

＝説 説＝

輸液療法時における薬剤師の役割

The role of pharmacists in infusion therapy

脇屋 義文^{a*}、梅村 雅之^b

Yoshifumi Wakiya^{a*}, Masayuki Umemura^b

^a愛知学院大学薬学部実践薬学講座、^b岐阜医療科学大学薬学部医療薬学分野

^a *Laboratory of Pharmacy Practice and Sciences, School of Pharmacy, Aichi-Gakuin University,*

^b *Clinical Pharmacy Practice and Sciences, Faculty of Pharmacy, Gifu University of Medical Science*

Summary

Infusion therapy is a common method used in daily clinical practice. Pharmacists are involved in the dispensing bio-clean preparations and home medical care. The practice of admixing injections by pharmacists after receiving prescriptions has been on the rise. For the safe administration of infusion therapy, pharmacists must understand not only the characteristics of injection preparations, but also basic knowledge concerning water, minerals, and their metabolism. In addition, admixing for nutritional supplementation therapy has been increasing recently. Therefore, pharmacists are required to have the knowledge concerning the properties of sugar-, amino acid-, and lipid-related metabolism and disease state of patients. Peripheral parenteral nutrition and electrolyte infusion, which have low concentrations of sugar, amino acid, and minerals, require relatively short-term management, whereas total parenteral nutrition requires long-term management. Hence, because of the high risk posed by total parenteral nutrition for patients, pharmacists require advanced knowledge regarding its management. Medical stuffs are used in a lot of medical devices for the administration of infusion therapy. Pharmacists are also required to be proficient in handling medical devices. Many medical facilities have reported mishaps and accidents that have occurred while administering infusion therapy for patients under a wide range of circumstances.

In this paper, we have introduced an infusion set for general use in clinics, and provided instructions regarding the handling of infusion pump.

Keywords: infusion sets, infusion pumps, interaction, medical device

*Corresponding author:

Yoshifumi Wakiya, Ph.D.

Tel: +81-52-757-6726, Fax: +81-52-757-6799

e-mail address: y-wakiya@dpc.agu.ac.jp

1. はじめに

輸液療法は日常臨床の場でごく一般的な治療法となっており、薬剤師は、無菌製剤処理加算等や在宅医療への関わりにおいて、注射処方せんの調剤から混合までの関与が増えている。輸液療法を安全・安心に実施するためには、注射剤の特徴だ

けでなく、水・電解質・代謝に関する基本的な知識を必要とし、さらに栄養補給を目的とした栄養輸液療法も増加しており、糖・アミノ酸・脂質の知識、栄養と病態との関係も知識として必要である。また、水・電解質を中心とした輸液療法は短期間の投与であるが、栄養輸液療法は長期にわた

ることがあり、これらの輸液療法には十分な管理と知識を必要とする。

さらに、輸液療法を実施するためには、種々な医療機器を使用し、その取り扱いには多くの注意点が、これらの知識も必要とする。輸液療法の施行において、多くの医療施設では、インシデントが多数報告されている。具体的には、投与される注射剤同士の配合変化や輸液中での安定性などの問題、医療機器の選択ミス、医療機器の手技の未熟、医療機器と医薬品の相互作用によるものなどがある。

今回は、輸液療法時に汎用されている医療機器である輸液セット、輸液ポンプの使用についての注意点を、当講座の研究成果も含め、概説する。

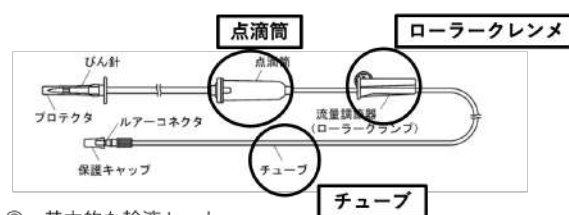
2. 輸液セットとは

輸液セットは、輸液療法を安全・安心に実施するために必要な医療機器の一つである。一般的に、輸液セットは、びん針、点滴筒（ドリップチャンバー）、チューブ、クレンメ（ローラークレンメ）、ロックコネクターの各部で構成された一式のセットから成り立つ。さらに、ロックコネクターの先に、輸液用フィルター（インラインフィルター・エアーベントフィルター）や開放式三方活栓が付いたものもある（Fig. 1）。これらのセットを輸液剤と接続し、自然滴下法による投与、または滴下制御式輸液ポンプ、流量制御式輸液ポンプを使用して投与を行う。

