

手術で治せる認知症の術後状態を予測する AI モデルを作成 —慢性硬膜下血腫の退院時身体機能を 術前の臨床的情報から高精度で予測—

【ポイント】

- ・慢性硬膜下血腫の重要性: 日本を含む多くの国で高齢化が進む中、患者さんの数が増えている認知機能低下を引き起こす疾患「慢性硬膜下血腫」を本研究で取り上げました。
- ・高精度な手術後予測: 「慢性硬膜下血腫」の主要な治療法である手術の前に取得した血液検査と臨床所見を組み合わせ、患者さんの手術後の身体機能を高精度に予測する AI モデルを作成しました。
- ・患者さんの生活の質向上の期待: この予測モデルを使えば、リハビリや退院先の選択とケアプランの立案がより適切になることで、患者さんの生活の質を向上させることができます。

【要旨】

名古屋大学大学院医学系研究科脳神経外科学の齋藤 竜太(さいとう りゅうた)教授、永島 吉孝(ながしま よしたか)病院助教、布施 佑太郎(ふせ ゆうたろう)大学院生、神経遺伝情報学の大野 欽司(おおの きんじ)教授、西脇 寛(にしわき ひろし)助教らの研究グループは、手術前のデータを用いて、慢性硬膜下血腫の患者さんにおける手術後の身体機能の状態を高精度に予測する AI モデルを開発しました。

高齢化が進む現在、頭部外傷の疾患である「慢性硬膜下血腫」※1 の患者さんの数が増加しています。慢性硬膜下血腫は認知機能低下を引き起こしますが、手術後の身体機能の回復や生活の質は患者さんやその家族にとって大切です。この病気は主に手術によって治療される病気ですが、これまでの研究や治療法では、術後の身体機能を正確に予測することは難しいとされてきました。この研究では、最先端の AI 技術を活用して、手術前に利用可能な血液検査・画像検査や臨床所見などの情報を網羅的に解析しました。それにより、慢性硬膜下血腫の患者さんの手術後の身体機能を、91.9%という驚異的な精度で予測することが実現しました。

この予測モデルは、従来の方法と比べて格段に高い精度を持っています。その要因として、これまでの研究で指摘されてきた予測因子に加えて、血液検査の結果などの多角的な要素を取り入れた点が挙げられます。また、それらの数多くの要素から重要度が高いものを効率的に選び出す前処理という工夫を行った点、そしてさまざまな AI モデルを比較して最適なものを選定した点が挙げられます。さらに、本モデルの予測性能は複数の医療機関のデータを用いて確認され、高い信頼性が証明されています。

この研究で新たに開発されたモデルの導入により、今後は患者さんやその家族が最適なケアプランやリハビリテーションなどの医療サービスを受け、退院後の生活設計をより適切に行うことができることが期待されます。本研究成果は、英国科学雑誌「Scientific Reports」(2023 年 10 月 9 日付の電子版)に掲載されました。

1. 背景

高齢化が進む現代社会において、慢性硬膜下血腫という疾患が注目を浴びています。この疾患は主に高齢の方がかかる病気で、頭部への外傷を引き金として徐々に脳の表面に血が溜まるという特徴を持っています。この結果、認知機能の低下や麻痺、さらには意識状態の悪化といった重篤な症状を引き起こします。

慢性硬膜下血腫の主要な治療法は手術です。手術により認知機能や運動機能を改善することが期待され、結果として、生命を救うとともに日常生活の質を維持、もしくは向上させることが期待されます。しかし、我が国の実情として、手術を受けた患者の約 3 分の 1 が手術後も十分な身体機能の回復を見せず、術後早期からの自宅での生活が難しい現状があります。このような背景から、患者本人やその家族にとって、診断を受けてからなるべく早い段階で術後の生活の展望を正確に把握することが重要です。術後の身体機能の正確な回復予測が行えれば、医療資源を効果的に活用し、患者さんや家族への適切な情報提供、さらにはサポート体制の最適化が可能となり、社会全体の医療サービスの質向上に寄与することができます。

