

【緒言】

口腔内を再現した歯列模型は、歯科治療において重要な役割を担っている。歯列模型の作製方法として、従来の方法では、弾性印象材を用いて患者の歯列を記録し、そこに練和した石膏を注ぎ硬化させる工程により歯列模型が得られる（以下従来法と略す）。近年、デジタル技術を基盤とした歯科治療、すなわちデジタルデンティストリーの発展が進み、中でも口腔内スキャナ（Intraoral Scanning: IOS）を利用した印象法（以下デジタル法と略す）の普及が加速している。従来法とデジタル法の精度を比較した研究より、デジタル法は印象の変形、破損および気泡の混入等の材料に起因する影響を受けないため、従来法と比較して高い精度を発揮することが報告されている。デジタル法は、口腔内スキャナの先端部を患者の口腔内に挿入し、歯列を直接撮影することによりデジタル模型を構築する。そのため、全顎歯列を対象とした印象採得では、連続的に撮影された画像をつなぎ合わせる画像構築の過程において生じる誤差が、精度に影響することが報告されている。また、歯と歯が重なり合う叢生部位では細部に光が届かず死角が生じる。そのため画像構築において計測不良部位の再計測が必要となり、スキャナの先端部を動かし多方向からの計測が必要である。したがって、矯正歯科学分野におけるデジタル法の応用では、患者が有する叢生の程度がデジタル歯列模型の精度に影響することが想定される。そこで、本研究では高解像度のデータが取得できる非接触式三次元計測器を使用し、従来法とデジタル法により得られる歯列模型の精度、ならびに臨床経験年数が印象採得方法に及ぼす影響について調べる事を目的とした。

【材料および方法】

1. 基準模型の選択とゴールドスタンダード（STD）の作製

本研究では、抜歯についての最新基準をもとに、異なる叢生度（軽度、中等度、重度）を有する患者 3 名に対して製作された平行模型を使用した。非接触式三次元計測システムにより各平行模型の形態情報を取得し、3D プリンターにより造形した樹脂模型を基準模型とした。

各基準模型の表面に模型塗装材を一層塗布後、非接触式三次元計測システムにより形態情報を取得し、このデータをゴールドスタンダード（STD）とした。

2. 従来法による模型作製およびデジタルデータの取得

各基準模型に対して、2 種類の印象材（アルジネート印象材、シリコン印象材）を用いた従来法を行った。印象採得は、同一の術者が各 3 回ずつ行った。印象採得後、超硬石膏にて石膏模型を成形後し、模型の形態情報を非接触式三次元計測器にて取得した。三次元解析ソフトウェアを用いて、取得したデジタルデータから歯列データのみを抽出し、アルジネート印象材を AI 群、シリコン印象

材を SI 群とした。

3. デジタル法による基準模型のデジタルデータの取得

本研究では 3Shape の TRIOS 3 を用いて、各基準模型をファントムに装着し、各模型 3 回ずつ印象採得を行った。三次元解析ソフトウェアを用いて、取得したすべてのデジタルデータから歯列データのみを抽出し IOS 群とした。

4. デジタル歯列模型の分割および重ね合わせ

取得した各群の歯列データは、三次元解析ソフトウェアを使用して、右側臼歯部、前歯部および左側臼歯部の 3 ブロックに分割した。STD と分割した各種の歯列データの比較を行うために、ベストフィットアルゴリズム法を用いて、2 つのデータの重ね合わせを行った。

5. デジタル歯列模型の精度の評価方法

STD と分割した各種の歯列データ間の精度評価では、三次元解析ソフトウェアにより、二乗平均平方根誤差 (Root Mean Square Error:以下 RMS 誤差と略す) を用いて算出した。統計分析には二元配置分散分析を用いた。(p<0.05) さらに、重ね合わせた 2 つのデータの表面偏差を算出し、偏差量をカラーマッピング像に示し視覚的に評価した。

6. 臨床経験年数がデジタル法に与える影響の評価

各基準模型について、臨床経験年数 3 年以下の 5 名、並びに 4 年以上の 5 名の計 10 名の歯科医師がデジタル法を行った。取得したデジタルデータを STL 形式で保存した。三次元解析ソフトウェアを用いて、デジタル法により得られた各歯列データと STD を重ね合わせ、RMS 誤差を算出した。統計分析には二元配置分散分析を用いた。p<0.05 を有意差ありとした。

【結果】

1. 従来法およびデジタル法の精度評価

上下顎ともに一部を除くすべての部位で RMS 値は、AI 群>SI 群>IOS 群の順に大きい値を示した。デジタル法では、異なる叢生度について、RMS 値における有意差が認められなかった。一方、従来法では、AI 群と SI 群ともに、一部の比較において叢生度の増加による RMS 誤差の増加が認められた。従来法では、AI 群と SI 群ともに、前歯部において大きい RMS 誤差を示した。

2. 重ね合わせ画像による表面偏差の評価

従来法では、歯頸部、咬合面裂溝部、上顎前歯口蓋側および下顎前歯舌側において、STD との差が増加した。上下顎ともに、咬合面裂溝部と歯頸部において点状の偏差が認められた。デジタル法では、叢生量の増加に伴う変化が少なかった。

3. 臨床経験年数がデジタル法に与える影響の評価

臨床経験年数の異なる 2 グループ間の比較において有意な差は認められなか

った。

【考察】

本研究結果は、デジタル法により得られるデジタル歯列模型が、従来法により得られる歯列模型よりも高い精度を有することを示した。この原因としては、過去にも報告されているように、デジタル法では、印象の変形や気泡の混入等の材料に起因する影響を受けないということが考えられた。つまり、叢生によりアンダーカット領域が増加するため、弾性印象材を用いた従来法では、印象材撤去時に生じる変形が精度に影響した。従来法におけるデジタル歯列模型が、特に叢生量が大きい前歯部において、大きい RMS 値を示したことから、印象材の物性が少なからず影響したという考えは理にかなっている。咬合面裂溝部と歯頸部において認められた点状の偏差については、印象材の練和と模型形成時における石膏注入の際に気泡が混入したことが原因と考えられた。

デジタル法において歯列の叢生量が増加しても精度への影響が少なかったことと、術者の臨床経験年数に関係なく安定した高い精度を発揮したことは、機器が持つ高い性能に加え、印象採得の工程で術者がモニターを確認しながら行える等の簡便な操作性も1つの要因であることが示唆された。

【結論】

本研究の結果より、以下の結論を得た。

1. デジタル法は従来法と比較して、高い精度を発揮する。
2. デジタル法は従来法と比較して、叢生の程度に影響されず高い精度を発揮する。
3. 歯科医師の臨床経験年数は、デジタル印象法によるデジタル歯列模型の精度に影響を与えない。

これらの結果より、叢生を有する歯列を対象とした矯正治療において、デジタル法は有用であることが示唆された。