

研究報告

●老年歯科医学総合研究所 平成29年度研究助成金 研究報告

寝たきり高齢者を対象とした光学印象法による 義歯製作法および高齢者に使用可能なEMGを利用した咀嚼側・咀嚼回数計測による咀嚼機能状態の評価

河野正司, 植木一範, 木竜 徹¹

明倫短期大学, ¹新潟大学大学院自然科学研究科

Corroboration of the Dentures Workflow using the
CAD/CAM Technique and the Measuring Device
of Chewing Efficiency for Bedridden Elderly
Patients

Shoji Kohno, Kazunori Ueki, ¹Toru Kiryu
Department of Dental Technology, Meirin College,
¹Niigata University

キーワード：訪問歯科診療, 咀嚼, EMG, 光学印象,
CAD/CAM, 3Dプリンター

I. 緒言

高齢者特に要介護高齢者に安全な義歯製作を行うために、光学印象法およびデジタルワークフロー¹⁻⁶⁾を骨子とした設計・製造法の開発を継続し、従来、治療方法が限定的であった要介護高齢者における難症例においても、安全性と治療可能性が拡大することを目的に、一連の当該研究⁷⁻¹¹⁾を推進させている。今年度は、高齢者の義歯咀嚼機能状態をチェアサイドで簡便かつ安全に測定できる「咀嚼筋EMGを利用した咀嚼側・咀嚼回数計測器」の開発を進め、義歯の咀嚼機能評価法の確立を試みた。

ヒトの咀嚼は左右両側の歯列を交互に使う行われる「自由咀嚼」が固有の咀嚼行動である。これに対して、歯の欠損や口腔組織の健康状態の変化に起因して、左右側のどちらか一側でしか咀嚼しない咀嚼

側への偏向した「片側咀嚼」が存在している。咀嚼側に偏向状態が生じると、粉碎食品は口腔前庭部に貯留・残留し、口腔内の自浄作用が低下してくる。この現象によって、全身的な抵抗力が低下している高齢者では、う蝕や歯周病などの歯の疾患の発症のみでなく、誤嚥性肺炎発症のリスクが高まる危険性がある。

そこで、咀嚼側偏向と顎口腔器官の健康状態および口腔内組織の衛生状態との関係が、患者さんの歯科治療方針の決定に大きく資することを考慮し、診療室のチェアサイドで咀嚼側の偏向状態や咀嚼回数を簡便かつ正確に計測できるシステムを開発し評価した。また、咀嚼機能評価に用いる義歯のデジタルワークフロー製作を試みたので併せて報告する。

II. 咀嚼回数および咀嚼側計測法について

正確な咀嚼回数は下顎運動記録法により計測されるが、歯列に大型の計測装置を装着する必要がある、咀嚼行動の障害になる可能性がある。このため、下顎運動の作動源となっている閉口筋のうち、顔面表層に存在する左右側咬筋の活動電位を表面筋電図として記録して、筋活動電位波形のピーク数から咀嚼回数を簡便に計測できる装置を開発した。

1. 測定原理

ガムおよびピーナッツを自由に咀嚼した際には、咀嚼ストロークごとに大きな振幅が記録され、さらに咀嚼側の振幅が非咀嚼側に比較して大きくなるのがわかる。

そこで、表面筋電波形をRMS積分波形として記録する処理を行い、出現する波形のピーク数から咀嚼回数と咀嚼側を判定できる装置を開拓した¹²⁾。

従来の測定器は商用電源を使用しており、歯科用診療チェア上では安全・簡便な使用には問題があった。そこで、被験者により安全な、また術者が測定記録を行うことが、より簡便な装置の開発を行い完成した新しい測定装置の特徴は次の通りである。

- ・咬筋筋電導出用には直径約5 cmの同心円版状電極を使用。
- ・被験者の胸元に小型電池駆動の軽量・小型測定装置を設置。
- ・記録した筋電情報は無線にて波形記録装置であるPCに送信。

2. 結果

ガム咀嚼時の咬筋表面筋電図および、その原波形をRMS積分処理した波形を示す。筋電図より咀嚼回数と咀嚼側を明確に判定できていることがわかる。また、RMS積分波形に咀嚼側を表示し、咀嚼回数と咀嚼側の数値化および明示化が本システムで可能であることがわかった。

Ⅲ. 咀嚼機能評価に用いる義歯のデジタルワークフロー製作の試行

1. 口腔内スキャナーの選択

一連の当該研究では、義歯の製作に適した粘膜面の計測などの方法は確立されつつあるが、スキャナーの小型化を進める上での技術面が不足しており、口腔内を網羅するデータ構築は未だ不可能であるので、本年度の義歯のデジタルワークフロー製作においては、市販の普及機であるトロフィー3Diシステム（トロフィー・ラジオロジー・ジャパン株式会社製）を用いて、患者の口腔内撮影を行った。ただし、このスキャナーは、主に歯冠修復を目的としたものであるため、唇側や口蓋など、光の届かない部分については十分なデータは得られていない。

2. 3Dプリンターの選択

近年、発展の目覚ましい3Dプリンター業界であるが、広く普及している熱融解積層方式（FDM法）においては出力可能な材料が拡大しつつあり、光学式3Dプリンター（UV硬化法）についても高精度ながら廉価な機種が市場に登場している。臨床でも適応される材料が3Dプリンターでも利用可能と示唆され始めた状況にある。