過去の研究では、手術後の身体機能の回復に関わるいくつかの要因が明らかにされてきました。それにも関わらず、これらの要因を基にした統計的な手法での予測は、未だ十分な精度を持っているとはいえません。このため、術後の身体機能を簡便かつ正確に予測する新しいモデルの開発が急務です。

2. 研究成果

本研究では、名古屋大学の関連病院で治療を受けた慢性硬膜下血腫の患者に関する臨床情報を基に、AI モデルを用いて術後の身体機能の予後を予測するための手法を開発しました。

手術前に利用可能な血液検査や頭部画像検査、背景因子、身体所見などの臨床情報から抽出した 52 種類の因子を基に AI モデルを訓練しました。術後の身体機能の判定基準として修正 Rankin Scale (mRS)^{*2} というスケールを用いて、術後の身体機能(mRS 3-6)を予測させました。

今回訓練した 4 種類の AI モデルは予測指標 0.906-0.925^{*3} の範囲で高い予測能を示しました。次に、他の施設のデータを用いて同じ 4 つの AI モデルの検証を行い、再現性と信頼性を確かめました。その際も予測指標 0.833-0.860 の範囲で一貫した性能を維持していました。そのうち精度が最も良かった AI モデルの精度は 91.9%でした。これは、この手法が異なる医療機関や地域でも有効である可能性が高いことを示唆しています。

今回の AI モデルの訓練に用いられた臨床情報因子の中で、特に年齢や入院時の意識状態、血液検査のうちアルブミンという値などが予測結果に強い影響を持つことが確認されました。これらの因子を重点的に評価することで、より治療の現場に即したツールになる可能性が示されました。

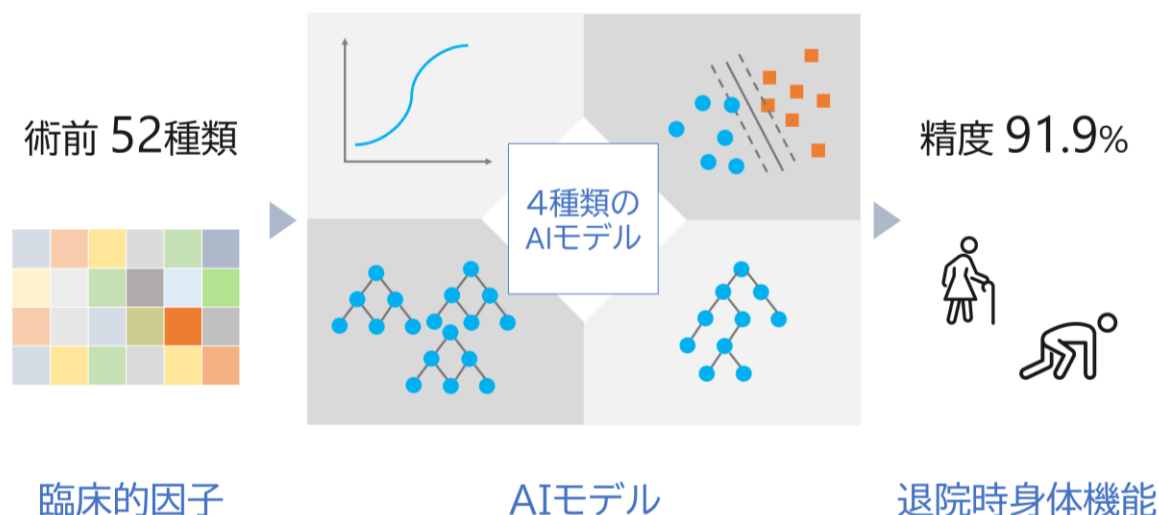
3. 今後の展開

慢性硬膜下血腫の治療は、単に手術の実施だけでは十分ではありません。周術期管理、特に手術後のリハビリテーションが不可欠であり、その最適化が求められています。今回の研究によって開発された予測モデルにより、どのような患者さんに術後の身体機能の回復を目指したサポートや管理が必要かを把握できる可能性が示されました。今後は多施設での共同研究を通じて、より多様な患者さんのデータに基づいて最適化された治療プランの提供を目指します。この取り組みは、患者さん一人一人の状態やニーズに合わせた治療の提供、そしてそれに伴う治療成果の向上をもたらすことを目標とします。

