

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K10033

研究課題名(和文) 口腔腫瘍術後に早期顎補綴を可能にする3D造形の臨床応用

研究課題名(英文) Clinical application of early maxillofacial prosthetic rehabilitation using CAD/CAM technique for oral cancer patients

研究代表者

尾澤 昌悟 (Ozawa, Shogo)

愛知学院大学・歯学部・教授

研究者番号：50323720

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はデジタル技術により早期の顎補綴治療を実現し、従来法より簡便で早期の社会復帰を目指した。まず、顎骨再建にシミュレーションモデルを導入して、顎骨再建から顎補綴製作の一連の流れを検討した。顎骨切除後の腓骨再建について、最適モデル構築から再建プレートをCAD/CAMにて製作して顎骨再建術に応用した。更に顎義歯を適用するためのシミュレーションも行い、実際に顎義歯を製作して顎補綴治療後の機能評価を行った。その結果デジタル技術を応用した顎顔面領域のリハビリテーションは、口腔機能の回復にも役立つことが判明した。一方ですべての工程をデジタル化するには至らずまだ課題が残った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

口の中やあごにできるがんの治療後に、食べることや喋ることに支障をきたす患者のために、特殊な入れ歯を製作して機能回復を図っている。この治療過程で検査データや口の中の情報をデジタル化して、この病気の患者の最適な治療のためのシミュレーション法と治療に役立てるためのデバイスを改良した。これにより従来の方法よりも患者への負担を減らすとともに、専門的な医療へのアクセスを容易にする効果が期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to use digital technology to achieve early maxillofacial prosthetic treatment, making it easier and earlier for patients to return to society than with conventional methods. First, a simulation model was introduced into jaw bone reconstruction to examine the entire process from jaw bone reconstruction to the fabrication of maxillofacial prosthesis. Regarding fibula reconstruction after jaw resection, an optimal model was constructed, and a reconstruction plate was fabricated using CAD/CAM and applied to jaw reconstruction surgery. Furthermore, we performed a simulation for applying the maxillary prosthesis, and actually fabricated the dentures to evaluate their function after the treatment. As a result, it was found that maxillofacial rehabilitation using digital technology was also useful for restoring oral function. However, not all processes have been digitized and there are still challenges to be overcome.

研究分野：顎顔面補綴学

キーワード：顎顔面補綴 CAD/CAM シミュレーション 顎義歯

1. 研究開始当初の背景

口腔腫瘍摘出後の欠損に対する顎補綴治療において、頭頸部の複雑な組織と機能を回復することは、患者の生活の質(QOL)を高めることに極めて重要な事項である。我々はこれまでにデジタル化された検査情報を利用して、下顎骨の再建に関するシミュレーションを行い、外科手術と補綴治療の協働により患者の治療にあたってきた。これまでの研究により術前のCTデータから3次元画像構築を行い、画像診断をもとに切除範囲を決定し、下顎再建のための腭骨データから最適な移植骨片を作成することが可能となった。しかし、コンピュータシミュレーション上での仮想手術と現実には多少の差異があり、さらに精度を上げる必要がある。また、顎骨の再建だけでは機能回復には限界があることから、顎義歯を用いた補綴処置が必須となる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、顎補綴製作にCAD/CAMの手法を取り入れて、術前の検査情報(デジタルデータ)から、術後早期に顎義歯を装着する治療法を確立することである。我々はこれまでにCAD/CAM技術を利用して、顔面補綴(エピテーゼ)の製作をより簡便に高い精度でつくる方法を確立し、さらに顎義歯の製作に関する基礎データを蓄積してきた。顎義歯に関しては支台装置の他に、顎欠損部に適合する栓塞部が必要であり、臨床的にはオルタードキャスト法など様々な手法を駆使して顎義歯の製作を行う必要がある。

今回の研究では顎義歯の新たな製作法の確立を目指して、口腔内の光学印象とCTの3次元構築によりコンピュータ上で栓塞部をデザインして、3Dプリンタによって造形する。これまでとは全く違ったアプローチにより、顎義歯の印象等における患者の負担を減らすとともに、早期に顎義歯を製作できることが期待される。また、口腔内スキャナ等によってデジタル化された口腔内情報と画像情報データを融合することで、全く新しい顎義歯製作法を考案する。すなわち、義歯をプリントアウトするための新たな材料を適用し、更にクラスプ等の金属材料との結合することにより、作業を簡略化することで臨床応用を目指す。

3. 研究の方法

(1) 顎欠損のシミュレーション方法の確立

下顎欠損症例の場合、下顎骨区域切除術を想定し、骨の欠損状態をCAD上でシミュレーションするとともに歯列模型データをRexcam IIIを使用してスキャンして取り込み、顎義歯の形態もコンピュータ上に再現する。既存の顎義歯を参照することで床下粘膜部の形態を予測し、CADソフト(Geomagic Freeform)を使用して床外形を設定する。その際に我々が構築した顎欠損形態のデータベースを利用し、術前検査のCTデータから顎切除後の形態を予測し、顎義歯テンプレートを製作する。CTデータを利用してCADソフト(Geomagic FreeForm 3D Systems)を使用して、術前、術後の上顎骨と粘膜の形態を入力する。この際に再建用に使用する皮弁の形態と種類について検討項目に入れる。シミュレーションにてインプラント埋入が可能となる患者については、画像解析ソフト上でサージカルガイドガイドを設計して造形する。

