

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11182

研究課題名(和文) 三次元顔面表情運動モデルを利用したエピテーゼ製作法の開発

研究課題名(英文) Development of 3D facial expression model for fabricating facial prosthesis

研究代表者

吉岡 文 (YOSHIOKA, Fumi)

愛知学院大学・歯学部・講師

研究者番号：50468998

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：顔面領域に生じた欠損に対し、複雑な顔面形態の回復、患者の社会復帰のためには、エピテーゼによる治療は有用な選択肢の一つである。本研究では適合性の高いエピテーゼの製作を行うために、モーフィング法(ある物体から他の物体へ変化する過程をコンピュータによって補完する手法)を用いてコンピュータ上で表情筋の動きを導入し、より生体に近い、「三次元顔面表情運動モデル」の製作方法を確立することにより、静止状態のみならず、運動時にも欠損部に適合したエピテーゼの製作方法を確立し、顔面の動きに追随するより自然な装着感のエピテーゼを製作することができた。

研究成果の概要(英文)：Facial prosthetic treatment is an effective option for the patients with facial defects in order to recover their disfigurement and social life. In this study, in order for the facial prosthesis to remain in position, especially around marginal areas subject to movement, we developed a new method of making 3D facial expression models using time-series data allowing changes in facial expression by morphing techniques.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：エピテーゼ 3Dモデリング モーフィング

1. 研究開始当初の背景

顔面領域に生じた欠損に対し、複雑な顔面形態の回復、患者の社会復帰のためには、エピテーゼによる治療は有用な選択肢の一つである。従来のエピテーゼ製作には顔面印象採得が不可欠の工程であるが、広範な顔面印象採得は、患者の苦痛を伴い、また、患者の体位や印象材の重量による変形なども考慮しなければならない。さらに、エピテーゼ製作時の技工操作には煩雑な工程と芸術的な感性が必要となる。エピテーゼは材料に主にシリコンラバーを用いるが、その材料・顔料の劣化や顔面の経時的形態変化により、通常義歯よりも再製作の頻度が高い。そのため、製作に際しては、術者、患者双方にとっても簡便であることが求められる。

申請者らはこれまでエピテーゼ製作において、各段階での簡便化を試み、デジタル技術による新たな製作法の確立を目指して研究を行ってきた。すなわち、広範な顔面印象採得を、顔面表面三次元計測法に置換することによって、患者に負担を与えることなく、顔面モデルを得ることが出来た。() また、CADソフトを応用することにより、エピテーゼの設計を簡便に行う方法を開発し、その臨床応用を行ってきた()。さらに、コンピューターカラーマッチングを応用したエピテーゼの色調の評価に関する研究を行い、臨床応用を行ってきた。() こうして、エピテーゼ製作の各段階に3Dモデリング、コンピューターサイエンスを応用することにより、エピテーゼの製作をより簡便に、患者や術者双方に負担の少ない手法を開発してきた。

一方で、エピテーゼによる顔面補綴治療の成否は、色調の調和と辺縁の適合によるとされている。一般に全部床義歯を製作する際には、口腔内の非可動域にその床縁を設置し、辺縁を封鎖することにより義歯の適合が向上し、維持安定が保たれるとされている。しかし、エピテーゼの場合には顔面の欠損部に対する補綴装置であるという性格から、顔面皮膚の可動部分に辺縁を設置することを余儀なくされることがしばしばある。エピテーゼの材料はシリコン樹脂であり、顔面皮膚の可動に追従する弾性を持ち合わせるため、理論的には顔面表情筋の運動に伴ってシリコン樹脂も伸縮することにより、エピテーゼの脱落を防ぐことができる。しかしながら、従来の石膏による顔面模型は静止状態での模型であるため、顔面皮膚の運動や弾性を再現することが困難であった。そのため、模型上で適合のよいエピテーゼでも、装着し通常使

用を行うと、表情の変化により顔面の表面が変形し、脱落してしまうこともしばしばあった。そのため、可動部におけるエピテーゼの辺縁部分を変形量を想定して削合する方法()が提案されてきたが、表情による複雑な変形を把握することはできず、臨床応用は限定されていた。一方、コンピュータグラフィックスの領域では、モーフィング法(ある物体から他の物体へ変化する過程をコンピュータによって補完することにより顔の表情を作り出す手法)が研究され、広く応用されている。() この手法をエピテーゼの製作に応用することにより、コンピュータ上で動的な3次元顔面表情運動モデルを得ることが出来ると考えられる。さらにエピテーゼ用シリコン材料の弾性情報も取り入れ、顔面表情の変化に追従するのに最適なシリコンの材料特性(伸縮性、弾性、厚みなど)について探索することにより、装着感に優れ、顔面表情の変化に合わせたシリコン製のエピテーゼを製作することが可能となると考えられる。これにより、エピテーゼの適合は向上し、脱落の心配をすることなく、エピテーゼを常時使用することが可能となり、顔面欠損患者のQOLが向上すると考えられる。

2. 研究の目的

モーフィング法(ある物体から他の物体へ変化する過程をコンピュータによって補完する手法)を用いてコンピュータ上で皮膚表面の弾性や表情筋の動きを導入し、より生体に近い、'動く顔面模型'の製作方法を確立することを目的とする。加えて、シリコン材料の弾性を考慮することにより、静止状態のみならず、運動時にも欠損部に適合したエピテーゼの製作方法を確立することで、顔面の動きに追従するより自然な装着感のエピテーゼを製作することができると考えられる。

