



Title	心臓血管外科術後のせん妄発症予測モデルの開発
Author(s)	長田, 知恵
Citation	大阪大学, 2026, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/105767
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 長 田 知 恵 ）

論文題名 心臓血管外科術後のせん妄発症予測モデルの開発

【緒言】術後せん妄は心臓血管外科において高頻度に発症し、死亡率上昇を含む重篤な有害事象との関連が報告される。せん妄対策では予防が特に重要とされ、予防介入すべきせん妄ハイリスク患者の早期予測が課題である。近年、せん妄を対象とした研究において、機械学習や脳波の有用性が報告されている。そこで本研究では、心臓血管外科術後のせん妄発症を予測する新たな機械学習モデルの構築を目的とし、通常診療の範囲で取得可能なデータを用いた解析と、脳波データを用いた解析を行った。

【方法】大阪大学医学部附属病院で心臓・胸部血管手術を受けた40歳以上の患者を対象とした、前向き研究である。周術期データを電子カルテから取得したほか、術前訪問にて、パッチ式脳波計HARU- I[®]（PGV株式会社、クラスⅡ医療機器）を用いて、2分間の安静座位閉眼時脳波の計測を行なった。術後せん妄の評価は、精神科医師監督のもとthe Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Fifth Edition)の診断基準に則り、術後7日目までの患者訪問または電子カルテ記事をもとに、看護師が実施した。

解析1：術前臨床特徴量の機械学習解析による心臓血管外科術後せん妄の発症予測

学習データの同質性を高めるため術中に人工心肺装置が使用された患者に限定し、87名（うちせん妄発症は24名 [27.6%]）を解析対象とした。取得した各周術期項目に対し、非発症群とせん妄発症群（せん妄群）の2群間で単変量解析を実施し、医師を含む複数名でその臨床的意義を協議のうえ、予測に用いる特徴量を選択した。Bernoulli naive bayes、Support vector machine、Extra-trees等5つの分類器を用いて、せん妄発症の有無を正解ラベルとした予測モデルを構築し、層別 k 分割交差検証法（ $k=5$ ）で検証した。

解析2：術前のパッチ式脳波計データの機械学習解析による心臓血管外科術後せん妄の発症予測

脳波データを2秒毎のセグメントに分割し、患者128名（うちせん妄発症は47名 [36.7%]）から7680のサンプルを得た。各電極で検知された信号からパワースペクトル密度（PSD）を算出し、4–75Hzを区分する5つの周波数帯域におけるPSDの平均値を特徴量とした。正解ラベルはせん妄発症の有無とした。学習時にはグループ k 分割交差検証法（ $k=4$ ）を用い、学習済みモデルを検証用データセットに適用し性能を評価した。また、構築されたモデルに対する各特徴量の寄与度（Feature importance）を算出した。

【結果】解析1において、6つの特徴量（年齢、Mini-Cog < 4点、向精神薬（睡眠剤を含む）の常用、Barthel Index < 100点、eGFR < 60mL/min/1.73m²、脳出血または脳梗塞の既往）とExtra-Treesを使用した予測モデルで、受信者操作特性曲線下面積（AUROC）0.76（標準偏差 0.11）、感度63%、特異度79%を示した。解析2で構築した予測モデルはAUROC 0.93を示し、gamma帯（30Hz以上）の特徴量が最も高い寄与度を示した。せん妄群は非発症群に比べ、術前脳波における30Hz以下帯域のPSDが高い傾向を示した。

【結言】機械学習解析、特に木構造集団学習法を用いることで、従来よりも高い精度で心臓血管外科術後せん妄の発症を予測できる可能性が示された。また、解析2で構築した予測モデルの性能は解析1を凌ぐものであり、せん妄予測マーカーとしての脳波の有用性を示唆する結果を得た。解析1・2で用いた特徴量はいずれも、術前に看護師が容易に取得できるものであり、これらのモデルの統合でより堅牢かつ汎用性の高い予測モデルが構築されることも期待される。本研究結果にさらなる検証を加え、臨床で活用することで、術後せん妄予防における看護実践の発展に貢献するものと考ええる。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (長 田 知 恵)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	上野 高義
	副 査	教授	竹屋 泰
	副 査	教授	武用 百子

論文審査の結果の要旨

【緒言】術後せん妄は心臓血管外科において高頻度に発症し、予防介入すべきせん妄ハイリスク患者の早期予測が課題である。近年、せん妄を対象とした研究において、機械学習や脳波の有用性が報告されている。そこで本研究では、心臓血管外科術後のせん妄発症を予測する新たな機械学習モデルの構築を目的とし、解析を行った。【方法】大阪大学医学部附属病院で心臓・胸部血管手術を受けた40歳以上の患者を対象とした、前向き研究である。周術期データを電子カルテから取得したほか、術前訪問にて、パッチ式脳波計を用いて、2分間の安静座位閉眼時脳波の計測を行なった。術後せん妄の評価は、精神科医師監督のもとthe Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Fifth Edition)の診断基準に則り、術後7日目までの患者訪問または電子カルテ記事をもとに、看護師が実施した。

解析1：術中に人工心肺装置が使用された患者に限定し、87名（うちせん妄発症は24名 [27.6%]）を解析対象とした。非発症群とせん妄発症群（せん妄群）の2群間で単変量解析を実施し、特徴量を選択した。5つの分類器を用いて、せん妄発症の有無を正解ラベルとした予測モデルを構築し、層別k分割交差検証法（ $k = 5$ ）で検証した。解析2：術前のパッチ式脳波計データの機械学習解析による心臓血管外科術後せん妄の発症予測脳波データを2秒毎のセグメントに分割し、患者128名（うちせん妄発症は47名 [36.7%]）から7680のサンプルを得た。各電極で検知された信号からパワースペクトル密度（PSD）を算出し、4- 75Hzを区分する5つの周波数帯域におけるPSDの平均値を特徴量とした。正解ラベルはせん妄発症の有無とした。学習時にはグループk分割交差検証法（ $k = 4$ ）を用い、学習済みモデルを検証用データセットに適用し性能を評価した。また、構築されたモデルに対する各特徴量の寄与度（Feature importance）を算出した。【結果】解析1において、6つの特徴量（年齢、Mini-Cog < 4点、向精神薬（睡眠剤を含む）の常用、Barthel Index < 100点、eGFR < 60mL/min/1.73m²、脳出血または脳梗塞の既往）とExtra-Treesを使用した予測モデルで、受信者操作特性曲線下面積（AUROC）0.76（標準偏差0.11）、感度63%、特異度79%を示した。解析2で構築した予測モデルはAUROC 0.93を示し、gamma帯（30Hz以上）の特徴量が最も高い寄与度を示した。せん妄群は非発症群に比べ、術前脳波における30Hz以下帯域のPSDが高い傾向を示した。【まとめ】機械学習解析により従来よりも高い精度で心臓血管外科術後せん妄の発症を予測できる可能性が示され、解析2で構築した予測モデルの性能は解析1を凌ぐものであり、せん妄予測マーカーとしての脳波の有用性を示唆する結果を得た。解析1・2で用いた特徴量はいずれも、術前に看護師が容易に取得できるものであり、汎用性の高い予測モデルが構築されることも期待され、術後せん妄予防における看護実践の発展に貢献するものと考える。以上より、本研究は博士の学位（看護学）に値すると評価できる。