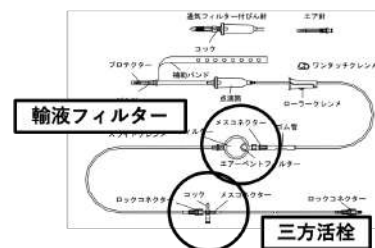
また、これらの輸液セットを構成する各部の材質は、点滴筒はポリプロピレン（PP）製、チューブは、ポリ塩化ビニル（PVC）製、ポリブタジエン（PB）製、PP製、延長チューブはポリエチレン（PE）製、輸液フィルターは、フィルター膜には、一般的にポリエーテルスルホン及び混合セルロースが用いられ、ハウジングはポリカーボネート（PC）製、三方活栓はPC製などのさまざまな材質が用いられている。

現在の輸液セットは、点滴口サイズが国際規格であるISO規格となり、成人用20滴/mLおよび小児用60滴/mLに統一され、2009年以降は、この2種類となった¹⁾。また、チューブの材質の一つであるPVCには、柔軟性や透明性を確保するた

めに、可塑剤としてフタル酸ジ-2-エチルヘキシル（DEHP）が含有されていたが、可塑剤の溶出による問題が指摘され²⁾、DEHPを含まない輸液セットの代替品が提示された。その後、PVCから可塑剤を含まないPB製（PVCフリー）への変更やDEHPの代替としてトリメット酸トリス-2-エチルヘキシル（TOTM）を可塑剤としたPVC製（DEHPフリー）輸液チューブへの変更が推奨され³⁾、現在は、ほぼすべてがこれらの製品に変更されている。



◎ 基本的な輸液セット



◎ フィルターや三方活栓が付いた輸液セット

Fig. 1. Example of the infusion sets of two types

3. 輸液セット使用時の問題点

輸液セットは、さまざまな特性を持った注射剤を用いることによって、いろいろな問題点が報告されている⁴⁾。

① 吸着・収着現象

注射剤によっては、輸液セットに吸着または収着することがあり、Fig. 2にそのイメージ図を示す。

吸着とは輸液セットの材質表面に医薬品が付着する現象で、吸着を起こす主な医薬品はインスリン製剤やG-CSF製剤などがある。これらの医薬品を点滴で投与する場合、PVC製の輸液セットだけではなくPP製等の輸液セットや輸液バックの材質であるエチレン酢酸ビニル共重合体（EVA）にも吸着を起こす。吸着は、投与開始初期に起こり時間経過とともに少なくなる^{5, 6)}。

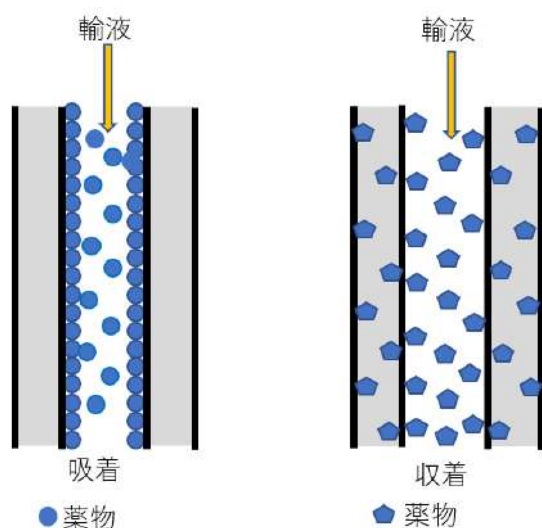


Fig. 2. Image of drug adsorption and sorption to the polyvinyl chloride infusion set

収着とは輸液セットの材質の内部に医薬品が取り込まれる現象で、収着を起こす医薬品は、ニトログリセリン、硝酸イソソルビド、ジアゼパム、ミダゾラムなどがある⁷⁻¹⁰⁾。これらの医薬品はPVC製輸液セットに添加されているDEHPやTOTMなどの可塑剤に医薬品が溶解し、輸液チューブの内部にまで医薬品が取り込まれる現象である。収着は、医薬品投与開始直後は低値であるが、経時的に上昇し、やがて定常状態となる。収着を考慮せず投与を継続すると、期待する効果が得られにくいことがある。

