

## HyperEye Medical System (HEMS) を用いた ICG 蛍光造影法—内シャント造設術への応用

みつ い よう ぞう<sup>1)</sup> あり ち なお こ<sup>1)</sup> お がわ こう へい<sup>1)</sup>  
 三 井 要 造<sup>1)</sup> 有 地 直 子<sup>1)</sup> 小 川 貢 平<sup>1)</sup>  
 なが み た いち<sup>1)</sup> あん じき はる き<sup>1)</sup> こ いけ ち あき<sup>1)</sup>  
 永 見 太 一<sup>1)</sup> 安 食 春 輝<sup>1)</sup> 小 池 千 明<sup>1)</sup>  
 ひら おか たけ お<sup>1)</sup> す むら まさ ひろ<sup>1)</sup> ほん だ さとし<sup>1)</sup>  
 平 岡 毅 郎<sup>1)</sup> 洲 村 正 裕<sup>1)</sup> 本 田 聡<sup>1)</sup>  
 やす もと ひろ あき<sup>1)</sup> しい な ひろ あき<sup>1)</sup> い がわ みき お<sup>2)</sup>  
 安 本 博 晃<sup>1)</sup> 椎 名 浩 昭<sup>1)</sup> 井 川 幹 夫<sup>2)</sup>

キーワード：バスキュラーアクセス, indocyanine green (ICG),  
内シャント, arteriovenous fistula (AVF)

### 要 旨

Indocyanine green (ICG) 蛍光を明視野のカラー画像として描出が可能な HyperEye Medical System (HEMS) を、内シャント (arteriovenous fistula: AVF) 造設術へ応用した。

2011年12月から2012年2月の間に AVF を作成した5例を対象とした。術前および血管吻合終了直後に ICG を投与し、静脈の走行と AVF の血流動態を評価した。HEMS はカラーモニタ上で ICG 蛍光をリアルタイムに描出し、全例で従来のシステムと比較しより詳細な血管走行と、AVF の血流動態把握に有用であった。さらに明視野で観察することにより、血管と周囲組織の関係も容易に確認可能であった。

AVF 造設術における ICG 蛍光造影法は、HEMS を用いることでより有用な手技になりうる。

### 緒 言

Indocyanine green (ICG) は生体内で血漿タンパクと結合し、強い近赤外線領域の蛍光を発するが<sup>1)</sup>、ICG 蛍光造影法はこの蛍光を CCD カメ

ラで観察する手技である。われわれは、これまで内シャント (arteriovenous fistula: AVF) 造設術やシャント瘤手術における ICG 蛍光造影法の有用性を報告してきたが<sup>2,3)</sup>、これまで当院で使用したカメラシステムは術場の消灯が必要であり、カラー可視光の同時撮影ができない欠点を有していた (図1)。今回、ICG 蛍光を明視野のカラー画像として描出が可能な HyperEye Medical

Yozo MITSUI et al.

1) 島根大学医学部泌尿器科 2) 島根大学附属病院  
連絡先：〒693-8501 出雲市塩冶町89-1

表1 5症例の詳細と結果

No	年齢	原疾患	VA 作成歴	VA 作製部位	ICG 蛍光造影法による評価	
					静脈走行の確認	シャント血流の確認
1	80	CGN	再建	左肘部	良好	良好
2	78	DM	初回	右前腕	良好	良好
3	76	CGN	初回	左前腕	良好	良好
4	88	MC	初回	左肘部	良好	良好
5	79	DM	初回	左前腕	良好	良好

VA, バスキュラーアクセス; ICG, インドシアニンググリーン; CGN, 慢性糸球体腎炎; DM, 糖尿病; MC, 微小変化群

System (HEMS) (瑞穂医科工業社製)の臨床応用が可能となり AVF 造設術へ応用したので、その初期成績を報告する。

### 対象と方法

対象は2011年12月から2012年2月までの期間に、血液透析用バスキュラーアクセス (VA) として当科で AVF 作成術を施行した血液透析導入症例4例と、維持透析中に VA 再建が必要であった1例の合計5例。年齢は76-88歳 (平均80歳)、性別は全例男性であり、透析導入の原疾患は、糖尿病性腎症と慢性糸球体腎炎が各2例、微小変化群が1例であった (表1)。患者及びその家族に手技、薬剤の副作用を説明し、紙面上同意を得た。

まず AVF 作成前評価として、従来法<sup>3)</sup>と同様に ICG 25 mg/ 5 ml 1バイアルを生理食塩水10 ml で溶解後、1 ml を末梢血管から全身投与し、AVF 作成予定部位の上肢を HyperEye Medical System (HEMS) (瑞穂医科工業社製: 図2) で観察した。続いて AVF 作成直後の血流動態は、ICG 溶液を26ゲージ針で吻合部中枢側の動脈に直接注入し、同様に HEMS で評価した。

### 結 果

表在静脈の ICG 蛍光は ICG 全身投与後約30秒で観察され始め、数分後に完全に消失する<sup>3)</sup>。従って、この間に HEMS を用いて静脈の走行を評価した。表1に結果の詳細を示す。表在静脈の走行

