

当院による麻酔方法の違いによる術中モニタリング Tc-MEPの変化について

尾道市立市民病院
MEセンター

湯川 典昭, 藤原 秀登, 正路 一真

要 旨 脳外科・脊髄脊椎手術では、術後に思いもよらない重篤な神経症状などがでることがある。こういった脳脊髄障害を未然に回避・防止するため、術中に神経モニタリングを行い手術操作による変化をとらえることが必要である。当院では、2015年10月より術中モニタリング装置Medtronic社製 NIM Eclipse E4を導入し、主に経頭蓋的運動誘発電位(Tc-MEP)モニタリングを行っている。Tc-MEPモニタリングでは、筋弛緩剤・全身麻酔薬の影響が大きく、静脈麻酔薬のプロポフォールがゴールドスタンダードとされている。また、吸入麻酔薬のセボフルランを使用する症例もあり、全身麻酔管理の幅を広げてくれる利点がある。しかし、吸入麻酔薬のセボフルランは、Tc-MEPを抑制させることが知られており、安定性には疑問があり術中の判読を難しくさせる。当院では、それぞれの細かな設定とベースラインの取り方に注意し、術者と術中の状況を連携して判読を行うことで術中の変化を捉えている。

Key words : 閾値上刺激, 振幅値, Area Under Curve(AUC)

はじめに

Tc-MEPモニタリングでは、筋弛緩剤・全身麻酔薬の影響が大きく、静脈麻酔薬のプロポフォールがゴールドスタンダードとされている。また、吸入麻酔薬のセボフルランを使用する症例もあり、全身麻酔管理の幅を広げてくれる利点がある。しかし、吸入麻酔薬のセボフルランは、Tc-MEPを抑制させることが知られている。当院では、プロポフォールを使用することが多いが、近年セボフルランを使用する症例が増えてきている。実際の症例から麻酔方法の違いによるTc-MEP波形を比較検討することで、安定性に疑問があると言われているセボフルラン使用時も術中の変化をより捉えられるようになっていくのではないかと考える。

対象と方法

2015年10月より、脳外科領域の術中にTc-MEPモニタリングを実施した60症例のうち、静脈麻酔薬プロポフォール52症例と揮発性麻酔薬セボフルラン8症例を対象とする。

術中モニタリング装置Medtronic社製 NIM Eclipse E4を使用し、Tc-MEPモニタリングを実施する。刺激電極にスクリー電極を使用し、国際標準電極配置(10-20法)のC3, C4を刺激部位として使用する。記録電極に針電極を使用し、左右上肢の短母指外転筋(Abductor pollicis brevis), 左右下肢の母趾外転筋(Abductor hallucis)を記録部位として使用する。

筋弛緩モニターとしては、正中神経を電気刺激し、短母指外転筋(APB)で記録するTrain of four(TOF)を測定する。Tc-MEPモニタリング時には、TOF値を測定し筋弛緩の影響を評価した上で電気刺激(表1)

の電圧値を調整し、記録電極に100 μ V以上の反応があるところを閾値として、閾値上刺激として10%上乗せして基準を設定する。体温の変化にも注意が必要だが、25~28℃程度までは影響が少ないと考える。

表1. 電気刺激設定

	刺激設定
モード	高速Tce-MEP
タイプ	電圧
電圧値	調整値
パルス	トレイン
パルス持続時間(μ s)	75
トレイン数	8
トレインレート(p/s)	500

結 果

1 麻酔方法の違いによるTOF値(表2)

プロポフォール使用時のTOF値(%) : 94 \pm 10

セボフルラン使用時のTOF値(%) : 57 \pm 28

2 麻酔方法の違いによる刺激閾値(表2)

プロポフォール使用時の閾値上刺激(V)

左刺激 337 \pm 142, 右刺激 336 \pm 158

セボフルラン使用時の閾値上刺激(V)

左刺激 262 \pm 62, 右刺激 262 \pm 66

3 麻酔方法の違いによる振幅値(表2)

プロポフォール使用時の振幅値(μ V)

左上肢 振幅値 3302 \pm 2257,

右上肢 振幅値 3192 \pm 2074

左下肢 振幅値 520 \pm 820,

右下肢 振幅値 575 \pm 704

セボフルラン使用時の振幅値(μ V)

左上肢 振幅値 2022 \pm 1753,

右上肢 振幅値 957 \pm 1441

左下肢 振幅値 1168 \pm 2230,

右下肢 振幅値 640 \pm 554

4 刺激に対する振幅値(表2)

プロポフォール使用時の振幅値/刺激値

左上肢 振幅値/刺激値 9.5,

右上肢 振幅値/刺激値 9.8

左下肢 振幅値/刺激値 1.7,

右下肢 振幅値/刺激値 1.5

セボフルラン使用時の振幅値/刺激値

左上肢 振幅値/刺激値 7.7,

右上肢 振幅値/刺激値 3.7

左下肢 振幅値/刺激値 4.5,

右下肢 振幅値/刺激値 2.4

5 麻酔方法の違いによるArea Under Curve(AUC)

(表3)

