入力から事前位置合わせには 6~7 分が必要であった。ブロックごとの歯面で位置合わせする場合には、さらに約 15 分

が必要であった。記録を始めてから、患者に提示できるまでの時間は、初回の指導時には位置合わせは行わないので概ね 5 分、事前位置合わせをして概略を提示するには 15 分、ブロックごとに位置合わせをして詳細に提示するには 30 分が目安となると思われる。

実際の臨床においては、事前位置合わせでの重ね合わせの状態がよくて偏差が少ない部分 (Fig.1(a)での緑色に表示されている部分) が多い場合や診療時間が短い場合には事前位置合わせ、歯や粘膜の変化が大きく事前位置合わせでは十分な説明ができない場合にはブロックごとの位置合わせを提示して説明することになると思われる。そして特に説明が必要な部分はマウスポインターで位置を指定することで瞬時に偏差が表示されるので、実際の偏差データに基づいて歯肉の状態の変化を説明することになると考えている。また、Fig.2 で示した本研究で行ったような多くの計測点での偏差を記録するには多くの時間が必要なので、診療後に分析するのが合理的であると考えている。

操作時間、提示方法、計測点の設定などについては今後さらに検討が必要と考えている。歯周組織検査と比較しての時間的な優位性は必ずしも認められないものの、口腔内写真撮影や概形印象採得に近い記録が得られることと従来得られなかった記録が得られることを考慮すると十分な利便性があると考えられる。

操作については、本学では口腔保健学科の 3 年生の実習で取り入れているが、IOS と患者説明ができる程度のソフトウェアの使用法の習熟であれば、半日の実習でも可能である。

結 論

従来の歯科保健指導方法と IOS を用いた歯科保健指導を比較検討して、IOS を用いた歯科保健指導の有用性について検討した結果、以下の結論を得た。

- IOS での記録では、従来の歯周組織検査よりも詳細に歯肉の変化を把握できた。
- IOS による記録を重ね合わせて求めた辺縁歯肉表面の偏差、すなわち変化量においては、プロービングデプス、歯肉の腫脹、発赤の検査結果及び BOP の変化との関係性が低かった。
- IOS を用いた歯科保健指導と従来の指導法との間には指導効果の差は認められなかった。
- IOS による記録を不快に感じる研究対象者がいたが、多くは IOS による保健指導は分かりやすく、受けたい指導であると回答した。

以上より、現状では IOS を用いた歯科保健指導の臨床

的有用性は必ずしも高いとはいえない。また、IOS の記録を 1 歯ずつ位置合わせすることで非常に詳細に歯肉の変化を把握できるが、非常に長い時間を費やすために臨床的に有用とはいえず、ブロック単位での位置合わせが適切と考えられた。しかしながら、IOS による記録は、これまでの歯周組織検査とは異なる視点で歯肉を詳細に評価できる方法であり、患者・術者両者にとって理解しやすい方法である。今後、研究を進めることで歯科保健指導に効果的に活用できると考えられる。

本論文の一部は、第 34 回日本レーザー歯学会総会・学術大会（令和 4 年 11 月 26、27 日 東京）にて発表を行った。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態はない。

