

滴数制御型輸液ポンプでのカテコラミン製剤 投与における流量誤差の検証

独立行政法人労働者健康福祉機構長崎労災病院

臨床工学技士 1)、麻酔科 2)

○吉田 浩二 1) (よしだ こうじ)

福崎 誠 2)

【はじめに】

輸液ポンプは急性期・慢性期を問わず広い分野で使用され医療機器の代表的な存在である。輸液ポンプには制御方式が大きく分けて滴数制御型、容積制御型がある。特に経済性の高い汎用輸液セットを用いた滴数制御型の輸液ポンプは、多くの医療施設で使用されている。当院の輸液ポンプも大半が、汎用輸液セットを用いた滴数制御型で占めている。しかし、滴数制御型ではしばしば薬剤や輸液セットの取り付け状況などによって流量誤差を生じ輸液管理において支障をきたす事が報告されている。今回、汎用輸液セットで滴数制御型輸液ポンプを使用しカテコラミン製剤を投与した場合の流量誤差について検証を行った。

【対象と方法】

対象機：輸液ポンプ TOP2200™ 滴数制御型

輸液セット：汎用輸液セット (60 滴/ml)

薬剤：カテコラミン製剤 (プレドパ 600)

方法：投与したカテコラミン製剤の流量誤差を投与時間・設定流量から予定輸液量を求め、輸液残量と比較して誤差を算出した。また、流量別に高流量群 (5ml/h 以上)、低流量群 (5ml/h 未満) の 2 群に分けて検証を行った。

分析方法：Fischer exact test で分析を行った。

【結果】

今回の平均流量値は、高流量群で 11ml/h、低流量群で 3ml/h であった。検証結果では、全体で誤差 10% 未満が 82%、誤差 10% 以上は 18% であった。流量別で見ると高流量群では誤差 10% 未満が 97%、誤差 10% 以上は 3% であった。また、低流量群では誤差 10% 未満が 69%、誤差 10% 以上は 31% であった。

投与時間で比較すると、高流量群では、投与 10 時間未満の 1 症例において誤差 13.3%、投与 10 時間以上では全て誤差 10% 未満となり、平均誤差は 4.5% であった。また、低流量群においては、投与 10 時間未満では平均誤差は 24.6% で、投与 10~30 時間の平均誤差は 11.7%、投与 30 時間以上では平均誤差 4.4% となり、投与時間の持続とともに誤差は有意

に減少した。

流量群と誤差の関係について、フィッシャーの直接確立法を用いて有意差検定を行った。その結果、仮説を流量と誤差は関係なく独立しているとした場合、仮説を棄却し、流量と誤差の関連性を認めた。また、投与時間と誤差の関係においても関連性を認める結果となった。

【考察】

滴数制御型輸液ポンプを使用する場合、薬剤性の流量誤差が生じることは輸液ポンプの特性としてよく知られている。薬剤性の流量誤差が生じる要因としては、比重、糖濃度、界面活性剤などがあげられる。これらの因子は液体の粘性度や表面張力に影響する。それによって滴下する一粒の大きさが変わり、設定した流量より過小投与または過大投与を引き起こす原因となる。一般的に薬剤性誤差を生じる薬剤としては、濃度の高い高カロリー輸液やブドウ糖液、表面張力が小さい抗癌剤のタキソールなどが代表的である。

今回使用したカテコラミン製剤は、糖濃度 5%、浸透圧比（生理食塩水に対する比）1.1～1.2、界面活性剤等の含有はなく、誤差因子を考慮すると薬剤性誤差の影響は比較的少ない薬剤と考えることができた。

輸液ポンプの正確度を表すグラフにスタートアップカーブとトランペットカーブがある。これは生理食塩水などの粘性がない液体を使用し、輸液開始から輸液精度が安定するまでの時間経過を示したグラフで輸液ポンプの精度安定を表す一つの指標となる。輸液ポンプの説明書では、トランペットカーブにおいて、Infusion rate が 25ml/h では開始 2 分足らずで精度 5%未満となり、1ml/h 投与でも 15 分程度で誤差 10%以内、その後時間経過とともに精度が上がっている。流量精度における先行研究は数多く行われているが、その多くは実験 Data による検証が多く今回の結果と比較すると非常に精度が高い。より精密に Data 採取ができ、機械の性能を把握することにおいては非常に有用であるが、実際の臨床においては、輸液ポンプの性能、機械的特性に加えて、薬剤、患者側の様々な条件変化、環境因子によって精度は大きく影響を受ける。

今回は、実際に投与した輸液残量をもとに誤差を算出しており、輸液精度を求めたトランペットカーブと測定方法は異なるため、時間ごとの正確な流量誤差は把握できない。しかし、低流量群の誤差グラフで、投与 30 時間未満のケースでは誤差 10%以上が有意となり、投与 10 時間未満で誤差 20%以上と時間経過を考慮すると長時間に亘り大きな誤差が持続し、また、トランペットカーブに類似した特性を認めるグラフとなった。これは、輸液開始初期に生じた流量誤差が時間経過とともに是正されていると考えることができる。このように経時的に誤差が縮小していくことから、使用したカテコラミン製剤が及ぼす薬剤性影響は少なく、輸液ポンプの機械的特性や環境条件などによる流量誤差であると考えられる。

今回のグラフ特性は、スタートアップカーブが示している投与開始から設定流量に達する

までの時間が流量誤差に影響していると考え。開始初期は、投与の全体量が少ないことから少量の流量誤差でも大きい割合の誤差となり、時間経過とともに投与の全体量が大きくなると誤差の割合が低下してくるため、トランペットカーブが形成される。高流量群においても今回のグラフの時間軸のスケールでは描出されないが、時間軸のスケールを更に短時間で評価していくと同様のグラフ波形が描出されることが推測される。このことから、高流量ほど短時間で誤差は安定し、低流量ほど誤差の安定に時間を要すことが言える。容積制御型との比較ができていないため、臨床において制御方式でどの程度の差がでるか確認できていないが、今回、滴数制御型輸液ポンプで投与したカテコラミン製剤は、低流量時、開始初期に大幅な誤差を認める結果であった。しかし、カテコラミン製剤を使用する際には必ず患者のバイタルサインはモニタリング下にあり、投与初期に流量誤差をある程度生じた場合でも循環動態を確認しながら管理を行う事で、滴数制御型の輸液ポンプでも十分安全性を確保できると考える。

輸液精度において旧 JIS では「輸液流量は設定値の±10%」としていたが、2005 年に制定された輸液ポンプの JIS では精度の上限を規定していない。使用者は輸液する薬剤の用量効果と、ポンプの正確度を総合的に評価して、使用する輸液ポンプを選択する必要がある。今回は精度をより問われる薬剤に焦点をあて検証を行ったが、院内で使用している輸液・薬剤が及ぼす流量誤差の傾向を把握することで、滴数制御型輸液ポンプを使用した輸液管理の安全性向上につながると考える。

【結語】

1. 汎用輸液セットを用いた滴数制御型輸液ポンプでカテコラミン製剤を投与した際の流量誤差を検証した。
2. 滴数制御型輸液ポンプでカテコラミン製剤（プレドパ 600[®]）を投与した場合、薬剤性誤差は生じにくいだが、誤差は低流量・短時間 投与で大きく、高流量・長時間 投与で小さくなる。
3. 院内で使用している輸液・薬剤が及ぼす流量誤差傾向、輸液ポンプの特性を把握し、機器の選択を行う事で輸液管理の安全性向上につながる。