

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K09135

研究課題名(和文) アイトラッキングによるカテーテル術者の視線解析と訓練に役立つ視線パターンの解明

研究課題名(英文) Eye-tracking and gaze analysis of neuro-endovascular treatment

研究代表者

庄島 正明 (Shojima, Masaaki)

帝京大学・医学部・教授

研究者番号：80376425

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)：私達は、関心を持っている領域、注意が必要と判断した領域に視線を向ける。脳血管内治療を実施する術者の視線を解析すれば、治療の安全性を向上させる治験を取得できるのではないかと考え、本研究を開始した。39件の脳血管内治療中の視線データを取得した。視線パラメーターの一つである平均注視時間を比較すると、フローダイバーター留置術で短く、コイル塞栓術で長い傾向が見られた。コイル塞栓術は様々な経験値を有する術者から視線を取得出来ていたが、術者の経験と固視時間は逆相関する傾向がみられた。従来より経験値に応じて視線パラメーターが変化することは知られていたが、手技の難易度に応じて変わる事も示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

カテーテル治療中に術者の視線を定量的に計測出来た。術者の経験の深さや、手技の難易度に影響するパラメーターを見つけることが出来た。経験の深さは、経験症例数から推測出来るものの、数多くの経験をしていても上達していないものもある。視線パラメーターを組み合わせる事で、より正確に術者の経験の深さを客観的に評価出来る可能性がある。また、難易度に関しては、術者が感じる主観的な感覚で、他者との比較は難しい。このような主観的に感じる難易度を視線パラメーターで客観的に評価出来る可能性が示された点が本研究で得られた有意義な知見である。

研究成果の概要(英文)：We direct our gaze to areas of interest or areas that we judge to require attention. We began this study with the idea that analyzing the gaze of operators performing neuro-endovascular treatment may provide clinical insight that could improve the safety of procedures. We obtained gaze data from 9 doctors and 39 procedures. When comparing the average fixation time, one of the gaze parameters, we found that it tended to be shorter in the flow diverter procedure and longer in the coil embolization process. For coil embolization, we obtained gaze data from operators with various levels of experience, and there was a tendency for the operator's experience and gaze time to be inversely correlated. It has been known that gaze parameters change depending on experience. This study suggested that the gaze parameters might also change depending on the difficulty of the procedure.

研究分野：Neurosurgery

キーワード：Eye tracking endovascular catheter

1. 研究開始当初の背景

アイトラッキングによる目線の記録は、言葉で表現しづらい認知プロセスの研究に活用されてきた。臨床医学では、自閉症等の精神疾患の病態解明等に導入されている。近年では、「患者」を対象とした「疾患」の研究に対してのみならず「医師」を対象とした「手術手技」の研究にもアイトラッキングは活用されつつある。

アイトラッキングを用いた手術手技の研究は、腹腔鏡手術の分野で先行している。腹腔鏡手術で使用される手術器具を操作する最中の医師の目線を記録すると、「初心者と熟達者の間で注視パターンが異なっており、熟達者は器具を持って行くべき目的地に目線を固定させている時間が長く、初心者は自分の手元や内視鏡の先端に目線を固定する時間が長い」「手先の動かし方を教えるよりも、熟達者の目線を説明された被検者の方が、腹腔鏡操作をより短い期間で習得できた」と報告されている。同様の研究結果は、胸部レントゲン撮影の読影でも言われていることから、経験の多寡により目線パターンが異なっており、目線パターンは技能訓練のための良い教材となりえると思われる。

現在までのところ、カテーテル治療、特に脳血管に対するカテーテル治療における術者の目線に注目した研究はすくない。カテーテル手術は、細長い治療器具を体内に挿入し、モニターを見ながら遠隔操作をして、低侵襲に病変をしようとする点で共通しており、アイトラッキングを使用した手術手技の研究はカテーテル治療の領域でも有用のように思える。カテーテル治療においても、初心者・熟達者間で注視パターンに差があるのだろうか？熟達者の目線パターンを説明する事で、初心者の技術習得に必要な期間は短縮するのだろうか？といった疑問がわいてくる。さらに、アイトラッキング装置を用いて術者の目線を可視化する事で、カテーテル治療の安全性を向上させられないだろうか？という疑問も湧いてきた。このような疑問を解決するために、カテーテル治療の手技中の術者の目線をアイトラッキング装置を用いて研究することを考えた。

2. 研究の目的

前述の疑問に対する答えに到達するまでには長い道のりがありそうだ。今回の研究では、目的を「脳血管内治療を実施する医師の目線をアイトラッキング装置を用いて記録し、術者の経験レベルと相関する目線パラメータおよび目線移動パターンを探索する」ことに定めた。

3. 研究の方法

本研究の実施期間は 2021 年～2023 年度の 3 年間に下記のように研究を実施する計画をたてた。

(1) 実臨床データの収集

患者および術者より同意を取得し、実際の手術中の術者の目線を記録する。術者に関しては、脳血管内治療の指導医の有無、術者としての経験症例数を記録する。患者からは性別、年齢、治療対象の病変を記録する。手術レコードからは、手術時間、X線透視時間、X線被ばく量を記録する。3年間の研究期間に合計 30 症例の実臨床目線データを収集し、解析する。

(2) 非臨床実験データの収集

経験の浅い医師は、安全性の観点から術者を担当する手技が限られ、術者を担当する機会が少ない。このような経験の浅い医師からカテーテル治療を行う際の目線データを収集するために、精細な脳血管モデルを作成し、その血管モデルを用いて模擬手術を実施する際の目線データを収集する。