吸着・収着は、輸液セットへの接触時間などの要因に依存するため、点滴速度や輸液セットの長さには注意する必要がある。吸着・収着を防止するためには、可塑剤を含まない、PVCフリーのPB製の輸液セットに変更する必要がある。ニトログリセリン注射には専用の輸液セットが市販されている。

② 可塑剤の溶出

PVC輸液セットに添加されていたDEHPは、ヒトでは報告されていないものの、げっ歯類での精巣毒性及び生殖発生毒性が確認されていることから、我が国では不確実係数を100としてTDI（耐容一日摂取量：人が生涯にわたり摂取し続けても健康に対する有害な影響が現れないと判断される体重1 kg当たりの1日当たり摂取量）を40

～140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ と設定している¹¹⁾。しかし、臨床における曝露量がTDIを上回る事例もあることから、可能な限りDEHPによる曝露を避けるよう臨床使用において配慮することが適当であると考えられ、DEHPからTOTMへの転換が勧められた。医薬品に含まれる添加剤のポリオキシエチレン硬化ヒマシ油、ポリソルベート、精製卵黄レシチン、アルコール等の可溶化剤は、DEHPの溶出を引き起こす。DEHPの溶出量は、医薬品の濃度や投与速度、または温度条件により影響される。代替品として、現在はTOTMを含むPVC製に変更されたが、医薬品収着の点ではDEHPと同様に注意が必要である。しかし、TOTMは、可塑剤の安全性や低溶出特性の両面からDEHPと比較し、優れた特性を持つと考えられている¹²⁾。

③ 輸液フィルターや三方活栓への影響

輸液フィルターに求められる機能としては、微生物除去能、輸液中の沈殿物や不溶性の微小異物除去能、輸液セットの中に混入した空気除去能がある。現在医療現場で使用されている輸液フィルターは、孔径0.2 μm で、輸液をろ過する親水性膜と輸液中に混入した空気のみを除去する疎水性膜から構成されている。親水性膜は、一旦輸液が充填されて濡れると、臨床で使用する圧力以下では空気を通さないため、輸液ボトルが空になったり、輸液中に気泡が発生してフィルター内に空気が入ってきた場合、疎水性膜（エアークラップ）から除去される。しかし、投与される医薬品によっては、輸液フィルターの目詰まり、輸液フィルターへの医薬品の吸着、輸液フィルターの溶解や液漏れが起こることがある。

目詰まりに関しては、分子量の大きい血液製剤（アルブミン製剤、グロブリン製剤）、脂肪乳剤（リプル[®]注、パルクス[®]注、ロピオン[®]静注、イントラリポス[®]輸液、ディプリバン[®]注等）、コロイド製剤（ファンギゾン[®]注）、リポソーム製剤（アンビゾーム[®]点滴静注用等）、粘度の高い油性製剤（ビタミンA製剤、ビタミンD製剤、サンディミュン[®]点滴静注用、プログラフ[®]注等）、グリセオール注、低分子デキストランL注等の医薬品が目詰まりを起こす。これらの医薬品を使用する場合は、輸液フィルターより下流部からの投与

や脂肪乳剤では孔径 1.2 μm の専用フィルターを使用する必要がある。

吸着に関しては、インスリン製剤、G-CSF 製剤、ニトログリセリン、ジアゼパムが該当する。一般的に、国内で販売されている標準的なサイズの成人用の輸液フィルターは、その膜表面積が 10 cm^2 程度である。非常に吸着が多いとされるアルブミン製剤を例にとっても、どのメーカーの膜も 1 cm^2 あたり 50 μg も吸着しない。つまり、膜表面の吸着できる部分がすぐに飽和してしまう。このことは、投与量の多い医薬品は、その膜への吸着が臨床的にはほとんど問題にならないということになり、一回当たりの投与量で医薬品の含有量が少ない医薬品を用い、且つその医薬品が吸着され易い性質を持っていると考えられる場合は注意が必要になる¹³⁾。

