

平成 30 年 5 月 23 日現在

機関番号：32650

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26462736

研究課題名(和文)ビデオ画像の三次元的動的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 and treatment for disorder of facial movement utilizing computerized three dimensional 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) 3,700,000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面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、「ビデオ画像の三次元的動的解析による顔面表情運動障害の診断・治療支援システム」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、論文や学会発表、ホームページで公開した。

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きた。1999年よりオプティカルフロー(動画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、「ビデオ画像の三次元的動的解析による顔面表情運動障害の診断・治療支援システム」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 複数台ビデオカメラによる3次元撮影法の改良

(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。平均移動ベクトルを算出する部位設定法をより普遍性の高い方法へ変更する。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を行なう。

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、食事のもれ・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、移動量測定のキャ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70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(兔眼の程度、食事のモレ・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

[雑誌論文](計11件)

1. 田中一郎、佐久間恒、矢澤真樹、清水雄介: 顔面神経麻痺後遺症としての病的共同運動・顔面拘縮、鰐の涙に対する治療の検討、査読有り、Facial Nerve Research Jpn 37, 24-26, 2017
2. 田中一郎、佐久間恒、矢澤真樹、清水雄介: 顔面交差神経移植を併用した健側顔面神経と咬筋神経との2重支配による、薄層前鋸筋移植を利用した多方向ベクトル口唇再建、査読有り、Facial Nerve Research Jpn 37, 124-126, 2017
3. 田中一郎: 静的顔面神経再建術、査読有り、JOHNS(Journal of Otolaryngology, Head and Neck Surgery) 32(9), 1357-1361, 2016
4. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹: 顔面神経麻痺後遺症(病的共同運動・顔面拘縮)に対する治療、査読有り、Facial Nerve Research Jpn 36, 71-74, 2016
5. 田中一郎: 顔面神経麻痺後遺症に対するボツリヌストキシンによる最近の治療、医学のあゆみ、査読無し、253(8)、661-663, 2015
6. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介: 顔面神経麻痺評価法としての40点法の見直しは必要か? 形成外科医の立場からの検討、査読有り、Facial Nerve Research Jpn 35, 34-36, 2015
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、病的共同運動の評価法、査読有り、Facial Nerve Research Jpn 34, 56-18, 2014
8. 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、査読有り、形成外科、57(5)、465-472、2014

9. 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、査読有り、PEPARS 92, 20-27, 2014
10. 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、査読有り、PEPARS 92, 69-77, 2014
11. 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、査読有り、Facial Nerve Research Jpn 35, 39-41, 2014

[学会発表](計22件)

1. 田中一郎、藤井貴子、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹：治療に難渋する顔面神経麻痺後遺症としての病的共同運動・顔面拘縮に対する手術、第60回日本形成外科学会総会、2017年
2. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹：顔面神経麻痺後遺症としての病的共同運動・顔面拘縮、鰐の涙に対する治療の検討、第40回日本顔面神経学会、2017年
3. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹：顔面交差神経移植を併用した健側顔面神経と咬筋神経との2重支配による、薄層前鋸筋移植を利用した多方向ベクトル口唇再建、第40回日本顔面神経学会、2017年
4. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹：顔面神経麻痺の治療アルゴリズムベストプラティス：病的共同運動・顔面拘縮の治療、第35回日本頭蓋顎顔面外科学会、シンポジウム、2017年
5. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma, Yusuke Shimizu, Masaki Yazawa : Functional Multi-Vector Facial Reanimation with the Superficial Subslaps Transfer of the Serratus Anterior Muscle innervated by Both the Masseter Nerve and the Contra-Lateral Facial Nerve, 13th International Facial Nerve Symposium, 2017
6. 佐久間恒、田中一郎、矢澤真樹、清水雄介：遊離神経血管柄付き筋移植(薄層前鋸筋弁)を用いた、よりきれいで正確な顔面神経麻痺再建法の詳細とコツ、第22回日本形成外科手術手技学会、2017年
7. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹：顔面神経麻痺後遺症(病的共同運動・顔面拘縮)に対する治療、第39回日本顔面神経研究会、シンポジウム、2016年
8. 田中一郎、藤井貴子、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹：顔面神経麻痺後遺症としての病的共同運動・顔面拘縮に対する手術治療、第34回日本頭蓋顎顔面外科学会、2016年
9. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma, Yusuke Shimizu, Masaki Yazawa : Our therapeutic strategy for pathological synkinesis and contracture following facial nerve palsy, 11th Congress of the Asian Pacific Craniofacial Association, 2016
10. Ichiro Tanaka, Haruyuki Minamitani : Computer based three-dimensional assessment of disorder of facial movement by optical flow based on video images, 9th International Society for Simulation Surgery, 2016
11. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介：顔面神

- 経麻痺に対する、急性期や早期例、陳旧例、後遺障害における治療戦略、第58回日本形成外科学会総会、ミニシンポジウム、2015年
12. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介: 顔面神経麻痺再建における咬筋神経の有用性と問題点の検討、第58回日本形成外科学会総会、2015年
 13. 田中一郎: 顔面神経麻痺の治療update、第299回東京歯科大学学会・例会、特別講演、2015年
 14. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介: 顔面神経麻痺の評価法: 40点法の見直しは必要か? 形成外科医の立場から、第38回日本顔面神経研究会、パネルディスカッション、2015年
 15. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介: 顔面神経麻痺の神経再建術における咬筋神経の有用性と問題点の検討、第38回日本顔面神経研究会、2015年
 16. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介: 陳旧性顔面神経麻痺に対する遊離筋肉移植術における、運動神経としての咬筋神経の有用性と問題点の検討、第38回日本顔面神経研究会、2015年
 17. 田中一郎、佐久間恒、清水雄介、矢澤真樹: 顔面神経麻痺の形成・再建術の評価法としての柳原40点法の検討、第33回日本頭蓋顎顔面外科学会、2015年
 18. 田中一郎、南谷晴之: ビデオ撮影画像のコンピュータ解析による、Optical Flow法を用いた顔面表情運動障害の三次元的定量的評価、第25回日本シミュレーション外科学会、2015年
 19. 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、2014年
 20. 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、2014年

21. 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、第37回日本顔面神経研究会、指定演題、2014年
22. 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, 2014

〔その他〕

ホームページ: 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 (Tanaka Ichiro)
東京歯科大学・歯学部・教授、
研究者番号: 10171737

(2) 連携研究者

貴志和生 (Kishi Kazuo)
慶応義塾大学・医学部・教授、
研究者番号: 40224949

小林正弘 (Kobayashi Masahiro)
慶応義塾大学・看護学部・教授、
研究者番号: 30195812

清水雄介 (Shimizu Yusuke)
琉球大学・医学部・教授、
研究者番号: 10327570

矢澤真樹 (Yazawa Masaki)
慶応義塾大学・医学部・講師、
研究者番号: 60327567