

課題番号 12

## DTI を応用した咬筋内部筋線維の 3 次元的動態解析に基づいた新たな筋機能評価法の開発とその臨床応用

### [1] 組織

代表者：佐々木 啓一

(東北大学大学院歯学研究科)

対応者：川島 隆太

(東北大学加齢医学研究所)

分担者：小川 徹 (東北大学大学院歯学研究科)

依田 信裕 (東北大学大学院歯学研究科)

菅野 武彦 (東北大学大学院歯学研究科)

研究費：消耗品 20 万円

### [2] 研究経過

本研究の目的は、3T-MRI 装置を使用し、ヒト咬筋の T1 画像と DTI を撮像することで、咬筋内部筋線維の 3 次元構造の把握、さらには種々の下顎運動時におけるその形態変化の詳細を捉えることである。

以下、研究活動状況の概要を記す。

- 2019 年 3/29 予備実験として被験者 1 名に対し T1-TFE および DTI 撮像を行った。
- 4/10 東北大学医学系研究科・新妻教授との打ち合わせを行い、解析ソフトウェア FSL および MRtrix を使用してのファイバートラクトグラフィ手法を検討し、入力用コマンドを確立した。
- 4/13 予備実験データから MRtrix を使用し咬筋筋線維の描出に成功した。しかしながら、咬筋以外の部位を対象とした先行研究の撮像パラメータを応用したところ、咬筋筋線維が一部不鮮明であったため、咬筋に適した撮像パラメータを検討する必要性が確認された。
- 4/30 予備実験として被験者 2 名の撮像を行った。3/29 撮影時 T1-TFE 撮像パラメータを変更し、ボクセルサイズの縮小などを行い、空間解像度のより高い画像の入手が可能となった。
- 5/7～ 実験データ解析方法についての打ち合わせを行った。構造の違いから四肢の骨格筋を対象とした先行研究の形態評価方法を転用することは困難なため、従来は化学繊維の形態評価などに使用されている配向度評価の応用を検討した。ファイバートラクトグラフィ後の線維画像

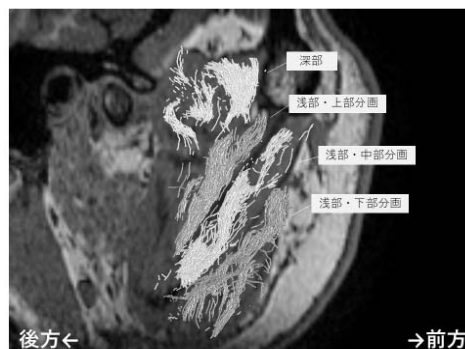


図 右側咬筋内部に描出された線維(矢状断面)

の任意の断面を高速フーリエ変換し、二次元画像での線維配向度、線維配向分布の算出を行った。配向度は筋内部の部位によって異なり、また筋の収縮、伸展によって変化することが確認でき評価法としての有用性が確認できた。

- 9/30 歯学研究科研究倫理審査委員会にて実験時プロトコールが承認。(承認番号 2019-3-017)
- 10/5～11/28 適切な撮像パラメータの検討に関する打ち合わせ。咬筋筋線維に関して、二次元画像としての線維配向度評価は可能であるが、三次元での配向度評価は専門的な技術を要するため、主に工学分野などで線維解析を請け負っている日本ビジュアルサイエンス社との打ち合わせを行った。配向度および曲率や迂回度の算出を行い線維の形態評価を行うことで決定した。
- 11/15, 11/29 予備実験として被験者 2 名の撮像実験を行った。撮像パラメータとして、画像への影響が大きいと推察される b 値、加算回数、傾斜地場軸数に関してそれぞれ比較できるように 4 種のパラメータを設定し連続撮像を行った。
- 12/25 医工学研究科神経外科先端治療開発学分野の新妻教授打合せを行い、筋線維領域をマスクするための MRtrix 入力用コマンドを確立した。
- 2020 年 1/6 T1-TFE を基に咬筋内部分画に沿って複数のマスクを作成し、マスクごとの線維描出に成功した。(図)
- 2/3 加齢医学研究所にて研究計画発表。MRI 管理委員会より予備実験後の MRI 利用が承認された。

### [3] 成果

#### (3-1) 研究成果

本年度は以下に示す研究成果を得た。

まず第1に、DTIを応用した咬筋内部の筋線維撮像方法について検討を重ね、最適な撮像シーケンスや撮像パラメータを世界に先駆け定めることができた。

第2に、咬筋筋繊維のファイバートラクトグラフィーに係る一連の解析操作を検討し、咬筋筋繊維抽出手法を初めて確立した。

#### (3-2) 波及効果と発展性など

本共同研究は、これまでDTIは脳神経画像解析分野において、連続する神経線維の画像化に応用されており、神経線維の走行と病変部位との位置関係の観察や治療計画や術前シミュレーション、治療後のフォローアップにも活用されている。今回、このイメージング技術を、多羽状構造を有する複雑な咬筋の筋線維走行のトラクトグラフィーに応用するために、歯科、脳神経外科等を含めた新たな異分野ネットワークによる研究協力体制が構築された。

本研究により咬筋筋線維走行方向ならびに機能時における方向変化様相を解析する方法が新たに確立することが見込まれる。ここから得られる成果は、これまでそのメカニズムの詳細が不明であった顎関節症の主要な病態である咀嚼筋痛に対する新たな診断方法あるいはその治療方法の創生への発展が期待される。さらに本手法は咬筋のみならず、これまで不明な点が多かった顎口腔領域の種々の筋活動解析にも有効活用が可能であり、多くの疾患に対するさまざまな診断や治療戦略への応用も期待される。

### [4] 成果資料

(1) Diffusion tensor imaging を応用した咬筋内部筋線維動態の3次元解析手法の開発(ポスター発表), 菅野 武彦 依田 信裕 小川 徹 佐々木 啓一, 日本口腔科学会 第73回学術集会, 2019.4.19-21

(2) Diffusion tensor imaging を応用した咬筋内部の筋線維三次元描出および走行解析(一般口演, 演題登録), 菅野 武彦 依田 信裕 小川 徹 橋本照男 新妻 邦泰 川島 隆太 佐々木 啓一, 日本補綴歯科学会 第129回学術大会, 2020.6.26-6.28