フィルターの溶解は、エトポシド製剤がセルロース系フィルターを溶解することが知られている。エトポシド製剤を 1.0 mg/mL 以上の高濃度で用いる場合は、ポジダイナイル 66 膜、ポリエーテルスルホン酸膜、ナイロン 66 膜等のフィルターを使用する必要がある¹⁴⁾。ヒマシ油などの油性成分、界面活性剤やアルコールの溶解補助剤を含有する医薬品は、疎水性膜が親水化され、液漏れを起こすことがある。疎水性膜が透明化してきたら、直ちに交換する必要がある。

三方活栓や延長チューブのコネクター部分の材質に用いられているポリカーボネート樹脂は、脂肪乳剤や脂肪乳剤を含有する注射薬、ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油、ポリソルベート、プロピレングリコール、エチレンジアミン、ベンジルアルコール等を含む注射薬により、ひび割れ等の破損（クラック）が発生し液漏れや空気混入を起こすことがある¹⁵⁾。

④ 点滴速度の変化

輸液セットでの投与速度の調節は、点滴筒内で滴下する「滴数」を目視または機械的に測定し、単位時間あたりの「滴数」で、輸液の投与量（点滴速度）を算出する。輸液の投与速度の変化は、患者の体位や体動、針を留置している腕の位置や高さ、腕の屈曲などにより起こる。また、点滴筒内に滴下する 1 滴の大きさ（滴容量）が輸液の投

与速度に関係し、比重、表面張力、および粘度等、医薬品溶液の物理的要因が投与速度に直接影響することが報告されている。点滴筒内に滴下する滴容量の変化による代表的な臨床上の問題点として、界面活性剤含有を原因とする投与速度の遅延がある。例えば、点滴投与の際に注意が必要といわれている医薬品の一つにタキソール®注射液（一般名パクリタキセル PTX）がある。PTX は卵巣癌、非小細胞癌、乳癌、胃癌、子宮体癌等に適用されている抗悪性腫瘍剤であり、投与時の取り扱い上、特別な注意を必要とすることが添付文書に記載されている。タキソール®注射液は、添加剤としてクレモフォール EL®（ポリオキシエチレンヒマシ油）とエタノールを含有しており、自然滴下方式で投与する場合には、投与速度が遅くなる可能性があるため、滴下数の調節が必要であるといわれている。これは、界面活性剤等の影響による 1 滴の体積の縮小が原因であることが報告されている¹⁶⁾。

4. 輸液ポンプとは

輸液ポンプとは、設定した時間あたりの流量で精密且つ持続的に輸液や医薬品の投与をコントロールすることができる医療機器である。正確な投与量の管理が必要な患者や医薬品等で使用される。輸液ポンプには滴下数制御式と流量制御式の 2 種類がある（Fig. 3）。



Fig. 3. Example of drop control type infusion pump and peristaltic finger infusion pump

① 滴下制御式輸液ポンプ

滴下制御式輸液ポンプは、輸液セットにある点滴筒を点滴プローブ（点滴筒の内部にレーザー光を当て）により水滴が光を遮ることで滴下数を計測し、投与速度を調節する¹⁷⁾。

② 流量制御式輸液ポンプ

流量制御式輸液ポンプは、送液方法にペリスタルティック（フィンガー方式、ミッドプレス方式等）方式を採用しており、装着されたチューブを流量が一定になるようにしごくことで送液し、投与速度を制御している¹⁸⁾。

5. 輸液ポンプ使用時の問題点

多くの医療施設において2種類の輸液ポンプの使用による共通のインシデント報告がある。看護師の経験年数等、不慣れによるヒューマンエラーがみられる。例えば、企業によって、設定操作が異なるため、機器の操作ミスや滴数設定・流量・点滴速度の入力ミス、適切な輸液セットの選択ミス等がある。さらに、滴下制御式輸液ポンプの使用によるインシデントでは、注射薬に含まれる添加剤との相互作用による点滴時間の延長等がある¹⁹⁾。

