

AI surgeryを実現するスマート治療室 SCOT

*¹東京女子医科大学先端生命医科学研究所, *²介護老人保健施設遊

楠田 佳緒*¹, 岡本 淳*¹, 堀瀬 友貴*¹, 小林 英津子*¹, 田村 学*¹, 伊関 洋*^{1,2},
正宗 賢*¹, 村垣 善浩*¹

*Kaori KUSUDA, Jun OKAMOTO, Yuki HORISE, Etsuko KOBAYASHI, Manabu TAMURA,
Hiroshi ISEKI, Ken MASAMUNE, Yoshihiro MURAGAKI*



1. 背景

近年、手術機器や治療支援機器の発展に伴い、最先端機器を用いた外科手術が行われている。なかでも、脳腫瘍外科手術においては、術中病理診断やMRI撮影など、病事情報や画像情報による意思決定支援が実施されている。

脳腫瘍外科手術では、脳腫瘍の最大摘出が理想とされている。ここでの課題として、①他の臓器とは異なり脳には機能局在が存在すること、②悪性脳腫瘍が視覚的に境界識別困難なことが挙げられる。

①「脳の機能局在」とは、脳が部位ごとに異なる機能を有することを指す。代表的な領域として、言語野・運動野・感覚野などが挙げられる。これらの脳機能領域は個人差があり、明瞭に分類することはできない。②脳腫瘍の視覚化における課題として、セグメンテーションの難しさが挙げられる。一般に、神経膠腫は浸潤型病変のため正常組織と脳腫瘍との境界が不鮮明であり、視覚的に判断することは難しい。

図1に示すように再発予防のため脳腫瘍を拡大摘出すると、麻痺や失語などの発症リスクが高まる。一方で、残存腫瘍は生存日数の短縮につながることから、医師は常にこのようなジレンマを抱えている。

そこで、東京女子医科大学では、術中MRIや手術ナビゲーションシステム等の機能を備えた「インテリジェント手術室」を構築してきた¹⁾。手術室内にMRI(0.4T, APERTO Lucent, 株式会社日立製作所)を設置することで、

術中のMRI撮影が可能となり、脳腫瘍の同定と最大摘出が高精度に行える。

さらに、インテリジェント手術室には、手術中に患者を覚醒させて機能局在の同定を可能とする「intraoperative examination monitor for awake surgery (IEMAS) システム」、リアルタイムに腫瘍の位置を特定する「ナビゲーションシステム」、手術中に約8分で腫瘍の悪性度を推定する「術中フローサイトメトリ」などの研究開発や運用が行われている²⁾。これらのシステムから得られる「解剖学的情報」「機能的情報」「組織学的情報」に基づいた手術を実施し、術後のquality of life (QOL) を考慮した治療による優れた治療実績を実現してきた³⁾。

2. AI surgery

AI surgeryとは、Medicine 4.0の中核となる概念である。前述したように、我々はインテリジェント手術室においてMRI装置やナビゲーションをはじめとする様々な術中情報を提示することで、Medicine 3.0を実現した。Medicine 4.0では、周術期に得られる様々な情報を統合管理・分析するためのプラットフォームを構築し、「未来予測手術」の実現を図る。

現在の医療現場の課題として、手術室で発生した情報は独立状態であり、各医療機器で得られたデータの可視化・デジタル化にとどまることが挙げられる。さらに、各機器に蓄積された情報は日常的に外部へ抽出されることはなく、それが再び活用されることはない。

そこで本研究では、AI surgeryの基本となる情報プラットフォームを開発する。具体的には、医療機器や画像の情報統合ネットワークを開発し、従来は独立して稼働してきた医療機器の術中情報をリアルタイムに取得する情報基盤

■ 著者連絡先

東京女子医科大学先端生命医科学研究所
(〒162-8666 東京都新宿区河田町8-1)
E-mail. kusuda.kaori@twmu.ac.jp



図1 脳神経外科医による手術中の意思決定

を構築する。

3. Smart Cyber Operating Theater (SCOT)

我々は、インテリジェント手術室を基本とした、「SCOT®」を日本医療研究開発機構の支援を受け構築している。AI surgeryの実現のために、術中画像診断装置と各科モジュールなど基本的な手術機器をパッケージ化し、機器のネットワーク化が可能となった。