文 献

- 1) 池野直人, 笹谷育郎, 高瀬俊博, 藤井敦子, 石川 純. ブラッシング指導におけるモチベーションの効果について. 日歯周誌 1979 ; 21 : 193-200.
- 2) Sanikop MV, Yadav SC, Kumar V. Patient education and motivation in periodontics. Indian J Dent 2017; 9: 48-54
- 3) Tani A, Higuchi S, Kakimoto K. Application of an intraoral scanner for dental health guidance – High precision in vitro detection of periodontal tissue changes –. J Osaka Dent Univ 2020; 54: 263–272.
- 4) Tani A, Higuchi S, Kakimoto K. Application of intraoral scanners in dental health guidance – Clinical study on recording accuracy and changes in the simulated display of the periodontal tissue –. J Osaka Dent Univ 2021; 55: 245–250.
- 5) Tani A, Omori A, Higuchi S, Kakimoto K. Application of intraoral scanners in dental health guidance – Quantification and visualization of marginal gingival changes –. ODEP (Operative Dentistry, Endodontology and Periodontology) 掲載予定.
- 6) 堀田康弘. 口腔内スキャナーの種類とその仕組み. 疋田一洋, 馬場一美. 口腔内スキャナー入門 デジタル印象採得の基礎と臨床 補綴臨床別冊 医歯薬出版: 東京; 2019 ; 12–22.
- 7) Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. International Journal of Computerized Dentistry 2019; 22: 11–19.
- 8) Kannan S, Mathew CA, Paulraj RS. Intraoral scanning systems – A current overview. International Journal of Advanced Research (IJAR) 2020; 8: 1214-1223.
- 9) 友藤孝明, 東 哲司, 草野弘揮, 山本龍生, 多田徹, 森田 学, 渡邊達夫. 歯周病におけるプロービングデプス, アタッチメントレベルの臨床的意義に関する研究. 日歯周誌 2004 ; 46 : 253-258.
- 10) 中村 太, 佐藤拓実, 塩見 晶, 奥村暢旦, 石崎裕子, 伊藤晴江, 中島貴子, 藤井規孝. 高頻度歯科治療における処置時の力のコントロールに関する研究. 日歯医教会誌, 2016 ; 32: 22-28.
- 11) 梁川輝行. 健全例と歯周病変例におけるプロービング圧と歯周ポケット深度との関連. 日歯保存誌 1998; 41: 449-460.
- 12) Listgarten MA. Periodontal probing: What does it mean? J Clin Periodontol 1980; 7: 165-176.
- 13) Andrade R, Espinoza M, Gómez EM, Espinoza JR, Cruz E. Intra- and inter-examiner reproducibility of manual probing depth. Braz Oral Res, 2012; 26: 57-63.

Application of intraoral scanners in dental health guidance - Guidance effectiveness –

Akina TANI, Akane OMORI, Kumiko KAJI*, Shizuo HIGUCHI**, Kazutoshi KAKIMOTO**

Osaka Dental University Graduate School of Health Sciences

* Department of Oral Health Sciences, Faculty of Health Sciences, Osaka Dental University

**Department of Oral Health Engineering, Faculty of Health Sciences, Osaka Dental University

Abstract

Purpose: We have been studying the use of an intraoral scanner (IOS) in dental health guidance to quantify and visualize changes in periodontal tissues, to make it easier for patients to understand the state of periodontal tissues, and to improve the accuracy of examinations of treatment effects. In this study, the usefulness of dental health guidance using IOS was examined by comparing conventional dental health guidance methods and dental health guidance using IOS for faculty, staff, and students of the University who have not received dental health guidance.

Subjects and Methods: The study subjects were a total of 9 faculty, staff, and students (mean age 41.6 years) who had never received adequate dental health guidance. Three dental hygienists provided the following dental health guidance at intervals of at least two weeks for each subject, in different order.

- (1) Conventional method 1: Dental health guidance without intraoral photographs, study models, or IOS records.
- (2) Conventional method 2: Dental health guidance using intraoral photographs and study models.
- (3) IOS method: Dental health guidance using IOS records (images showing changes in intraoral conditions and gingiva)

In each dental health guidance, periodontal examination, plaque control record (PCR), and gingival condition were recorded on the survey form, and the oral cavity was scanned by IOS (TRIOS 3, 3Shape, Denmark). After the second recording, subjects were asked to fill out a questionnaire about their discomfort during recording and the ease of understanding the instructions. IOS records were exported as 3D data in STL format and analyzed using 3D measurement data evaluation software.

Results: The IOS recordings allowed for a more detailed examination of gingival changes than conventional periodontal examination. The deviation of the marginal gingival surface obtained by aligning the IOS records had a poor relationship with the results of probing depth, gingival swelling and redness, and changes in BOP. No difference in guidance effectiveness was found between dental health guidance using IOS and conventional guidance methods.

Conclusion: Currently, the clinical usefulness of dental health guidance using IOS is not necessarily high. Although the positional alignment of IOS records one tooth at a time can provide a very detailed examination of gingival changes, it is not clinically useful because it takes a very long time, and block-by-block alignment was regarded as more appropriate. However, recording by IOS is a method that allows detailed gingival evaluation from a different viewpoint than conventional periodontal examination and is easy to understand for both the dental hygienist and the patient.

Key word: Intraoral scanner, Dental health guidance, Periodontal examination