プロポフォール使用時のAUC

左上肢 AUC 13941 \pm 11241,

右上肢 AUC 14202 \pm 10656

左下肢 AUC 2148 \pm 4656,

右下肢 AUC 2387 \pm 3257

セボフルラン使用時のAUC

左上肢 AUC 7139 \pm 5864,

右上肢 AUC 4692 \pm 7423

左下肢 AUC 2762 \pm 4232,

右下肢 AUC 2038 \pm 2057

6 振幅に対するAUC (表3)

プロポフォール使用時のAUC/振幅値

左上肢 AUC/振幅値 4.4,

右上肢 AUC/振幅値 4.2

左下肢 AUC/振幅値 4.2,

右下肢 AUC/振幅値 4.1

セボフルラン使用時のAUC/振幅値

左上肢 AUC/振幅値 3.5,

右上肢 AUC/振幅値4.9

左下肢 AUC/振幅値 2.4,

右下肢AUC/振幅値 3.2

表2. 各種測定結果の平均値土標準偏差

	TOF値(N)	頸部腫瘍のVj		腫瘍部のVj				腫瘍部/正常脳質			
		左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
プロポフォール	84±10	337±142	338±168	3302±2267	3192±2074	530±820	574±304	0.6	0.8	1.7	1.8
セボフルラン	87±28	282±82	282±96	2022±1783	987±1441	1198±2230	640±884	7.7	3.7	4.5	2.4

表3. 各種測定結果の平均値土標準偏差

	AUC				AUC/振幅値			
	上肢		下肢		上肢		下肢	
	左	右	左	右	左	右	左	右
プロポフォール	13941±11241	14202±10658	2148±4856	2387±3257	4.4	4.2	4.2	4.1
セボフルラン	7139±5864	4692±7423	2782±4232	2038±2057	3.5	4.9	2.4	3.2

症 例

症例：73歳 女性

主訴：頭痛 嘔気

既往歴：狭心症

経過：前日に頭痛，嘔気が有り，他院へ救急搬送。

CTの結果くも膜下出血を認め，当院に紹介となった。当院での造影CTの結果，左中大脳動脈瘤(M1)を認め，これが出血源だと思われた。翌日，全身麻酔下(セボフルラン使用)に脳動脈瘤頸部クリッピング術を施行し，術中にTc-MEPモニタリングを行った。

術前の麻痺状況は，左上下肢自動運動あり。右半身の動きが少し不良で右下肢もわずかに自動運動あり。

まず，動脈瘤に到達するまでに筋弛緩モニターを評価しながら，電気刺激を変更しながら閾値上刺激を設定し，左右上下肢の記録電極のベースラインを作成した(図1)。

M1近位部をテンポラリークリップで遮断し，動脈瘤周囲を剥離するも出血を来たし遠位部も遮断した(一時遮断時間11分30秒)。この時，右上下肢のTc-MEPが消失したため，確認すると近位側の穿通枝を巻き込んでいた(図2)。

再度，M1近位部のみ血流遮断するように，クリップをかけ直した。(一時遮断時間4分30秒) 穿通枝温存は目視できたが，右上下肢のTc-MEPは回復しなかった。

穿通枝分岐部に余裕をもたせるために何度かクリップをかけ直したが，Tc-MEPは回復しない上にネ

ックが著明に残存したため，ネックとドームを完全に剥離して，あらためてクリップをかけ直した。ICG(indocyanine green)で穿通枝の血流は確認できたが，右上下肢のTc-MEPは回復しなかった。

そのまま経過観察とし，血腫除去を行った。非常に濃く，硬い，大きい血腫であった。

血腫除去後に，右上下肢のTc-MEPは完全に回復していた(図3)。

術直後の麻痺の状況は，痛み刺激に対する体動を認め，時に左上下肢の自動運動を認めた。

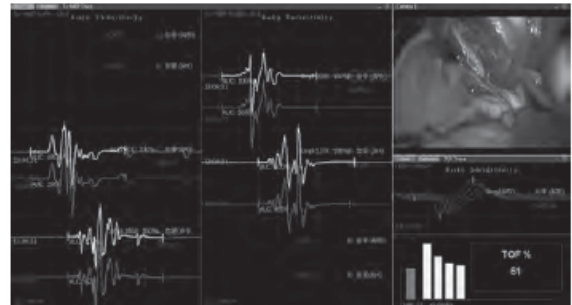


図1. ベースラインの設定

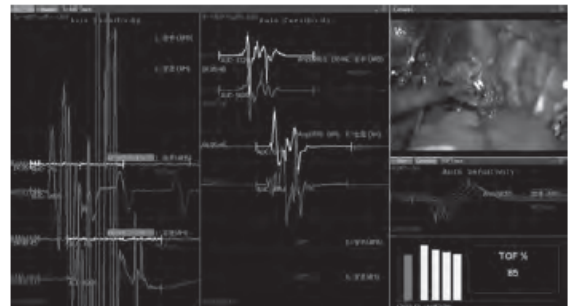


図2. 右上下肢のTc-MEP消失

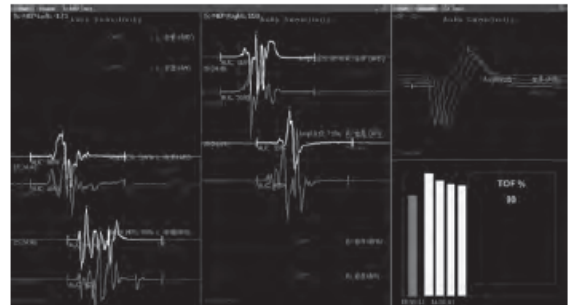


図3. 血腫除去後にTc-MEP回復

考 察

1, TOF値

筋弛緩を拮抗してもプロポフォールではTOF値94%, セボフルランでは57%となっており, プロポフォールでは筋弛緩の影響は見られないが, セボフルランでは筋弛緩の影響が考えられる.

