

主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：

橋本 一樹

専攻分野：放射線医学

コース：

指導教授：三村 秀文

主論文の題目：

Effects of Different Mixing Agents on the Stability of Sodium Tetradecyl Sulfate (STS) Foam: An Experimental Study.

(薬剤の混和が STS フォーム硬化剤の安定性に与える効果について)

共著者：

Barry Uchida, Masahiro Horikawa, Hidefumi Mimura, Khashayar Farsad

緒言

フォーム（泡状）硬化剤は 2000 年以降、下肢静脈瘤や静脈奇形の硬化療法に広く用いられるようになってきているが、使用する硬化剤や混和する気体の比率に定まったものはない。さらには、X 線透視下で硬化療法を行う場合に視認性向上を目的としてヨード造影剤を混和することがあるが、これがフォーム硬化剤の動的性質に影響を与えることが示唆されている。そこで今回我々はヨード造影剤や気体の種類がフォーム硬化剤の安定性に与える影響を動的なチューブモデルを用いて検討した。

方法・対象

STS(Sodium tetradecyl sulfate; FIBRO-VEIN 3%)を用いて以下の 3

種類のフォーム硬化剤を作成した；①Air-foam ②CO₂-foam ③ Contrast-air-foam

①は空気と STS、②は CO₂ と STS、③は空気とヨード造影剤（イオヘキソール）と STS の 3 者を混和して作成した。液体と気体の混和比率は 1:7 とし、③のみヨード造影剤と STS を 1:2 で混和したのち、7 倍量の空気と混和した。

代用血液（蒸留水 70%+グリセロール 30%）で満たされた 2 種類の内径のチューブ（4mm, 10mm）をそれぞれ 25 度、5 度の傾きにセットし、挙上した下肢の静脈瘤モデルとした。チューブ下端からフォーム硬化剤を注入してビデオ撮影を行い、形成されるフォーム柱の長さを画像解析プログラムを使用して半自動的にグラフにプロットした。フォーム柱が消退するグラフ後半部の下降曲線の傾きを最小二乗法を用いて算出し、これの絶対値を Degradation rate (DR)、DR の逆数を Dwell time (DT) と定義した。それぞれのチューブにつき、3 群間で DT を比較した。統計は分散分析（ANOVA）と Tukey HSD test を用い、P 値が 0.05 未満を有意とした。

これとは別に作成した直後のフォーム硬化剤を光学顕微鏡で観察した。

結果

4mm チューブに注入されたフォーム硬化剤はチューブ内で浮揚せずにフォーム柱を形成し、代用血液を押し出した。注入完了後は柱の頂点から泡が崩壊し、柱の長さが徐々に短くなる形で消退した。

一方、10mm チューブに注入されたフォーム硬化剤は短い時間のみフォーム柱を形成したものの、すぐにチューブ内で浮揚し上壁に沿って広がった。

DT は 4mm チューブの Contrast-air-foam が最も長く、続いて Air-foam, CO₂-foam の順であった ($P \leq 0.001$)。10mm チューブでは Contrast-air-foam と CO₂-foam の間でのみ有意差が見られた ($P = 0.0167$)。

光学顕微鏡での観察では、3 種類とも泡のサイズが $500\mu\text{m}$ 以下でおおむね同等であった。

考察

STS フォーム硬化剤はヨード造影剤の混和により有意に安定性が向上した。これは Li らがポリドカノールとヨード造影剤を用いて示した結果と一致した。ヨード造影剤は粘調性が高いことから、フォームの安定性に影響を及ぼすと推測される。

フォームの安定性が向上することにより病変壁への接触時間が長くなれば治療効果にも影響することが期待される。③の Contrast-air-foam は STS の濃度は他の 2 者と比較して薄い、ヒト静脈標本を用いて STS の上皮障害を評価した報告によると 0.5~3%の STS では差が見られなかったことから、多少の濃度変化は大きな問題にならないと考えられる。造影剤を混和した硬化剤が上皮細胞に与える障害の程度については、病理標本等を用いて検討することが今後の課題である。

硬化剤そのものやフォームの安定性は様々な因子によって影響されることが知られている。血中タンパク質は硬化剤の失活と関係し、フォームの安定性は液体／気体比、シリンジの材質、気温、フォーム作成から注入までの時間などに関連する。よって今回得られた結果が *in vivo* でも再現できるかどうかの検証を行う必要がある。

結論

Air とヨード造影剤の混和が STS フォーム硬化剤の安定性を改善する。