
手術 第65巻 第4号 平成23年4月15日発行 別刷

Operation

特集 センチネルノード—各領域の進歩—

Hyper Eye Medical System を用いた 乳癌センチネルリンパ節生検手技

杉本 健樹 花崎 和弘 佐藤 隆幸

金原出版株式会社

Hyper Eye Medical System を用いた 乳癌センチネルリンパ節生検手技

杉本 健樹* 花崎 和弘*² 佐藤 隆幸*³

はじめに

乳癌のセンチネルリンパ節同定法として、もともと標準的な色素法とラジオアイソトープ (RI) 法に加え、インドシアニングリーン (ICG) の近赤外線蛍光を可視化する特殊なカメラを用いた方法はすでに実用化されている¹⁾²⁾。既存のシステムのなかで、本邦で乳癌センチネルリンパ節生検に汎用されているのは浜松ホトニクス社製の近赤外線カメラシステム Photo-dynamic Eye (PDE) である。このシステムは ICG 近赤外線蛍光を暗視野でモノクロの画面上に描出する。このため、蛍光を観察する際には手術室の消灯が必要であることや蛍光を発するリンパ管・リンパ節は可視化できるもののモノクロ画面では周囲組織の観察は十分に行えないことなどから、リアルタイムの手術ナビゲーターとしては不満の残る部分がある。

われわれは、近赤外線に対して超高感度の CCD センサーと可視光を減弱させる特殊な光学フィルターを組み合わせることで、明視野のカラー画面に ICG 近赤外線蛍光を描出できる近赤外線蛍光カラーカメラシステム hyper eye medical system (HEMS) (瑞穂医科工業製) を開発し

* Takeki SUGIMOTO 高知大学外科学講座外科 1

*² Kazuhiro HANAZAKI 同外科 教授

*³ Takayuki SATO 高知大学医学部 循環制御学 教授

key words

センチネルリンパ節生検, ICG 近赤外線蛍光, カラー画像

た。すでに、試作機の心・血管外科領域での有用性を報告し³⁾、ICG 近赤外線蛍光の医療応用の分野では高い評価を受けている⁴⁾。

このカメラシステム HEMS を用い 2007 年 4 月からすでに 200 例以上のセンチネルリンパ節生検を行い、センチネルリンパ節の同定率は 100% を保っている。また、従来から行っていたインジゴカルミンを用いた色素法と ^{99m}Tc スズコロイドを用いた RI 法を同時に行い、HEMS の有用性について検討してきた。

今回は、近赤外線蛍光カラーカメラシステム HEMS を用いた ICG 近赤外線蛍光による乳癌センチネルリンパ節生検の実際の手技についてカラー写真を供覧して詳述する。

I. Hyper eye medical system (HEMS)

HEMS はカメラ部分とそれを支えるアームおよび操作パネルを備えた本体とモニターから構成されている (図 1a)。カメラ部分は超高感度 CCD センサーを入れた鏡体の前面に特殊レンズを中心にリング状に励起光を発する LED を配列し、術野を照らすための手元照明としてそのリング内に 4 個の赤外線をカットした LED を配置している (図 1b)。本体前面にある操作パネルは、レンズの焦点、ズーム、絞り、励起光および手元灯のオンオフと強弱の調節、SD カードへの録画

