



Syringe pump displacement alters line internal pressure and flow

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 浜松医科大学 公開日: 2013-08-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 五十嵐, 寛 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10271/303

学位論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨

学位記番号	医博論第 402号	学位授与年月日	平成17年 7月22日
氏 名	五十嵐 寛		
論文題目	Syringe pump displacement alters line internal pressure and flow (シリンジポンプの移動は回路内圧と流量に変化を及ぼす)		

博士(医学) 五十嵐 寛

論文題目

Syringe pump displacement alters line internal pressure and flow

(シリンジポンプの移動は回路内圧と流量に変化を及ぼす)

論文の内容の要旨

〔はじめに〕

重症患者を搬送する時、患者が急変する事をしばしば経験する。その一因としてシリンジポンプからの循環作動薬注入速度の不安定性が考えられている。シリンジポンプの移動が流速に影響を与える *in vitro* での報告は散見されるが、回路内圧変化と流速変化を同時に測定した報告はない。そこで我々は、患者搬送時の循環動態の変動は、シリンジポンプと患者との相対的位置変化による回路内圧変化が流速に影響を与える事が一因であると仮定し、シリンジポンプを上下させた時の回路内圧と流速の変化を調べた。更に循環作動薬投与中の出血性ショックモデル(ウサギ)での循環動態の変化を測定した。

〔材料ならびに方法〕

回路内圧測定機能を持つシリンジポンプ(IVAC® Syringe Pump P7000, ALARIS Medical Systems Inc. Hampshire, UK)を使用した。

(実験 1)

体重 2-2.5kg の日本白ウサギ 17 羽を使用。大腿静脈にカニューレーションを行い、シリンジポンプ回路を接続。回路水平部にオリーブオイルを極少量注入し(oil bubble)、その移動距離を測定。まずウサギと同じ高さでポンプを作動させ、ポンプを 50cm 下へ速やかに移動させて、回路内圧の変化、oil bubble の移動距離、無注入時間(ZDDT: zero-drug delivery time)を記録し、逆流量(BFV: back flow volume)を計算した。同様に 50cm 上方にポンプを移動させ、回路内圧の変化、oil bubble の移動距離を記録し、過剰注入量(EFV: excess flow volume)を計算した。それぞれを 3 種類の流速設定(1mL/hr, 3mL/hr, 10mL/hr)で測定した。

(実験 2)

実験 1 で使用したウサギから、25mL/kg の脱血を行い、出血性ショックモデルを作成し、シリンジポンプで norepinephrine (NE) を 3mg/kg/min (3mL/h) で持続注入した。シリンジポンプを 50cm 上下させ、ウサギの循環動態の変化を記録し、収縮期血圧最大変化率(%R of SBP: percentage response of the systolic blood pressure)を求めた。

〔結果〕

(実験 1)

ポンプを 50cm 下方移動させた時の回路内圧変化は、グループ間で有意差なく、平均+37.5mmHg であった。BFV は、 $12.3 \pm 4.1 \mu\text{L}$ (1mL/hr group)、 $14.0 \pm 3.8 \mu\text{L}$ (3mL/hr group)、 $21.1 \pm 3.5 \mu\text{L}$ (10mL/hr group) で、グループ間の有意差はなかった。ZDDT は、 $217 \pm 44.1 \text{sec}$ (1mL/hr group)、 $56.8 \pm 13.4 \text{sec}$ (3mL/hr group)、 $15.3 \pm 3.8 \text{sec}$ (10mL/hr group) と、流速が遅いほど長時間となった ($P < 0.001$)。上方移動させた時の回路内圧変化もグループ間で有意差なく、平均-37.3mmHg であった。EFV は、 $9.7 \pm 6.9 \mu\text{L}$ (1mL/hr group)、 $11.6 \pm$

5.5 μ L (3mL/hr group)、11.5 $\pm$ 5.3 μ L (10mL/hr group)で、グループ間の有意差はなかった。

(実験2)

ポンプを50cm下方移動させた時の%R of SBPは-17.0 $\pm$ 6.9%、上方移動させたときは+45.7 $\pm$ 21.5%と有意な変化を示した(P<0.001)。

〔考察〕

仮説通り、シリンジポンプの上下動により回路内圧が変化し、流量も変化した。そして、ウサギ出血性ショックモデルにおいて、NE投与中のシリンジポンプの上下動は、著しい収縮期血圧の変動を引き起こした。

これらの結果から、臨床において循環作動薬投与中のシリンジポンプの取り扱いには十分注意すべきである事が判る。多くの場合、シリンジポンプは点滴棒に無秩序に取り付けられており、患者との位置関係はほとんど考慮されていない。少なくとも循環作動薬の入ったシリンジポンプは患者と同じ高さに取り付けるべきである。また、患者を上下動させる事でも全く同じ現象が起こる事も忘れてはならない。

流速の違いは、回路内圧の変化、BFV、EFVに影響を与えなかったが、ZDDTは流速が遅いほど長時間となった。この事は、同量の薬剤を投与するのであれば低濃度・高流速の方が影響が少ない事を意味する。また、回路内圧の変化に伴う逆流や過剰注入は、回路自体の膨張・収縮によると考えられ、その点からはコンプライアンスのなるべく小さい回路を使用すべきであると言える。

