

話 題

TCI と BIS

多摩永山病院麻酔科 石原 之法 山田 光輝

静脈麻酔薬プロポフォールの注入に TCI (target control infusion) ポンプが使用されるようになってきた。プロポフォールは 1995 年の本邦での発売以来ほぼ唯一の持続注入が可能な全身麻酔用静脈麻酔薬である。

TCI システムとは投与薬物の薬物動態をシュミレートできるコンピュータを内蔵したシリンジポンプを使用し、薬物の血中濃度を目標とする値にコントロールする方法である。今日まで薬物の投与は主に投与量を規定することにより効果を期待してきた。TCI 法では静脈麻酔薬の投与時に目標血中濃度と体重、年齢を設定するだけで至適投与量をポンプが自動的に注入する。目標濃度を変更すると即座にポンプが注入量を自動コントロールするため麻酔深度の調節がより速やかに行なえる。

実際の使用ではプロポフォール TCI の施行には TCI 用ポンプが必要である。さらに TCI 用に製品化されたプレフィルド(薬剤充填済み)シリンジが必要となる。この製剤はこれまでのアンプルやバイアルと違いシリンジにプランジャー(押し棒)を装着するだけなので setting は簡単に行なえる。ポンプにはシリンジに付いているタグを識別する機構があり、これを認識して初めて TCI 注入が可能となる。ポンプの表示より TCI を選択し、体重と年齢を打ち込む。注入開始ボタンを押すとシリンジは最高 1,200 ml/hr の速さで注入を開始する。投与開始後 1~3 分で入眠が得られたら、通常麻酔維持の目標血中濃度を 2.0~5.0 µg/ml とする。

麻酔維持の目標血中濃度は次の要因による変動するため TCI 注入によりすべてが自動になるわけではない。①まず薬剤に感受性に個人差があり、症例により投与量が 2 倍を要することがある。人種や性差、体脂肪率の差等も影響する印象がある。②プロポフォールには鎮静作用があるが鎮痛作用はなく、併用する鎮痛薬により麻酔深度に影響が出る。鎮痛薬として笑気や揮発性吸入麻酔薬、麻薬などの併用が考えられるが、単独投与に比し覚醒までの時間や覚醒度が遷延する可能性がある。③手術侵襲には大小があるため最適な麻酔深度を得る血中濃度にも相違がある。④出血に伴うプロポフォールの喪失や他薬物との相互作用、肝腎でのクリアランスの変化も影響する。このため麻酔科医はバイタルサインや瞳孔径を参考にして至適血中濃度を推測しなければならない。ただこれまでより血中濃度を一定に保つことは TCI では容易である。患者が突然体動しプロポフォールをボラス注入した場合でも(ボラス注入は TCI 中も可能)投与量が過量ならポンプは持続注入を停

止し、血中濃度が目標値となって再注入を開始するのである。

手術が終了に近づけばプロポフォール目標濃度を下げる。ポンプ上には推定血中濃度の他、脳内濃度や覚醒までの予想時間も表示されている。覚醒時血中濃度は 1.2 µg/ml とされており、併用鎮痛薬にもよるが一応の参考にはなる。TCI による血中濃度の正確性はどれほどか。今アメリカではその安全性と信頼性につき FDA による評価が進められている。

実際に使用した印象ではプレフィルドシリンジを使用するため setting は簡便で細菌汚染も危険も減少するが、シリンジが複合素材で廃棄には手間がかかる。これまで推奨されてきた漸減投与法に比し、注入速度が速く以前より多量のプロポフォールを必要とするということがある。

プロポフォールの TCI 注入によって目標血中濃度となるようプロポフォールを投与することは簡便になったが、どこが至適麻酔深度なのかの判断は個々の麻酔科医の経験によるところが大きい。最近麻酔深度を正確に把握し調整する目的で麻酔深度判断の指標として BIS のモニタリングが普及してきた。BIS (Bispectral Index) は、麻酔薬の鎮静作用によってどの程度意識レベルが低下しているかを解析 EEG で定量化した一種のパラメータで、鎮静度と意識の喪失に最も関係する EEG の特定成分を組み合わせでスケール化している。このため、麻酔の 2 大作用のうち鎮静・催眠作用がどの程度かを数値化することができる。BIS では通常の覚醒状態を 100、脳が全く活動していない状態を 0 とし、脳の活動度を 0~100 で表示している。60~90 では鎮静催眠状態であっても覚醒する可能性がある。60 以下では意識のある可能性は極めて低いといわれている。BIS の測定は前額部にセンサーを貼るのみで自動化されており、コントロールをとる必要もなく非常に簡便である。BIS では、もう一つの麻酔の効果である鎮痛作用に対する評価はできない。その上鎮静と鎮痛には一体不可分の相互作用があり、痛み刺激が強ければ脳は刺激され当然鎮静度は低下する。全身麻酔でも、麻薬で強力な鎮痛を計った場合には意識喪失状態の維持に必要な鎮静薬濃度が低いため BIS は 50~60 で良く、吸入麻酔薬の場合には BIS 30 位の鎮静が必要となる。現状では 2 つの作用を総合的に判断できるモニターは存在しない。BIS モニターの使用により麻酔を維持するための鎮静薬は必要最小量とすることができ、この結果薬物使用量の減少のほか覚醒までの時間の予測とその短縮が可能となる。術中覚醒の予防にも効果がある。

今回麻酔の臨床に登場した薬物投与法 (TCI) と BIS モニターが麻酔の鎮静作用に関するものであり、薬物の使用と効果の評価がより客観的になったことは今後の薬物投与のスタイルを象徴している。勘や経験に基づく医師の判断やさじ加減による薬物使用等は漸減し、今後医療は客観的で EBM を重視した方向に進むことを示している。

(受付: 2001 年 10 月 3 日)

(受理: 2001 年 11 月 13 日)