(2) 顎欠損部における口腔内スキャナ精度の検証

光学印象に使用する口腔内スキャナ(3shape)の顎欠損部における印象精度の検証を行う。顎欠損部は複雑な形態の軟組織で構成され、顎義歯の辺縁は組織のアンダーカットに位置することもあることから、光学印象の精度低下のリスクがある。そこで、無歯顎の上顎欠損患者5名の顎欠損形態を、通常のシリコンゴム印象材を用いた方法と、光学印象法の2種類の手法で取得し、得られた顎欠損形態をデジタルデータに変換して検討した。

(3) 顎補綴装置の製作

手術担当の口腔外科医もしくは頭頸部外科医と連携して、切除範囲や抜歯する歯の情報を得てコンピュータ上で即時栓塞子の製作を行う。その際にCAD上で口腔情報(模型をスキャンしたものも含む)とCTデータからの3次元構築画像を3Dソフト(Mimics マテリアライズ社)にて合成し、更に3Dデザインソフト(Geogagic Freeform)を使用して手術シミュレーション後の3次元モデルを作成、3Dプリンタにより栓塞部を造形する。

顎義歯の製作は、2つの構成要素を別々に製作し合体させる。すなわち栓塞部を軟質樹脂で液体積層法により製作し、支台装置の金属材料および床、人工歯は歯列の石膏模型を使用して通法に従って製作する。2つの材料は模型上でプライマー処理後に接合する。

(4) 摂食・嚥下の機能評価

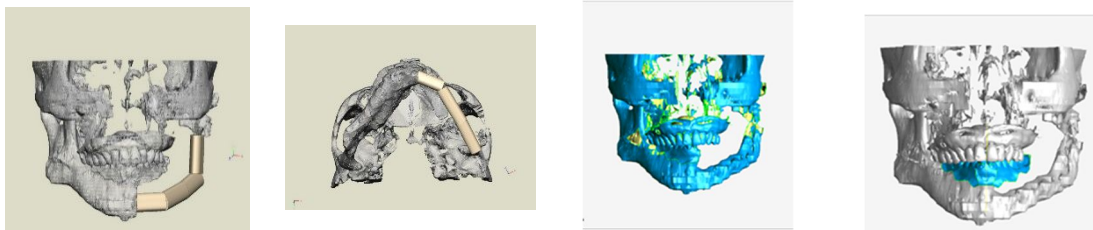
本研究により製作した顎義歯の機能評価を行う。申請者が所属する診療科のプロトコルに基づいて、摂食可能食品アンケート、言語機能評価、嚥下機能評価を定期的に行う。即時顎義歯は手術時または術後早期に患者に装着され、口腔機能の保持に寄与するとともに、栄養摂取と早期退院に繋がるように経過観察を行う。術後は創の状態に即して顎義歯の調整を行うが、術後半年を目

途に最終的な顎補綴装置の製作に着手する。

4. 研究成果

(1) 下顎骨欠損症例のシミュレーション

下顎悪性腫瘍術前患者のCTデータから、下顎骨切除後の腭骨再建のシミュレーションを行った。CTデータの3次元画像と歯列の3次元形態をCADソフトのフュージョン機能を使用して統合し、上下顎の咬合状態を再現しながら、最適な下顎骨再現形態を得るシミュレーションを行った。



コンピュータシミュレーション後に最適モデルの構築からチタン製再建プレートをCAD/CAMにて製作して、を顎骨再建術に応用した。再建例の一つを示す。



(2) 顎欠損部における口腔内スキャナ精度の検証

口腔内スキャナの顎欠損部への応用を想定して、その精度の比較検証をモデルスキャナと比較して検証したところ、光学スキャナの精度は、誤差0.5mm以下で、临床上は問題ないことが判明した。

(3) 顎補綴装置の製作

口腔内で軟組織を光学印象する際には、唾液の存在や皮弁などの変形により、従来手法では対応が難しいと考えられる。そこで、従来法の粘膜面印象の印象面を光学印象する形で、デジタルとアナログを併用して顎義歯製作を行った。製作した義歯の1例を示す。