① 滴下制御式輸液ポンプ

滴下制御式輸液ポンプは、点滴筒の内部にレーザー光を当て、水滴が光を遮ることで滴下数を計測し、投与速度を調節する。輸液セットは専用セットではなく、自然落下式輸液セットが用いられる。一部のポンプでは、ポンプ専用輸液セットと自然落下式輸液セットを切り替えることができるポンプもある。各メーカーの取り扱い説明書には、使用可能な輸液セットの記載があるので、該当するかどうかの確認が必要である。注射薬と滴下制御式輸液ポンプの代表的な相互作用として、界面活性剤による投与速度の遅延がある。これは、先に述べた自然落下方式と同様な理由であるため、滴下数や投与速度の調節が必要である。また、この相互作用は、エタノール等の粘性を低下させる添加物によっても引き起こされる²⁰⁻²⁴⁾。我々の検討においても同様の結果を得ている。生理食塩液と3、5、8 w/v%のクレモフォール EL[®]（ポリオキシエチレンヒマシ油）、0.1、1.0、2.0

w/v%のポリソルベート 80（Tween[®]80）溶液、および3、5、8 w/v%の無水エタノール溶液を用いた場合の結果を示す（Fig. 4）。ポリソルベート 80 やクレモフォール EL[®]等の界面活性剤を生理食塩液に添加した溶液と生理食塩液を比較すると、界面活性剤の溶液のほうが設定された投与終了時間より1.5倍程度延長する。また、水の粘性を低下させるエタノールの添加によっても投与速度が延長する²⁵⁾。このように、滴下制御式輸液ポンプあるいは自然滴下方式で投与する場合には、投与速度が遅くなる可能性があるため、滴下数の調節が必要である^{26、27)}。

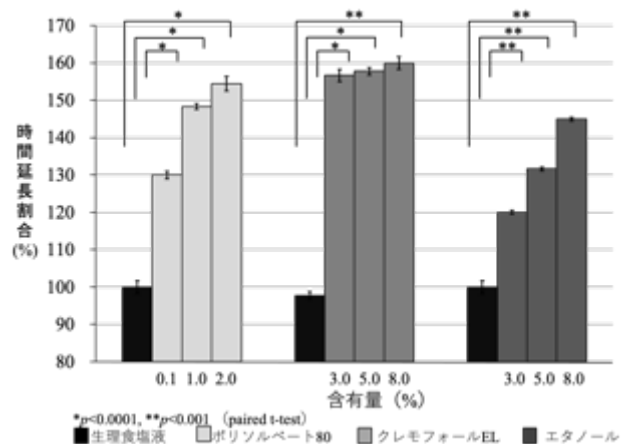


Fig. 4. Influence on the administration rate of the drop control type infusion pump by using pharmaceuticals containing surfactants and ethanol

さらに、滴下制御式輸液ポンプでは、点滴筒に点滴センサーを装着する。その際、センサーが正しい位置に装着されていないと、計測に誤差を生じることがある。例えば、滴下された溶液が跳ね上げた溶液を計測することもある。その場合は1滴を2滴として計測することもあるので注意が必要である（Fig. 5）。

② 流量制御式輸液ポンプ

流量制御式輸液ポンプは、先に述べたように、チューブ内の輸液を押し出すことで輸液を送り出す仕組みとなっているため、チューブの内径容積が投与速度に関係する。流量制御式輸液ポンプのメーカーは使用できるポンプ用輸液セットとして自社製品を指定していることが多く、それ以外は使用禁忌としている。しかし、輸液セットのメー

カーが流量制御式輸液ポンプを製造していない場合やポンプメーカーの専用輸液セットの仕様が使用者の方針と異なる場合もあるため、指定された専用セットが用いられないことも考えられる。そのような場合には、輸液チューブの内径と外径を把握した上で使用する必要がある。例えば、A社の流量制御式輸液ポンプにBおよびC社の輸液セットを装着し、種々の投与速度で100 mLの投与に要する時間を測定し、設定値と比較してみると、それぞれの時間延長割合の平均は100.3~101.5%であり、設定値と実測値はほぼ相関し直線性を示す（B、C両社： $R^2=0.9998$ ）。また、それぞれの速度において流量誤差は5.0%以内であり、内径や外径が既知であればポンプの流量精度は高い（Fig. 6）。

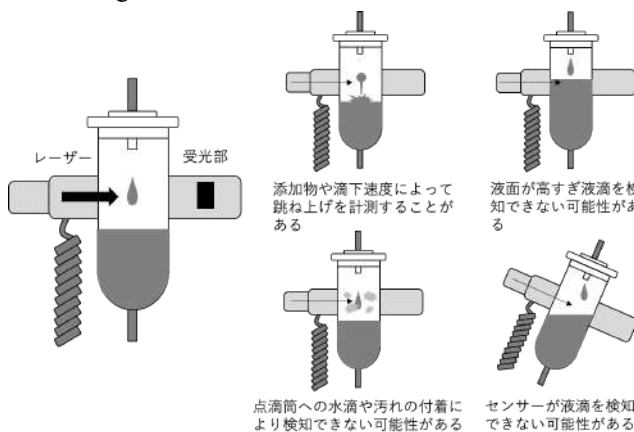


Fig. 5. Attaching to the drip chamber of drip sensor for drop control type infusion pump

