

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：32650

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23592657

研究課題名(和文)ビデオ画像のコンピュータ解析による顔面表情運動障害の診断・治療支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of the system to assist diagnosis, treatment and surgical planning for disorder of facial movement utilizing computerized analysis of facial expression based on video images

研究代表者

田中 一郎(Tanaka, Ichiro)

東京歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：10171737

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：顔面神経麻痺などを原因とした顔表情運動障害に対し、麻痺診断、治療方針や形成再建治療などの手術計画の決定、治療経過や術後評価などの支援などを目的として、「ビデオ画像からのコンピュータ解析による顔面表情運動障害の診断や治療・手術計画支援システム」を構築して、この支援システムを臨床に応用し、システムの有効性の検証と改良を行ない、さらには標準的な評価システムとして国内外への普及を行なった。本研究の内容や開発したシステムの詳細、また顔面表情運動障害への応用の詳細につき、インターネットでの配信を目指してホームページ作成を進めていたが、本年度で作成を完成させ、ホームページを公開した。

研究成果の概要(英文)：We developed the system to assist diagnosis, treatment and surgical planning for disorder of facial movement utilizing computerized three dimensional quantitative analysis of facial expression by optical flow on image sequences with a digital video camera. Clinical application of the system was performed for diagnosis of facial palsy, decision making of therapeutic and reconstructive surgical planning, assessment of clinical course after treatment, and evaluation of effectiveness after operations. Based on the clinical application we investigated usefulness of the system and improved the system. And we also tried to introduce and spread the system nationally and internationally as a standard assessment system for disorder of facial movement.

研究分野：医歯薬学(形成外科学)

 キーワード：顔面表情運動解析 コンピュータ解析 診断・治療支援システム 顔面神経麻痺 オプティカルフロー
 定量的評価法 ビデオ撮影画像 三次元的表情解析

1. 研究開始当初の背景

主に陳旧性顔面神経麻痺による顔表情運動障害や顔面変形に対して、形成外科手技を駆使して行なう静的・動的な再建手術は、形成外科が従来対象としてきた治療領域であるが、最近この顔面神経麻痺治療に、端側吻合を利用した顔面神経再建などの新たな展開が起こりつつあり、今後の治療の発展が期待されている。それと共にこれらの治療の評価法が、医療の標準化という観点からも重要な課題となっている。

顔表情運動障害の評価法としては、重症度を視診による点数評価で表すHB法、柳原法などの主観的評価法が現在広く用いられているが、検者による評価のばらつきや再現性に問題があり、かつ高得点が得られた患者でも患者の愁訴となる細かな表情運動に関しては評価されず、また形成再建外科治療における特定領域の微細な変化の評価には適していない点が問題であった。

我々はこれらの問題を解決するために、ビデオ撮影画像を基にしたコンピュータ利用による客観的評価法の開発を行なっており、1999年よりオプティカルフロー(動画像中における運動物体の移動ベクトル)を使った顔面表情運動解析を始め、まずUNIXマシンの用いたシステム開発を行い、その後臨床の現場での容易使用と適用領域の拡大をはかるため2001年よりWindowsベースの改良普及型を開発し、2003年に初期バージョンを完成させた。2003年より頭部の両側に設置した鏡への鏡像を同時に撮影して顔面側面の表情データを取得する3次元的表情運動解析法を開発し、撮影方法や解析ソフトの改良も行なって2006年に新たな3次元的表情運動解析システムを完成させた。さらに臨床で使いやすいノートパソコンベースのシステムへと2009年に改築した。

本研究では、この最新システムを利用して臨床応用とシステムの検証・改良を行い、さ

らに臨床現場で簡便に使用できるより高精度、定量性、簡便操作性、即時性を有するシステムを開発していく。

2. 研究の目的

顔面神経麻痺などを原因とした顔表情運動障害に対し、麻痺診断、治療方針や形成再建治療などの手術計画の決定、治療経過や術後評価などの支援などを目的として、「ビデオ画像のコンピュータ解析による顔面表情運動障害の診断・治療支援システムの開発」を構築して、この支援システムを臨床に応用し、システムの有効性の検証と改良を行ない、さらには標準的な評価システムとして国内外への普及を目指すことを目的とする。