3. 研究の方法

: 3次元形状計測法による様々な顔面の表情の形状計測。

1. 研究の趣旨を説明し、同意の得られた、顔面に欠損や顔面表情筋の運動に支障の無い、健常成人7名および顔面に欠損を有する患者7名を対象とし、3次元表面形状計測装置(Rexcan, Solutionix社、既に保有)を用いて、顔面の表面形状をスキャンし、3次元形状データを得た。被験者には、無表情のまま静止するように指示した。

2. 更に、以下に示す表情を指示し、スキャンを行った。

a; 最大開口・・・耳介エピテーゼを製作する際に、エピテーゼの前縁は顎関節周囲にとどまることが多く、開口時にその部分の顔面表面の形状が変形することによりエピテーゼが脱落しやすいため。

b; 口角挙上(笑う)・・・外鼻欠損に対する鼻エピテーゼを製作する際にエピテーゼの側方の辺縁が口角・上唇の運動によって脱落しやすいため。

：モーフィング法(ある物体から他の物体へ変化する過程をコンピュータによって補完する手法)を用いた3次元顔面表情運動モデルの作成。

まずテンプレートモデルを作成することから始めた。テンプレートモデルは、研究の趣旨を説明し同意の得られた、平均的で凹凸の少ない1名の健常者の顔面のスキャンデータを左右対称になるように修正し、さらに凹凸を減らして平滑なデータにすることにより得られた。モデル上に設定したランドマークを指標として、テンプレートモデルをスキャンモデルの形態に変形させ、1人の被験者につき、無表情の相同モデルと笑顔の相同モデルをそれぞれ作成した。2種類の相同モデルの中間像をモーフィング法を用いて補完することで、三次元顔面表情運動モデルを作成した。評価は、相同モデルとスキャンモデルを重ね合わせにより三次元的に比較し、差を分析することで評価した。重ね合わせには検査自動化プラットフォーム Geomagic Control (Geomagics) のベストフィット機能を用いた。

三次元顔面表情運動モデルを用いたエピテーゼの製作

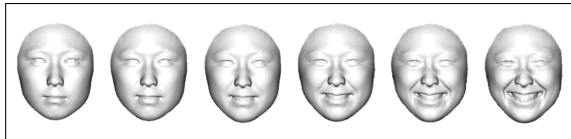
連続的に変化する三次元顔面表情運動モデルのうち、無表情の相同モデルにおける笑顔成分を0%、笑顔の相同モデルにおける笑顔成分を100%と規定し、笑顔成分0%、30%、50%、70%、100%の5つのデータを選択し作業用模型として適した形状に加工した。その後3Dインクジェットプリンターを用いてプリントアウトし、作業用模型を完成させ、患者が現在使用中のエピテーゼの鋳型から製作したワックスパターンを合わせ、辺縁の形態を移行的に整えた。1名の患者につき5つのエピテーゼを完成させた。すなわち、笑顔成分0%(無表情)の作業用模型で製作したエピテーゼをS0、笑顔成分30%の作業用模型で製作したエピテーゼをS30、以下、同様に、S50、S70、S100とした。

4. 研究成果

：顔面表情運動モデルの作成

7名の健常者および7名の顔面欠損患者両方において、三次元顔面表情運動モデルを作成することに成功した。また、スキャンモデルと比較した作成した相同モデルの精度は、差が0.1mm以内であった頂点は93.35%であった。

：エピテーゼの適合を視診および落下試験により評価した結果、S0と比較して、S30、S50、S70が有意に適合が良いことが示された。



引用文献

エピテーゼ製作における三種類の三次元形状計測装置の精度と有用性の比較検討
吉岡文他、顎顔面補綴, 32(2): 41-43, 2009

Fabrication of an Orbital Prosthesis Using a Non-Contact Three-Dimensional Digitizer and Rapid-Prototyping System.
Yoshioka F., et al, Journal of Prosthodontics 19(8):598-600, 2010

試作エピテーゼ用シリコン材料に対する紫外線照射の影響について、吉岡文他、顎顔面補綴 37:24-29, 2014

Creating an adaptable anterior margin for an implant retained auricular prosthesis. J Prosthet Dent 86: 233-40, 2001

顔面像からの筋肉パラメーターの推定とそれに基づく他人の表情生成、安善姪 他：電子情報通信学会論文誌、2081-2089、2005

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

吉岡文、尾澤昌悟、松岡鮎美、宮前真、服部正巳、武部純、二種のシリコン材料を用いて製作したエピテーゼの臨床的経過観察について、顎顔面補綴 査読有 39(2):74-79 2016

Yoshioka F, Ozawa S, Hyodo I, Tanaka Y. Innovative approach for interim facial prosthesis using digital technology.

Journal of Prosthodontics (査読有)
26(5):498-502, 2016

[学会発表](計 4件)

Matsuoka A, Yoshioka F, Ozawa S, Takebe J. Development of models with facial expression movements, 63th meeting of American academy of maxillofacial prosthetics, 2016

松岡鮎美、吉岡 文、尾澤昌悟、武部 純
エピテーゼ製作に用いる顔面表情運動モデルの構築 日本顎顔面補綴学会第 34 回学術大会, 6月1-3日, 2017

Matsuoka A, Yoshioka F, Ozawa S, Takebe J. Clinical trial to manufacture facial prosthesis by using 3D facial expression models. 14th International society of maxillofacial rehabilitation, 2017

松岡鮎美、吉岡 文、尾澤昌悟、武部 純
三次元顔面表情運動モデルを用いたエピテーゼ製作の試み 第 3 回日本顎顔面再建先進デジタルテクノロジー学会学術大会, 2017

6. 研究組織

(1)研究代表者

吉岡 文 (YOSHIOKA Fumi)
愛知学院大学・歯学部・講師
研究者番号: 50468998

(2)研究分担者

尾澤 昌悟 (OZAWA Shogo)
愛知学院大学・歯学部・教授
研究者番号: 50323720