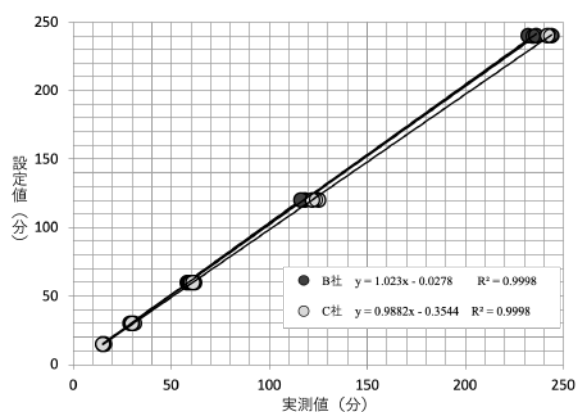


Fig. 6. Comparison of administration rate using infusion set made by two companies, while using A company-made peristaltic finger infusion pump

流量制御式輸液ポンプの取扱説明書に記載された通りの装着方法により測定した。また、流量制御式輸液ポンプの取扱説明書には、「チューブを軽く引きながらまっすぐに装着」と記載されている。我々は「軽く引きながら」はどれくらいを意味するのかを疑問に思い検討を行った。流量制御式輸液ポンプに対し輸液セットは、けん引負荷をかけて装着すると、投与速度に遅延が生じる。特に、けん引負荷量が増加するにしたがって、投与速度の遅延（時間延長割合）も大きくなる。すなわち、けん引負荷をかけることでチューブが伸長し、内径が縮小することで容積が小さくなるため、送液駆動部の押し出し容量が減少し、投与終了時間に遅延が発生するからである（Fig. 7）。

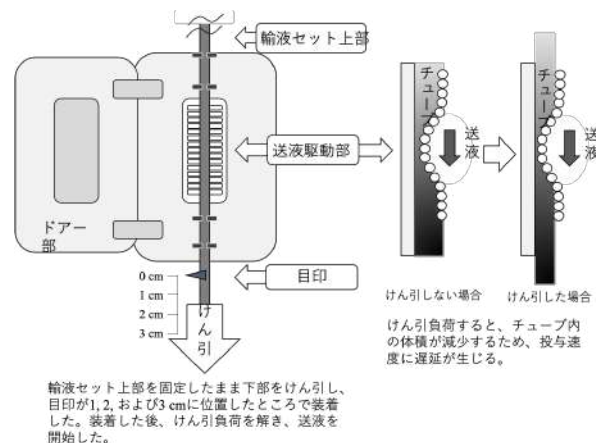


Fig. 7. The method of stretching and attaching of the infusion set to the peristaltic finger infusion pump

例えば、流量制御式輸液ポンプに輸液セットを引っ張りながら、下方へ1、2および3 cm 伸ばした状態（けん引）で送液駆動部に装着後、けん引を解除し、投与速度を100 mL/h に設定し、輸液セットがけん引されていない場合（0 cm）と比較した結果を示す（Fig. 8）。その結果、時間延長割合は1 cm ずつけん引するごとに109.3、118.7、および128.5%とほぼ一定の割合で延長し、3 cm けん引した場合は最大で131.8%まで遅延した。また、時間延長割合が、0 cm と1 cm、3 cm、1 cm と2 cm、および2 cm と3 cm のけん引量の組み合わせに差があるかどうかを検討すると、全ての組み合わせにおいて有意に延長した。一方、PB製の専用輸液セットでは、伸張して装着してもこのよう

な延長はほとんど起こらなかった。PVCはTOTMの添加がなければ硬質であり、復元性ではPB製に劣る。延長が起こらない理由のひとつとしてPB製は、性質がゴムに似ており素材が柔軟で復元性に富んでいるためと考えられる。「軽く引く」とは、医療従事者の主観に任せられるところであり、基本的な装着手技としては引かずに装着するほうが望ましい²⁸⁾。