2, 刺激閾値設定値

プロポフォールでは左右刺激ともに平均値330V程度で, セボフルランでは, 左右刺激ともに平均値262Vと, プロポフォールよりもセボフルランの閾値が低い傾向が見られた. TOF値を考慮するとセボフルランの閾値が高いことが予想されたが, プロポフォールの方が高い閾値を示した. これは, プロポフォールは2015年から実施されており, セボフルランは2019年からの症例が多いため, 閾値上刺激を測定する際の慣れによる違いが考えられる.

3, 記録波形の振幅値

プロポフォールでは, 振幅値が大きく上下肢ともに左右差が見られないが, セボフルランでは, 振幅値が小さく上下肢ともに左右差が見られる.

セボフルランは, 一般的に振幅値を抑制させる効果がプロポフォールよりも高いが, 左右差の影響は説明がつかないため, 不安定な状況であると考えられる.

セボフルランでは, 振幅値が小さく左右差が見られることを前提にそれぞれのTc-MEPモニタリングのベースライン設定時には何回か測定し安定的な波形を選別し, 時間の経過に従ってベースラインの再設定を随時行っていくように当院では工夫している.

4, 閾値上刺激に対する振幅値

プロポフォールでは, 左右差はないが上肢と下肢に差があり, セボフルランでは, 左右差はあるが上肢と下肢の差が少ない傾向であった. Tc-MEP測定では, 基本的には左右差がなく上肢の方が下肢よりも強い反応がでる傾向があるので, プロポフォール

の方が安定していると思われる. よって, セボフルランでは, 左右差と上下肢の反応をそれぞれ測定しながら左右の刺激を調整し, ベースライン設定時には何回か測定し安定的な波形を選別し, 時間の経過に従ってベースラインの再設定を随時行っていくように当院では工夫している.

5, 記録波形のAUC

プロポフォールでは, 上下肢ともに左右差はなくAUCの値が大きいため反応が読み取りやすい一方で, セボフルランでは, 下肢では左右差が見られないが上肢で左右差がでやすい傾向がある. さらに上肢では, AUCの値が小さい傾向がある. 以上のことからセボフルランのほうがAUCを読み取ることが困難である.

6, 記録波形の振幅値に対するAUC

プロポフォールでは, 左右差はなく上下肢ともに非常に安定しており, ベースラインとの比較が容易でTc-MEPモニタリングが安定すると考えられる. セボフルランでは, 左右差もあり上下肢ともにバラツキが見られる. ベースラインとの比較が難しく, 繰り返し測定を行う中で記録波形を選定していくため, Tc-MEP測定を注意深く行っていく必要があると考えられる.

まとめ

2015年より、当院で行っている麻酔方法の違いによるTc-MEPモニタリングについて報告した。Tc-MEPモニタリングでは、筋弛緩剤・全身麻酔薬の影響が大きく、静脈麻酔薬のプロポフォールがゴールドスタンダードとされている。当院の結果でもプロポフォールでは、閾値上刺激・振幅・AUCの値も安定しており、ベースラインの設定から術中の起点によるモニタリングも非常に安定している。セボフルランでは、閾値上刺激・振幅・AUCの値にバラツキはあるが、何度か測定を繰り返すことでバラツキがある中でそれぞれの安定した波形を記録波形として使用する。実際に術野の状況とTc-MEPモニタリングの反応も一致しており、ベースライン設定時には上下肢左右それぞれの刺激を調整し何回か測定した中で最も再現度の高い波形を選別し、時間の経過に従ってベースラインの再設定を随時行っていくように当院では工夫することで、Tc-MEPモニタリングを安定させている。

文 献

- 1) 川口昌彦, 中瀬裕之: 術中神経モニタリングバイブル 術後神経合併症予防のための実践的手法とその解釈. 羊土社. 162-167: 2014.
- 2) 磨田裕, 他: 麻酔のすべて【後編】麻酔で使うおもな薬. Clinical Engineering Vol.31 No.3. 248-260: 2020.
- 3) 福岡尚和, 飯田宏樹: 「術中脳脊髄モニタリングの現状と問題点」運動誘発電位モニタリングと麻酔管理. 臨床神経生理学 44巻6号. 478-484: 2016.
- 4) 川口昌彦, 林浩伸, 他: 術中運動機能モニターを成功させるコツ. 日臨麻会誌 Vol.34 No.1. 106-110: 2014.