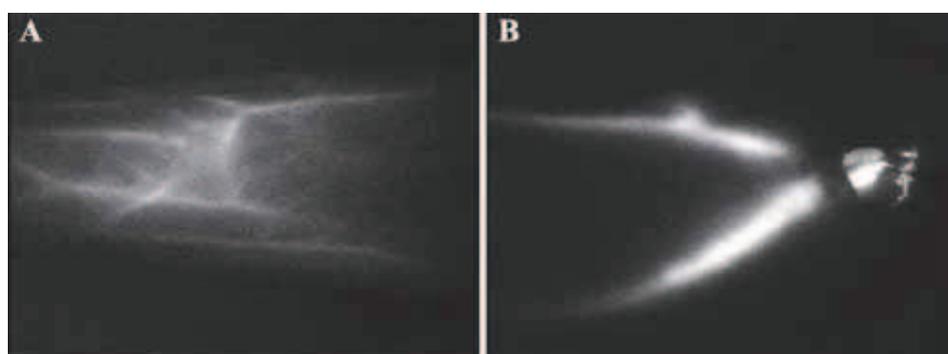


図1 従来法による内シャント ICG 蛍光造影法  
A: 術前表在静脈の評価 B: AVF 作成直後の血流動態の評価



図2 HyperEye Medical System (HEMS)  
(瑞穂医科工業社製)

は、HEMS を用いることで肉眼所見と比較し、リアルタイムでより鮮明に把握可能となった (図3 A, B)。HEMS により得られた静脈の連続性や途絶部位の有無などの情報を考慮し、症例1,

4は左肘部, 症例2は右前腕, 症例3, 5は左前腕でAVFを作成した。動静脈吻合直後の血流評価では、全例 ICG の注入と同時に強い蛍光をシャント化血管に認めその後速やかに消退したため、AVF の血流は良好と判断した (図3 C, D)。さらに、HEMS を用いること明視野かつカラー画像での評価が可能になり、従来法 (図1) と比較し血管と周囲組織の関係の把握が容易であった。なお、ICG 投与に伴う副作用は、全例で見られなかった。

## 考 察

血液透析に用いるVAには、①穿刺が容易である、②十分な血流量が確保できる、③長期的に良好な開存性を有する、以上の3つの条件が必須である<sup>4)</sup>。VAにはAVFの他に、arteriovenous graft (人工血管による動静脈瘻)、動脈表在化、留置カテーテルがあるが、AVFが最も上記条件



図3 HEMS による ICG 蛍光造影法

A : 左前腕の肉眼的所見。B : AVF 作成前に表在静脈の走行を HEMS で確認した。C : AVF 作成直後に橈骨動脈に ICG を注入。D : HEMS により、シャント化静脈を流れる血流を ICG 蛍光としてリアルタイムに確認した。

を満たしており、本邦では血液透析患者の9割で、AVFが選択されている<sup>5)</sup>。血液透析において適切なAVFを作成し、良好な状態で維持することは、長期的かつ円滑な透析を維持する上で非常に重要である。

適切なAVFを作成する上で、VA作成前の血管評価は非常に重要であり、静脈径が細い症例や深い部位を走行している症例では、超音波検査による評価が推奨される。血管造影は超音波検査以上の情報が得られるが、侵襲性が高く、中心静脈狭窄が疑われる症例など必要に応じて施行されることが多い。一方、ICG蛍光造影法は低侵襲で被爆が無い安全な検査法であり、得られた画像を繰り返し確認できる利点を有している<sup>3)</sup>。今回われわれは、ICG蛍光造影画像を明視野のカラー画像で確認することで、より詳細に表在血管の走行が把握可能であることを示した。従ってAVF作成前の血管評価におけるICG蛍光造影法は、HEMSを用いることでより有用な手技になると考える。

AVFを良好な状態で維持するためには、VAの適切なモニタリングとサーベイランスが非常に重要なポイントとなる。VAの理学所見(視診・

触診・聴診)は、特別な機器を必要としない簡便かつ基本的なモニタリング法である。一方、定期的に特定の検査法を用いるVA管理(サーベイランス)も近年普及しており、血流量測定、再循環率、実血流量測定、静的静脈圧測定などがそれにあたる<sup>6)</sup>。特にVAの血流量測定はVAの閉塞予防や透析効率の評価に有効であり、クリットラインによる希釈法に加え、近年では超音波希釈法により測定が可能である。今回われわれは、HEMSによるICG蛍光造影法が術中のAVF血流動態の把握に有用であることを示したが、その評価は視覚によるものであり客観性に乏しい。しかし、本手技は同時にVAの形態評価を可能にするため、今後蛍光輝度の定量化による客観的評価が実現すれば、VAのモニタリングとサーベイランスにおいて、有用な検査になりうると考える。

## 結 語

AVF造設術におけるICG蛍光造影法は、明視野かつカラー画像で捉えるHEMSを用いることで有用性が増し、今後蛍光輝度の定量化が実現すれば、さらに汎用性が高まるであろう。

## 文 献

- 1) Barker, K.J.: Binding of sulfobromophthalein (BSP) sodium and indocyanine green (ICG) by plasma alpha-1 lipoprotein. Proc. Soc. Exp. Biop. Med. 122: 957-963, 1966.
- 2) 三井要造・他: シャント瘤切除術に先立ちインドシアニングリーン(ICG)蛍光造影法にて血管走行を確認し得た1例. 腎と透析 69: 708-710, 2010
- 3) 三井要造・他: 血液透析用内シャント作成に対するインドシアニングリーン(ICG)蛍光造影法の応用. 西日本泌尿器科 73: 475-481, 2011
- 4) 日本透析医学会: 慢性血液透析用バスキュラーアクセスの作製および修復に関するガイドライン. 日本透析医学会雑誌 44: 855-937, 2011
- 5) 日本透析医学会統計調査委員会: わが国の慢性透析療法の実状(2008年12月31日現在), 2009
- 6) 春口洋昭: 【KDIGO 診療ガイドラインを知る】バスキュラーアクセス. 腎と透析73: 577-583, 2012