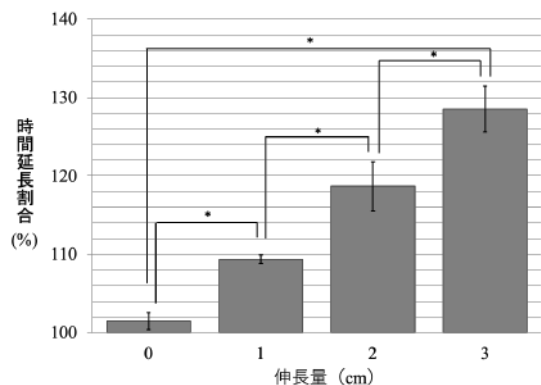


Fig. 8. Influence on the administration rate of the peristaltic finger infusion pump using different procedure techniques of the infusion sets.

さらに、我々の検討においては、流量制御式輸液ポンプは界面活性剤の種類や濃度およびエタノールの濃度に依存することなく、正確に機能することが分かった (Fig. 9)。したがって、界面活性剤の影響を受けにくいといわれている流量制御式輸液ポンプを用いれば投与速度の遅延は起こらないと考えられる。

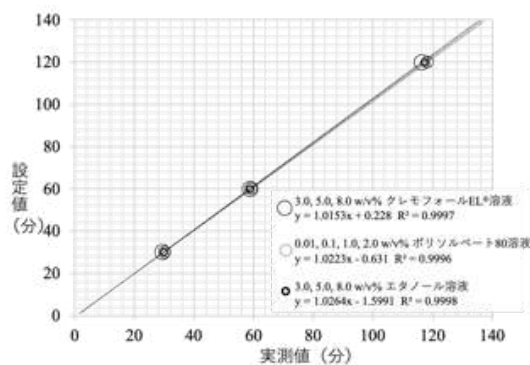


Fig. 9. Influence on the administration rate of the peristaltic finger infusion pump by using pharmaceuticals containing surfactants and ethanol

6. おわりに

輸液療法を安全に安心に実施することを一つとつても、薬剤師は、広範囲な知識を必要とすることを示した。

医療機器は、日々改善されており、また医薬品も日々新たなものが上市されてくる。

薬剤師は、医薬品のみの知識から、その医薬品を適正に使用するための医療機器まで注意を払い、知識を持つ必要がある。

また、重要であると考えられるのは、輸液セットや輸液ポンプを取り扱う医療スタッフの手技に、安全・安心が依存する可能性が高いことである。輸液ポンプをはじめとする医療機器を取り扱う場合には、医薬品や添加剤の特性に合わせた使用方法を推進するだけでなく、医療スタッフの取り扱い手技をはじめとする医療機器の適正使用について、薬剤師が積極的に関与し、他の医療スタッフに注意喚起と情報提供していく必要がある。

今後は、薬学教育の中にも、「医療機器学」の講義を積極的に取り入れ、医薬品の適正な投与に向けて、投与に関わる医療機器の原理を知ることにも必要だと考える。

引用文献

- [1] 独立行政法人医薬品医療機器総合機構(PMDA), 医薬品・医療機器等安全情報 No235, 2007年4月.
- [2] 独立行政法人医薬品医療機器総合機構(PMDA), 医薬安発第1017002号, 2002年10月.
- [3] 厚生労働省医薬局, 1.DEHPを溶出ししない輸液セット、カテーテル等の医療用具について, 医薬品・医療用具等安全情報 No.189, 2003年5月.
- [4] 名徳倫明, 輸液製剤の特徴から見た輸液ライン管理の在り方, *静脈経腸栄養*, **29**, 717-724 (2014).
- [5] 山之内恒明, 青野珠可, 三村泰彦, 足立伊佐雄, 角田美鈴, 長澤智子, 森田未香, 矢野彩子, 林史朗, 大門良男, 輸液容器及び輸液セットにおけるインスリン吸着とその防止, *医療薬学*, **27**, 583-588 (2001).
- [6] 倉本加代, 青山隆夫, 杉浦宗敏, 清野敏一, 山田安彦, 伊賀立二, GCSF製剤 (ナルトグラスチム) の持続注入にお

