

論文内容要旨

論文題目

顔画像を用いた深層学習 (Convolutional Neural Network) による
挿管困難分類 AI モデルの作製

責任講座： 麻酔科学 講座
氏 名： 早坂 達哉

【内容要旨】 (1,200 字以内)

【背景と目的】 気管挿管は気道確保を行う際のゴールドスタンダードであり、麻酔科医、救急医のみならず一般医師や救急救命士も施行する。気管挿管に伴う出血や気道浮腫、食道挿管等の生死にかかわる合併症が発生することも少なくない。事前に挿管困難であることが判断できれば無理な挿管手技により患者状況を悪化させることなく麻酔科医師や救急科医師に引き継ぐことが可能となり、人命救助に貢献できると考える。一方、AI 技術の発展により画像解析は医療分野においても高度な性能で活用されている。本研究では、患者顔画像と実際の挿管難易度を結びつける深層学習 (Convolutional Neural Network : CNN) を用いて、顔画像から挿管困難を分類する AI モデルを作製することを目的とする。

【方法】 2020 年 4 月～8 月までの山形大学医学部附属病院で行われた待機手術患者 1043 人を対象とした。顔貌が変容する患者、頸部可動範囲が変化する患者等を除外し、最終的対象患者は 202 人であった。麻酔科医は全身麻酔導入後にマッキントッシュ型喉頭鏡を使用して気管挿管を行い、Cormack-Lehane 分類を記載した。挿管困難の定義は「Cormack-Lehane 分類 Grade III 以上」とし、Grade I, II を挿管容易 (Easy 群)、Cormack 分類 Grade III, IV を挿管困難 (Difficult 群) とした。手術翌日以降に患者から 16 種類の顔画像を取得し、すべての画像に Easy/Difficult のラベル付けを行い、顔画像と医師による挿管難易度評価を紐づける深層学習を行い AI 分類モデルを作製した。AI モデルの予測と実際の挿管難易度から ROC 曲線を描き、感度、特異度、AUC を求めた。

【結果】 16 種類の画像において最良の挿管困難分類 AI モデルが作製された画像は、仰臥位側面閉口であった。正確度 87.8%、感度 81.8%、特異度 90.0%、AUC 0.873、95% 信頼区間は [0.725-1.000] であり、既存の挿管困難予測因子よりも優れた挿管困難診断能が得られた。

【考察】 本研究では顔画像から挿管難易度を予測する AI モデルを作製し、最良のモデルは仰臥位側面閉口の顔画像から作製した予測値 87.8% のモデルであった。これは挿管困難の判別に深層学習 (CNN) を適用した初めての試みであり、より地域を広げた大規模な数の顔画像でのモデル作製を行うことによって臨床的に有用なモデルを作製することができる。今後はこのモデル構築の基盤を活用し、臨床現場で活用するための「挿管困難分類 AI モデルのアプリケーション化」を考えている。

【結論】 本研究において顔画像を用いた深層学習 (CNN) により挿管困難を分類する AI モデルを作製し、仰臥位側面閉口の顔画像から得た AI モデルが最良の予測値 87.8% を示した。

令和3年 1月 8日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

学位論文審査結果報告書

申請者氏名： 早坂 達哉

論文題目：顔画像を用いた深層学習(Convolutional Neural Network)による挿管困難分類
AIモデルの作製

審査委員：主審査委員

山崎健太郎



副審査委員

飯野光喜



副審査委員

欠畑誠治



審査終了日： 令和3年 1月 5日

【 論 文 審 査 結 果 要 旨 】

本論文は、顔面の画像データを基に気管挿管難易度を予測する手法について検討したものである。

対象症例は待機手術患者202人で、全身麻酔導入後喉頭鏡を用いて「Cormack-Lehane分類」に従い、「気管挿管が容易な群(easy群)」と「気管挿管が困難な群(difficult群)」の2群に分類した。一方、手術翌日以降に対象症例の座位または臥位での顔面写真を撮影しJPEG形式のファイルに保存した後、512px×512pxにリサイズし、スリット状の複数のフィルターを用いて、スリット内の各点(px)に顔面の必要な部分が取り込まれているか否かをカウントし数値化、この数値をフィルター毎に加算し、各々の加算値を数列化してAIモデルを作製した。ここで作製したAIモデルを、easy群とdifficult群間で比較した。このAIモデルを用いて対象症例から無作為に抽出した80%の患者に対して学習させTrainデータとし、AIモデルによる両群の判別基準(AI分類モデル)を作成した。このAI分類モデルを基に、対象患者の残り20%のTestデータに当てはめ実際に判別を行い、両群識別の感度、特異度、AUCを求めた。

その結果、仰臥位側面開口中間位で撮影された顔面像から作成したAI分類モデルで両群を識別すると、従来の気管挿管困難予測に用いていた、Mallampati分類や顔面・頸部の形態計測値等よりも、感度、特異度、AUCにおいて気管挿管困難の予測能が優れていることが示された。

本研究では、自ら判別システムのプログラムを作成し、顔面や咽頭・喉頭の形態・機能の多くの要素因子を顔面像により数値化し、気管挿管困難の判別を行うという新たな手法の開発を行った。さらに、この成果により迅速に気管挿管を行う手順を確立できると予測され、臨床応用にも期待ができる。

従って本論文は学位(医学博士)に値するものと判断した。

(1, 200字以内)