(1) 支援システムの構築と改良

より高い精度と再現性を目指した撮影方法の改良 解析ソフトの改良 3次元表情運動解析の改良 撮影時の体動による測定誤差対策 鏡利用以外の3次元撮影法の開発

(2) 支援システムの臨床応用と有効性の評価、それに基づいた改良

最新システムを用いた顔面神経麻痺および表情運動障害の重症度診断と治療、術後の評価、並びに手術計画支援を行なう。また、患者アンケートや顔面運動の機能的検討、筋電図検査、視診による他評価法と解析結果を比較・検討し、開発したシステムの精度・有効性につき評価する。それに基づいてシステム改良を行なう。

(3) システムの臨床応用領域の拡大

(4) 治療・手術支援システムの標準化と普及

3. 研究の方法

研究方法は、支援システムの構築(設計・試作・実装・システム実験)とシステムの運用・臨床応用・評価・普及の大きく2つに分けられる。

(1) 支援システムの構築(設計・試作・実装)とシステム実験

より高い精度と再現性を目指した撮影方法の改良：改良作成した鏡利用の3次元撮影装置・頭部固定装置の試用・検証（鏡の位置・角度・サイズ、顔とビデオの距離などの再検討）を行い、さらに新固定装置を作成する。表情撮影法の検討・改良や被験者への撮影表情指導のビデオ作成を行なう。システム実験と解析ソフトの改良：現行の日本語表示より全英語表示へシステム表示言語を改良する。改良版ソフトの健常者での試用・検証とこれに基づいた改良を行なう。3次元表情運動解析の改良：開発した3次元表情運動解析のアルゴリズムのシステム実装を行なう。移動量測定のカリブレーション機能の検証を行なう。撮影時の体動による測定誤差対策：解析ソフトでの体動移動量の処理法を検討する。鏡利用以外の3次元撮影法の開発：複数台のビデオカメラによる3次元撮影法とその3次元表情運動解析のアルゴリズムの検討を行なう。

(2) 支援システムの運用・臨床応用・評価・普及

改良した最新システムを用いて表情運動障害の重症度診断と治療・術後の評価、手術計画の支援を行い、またシステムの普及行なう。

術前・術後の患者データの取得および手術治療：顔面神経麻痺患者における再建手術やボツリヌストキシン治療の患者を対象とする。再建手術は各種の静的あるいは動的再建を行い、患者症例数の目標としては眉毛、眼瞼、口角に対する手術やボツリヌストキシン治療の患者を、年間各々15例とする。これらの患者を対象として、術前および術後（原則として1・3・6・9・12・18・24ヶ月後）に、形成外科外来にて各種表情運動のビデオ撮影を行う。撮影には新3次元撮影装置・頭部固定装置を利用して行う。ビデオ撮影データのコンピュータによる解析：ビデオ撮影データを取り込んで、改良したシス

テムにより表情運動を解析する。解析データの検討および臨床応用とシステムの改良：解析結果の臨床的意味付けおよびこれに基づいた手術・治療計画を検討する。また、患者アンケートや顔面運動の機能的検討（兎眼の程度、食事のむれ・会話などでの口唇機能）、および柳原法など他の評価法による評価と解析結果を比較・検討し、開発したシステムの有効性につき検討する。また、神経血管柄つき筋移植例については筋電図（誘発電位や干渉波形）検査を行い、筋電図検査による経過観察と比較・検討する。これらの結果に基づいたシステム改良を行なう。システムの臨床応用領域の拡大：病的共同運動（診断・経過観察・治療評価）、顔面神経麻痺のリハビリテーション（Feedback療法での試用や効果評価）、顔面痙攣（診断・治療評価）、美容外科手術（術後評価）などでの臨床応用を進める。皺などの解剖生理（皺と表情運動の関連につき、高齢者での撮影画像を検討）、表情の心理学的解析への応用を探る。治療・手術支援システムの標準化と普及：解析ソフトの公開やインターネット配信法を検討し、システムの標準化と普及による社会還元を目指す。

4. 研究成果

(1) 治療・手術支援システムの改良とシステム実験

より高い精度と再現性を目指した撮影方法の改良：鏡利用の3次元撮影装置・頭部固定装置の検証を行い、また表情撮影法の検討として被験者への撮影表情指導のビデオ作成を進めた。解析ソフトの改良：現行の日本語表示より全英語表示へのシステム表示法の改良を進め、より普遍性の高い部位別ウインドウ設定法を検討した。開発した3次元表情運動解析のアルゴリズムのシステム実装を検討し、移動量測定のカリブレーション機能の検証を進めた。撮影時の体動に

