

豚静脈血管を用いた血液浄化用カテーテルの評価システムの開発

新潟医療福祉大学臨床技術学科・高橋良光

【背景】

血液浄化用カテーテル（以下カテーテル）は緊急時のバスキュラーアクセスとして、救急領域や急性期領域の血液浄化療法において汎用されている（図1）。今日、へばりつき現象はカテーテルを用いた臨床上の大きな問題となっている。へばりつき現象は図2に示す通り、カテーテル先端が血管壁に吸いつき脱血できなくなる現象で、血液を体外へ取り出すことができなくなるため、安定治療が困難となることが問題である。カテーテルの機能評価は主に in vitro/ex vivo で検討されているが、このへばりつき現象を良好に再現できる実験系が存在しないため、その発症を効率的に予防しうるカテーテルは未だに開発されていないのが現状である。



図1 カテーテルの全体像



図2 先端部のへばりつき現象発生時の様子
へばりつき現象の定義は、DLCの血流量が血管壁を吸引し0mL/minとなった場合とした。

【方法】

対象とする血管の条件について、種類は天然ゴム製の擬似血管およびブタ静脈血管、直径は約10mm、長さは約200mmとした。実験システムは、血液浄化装置DCS-26と血液回路を用いて作製した（図3）。生体を模擬した回路の一部は、対象血管に置換しカテーテル先端が対象血管内に留置されるように挿入した。回路内はグリセリン溶液（50%）を充填し37℃一定で循環させた。この条件下で、天然ゴムと豚静脈血管のへばりつき現象の発生頻度の違いについて検討した。

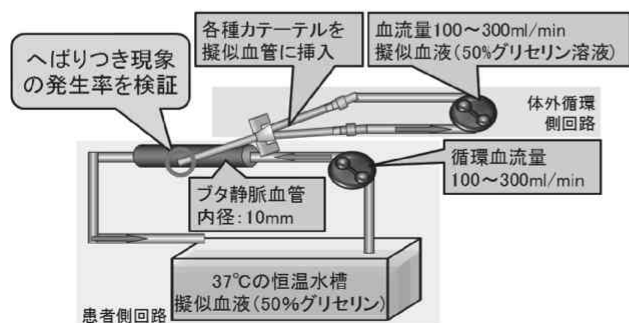


図3 実験システムの概要

【結果】

準備した実験系でトラブルなくへばりつき現象を ex vivo で評価することができた。豚静脈血管を用いた実験システムは、天然ゴムを用いた場合と比較すると明らかにへばりつき現象の頻度が高かった。



図4 へばりつき現象の発生回数

Niagara Slim および Gam Cath を用いたへばりつき現象発生回数の実験結果を図4に示す。Niagara Slim について、天然ゴムを用いた場合は一度もへばりつき現象を認めなかったが、ブタ血管を用いた場合は10回中8回認めた。一方で、Gam Cath について、天然ゴムを用いた場合は一度もへばりつき現象をみとめなかったが、ブタ血管を用いた場合は10回中10回認めた。へばりつき現象の発生回数にばらつきを認めるものの、同様の傾向を示した。

【考察】

ブタを用いた実験はヒトと類似性が高いとされている。また食肉加工用に屠殺されるブタを転用することは動物愛護の観点からも一つの利点として挙げられる。

Niagara Slim と Gam Cath 共に Qb の変化および Qv の変化で差異は認められたものの、ブタ血管を用いた場合は全ての条件でへばりつき現象を認めた。一方で天然ゴムは Qb100mL/min の条件ではへばりつき現象を一度も認めなかった。この条件は実際に臨床で用いられている血液流量であり、臨床ではしばしば脱血トラブルが発生しているという事実を鑑みると、やはり天然ゴム製の擬似血管は実際の生体の血管を忠実にシミュレートしているとは考えにくく、ブタ血管を用いた系で初めてより生体に近い環境が再現されたものと考えられる。この差異は主に二つの素材のヤング率の違いに帰すのであろう。もう一つの違いは表面性状である。ミクロの視点ではブタ血管内腔は凹凸が軽微で天然ゴムに比較してつるつるしているため、DLC 開口部との密着性が高い。これがブタ血管にへばりつき現象が多発するもう一つの原因である可能性がある。これもまた、ブタ血管を用いたことで生体の血管をより忠実に再現できたものと考えている。

【結論】

ブタ血管を疑似血管として用いた実験的体外循環回路を開発した。この系において DLC の評価を行うことによって、より生体に近い状態を再現できる可能性が示唆された。