

選択式脳低温療法を模擬する模型実験データに基づく脳温分布推定 AI の検証

西原悠人^{*1 §} 本間 達^{*1,2}

I. 研究の概要

【背景と目的】

脳いっ血や脳挫傷によって脳に傷害が生じると、これを中心とする周辺組織の代謝が亢進し、脳内温度が上昇する。この脳温の上昇は、脳組織に回復不能な損傷を与える可能性があるため、これを防ぐために脳低温療法が行われている。脳低温療法は、脳に流れる血液の温度を調整して脳内の熱を洗い出し脳温を管理する脳組織の保存療法の一種である。

脳低温療法を行う際には、脳内の温度分布を正確に把握する必要があるが、温度センサを脳内に埋め込むのは侵襲性が高いので、使用が難しい。現在、臨床現場では鼓膜温を脳温の指標として治療が行われているが、鼓膜温は平均脳温を反映するため、脳内の最高温度を知ることは困難である。そこで本間らは AI を用いた脳内温度分布の推定法を提案している。この方法は、独自に開発した数値シミュレータにより脳に入出力する血流温度から AI が脳内の温度分布を推定する手法である。我々は、模型実験のデータを数値シミュレータに導入して実用化への検証を行っており、本研究ではこの検証結果について報告した。

【方 法】

臨床現場では比較的導入が容易な全身冷却式脳

低温療法が実施されているが、体幹温度低下に伴う免疫機能の低下や脳温低下に要する時間の長さが課題である。これを解決するため、選択式脳低温療法が提案されている。これは、脳へ向かう血管に接続したカテーテルから温度管理した輸液を注入し、また脳から還流する血流を温度調節して、体幹温度を下げずに脳内温度を管理する手法である。我々のグループでは、選択式脳低温療法のための温度管理装置の試作機と模擬人体模型を開発している。これらの装置を用いて行った脳模型内の温度管理実験で得られたデータを数値シミュレータに導入し脳模型内の温度分布の推定を行った。推定には輸液温度および経静脈終端血流温度の 2 つの測定データを使用し、推定式には試行錯誤法によって決定した模型実験用の補正項を導入した。

【結 果】

補正項を導入せずに推定を行った場合、推定値は測定値と大きく乖離する結果となったので、模型実験データごとに補正項を調整した。その結果、大部分のデータで測定値との乖離が少なく、良好な推定が可能となった。補正項の値は一定の範囲内で分布し、単純冷却時間と強い正の相関が見られた。単純冷却時間とは、温度管理実験開始から脳温が目標温度に到達するまでの時間を指す。また、単純冷却時間に影響を与えると考えられる初

^{*1} 東京科学大学大学院医歯学総合研究科医歯理工保険学専攻血液生体システム解析学 [§] ma240060@tmd.ac.jp

期脳温や体温と補正項の相関については、有意な相関は認められなかった。

【考 察】

模型実験データを用いた脳模型内の温度分布推定では、データに合わせて補正項を調整することで正確な推定が可能であることが分かった。本研究では、推定式に導入した補正項を試行錯誤法で決定しているが、他の測定データと補正項の関連性を解析して、補正項の値が推定に寄与する理由を明らかにする必要がある。今回の解析で、補正項が単純冷却時間と強い相関を示すことを確認した。単純冷却時間は、脳模型の発熱・保温効果と血流速度・血流温度などの冷却効果に関連する要因のバランスで決定されると考えられ、今後さらに詳細な解析が必要である。この解析により、本推定法の実用化に道筋をつけられると考えており、ICUにおける新たなモニタリング項目としての応用も可能であると考えている。

II. 受賞の感想

この度は、第18回日本臨床検査学教育学会学術大会におきまして、優秀発表賞を賜り、誠に光栄に存じます。今回の発表を通して、異なる専門分野の方々に対して分かりやすく伝えるためには

どのような工夫が必要かを考えることができ、聴講者の視点に立って発表を組み立てることで、自身の発表スキルを高めることができました。また、先生方のご講演から多くの学びを得るとともに、今後の研究への意欲もさらに高まりました。このような貴重な機会をいただき、ご指導くださいました先生方、そして学会運営にご尽力くださった皆様に、心より御礼申し上げます。

III. 将来への抱負

現在、修士課程にて勉強しておりますが、将来は臨床現場をITの面から支援するエンジニアを志しております。大学において医療について学ぶ中で、臨床現場にはまだ多くの業務効率化や安全性向上の余地が残されていることを痛感しております。少子高齢化による労働力不足や医療ニーズの増大により、今後さらに顕著になると考えられる臨床現場の課題を、ITの力で解決していきたいと思っております。臨床検査技師としてのバックグラウンドを活かし、病院とシステム会社をつなぐエンジニアとして、医療業界に少しでも貢献できる存在となるべく、研鑽を積んでまいります。