- けるシリンジへの吸着とその対策, *医療薬学*, **29**, 691-697 (2003).
- [7] ミリスロール®注, インタビューフォーム, 日本化薬株式会社, 2014年8月改訂(改訂第8版).
- [8] ニトロール®点滴静注, インタビューフォーム, エーザイ株式会社, 2014年7月改訂(改訂第9版).
- [9] 中島信一郎, 河野健治, 中澤一純, 名執葉子, 輸液セット中でのジアゼパムの含量低下, *病院薬学*, **15**, 49-54 (1989).
- [10] 河野健治, 松永昭, 中澤一純, 小松礼佳, 中島新一朗, ミダゾラムのプラスチック容器あるいは輸液セットへの吸着に与える pH の影響, *病院薬学*, **18**, 449-453 (1992).
- [11] 厚生労働省, 医薬品・医療用具等安全性情報 No.182, 2002年10月.
- [12] 伊藤理恵, ポリ塩化ビニル医療機器から溶出する DEHP および代替可塑剤, *星薬科大学紀要*, **55**, 9-17 (2013).
- [13] 松原肇, 矢後和夫, 輸液フィルターへの薬剤の吸着, *静脈経腸栄養*, **24**, 1169-1174 (2009).
- [14] 稲毛治夫, 加藤裕久, 石舟重之, 古泉秀夫, 下川正見, 松下竹次, 江木晋三, エトポシド注射剤のファイナルフィルターへの影響, *病院薬学*, **19**, 353-357 (1993).
- [15] 平成 26 年度学術委員会学術第 1 小委員会報告, *日病薬誌*, 第 51 巻 9 号, 1045-1063 (2015).
- [16] 大村知子, 藤澤浩美, 室親明, 山下典子, 黒田訓宏, 濱口常男, 門林宗男, 輸液ポンプ使用時のパクリタキセル注射溶解の点滴速度に影響する要因について, *医療薬学*, **34**, 467-473 (2008).
- [17] テルフュージョン輸液ポンプ TE-161S, 添付文書, テルモ株式会社, 2009年4月改訂.
- [18] テルフュージョン輸液ポンプ 28, 添付文書, テルモ株式会社, 2009年4月改訂.
- [19] 医薬品医療機器総合機構 PMDA 医療安全情報, No.21, 2011年1月.
- [20] 谷口亮央, 橋本佳苗, 佐藤雄樹, 小林龍, 柴波明男, 室橋高男, 妻木良二, 輸液ポンプ使用時におけるミコナゾール注射液の点滴速度への影響, *医薬品情報学*, **9**, 269-273 (2008).
- [21] 土屋明美, 町田昌巳, 齊藤雅昭, 萩原正和, 小池秀和, 小林大志朗, 牧野武雄, 柴山勝太郎, タクロリムス・シクロスポリン注射液は正確に投与できるか輸液ポンプ使用時における投与誤差の検討, *今日の移植*, **13**, 173-175 (2000).
- [22] 木村利美, 黒山政一, 加賀谷肇, 輸液剤の点滴速度に与える添加薬剤の影響, *外科と代謝・栄養*, **26**, 159-165 (1992).
- [23] 金沢久男, 高嶋宏悦, 大久保正, 輸液と総合ビタミン注射剤の混合により TPN 投与セットにおける滴下速度の減少にもたらす原因の解明, *医療薬学*, **29**, 159-164 (2003).
- [24] 橋本大佑, 加賀順二, 藤田佳代子, 岩本哲史, 各種輸液剤の滴容量と変動要因, *医療薬学*, **35**, 167-176 (2009).
- [25] 梅村雅之ほか, 輸液ポンプおよび輸液チューブが点滴速度に及ぼす影響, 第 21 回日本医療薬学会年会講演要旨(神戸), p 265 (2011).
- [26] 幸保文治, タキソール注の投与に用いられる点滴用器具, *新薬と臨床*, **52**, 1000-1008 (2003).
- [27] タキソール®注射液, インタビューフォーム, プリストルマイヤーズ株式会社, 2012年9月改訂(改訂第7版).
- [28] 梅村雅之, 大野裕之, 重野克郎, 畠山和人, 矢野享治, 森智子, 脇屋義文, 輸液セットの装着手技が流量制御式輸液ポンプの投与速度の精度に及ぼす影響, *医療薬学*, **39**, 459-464 (2013).