(4) 摂食・嚥下機能評価

本研究で製作した顎義歯を装着後に調整を行った後、摂食可能食品アンケート、言語機能評価、嚥下機能評価を行った。その結果、従来法で製作した顎義歯と同様の機能回復が得られた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kumano H, Nakamura Y, Nakamura H, Kanbara R, Masuda T, Fujinami W, Ozawa S, and Takebe J	4. 巻 31
2. 論文標題 Long-term follow-up cases of magnetic attachment denture with different prosthetic designs.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J J Mag Dent	6. 最初と最後の頁 13-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yoshioka F, Ozawa S, Matsuoka A, Takebe J.	4. 巻 65(3)
2. 論文標題 Fabricating nasal prostheses using four-dimensional facial expression models.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Prosthodont Res	6. 最初と最後の頁 379-386
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2186/jpr.jpr_d_20_00015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 吉岡 文, 安藤彰浩, 松川良平, 秦 正樹, 尾澤昌悟, 堀 美喜, 堀 直介, 河合達志, 武部 純	4. 巻 11(2)
2. 論文標題 口腔内スキャナーを用いた顎補綴装置製作のための光学印象精度に関する検討.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本デジタル歯科学会誌	6. 最初と最後の頁 102-106
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kumano H, Kanbara R, Fujinami W, Matsukawa R, Ando A, Hata M, Kojima N, Yoshioka F, Ozawa S, Nakamura Y, Nakamura H, Shoji K and Takebe J	4. 巻 30(2)
2. 論文標題 Mechanical consideration of implant support in removable partial denture design applied by a magnetic attachment using three-dimensional finite element analysis.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J J Mag Dent	6. 最初と最後の頁 18-21
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 深澤加奈, 尾澤昌悟, 佐久間翔太, 吉岡 文, 秦 正樹, 木村尚美, 宮前 真, 松川良平, 小島規永, 武部 純.	4. 巻 46(1)
2. 論文標題 下顎欠損に対する顎義歯の支台装置に関する実態調査.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 顎顔面補綴	6. 最初と最後の頁 11-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 松川良平, 吉岡 文, 小島規永, 木村尚美, 秦 正樹, 熊野弘一, 尾澤昌悟, 武部 純
2. 発表標題 顎矯正手術に対する補綴的シミュレーションシステムの検討.
3. 学会等名 日本デジタル歯科学会 第13回学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 磯村美智子, 吉岡 文, 尾澤昌悟, 小島規永, 秦 正樹, 松川良平, 宮前 真, 佐久間翔太, 深澤加奈, 岩田哲也, 武部 純
2. 発表標題 当科において顎補綴治療を行った患者の口腔機能に関する検討.
3. 学会等名 一般社団法人日本顎顔面補綴学会 第39回総会・学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉岡 文, 磯村美智子, 木村尚美, 尾澤昌悟, 熊野弘一, 小島規永, 秦 正樹, 安藤彰浩, 松川良平, 藤波和華子, 武部 純
2. 発表標題 上下顎悪性腫瘍切除術後に対し顎義歯へ軟質リライン材を用いて対応した長期経過症例.
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会 第131回学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 磯村美智子, 吉岡 文, 尾澤昌悟, 小島規永, 秦 正樹, 松川良平, 熊野弘一, 藤波和華子, 宮前 真, 佐久間翔太, 深澤加奈, 木本統, 武部 純
2. 発表標題 当科において顎補綴治療を行った患者の栄養状態に関する検討.
3. 学会等名 令和4年度公益社団法人 日本補綴学会東海支部学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐久間翔太, 秦 正樹, 吉岡 文, 松川良平, 小島規永, 浅見和哉, 坂根 瑞, 平井秀明, 深澤加奈, 安藤彰浩, 宮前 真, 尾澤昌悟, 武部 純
2. 発表標題 愛知学院大 学歯学部附属病院顎顔面補綴科診療部における顎顔面補綴患者の臨床統計調査.
3. 学会等名 一般社団法人日本顎顔面補綴学会 第38回総会・学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深澤加奈, 吉岡 文, 秦 正樹, 木村尚美, 宮前 真, 松川良平, 小島規永, 青山莉子, 佐久間翔太, 尾澤昌悟, 武部 純
2. 発表標題 下顎顎義歯症例における支台装置に関する実態調査-皮弁再建および辺縁切除症例における比較検討-.
3. 学会等名 一般社団法人日本顎顔面補綴学会 第38回総会・学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Michiko Isomura, Fumi Yoshioka, Shogo Ozawa, Rune Shibata, Jun Takebe.
2. 発表標題 Relationship between oral hypofunction and nutritional status in the patients treated with maxillofacial prostheses.
3. 学会等名 70th Annual Meeting of the American Academy of Maxillofacial Prosthetics. (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shogo Ozawa, Kana Fukazawa, Shota Sakuma, Fumi Yoshioka, Masaki Hata, Ryohei Matsukawa, Jun Takebe .
2. 発表標題 Clinical survey of denture retainers for the defected mandible.
3. 学会等名 70th Annual Meeting of the American Academy of Maxillofacial Prosthetics . (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松川 良平 (MATSUKAWA Ryohei) (40645735)	愛知学院大学・歯学部・講師 (33902)	
研究分担者	吉岡 文 (YOSHIOKA Fumi) (50468998)	愛知学院大学・歯学部・講師 (33902)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------