よる測定誤差対策として、解析ソフトでの体動移動量の処理法を検討した。鏡利用以外の3次元撮影法の開発として、3台のビデオカメラによる3次元撮影装置を製作し、健常者での試用と患者での臨床応用を進め、その3次元表情運動解析のアルゴリズムの検討を進めた。

2. 治療・手術支援システムの臨床応用と評価、改良、普及

顔面神経麻痺の保存治療や再建手術（神経移植などによる神経再建、筋移植などによる動的再建）、顔面神経麻痺による病的共同運動や眼瞼痙攣に対するやボツリヌストキシン治療や手術（神経再建、筋・神経部分切除など）の患者を対象として、治療や手術前後に各種表情運動のビデオ撮影を3次元撮影装置（頭部固定装置あるいは3台のビデオカメラ使用）を利用して計65名に行なった。これらのビデオ撮影データからシステムにより表情運動を解析し、解析結果の臨床的意味付けおよびこれに基づいた手術・治療計画を検討した。

また、顔面運動の機能的検討（兎眼の程度、食事のむれ・会話などでの口唇機能）、および柳原法やHB法による評価と解析結果を比較・検討し、開発したシステムの有効性につき検討した。神経血管柄つき筋移植例については筋電図（誘発電位や干渉波形）検査を行い、筋電図波形から計算された運動量とシステム解析による運動量の比較検討を行なった。

また、病的共同運動の診断・経過観察や顔面痙攣の診断・治療評価への臨床応用を拡大した。

システムの国内外での普及を目指して、本研究の内容や開発したシステムの詳細、また顔面表情運動障害への応用の詳細につき、国内外での学会発表や論文により発信を行い、またインターネットでの配信を目指してホームページを完成させ公開した。

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13件)

1. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介：顔面神経麻痺による眼瞼麻痺に対するわれわれの治療方針、査読有、形成外科、57(5)、465-472、2014
2. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介：顔面神経麻痺の治療 update、神経再建(即時、早期、不全麻痺)咬筋神経を利用した顔面神経麻痺の再建、査読有、PEPARS 92、20-27、2014
3. 佐久間恒、田中一郎：顔面神経麻痺の治療 update、動的再建(陳旧例)複数の表情筋のベクトルを考慮した薄層前鋸筋移植による笑いの再建、査読有、PEPARS 92、69-77、2014
4. 田中一郎：ビデオ画像からのコンピュータ解析によるOptical Flow法を用いた、病的共同運動の評価法、査読有、Facial Nerve Research Jpn 35、56-58、2014
5. 田中一郎、佐久間恒：先天性両側顔面神経麻痺による摂食障害に対する、両側口唇部への遊離筋肉移植術の経験、査読有、Facial Nerve Research Jpn 35、39-41、2014
6. 田中一郎、南谷晴之、佐久間恒、清水雄介：神経修復に関わる診断・検査法 顔面神経 - 顔面神経麻痺に対する神経再建の術前診断・術後機能評価 -、査読有、PEPARS 78、1-7、2013
7. 田中一郎：ビデオ画像からのコンピュータ解析による、Optical Flow法を用いた顔面神経麻痺の三次元的定量的評価法、査読有、Facial Nerve Research Jpn 34、48-50、2013
8. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介：顔面神経麻痺後の眼瞼再建に対する治療方

針、査読有、Facial Nerve Research Jpn 34,65-66,2013

9. 田中一郎：広背筋皮弁（胸背動静脈を血管茎とする皮弁）による口腔癌切除後欠損の再建、査読有、日本口腔腫瘍学会誌 24(4),174-184, 2013
10. 田中一郎：顔面神経麻痺による下眼瞼外反・兔眼に対する、二つ折り二枚重ねの大腿筋膜移植を利用した矯正術の有用性の検討、査読有、Facial Nerve Research Jpn 32,150-152,2012
11. 佐久間恒、田中一郎：顔面神経麻痺に対して咬筋神経・舌下神経交叉神経縫合術に筋膜移植を併用した一例、査読有、Facial Nerve Research Jpn 32,177-178,2012
12. 田中一郎：私の手術と合併症回避のコツ、陳旧性顔面神経麻痺に対する薄層前鋸筋移植による機能的表情再建、査読有、形成外科 54(7),787-796,2011
13. 田中一郎、佐久間恒：陳旧性顔面神経麻痺に対する筋肉、筋膜移植術における健側口唇へのボツリヌストキシン局注の有用性、査読有、Facial Nerve Research Jpn 31, 145-147,2011

〔学会発表〕(計20件)