3年間の研究期間に、合計 30 被検者より目線データを収集する。

(3) 目線データの解析

各手技における解析対象区間

収集されたデータは膨大なデータ量になり、手技中の全ての目線を解析するのは非現実的である。このため、各手技において重要な場面を抽出して目線を解析する事にする。

・脳動脈瘤のコイル塞栓術では、ファーストコイル留置中とフィニッシュコイル留置中のデータに限定する。

- ・脳動静脈奇形等に対して NBCA を注入する手技では、NBCA を注入している最中のデータに限定する。
- ・フローダイバーター留置術の場合は、フローダイバーターを展開している最中のデータに限定する。
- ・動脈狭窄などでステントを留置する手技では、ステントを展開している最中のデータに限定する。

注視エリア

どこを見えているかに関しては、各注視点毎に次の様に分類（タグ付け）する。

- ・透視画面外
 - ・手元、その他
- ・透視画面内
 - ・治療対象病変、治療対象病変以外
 - ・ネイティブ透視、ロードマップ透視、リファレンス/3D
 - ・正面パネル、側面パネル

目線パラメーター

各体積対象区間毎、各注視エリア毎に注視回数、総注視時間を記録し、そこから平均注視時間を算出した。

4. 研究成果

(1) 実臨床データの収集

研究期間中に 9 名の術者から 39 件の脳血管内治療中の目線を取得した。脳動脈瘤に対するコイル塞栓術 15 件、フローダイバーター留置術 15 件、NBCA を用いた塞栓術 4 件、動脈狭窄に対するステント留置術 5 件だった。

(2) 非臨床実験データの収集

まずは血管モデルの作成から開始した。形状、および内腔の摩擦、さらにカテーテルを操作した際の血管のたわみを再現できる様な工夫を凝らした。複数の実症例の血管形状データを平均化し、一般化された脳血管形状を作成した。右図の様に頸部内頸動脈から脳血管の第 3 分岐血管まで血管モデルに含めた（血管形状の詳細は公表できないためモザイク処理をしている）。



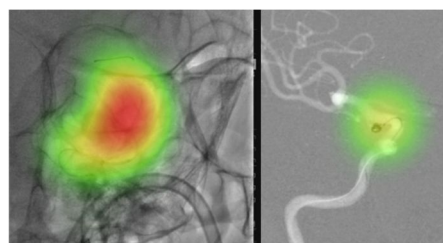
内腔の摩擦を低減させるため、シリコンではなくポリビニルアルコールを使用した。カテーテルで押されたときに血管壁が変形するところを再現するために、硬めに調整したポリビニルアルコールで作成した血管を模したチューブを、柔らかめに調整したポリビニルアルコールで周囲を埋めた。上記の工夫により実際の操作感に近い触感の血管モデルを作製できた。

この血管モデルを用いて、経験が浅い医師～経験が深い医師まで複数の被検者から目線データを取得する予定であったが、実際のところ取得出来たのは 3 名のみだった。予定した 30 名から大幅に取得データが減少していたが、これは血管モデルの製作に 2.5 年を要したためである。

(3) 目線データの解析

右図の左はフローダイバーター留置時の目線、右はコイル留置時の目線をヒートマップ表示している。

研究計画では、各注視エリア毎に目線パラメータを集計することにしてしたが、記録時の頭部の動きにより視野が大きく変わってしまうため、行えなかった。このため、手技別の平均注視時間を算出した。



各手技における平均注視時間は次の通り出会った。コイル塞栓術 1.57 秒、フローダイバーター留置術 1.11 秒、NBCA を用いた塞栓術 1.23 秒、動脈狭窄に対するステント留置術 1.59 秒。手技間で見られた差は統計学的には有意ではなかったが、フローダイバーター留置術と NBCA 注入で短く、コイル塞栓術とステント留置術で長い傾向が見られた。

フローダイバーターは経験が深い医師しかデータを取得出来ていなかった。経験が浅い医師から深い医師まで目線データを取得できたコイル塞栓術に関して、専門医資格の有無で平均注視時間を算出した。専門医 1.08 秒、非専門医 2.41 秒。専門医のほうがコイル挿入時の平均中止時間が短かったが、サンプル数が少ないため、統計学的な有意差ではなかった。

平均注視時間に注目すると、フローダイバーターはコイルよりも短く、専門医は非専門医より短かった。平均注視時間は総注視時間 ÷ 注視回数で算出されるが、総注視時間が短い場合や注視回数が多い場合で減少する。フローダイバーターの場合、注視回数が多かった。フローダイバーターは視認性がコイルよりもかなり低いことや、フローダイバーター留置時には、フローダイバーターと血管の密着性、デリバリーワイヤーの先端、中間カテーテル、ガイディングカテーテルの滑落の有無など観察すべき領域が多いことが注視回数の増加につながり、平均注視時間が低下していたのではないかと推測した。また、専門医はより短時間で手技を終了できるという点から、コイル挿入の際には平均注視時間が短かったのではないかと推測した。

従来より経験値に応じて目線パラメーターが変化することは知られていたが、手技に応じて目線パラメーターが変わりえることが本研究であきらかになった。本研究の成果として、多数の症例を記録した術者目線データベースを作成できたのに加えて、様々な技術レベルを有する医師から目線データを取得する為のリアリスティックな血管モデルを作製でき、今後、カテーテル治療を実施する術者の注意配分について知見を深めることができる土台を作ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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	小泉 聡 (Koizumi Satoshi) (10733917)	東京大学・医学部附属病院・助教 (12601)	
研究分担者	太田 信 (Ohta Makoto) (20400418)	東北大学・流体科学研究所・教授 (11301)	
研究分担者	岡本 吉弘 (Okamoto Yoshihiro) (40776027)	国立医薬品食品衛生研究所・医療機器部・室長 (82601)	

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