〔結論〕

シリンジポンプの上下移動は、回路内圧と流速に変化を及ぼすため、循環作動薬投与中にはシリンジポンプの上下動は避けるべきである。また、なるべくコンプライアンスの小さい輸液回路を用いるべきである。

論文審査の結果の要旨

開心術後や小児の重症患者を手術室から病室へ移送する際、ストレッチャー上で、患者の循環動態が不安定になることは、よく経験するところである。その原因には、細胞外液量などの減少など患者側の要因に加えて、移動中も継続投与している循環作動薬の影響を考慮する必要がある。申請者は、循環作動薬の微量注入に使用されるシリンジポンプの注入速度が、シリンジポンプと患者との相対的位置変化によって不安定になるという仮説を立て、実験的検討によりその立証を試みた。

実験動物は、日本白ウサギ(体重2～2.5kg)17羽を使用した。シリンジポンプは、回路内圧測定機能を持つIVAC® Syringe Pump P7000 (ALARIS Medical Systems Inc. Hampshire, UK)を使用した。実験1として、大腿静脈にカニューレーションを行い、シリンジポンプ回路を接続後、シリンジポンプ本体を回路水平部から50cm下方、および50cm上方へ移動させ、同一個体で、3種類の流速設定下(1ml/hr、3ml/hr、10ml/hr)での回路内圧の変化、無注入時間、下方位置での逆流量、上方位置での過剰注入量を測定ならびに計算した。次に、実験2として、実験1で使用したウサギから、25ml/kgの血液を大腿動脈から脱血し出血性ショックモデルを作成した後、直ちに、シリンジポンプで、ノルエピネフリンを3 μ g/kg/min持続注入した。実験1と同じように、シリンジポンプ本体を回路水平部から50cm下方、および50cm上方へ移

動させ、収縮期血圧最大変化率を求めた。申請者が得た結果は次の通りである。

1. シリンジポンプを50cm下方移動させた時、

- (1) 回路内圧は増加し、いずれの設定流速量においても、平均+37.5mmHg 前後であった。
- (2) 逆流量は、設定流速量が速いほど増加したが、3 種類の設定流速量で有意差を認めなかった。
- (3) 無注入時間は、設定流速量が遅いほど長時間となり、3 種類の設定流速量で有意差を認めた。1ml/hr で設定すると、無注入時間は、217秒(約 4 分弱)に及んだ。

2. シリンジポンプを50cm上方移動させた時、

- (1) 回路内圧は減少し、いずれの設定流速量においても、平均 - 37.3mmHg 前後であった。
- (2) 過剰注入量は、3 種類の設定流速量で、有意差を認めなかった。

3. 出血性ショック下で、シリンジポンプを50cm下方移動させた時、50cm上方移動させた時の収縮期血圧最大変化率は、前者で-17.0±6.9%、後者で+45.7±21.5%で両者間で有意差を認めた。

以上の結果から、シリンジポンプの上下動により回路内圧が変動すること、とくに、下方に位置した場合に、無注入時間が有意に延長すること、また、出血性ショックにおいて、ノルエピネフリン投与中のシリンジポンプの上下動は、収縮期血圧の変動を惹き起こすことが確認された。本研究により、循環作動薬をシリンジポンプで微量持続注入する際、シリンジポンプと生体の相対的位置関係により注入速度が変化し、生体の循環動態に影響するという仮説が立証された。シリンジポンプの位置は、患者の移送中のみならず、手術室や病室においても、常に生体と同じ高さに固定すべきという臨床上重要な知見が得られた。

審査の過程において、審査委員会は次のような質問を行った。

- 1) 一般的なシリンジポンプの流量誤差の調整仕様について
- 2) 耳静脈から投与された乳酸リンゲル液 7ml/kg/hrの根拠について
- 3) 麻酔の維持に心抑制の強いペントバルビタールを使用した根拠について
- 4) ノルエピネフリンの投与量 3μg/kg/minは臨床的に用いられる量であるか
- 5) 無注入時間測定のためのオイルバブル法の信頼性について
- 6) 脱血の手技、時間、25ml/kgとした根拠について
- 7) シリンジポンプの上下動の位置を50cmとした根拠について
- 8) 回路内圧がbaselineあるいは低下の時、動脈圧波形が一過性に高くなる理由について
- 9) 回路内圧が変化しても流量に有意差が生じなかった理由について
- 10) オイルバブル法に代わる手段としての回路内流量計の設置について
- 11) 同時に、複数台のシリンジポンプが種々の流量設定で同一のカテーテルに注入されている場合の影響について
- 12) シリンジポンプがバッテリー駆動になった場合についての変動について
- 13) シリンジポンプの流量不安定性の防止対策として、①生体と同じ高さ、②低濃度薬剤を高流量設定で注入する、③内圧の上昇に対してコンプライアンスの低い材質のカテーテル(動脈圧用耐圧チューブなど)を使用することについての根拠
- 14) 今後の追加実験として、コンプライアンスの低い材質の回路を使用した場合の期待される結果について

これらの質問に対し申請者の解答は適切であり、問題点も十分理解しており、博士(医学)の学位論文にふさわしいと審査員全員一致で評価した。

論文審査担当者	主査	青	木	克	憲				
	副査	林		秀	晴	副査	鈴	木	一 也