1. 田中一郎：顔面神経麻痺の治療 静的・動的再建、その組み合わせー、第57回日本形成外科学会総会、教育口演、長崎市、2014年4月11日
2. 田中一郎：ビデオ画像からのコンピュータ解析によるOptical Flow法を用いた、病的共同運動の評価法、第37回日本顔面神経研究会、指定演題、豊島区(東京都)、2014年5月30日
3. Ichiro Tanaka : Contra-lateral botulinum toxin injection in free

muscle transfer for reanimation surgery or fascia graft for facial suspension in patients with facial palsy, 12th Korea-Japan Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, Incheon (Korea), May15,2014

4. 田中一郎：顔面神経麻痺による眼瞼部再建の治療方針、第56回日本形成外科学会総会、シンポジウム、港区(東京都)、2013年4月5日
5. 田中一郎、南谷晴之：ビデオ画像からのコンピュータ解析による、Optical Flow法を用いた顔面神経麻痺の三次元的定量的評価法、第36回日本顔面神経研究会、指定演題、那覇市(沖縄)、2013年4月25日
6. Ichiro Tanaka, Emi Ochi, Yusuke Shimizu, Tsuyoshi Sakuma : Brow-lift for patients with facial palsy by skin excision in conjunction with suspension of the orbicularis oculi muscle and tacking of the frontal muscle, 12th International Facial Nerve Symposium, Boston (USA), Jun 30. 2013
7. 田中一郎、南谷晴之、佐久間恒、清水雄介：顔面神経麻痺治療における治療前・治療後の評価方法の検討、第22回日本形成外科学会基礎学会、シンポジウム、新潟市(新潟)、2013年11月8日
8. 田中一郎、今野恵理：二つ折り二枚重ねの大腿筋膜移植による、顔面神経完全麻痺の重度下眼瞼外反・兔眼に対する矯正術、第55回日本形成外科学会総会、港区(東京都)、2012年4月12日
9. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma :

Functional multi-vector facial reanimation with the superficial subslips transfer of the serratus anterior muscle for longstanding facial paralysis, The 11th Japan-Korea Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, パネルディスカッション、Awaji (Hyogo), May 19, 2012,

10. 田中一郎：扁平上皮癌切除後の下口唇全層欠損に対する、頤部外側からの全層V-Y伸展皮弁による下口唇の機能的再建、第28回日本皮膚悪性腫瘍学会、札幌市、2012年6月30日
11. 田中一郎、志藤宏計、佐久間恒：陳旧性顔面神経麻痺に対する筋肉、筋膜移植術における健側口唇へのボツリヌストキシン局注の有用性、第54回日本形成外科学会総会、徳島市、2011年4月13日、
12. Ichiro Tanaka : One staged free facial muscle transfer 、 Pre-Congress Workshop of 3rd Mayo Clinic & Chang Gung Memorial Hospital Combined Meeting for Reconstructive Microsurgery, Taipei(Taiwan), Oct 25-26 ,2011

〔図書〕(計3件)

1. 田中一郎:眼瞼手術の準備．記録写真、眼手術学 2 眼瞼、野田実香編、大塚哲郎監修、27-31、分光堂、2013
2. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma, Kazumi Asano: Improvement of speech function with free muscle transfer to the bilateral face in the patient with Moebius syndrome, Proceedings of 6th Congress of the World Society for Reconstructive Microsurgery -

WSRM, E.Tukiainen 編 , 83-85, MEDIMOND, Bologna(Italy), 分担 , 2011,CD

3. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma : Dynamic lip reconstruction with a free neurovascular latissimus dorsi musculocutaneous flap following extended resection of lip cancer, Proceedings of 6th Congress of the World Society for Reconstructive Microsurgery-WSRM, E.Tukiainen 編, 31-35 , MEDIMOND, Bologna(Italy), 分担, 2011,CD

〔その他〕

ホームページ等

東京歯科大学市川総合病院 形成外科 顔面神経専門外来 評価法

<http://www.tdc.ac.jp/hospital/igh/section/facialpalsy/index.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

田中一郎(東京歯科大学・歯学部・教授)
研究者番号：10171737

(2)研究分担者

南谷晴之(千歳科学技術大学・総合光科学部・教授)
研究者番号：70051779

(3)連携研究者

貴志和生(慶応義塾大学・医学部・教授)
研究者番号：40224949
小林正弘(慶応義塾大学・看護学部・教授)
研究者番号：30195812
清水雄介(慶応義塾大学・医学部・准教授)
研究者番号：10327570