また、今回開発された AI モデルの技術的な側面の展開も考えています。このモデルの基盤となるアルゴリズムは、慢性硬膜下血腫だけでなく、他の疾患や手術に関するアウトカムにも応用可能であり、さまざまな疾患における個別化医療の実現への一助となることを期待しています。

図

AIが慢性硬膜下血腫の術後身体機能を予測する



4. 用語説明

※1 慢性硬膜下血腫:

「慢性硬膜下血腫」とは、脳の表面を覆う硬膜と脳自体の間にゆっくりと血がたまる状態を指します。主な原因は転倒などによる頭部への軽い打撃ですが、特に高齢者の場合は、頭への外傷がなくても生じることがあります。これは、年齢とともに脳の体積が少しずつ縮小し、脳と硬膜の間に空間ができることが関与していると考えられており、わずかな外傷でも血腫ができるリスクがあります。慢性硬膜下血腫の初期段階での症状は軽微であることが多く、気づきにくいことがあります。しかし、早期の診断と治療が大切です。頭の画像検査によって血腫の存在を確認し、必要に応じて手術による治療が行われることが一般的です。

※2 修正 Rankin Scale: このスケールは脳卒中や頭部外傷などの患者さんの状態を分類する指標です。0(全く症候がない)から6(死亡)までの7段階で分類します。今回の研究では退院時の mRS 0, 1, 2 を身体機能予後良好(経過や回復の状態がよいこと)と、

mRS 3 から 6 までを身体機能予後不良(経過や回復の状態がよくないこと)と定義しました。

※3 予測指標:本研究の予測指標として Area under the receiver operating characteristics curve (AUC-ROC)を採用しました。AUC-ROC は、横軸に偽陽性率(実際は陰性であるものを誤って陽性と予測した割合)、縦軸に真陽性率(実際の陽性の中で正しく陽性と予測された割合)を取る ROC 曲線の下面積を指します。この指標の値が 1 に近いと、完璧に予測できていることを示し、0.5 の場合はランダムな予測と同等の性能を意味します。したがって、本研究の予測指標が 1 に近いほど、高い予測性能を持っていると評価されます。

【論文情報】

雑誌名:Scientific Reports

論文タイトル:Development of machine learning models for predicting unfavorable functional outcomes from preoperative data in patients with chronic subdural hematomas

著者名:

Yutaro Fuse, MD 1,2, Yoshitaka Nagashima, MD, PhD 1*,
Hiroshi Nishiwaki, MD, PhD 3, Fumiharu Ohka, MD, PhD 1,
Yusuke Muramatsu, MD 4, Yoshio Araki, MD, PhD 1,5,
Yusuke Nishimura, MD, PhD 1, Jumpei Ienaga, MD 5,
Tetsuya Nagatani, MD, PhD 5, Yukio Seki, MD, PhD 5,
Kazuhiko Watanabe, MD, PhD 4, Kinji Ohno, MD, PhD 2,3,
Ryuta Saito, MD, PhD 1

所属名:

1 Department of Neurosurgery, Nagoya University Graduate School of Medicine, Nagoya, Japan

2 Academia-Industry collaboration platform for cultivating Medical AI Leaders (AI-MAILs), Nagoya University Graduate School of Medicine, Nagoya, Japan

3 Division of Neurogenetics, Nagoya University Graduate School of Medicine, Nagoya, Japan

4 Department of Neurosurgery, Handa City Hospital, Handa, Japan

5 Department of Neurosurgery, Japanese Red Cross Aichi Medical Center Nagoya Daini Hospital, Nagoya, Japan

DOI: [10.1038/s41598-023-44029-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-44029-2)

English ver.

<https://www.med.nagoya-u.ac.jp/medical E/research/pdf/Sci 231020en.pdf>