

【 報 告 】

高気圧治療によって生じる可能性のある身体内への空気混入についての点滴シミュレーション実験

山見信夫¹⁾²⁾ 鎌田桂¹⁾²⁾ 眞野喜洋²⁾

日本高気圧環境・潜水医学会安全対策委員会¹⁾
同 理事会²⁾

A simulated drip infusion in hyperbaric chamber that can result in air bubble formation in vein.

Nobuo Yamami¹⁾²⁾, Katsura Kamada¹⁾²⁾, Yoshihiro Mano²⁾

1) Japanese Society for Hyperbaric Medicine, Safety Committee

2) Japanese Society for Hyperbaric Medicine, Director Board

目的

点滴を行っている患者の高気圧治療については、いくつかの注意点がある。今回、高気圧治療によって生じる恐れのある身体内への空気混入についてのシミュレーションを行ったので報告する。

方法

実験に使用した製品：500mlの点滴ボトル6製品(①～⑥)について検討した。

①「ハルトマン液」ポリエチレン製，ニプロファーマ(株)，②「ソリタT3号」ポリプロピレン製，味の素ファルマ(株)，③「ソラクト」エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂製，テルモ(株)，④「ラクトリンゲル液」ポリエチレン製，扶桑薬品工業，⑤「ラクテック注」ポリプロピレン製，大塚製薬(株)，⑥「リンゲル液」ポリプロピレン製，大塚製薬(株)の製品である。輸液セットについては、エア針を必要としないフィルター付きの輸液セット、いわゆる「エア針一体型」と呼称されるJE-A821L輸液セット(株)JMSを使用した。

(株)JMS社製エア針一体型輸液セットの空気流入部の構造：空気流入部にはフィルターが付いており、外から外気がルート内に一方通行で流れ込み、内容液が外に漏れ出ないように弁状構造になっている。フィルターは、疎水性メンブレンフィルターで、口径は2 μ 、材質

は不織布 (PTFE/PET, 不織布ラミ)である。

実験の手順：高気圧暴露前に、自然滴下にてボトル内の液量が100ml残存したところでローラークレンメを完全に閉じ、その後、高気圧に暴露し、ボトルの形状を観察した。また、暴露後にそれぞれの輸液セットの一端(点滴ルートの先端)を水槽へ浸けて、ローラークレンメを解放した。その際に噴出される空気量を測定した。静脈圧は、通常6—20mmHgとされているため、測定は、点滴ルートの一端を水中圧30cmH₂Oの位置に設置して行われた。

高気圧暴露のテーブルはHBO#2(2.0ATA, 加圧10分, 保圧60分, 減圧20分)を採用した。

結果

①, ②, ③および④の4製品では、高気圧暴露前の自然滴下中、プラスチックボトルの形状が大きく変形し、加圧によって圧縮され、減圧後は、ほぼ減圧前の形状に戻った。

⑤と⑥の2製品では、ボトル内の輸液400mlを自然滴下させた後もボトルの形状変化は少なく、加圧中にいくらか圧縮されたが、一方向弁から空気が流入し、形状はある程度保たれた。また、保圧中も少しずつエアが入っていき、減圧によってボトルが徐々に膨張し(パンパンになり)、減圧後半には、弁より内容液が漏れ

表1 空気の排出量

製品名	流出した空気の量(ml)
①ハルトマン液(ニプロ)	0
②ソリタT3号(味の素)	0
③ソラクト(テルモ)	0
④ラクトリンゲル液(扶桑)	0
⑤ラクテック注(大塚)	385.4±8.2
⑥リンゲル液(大塚)	343.6±22.4

出てくるものがあつた(5セット中1セット)。

高気圧暴露後にそれぞれの輸液セットの一端を水槽へ浸けローラークレメを開放すると、①、②、③および④では、残量の100mlが滴下されるだけで、いずれも空気の排出は観察されなかった。

⑤と⑥では、それぞれ100mlの滴下後、385.4±8.2mlと343.6±22.4mlの空気が排出(噴出)した(表1)。

考察

点滴ボトルには、ソフトバック、プラスチックボトル、ガラス製などがある。ソフトバックは、エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂などで作られており、一般に、エア針を必要としない。プラスチックボトルの材質には、ポリエチレンやポリプロピレンなどがある。ポリエチレン製のボトルは、エア針を必要としないものが多いが、ポリプロピレン製については、ポリエチレンより一般には硬いため、通常、エア針を必要とする。しかし、ソリタシリーズのように、ポリエチレン製であっても、軟らかく作られているものは、エア針を必要としない。見た目は、ポリエチレン製のものは、少々曇って見える製品が多く、ポリプロピレン製のもの(大塚製薬の製品など)では曇りのないものが多い。ガラス製品は、一般に曇りはない。ガラス製品についてはエア針が必要である。その他、環状オレフィンコポリマー製のものもある。

当実験で、空気排出が認められた点滴ボトルの材質はポリプロピレンであるため、ポリプロピレン製の製品について気をつけるべきとも考えられる。しかし、前述したようにポリプロピレン製であってもソリタT3号のように空気の排出を認めないものもある。2005年11月現在の調べでは、ポリプロピレン製の製品は、ニプロ

ファーマ(株)に1品目、味の素ファルマ(株)に12品目、テルモに31品目、扶桑薬品工業に1品目、大塚製薬に18品目あり多数販売されている(材質が混ざっているものもある)。

点滴ボトル、点滴セットと高気圧暴露、それぞれの相性の問題も考えなければいけない。ソフトバックにエア針一体型輸液セットを付けて高気圧暴露させても、今回の実験からは問題が認められなかった(ボトル③)。ポリエチレン製のプラスチックボトルにエア針一体型輸液セットを付けて高気圧暴露させても、やはり今回の実験からは問題は生じていない(ボトル①④)。ポリプロピレン製のプラスチックボトルは、軟らかいものであればエア針一体型輸液セットとともに使用しても問題はないが(ボトル②)、硬めのボトルに用いると、空気の排出が認められ問題が生じている(ボトル⑤⑥)。

エア針一体型輸液セットは、(株)JMS以外にも、ニプロ(株)、テルモ(株)から販売されている。

当実験では検証していないが、エア針を用いた点滴の場合(ボトルの所定の場所にエア針を刺した場合)であっても、減圧時にボトル内の空気が膨張すれば、エア針より点滴ルートのほうが抵抗が少ないため、ルートのように空気が流れ、患者に注入される可能性が高い(エア針を深く刺すか浅く刺すかも関係するかもしれない)。エア針をボトル壁に直接刺した場合は(清潔上の問題があるが)、減圧時にボトル内の空気がエア針を通して外に排出するため問題を生じにくい。

以上の実験による現象、および販売されている製品の現状を考慮すると、高気圧治療の際、エア針一体型の輸液セットを使用しないことが安全管理上はよいのではないかと考える。

結論

高気圧治療中の患者に対して、エア針一体型の輸液セットを使用すると、身体内に空気が混入する可能性があるため、使用するべきではないと結論付けたい。