

令和 3 年 5 月 7 日現在

機関番号： 13301

研究種目： 奨励研究

研究期間： 2020 ~ 2020

課題番号： 20H01098

研究課題名 機械学習による術中視覚誘発電位（VEP）モニタリングと術後視機能予測に関する検討

研究代表者

油野 岳夫（YUNO, TAKEO）

金沢大学・附属病院・臨床検査技師

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 330,000 円

研究成果の概要：機械学習を用いて、術中VEP モニタリングを実施した脳手術施行症例での術後視機能障害予測モデルを構築した。オーバーサンプリング法や特徴量選択といった前処理を行うことで、予測精度の向上が認められた。本研究では、ランダムフォレストやロジスティック回帰などのアルゴリズムが予測精度が高いという結果であった。さらに決定木分析により、VEPモニタリングにおいて、VEP波形の振幅だけでなく、その再現性も術後視機能を予測するうえで、重要な要素であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、術中VEPモニタリングはその統一された評価指標がなく、モニタリング結果と術後視機能との明確な関連は明らかとなっていない。本研究では、機械学習を用いてVEPモニタリングデータから術後視機能の予測を試みた。その結果、使用するアルゴリズムや前処理の方法により精度の差がみられ、それらを組み合わせることで高精度モデルの作成が可能であった。さらに、決定木分析により、術後視機能に関連するVEPモニタリング指標が示された。

研究分野： 臨床検査学

キーワード： 術中脳神経モニタリング 視覚誘発電位 機械学習

1. 研究の目的

視覚路に関わる脳外科疾患では視機能の温存や改善が重要な手術目的である。しかし、それらの手術に際しては、術後視機能障害が生ずる場合もあり、術中における正確な視機能モニタリングは特に重要となっている。現在、術中の視機能監視においては、光フラッシュ刺激による視覚誘発電位 (visual evoked potential: VEP) のモニタリングが行われている。しかし、モニタリングに用いている術中 VEP は、電位が小さく加算が必要であり、測定時間が長いこと、手術操作に起因するノイズに脆弱であること、波形の個人差が大きく、評価する波形の同定が困難であること、モニタリング結果と術後視機能の関連性が明確でないことなどから、最も施行に留意すべきモニタリングとされている (浅野, 2016, p83)。そこで有効と考えられるのが、既存データより法則を導き出し、対象間の関連性や未知データの予測を可能とする機械学習である。

本検討は、術中 VEP モニタリングを実施した脳手術施行症例における機械学習を用いた術後視機能障害予測モデルの構築を目的とした。

2. 研究成果

本研究では、当院にて 2016 年 8 月～2020 年 10 月に術中 VEP 下で脳外科手術を施行した 33 例を対象とした。33 例中、術後視機能著変なまたは改善例が 29 例、術後視機能悪化症例は 4 例であり、全例で視野の悪化がみられ、1 例のみ視力低下を伴っていた。4 例は両眼または左眼の悪化であったため、VEP は左眼刺激のデータを用いた。検討では、アルゴリズム間による術後視機能予測性能の違い、本研究データは視機能悪化症例が、著変なし・改善例と比し、少ない不均衡データであるため、synthetic minority over-sampling technique (SMOTE)を用いたデータ整形により分類性能が変化するか、Relief-F アルゴリズムを用いた特徴量選択 (FS) による分類性能の変化について検討した。なお、今回使用したアルゴリズムは、ベースラインアルゴリズムとして ZeroR を用い、J48、Random Forest (RF)、ロジスティック回帰 (Logistic)、マルチレイヤパーセプトロン (MLP)、多項カーネルサポートベクターマシン (SVM) とした。分類性能の評価は 10 fold 交差検証にて行った。性能評価は、正解率 (Correct)、F 値 (F-measure)、AUC (area under the curve) の 3 つの評価指標を用いた。本研究では、データマイニングソフトウェアとして Weka3.8.5 を使用した。

検討結果を、表 1 に示す。使用するアルゴリズムにより各種評価に違いが認められた。しかし、どのアルゴリズムにおいても AUC の値が低くという結果であった。そこで SMOTE により術後視機能悪化症例を 28 例までオーバーサンプリングを行った。その結果、ベースラインアルゴリズムの ZeroR を除いた多くのアルゴリズムにおいて、AUC を含む評価指標の向上が見られた。さらに FS により特徴量を 33 個から 14 個まで削減した場合においても、評価指標の低下を認められなかった。本検討においては、正解率は、SMOTE と FS を適用したロジスティック回帰が高く、F 値は SMOTE、FS を用いないランダムフォレストが高い結果であった。また、臨床応用において重要となる AUC は、ランダムフォレストで高かった。更に、J48 では、術後視機能の予測を可読性の高いツリー形式で明示する。そのため、そのツリーでは、VEP 波形の再現性が第一の分岐なり、術後視機能に対して重要な要素であることが示唆された。

本研究の限界として、単一施設のみのデータを用いていること、モニタリング方法が標準化されていないため、外部検証が困難なことなどが挙げられる

本研究では、機械学習を用いて、術中 VEP モニタリングを実施した脳手術施行症例での術後視機能障害予測モデルを構築した。さらに VEP モニタリングにおいて、術後視機能を予測するうえで、VEP 波形の振幅だけでなく、その再現性も重要な要素であることが示唆された。

表 1

	Dataset	ZeroR		J48		Significance	RF		Significance (vs. ZeroR)	Logistic		Significance (vs. ZeroR)	MLP		Significance (vs. ZeroR)	SVM		Significance (vs. ZeroR)
		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD	
Correct (%)	Raw	89.17	13.53	84.25	19.60	No	89.17	13.53	No	80.08	19.06	No	79.83	18.36	No	84.50	17.12	No
	SMOTE	51.00	5.41	86.73	14.69	Yes	91.87	11.25	Yes	91.70	11.26	Yes	88.73	11.70	Yes	87.13	13.08	Yes
	SMOTE+FS	51.00	5.41	87.40	13.52	Yes	90.97	11.26	Yes	92.97	10.03	Yes	89.47	12.40	Yes	91.03	11.49	Yes
	Average	63.72		86.13			90.67			88.25			86.01			87.55		
F-measure	Raw	0.94	0.08	0.9	0.15	No	0.94	0.08	No	0.88	0.13	No	0.88	0.12	No	0.91	0.11	No
	SMOTE	0.67	0.05	0.85	0.17	Yes	0.91	0.13	Yes	0.92	0.12	Yes	0.89	0.13	Yes	0.87	0.15	Yes
	SMOTE+FS	0.67	0.05	0.86	0.16	Yes	0.9	0.12	Yes	0.93	0.1	Yes	0.89	0.15	Yes	0.91	0.13	Yes
	Average	0.76		0.87			0.92			0.91			0.88			0.89		
AUC	Raw	0.50	0.00	0.45	0.12	No	0.34	0.35	No	0.52	0.40	No	0.42	0.34	No	0.48	0.07	No
	SMOTE	0.50	0.00	0.86	0.16	Yes	0.98	0.06	Yes	0.97	0.07	Yes	0.97	0.07	Yes	0.87	0.13	Yes
	SMOTE+FS	0.50	0.00	0.87	0.15	Yes	0.97	0.07	Yes	0.97	0.08	Yes	0.96	0.10	Yes	0.91	0.12	Yes
	Average	0.50		0.72			0.76			0.82			0.78			0.75		

Significance(vs. ZeroR) : paired t-test, $p < 0.05$

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

令和3年度 日臨技中部圏支部 第59回医学検査学会 一般演題発表予定

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------