当研究では、口腔内デジタル印象採得から義歯装着までの期間と工程の短縮を目指し、スキャニング方法と義歯製作法の開発を進めているが、本年度の義歯のデジタルワークフロー製作においては、光学式3Dプリンター（UV硬化法）Nobel1.0（XYZプリンティングジャパン社製）を用いて義歯の製作工程と製作した義歯の評価を行った。なお、加工条件は、最小積層0.025mmにて出力した。使用材料は、光硬化樹脂（専用UVレジン）とした。

3. デジタルワークフローにて製作した義歯の評価

口腔内印象採得および研究用模型、作業用模型と多くの工程を要する従来法に比較して、デジタル法は一連のワークフローにおいて口腔内印象の元データを二次加工することなく全工程を完了する。従って、患者の口腔内直接計測による精度が、デジタル

データとして維持されたまま工程が流れるので、フィッティングの優れた修正の少ない義歯の製作が可能となる。本研究で用いたデジタルワークフローで製作した光硬化積層モデルにおいても、誤差の範囲が小さく、適合のよい結果が示された。

光硬化積層モデルは、試作義歯の観察によっても表面性状が非常に滑らかであるし、熱変形がないことから、元模型の反転形状を高精度に再現しているといえる。熱融解方式は過熱および冷却工程による熱変形がみられ、表面性状にも材料フィラメントの（等高線のような）積層面が観察できるため、出力後のある程度の修正が必要である。臨床において最適なスキャナーと加工法の選択では、光学式プリンターにより、デジタル完結の高精度な新しい義歯製作法を提案できる可能性が広がったといえる。

4. 考察

新しいデジタルワークフロー完結による義歯製作法を試行し、形状評価やフィッティング評価を行い、良好な結果がみえた反面、現在のところ、多数の撮像が必要となるデジタル口腔内印象や、手で義歯を設計するCADシステムにおいて、従来法と比較して考えられるメリットは多くない。工程短縮、時間短縮のためにはソフトウェアの一部自動化などの改善も必要となる。デジタル完結のメリットとして、データを在宅と診療所、歯科技工所などで瞬時にやり取りを行い、データの修正や完成義歯修正が容易なシステム構築を進める必要があると考えている。

Ⅳ. まとめ

高齢者特に要介護高齢者に安全な義歯製作を行うために、高齢者の義歯咀嚼機能状態をチェアサイドで簡便かつ安全に測定できる「咀嚼筋EMGを利用した咀嚼側・咀嚼回数計測器」の開発を進め、義歯の咀嚼機能評価法の確立を試みた。また、咀嚼機能評価に用いる義歯のデジタルワークフロー製作を試み、以下の結論を得た。

1. 診療室のチェアサイドで咀嚼側の偏向状態や咀嚼回数を簡便かつ正確に計測できるシステムを開発した。なお、改良された当システムは、被験者の胸元に小型電池駆動の軽量・小型測定装置を設置する形であり、記録した筋電情報は無線にて波形記録がPCに送信される。
2. デジタルワークフローによる、口腔内印象計測から3Dプリンターによる義歯製作を試み、形状やフィッティングは概ね良好であった。

本発表に関連して、開示すべきCOI関係にある企業などはない。

文 献

- 1) 田中晋平, 馬場一美: 補綴歯科治療のデジタル化の現状と未来. 日補綴会誌Ann Jpn Prosthodont Soc, 9 : 38-45, 2017
- 2) 田中晋平, 馬場一美: 無歯顎患者におけるデジタル・デンティストリー. 日補綴会誌Ann Jpn Prosthodont Soc, 8 : 414-419, 2016
- 3) 浅野真吾, 今田裕也, 上鶴瀬美奈, 木村健二: Varseo- 3Dプリンターを使用した歯科技工の可能性-. デジタルデンティストリーイヤーブック2016, 71-78, 2016
- 4) 金澤学, 山本信太, 岩城麻衣子, 水口俊介: コンピューター支援・製造における全部床義歯. 日歯理工学誌, 33 (6) : 519-522, 2014
- 5) 金澤学, 山本信太, 中村敏成, 水口俊介: CAD/CAM総義歯の潮流. QDT CAD/CAM YEAR BOOK 2013, 10-21, 2013
- 6) 石田祥己ほか: 3Dプリンターを用いた修復物の製作 第1報 光造形3Dプリンターによる製作報の寸法精度. 日本歯科理工学会誌, 32 (5) : 348, 2013
- 7) 植木一範, 河野正司: 全顎部分歯列欠損症例における3Dプリントモデルの形状評価. 明倫紀要, 18 (1) : 39, 2014
- 8) 植木一範, 河野正司: 口腔内直接計測を可能とする近接3次元計測法の検討. 明倫紀要, 19 (1) : 102, 2015
- 9) 河野正司, 植木一範, 木竜徹: 寝たきり高齢者を対象とした口腔内光印象法と3Dプリンターを用いた義歯製作法およびベッドサイドで使用可能な咀嚼側・咀嚼回数計測器の開発. 老年歯科医学総合研究所報告, 43-50, 2015
- 10) 植木一範, 河野正司: 光学式3Dプリンターによる高精度な義歯製作法の開発. 明倫紀要, 20 (1) : 2016
- 11) 河野正司, 植木一範, 木竜徹: 寝たきり高齢者を対象としたデジタルワークフロー完結による義歯製作法およびベッドサイドで使用可能なEMGを利用した咀嚼側・咀嚼回数計測法の確立. 明倫紀要, 20 (1) : 91-95, 2017
- 12) 黒崎康文: 咀嚼の偏向状態を評価するチェアサイドフィードバックシステムの構築. 平成27年度卒業論文 新潟大学工学部福祉人間工学科, 2015