SCOTは治療室の様々なデバイスを接続する「治療室インタフェース」であり、接続する機器の通訳となるミドルウェアを使用する。SCOTでは、産業用ミドルウェアであるOpen Resource interface for the Network (ORiN)を基にOPeLiNK®を開発した。OPeLiNKは、ユーザーが使用するアプリケーションとデバイスを接続する役割を果たしている。

1つの治療室内には種々の医療機器が混在しているものの、各機器に対応したプログラムを通じてデータがOPeLiNKへ取り込まれる。この時、時間同期してデータを保存することが可能となる⁴⁾。

SCOTは、機能別にBasic, Standard, Hyperの3種類へ分類できる。Basic SCOTは、術中MRIを中心としたスマート手術室であり、脳神経外科手術だけでなく他科手術においても臨床運用が実現している。Standard SCOTは、OPeLiNKが導入されたスマート治療室であり、SCOTで収集された手術情報を1画面で統合表示する手術戦略デスクが導入されている。Hyper SCOTは、Standard SCOTの機能に加えて撮影装置(アンギオ装置等)やロボットシステム(手術用手台, ベッド等)を導入したスマート治療室である⁵⁾。現在、東京女子医科大学病院へHyper SCOTを構築中であり、2019年内の臨床運用を目指している。

現在SCOTは、広島大学、順天堂大学、香川大学、高知大

学、土浦協同病院などで導入されている。広島大学においては他科での展開が進められており、臨床におけるSCOTの有効性が示されつつある。また、信州大学においてはOPeLiNKによるネットワーク化が実現し、1画面に複数医療機器の情報を統合表示でき、2018年より臨床運用されている。

4. 今後の展望

SCOTの開発により、医療機器データを時間同期して蓄積可能なシステムを構築できた。スマート治療室の臨床的価値を向上させるためには、術中に得られる様々な機器のデータ活用が求められる。さらに、手術室で得られる情報だけではなく、電子カルテ等を含めた患者データと過去に蓄積された手術記録も含めた膨大な情報を解析することで、より臨床的意義は高まると考える。

そこで本研究では、データを扱う基盤ソフトウェアとして以下の機能を持つ臨床情報解析装置(Clinical Information Analyzer, C.I.A.)を開発している。スマート治療室とC.I.A.装置を含めたシステムが実現することで、リスク回避による安全性の向上、治療効果の定量予測による患者の術後のQOL向上を目指している。

将来は、ベテラン医師の助言(臨床経験に基づくノウハウ等)の情報から、最適な判断(予後、狙うべき腫瘍摘出率、許容される手術所要時間等)を導き出したいと考えている。これが可能になることで、手術前や手術中の状況によって、術後の患者状態を予測する未来予測手術が実現する。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Okamoto J, Masamune K, Iseki H, et al: Development concepts of a Smart Cyber Operating Theater (SCOT) using ORiN technology. *Biomed Tech (Berl)* **63**: 31-7, 2018
- 2) Shioyama T, Haraguchi Y, Muragaki Y, et al: New isolation system for collecting living cells from tissue. *J Biosci Bioeng* **115**: 100-3, 2013
- 3) Muragaki Y, Iseki H, Maruyama T, et al: Information-guided surgical management of gliomas using low-field-strength intraoperative MRI. *Acta Neurochir Suppl* **109**: 67-72, 2011
- 4) 岡本 淳, 伊関 洋, 正宗 賢, 他: スマート治療室プロジェクト—産業ロボット用ネットワークを応用した治療室のインテグレーション—. *人工臓器* **47**: 58-61, 2018
- 5) Hongo K, Goto T, Okamoto J, et al: iArmS: intelligent arm supporting system. *International Conference on Computer Assisted Radiology and Surgery CARS* **2014**: S153-4, 2014