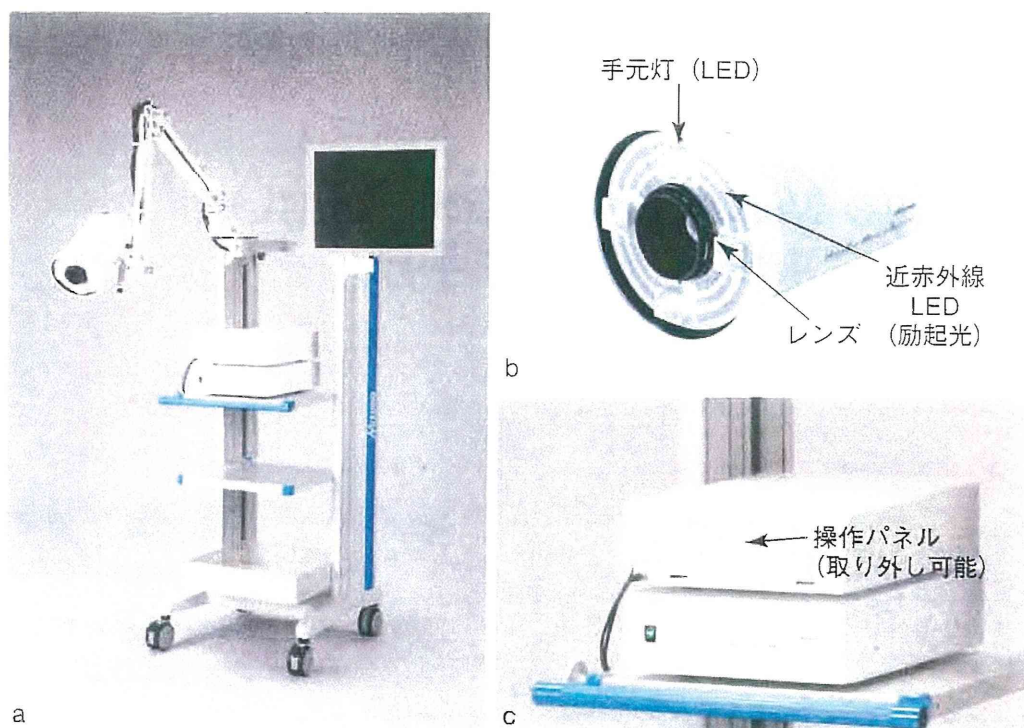


図1 近赤外蛍光カラーカメラシステム Hyper eye medical system (HEMS)

a) HEMS 概観。b) 本体部分。c) カメラ部分。



図2 HEMS を用いたセンチネルリンパ節生検

HEMS のカメラは術者の肩越しに、術野から 50 cm 程度離れたところに設置している。

を操作することができる (図 1c)。操作パネルは着脱が可能で、専用の清潔なドレープで覆うことで術野での操作も可能となっている。

II. 手術手技

1. 術前処置

手術前日に乳輪縁皮下に 99 mTc スズコロイドを注入し、手術開始前にガンマプローブを用いて約 3 cm 長の予定皮切線をマーキングする。

その後、消毒および敷布掛けを終えたのち、術

者の肩越しに HEMS のカメラを設置し、ホワイトバランスの調節と設定位置でのカメラの焦点合わせを行う。HEMS 本体に付属するモニターは主に助手および介助者用で、術者は外部出力ケーブルを接続し対側にモニターを設置して、その画面を見ながら手術を行うほうが手術操作はスムーズである。HEMS のワーキング・ディスタンスは 50 cm 以上と長く、拡大機能があるため、近赤外蛍光の観察のためにカメラ自体を術野内に持ち込み術者もしくは助手が手で持って清潔操作を行う必要はない。

2. ICG の注入とリンパ管の観察

濃度 5 mg/ml の ICG 0.5~1 ml を 3~4 カ所に分け乳輪縁の皮膚直下に注入する。注入直後からカラーモニター上に腋窩に向かうリンパ管のルートが明視野で観察できる (図 3a)。センチネルリンパ節の位置や個数を推定するために体外からより詳細にリンパ管の走行を観察する場面では暗視野が必要な場合もある。この段階では、手術室の照明を切って観察を行うこととしている (図 3b)。HEMS の初期モデルで行った 72 例の検討では、95% が RI 法でマーキングした予定皮切線



図3 インドシアニングリーン (ICG) の注入と体表からのリンパ管の観察

a) 乳輪皮下に ICG を注入中に、明視野でリンパ管が観察される。

b) 暗視野ではより詳細なリンパ管の観察が行える。腋窩に向かうルートはラジオアイソトープ (RI) 法でマークした皮膚切開予定線の直近まで体表から観察できる。

の 2 cm 以内までリンパ管を観察することができている (未発表データ)。

3. 皮膚切開と皮下の処置

メスで約 3 cm の皮膚切開を入れたのち、電気メスで皮下の脂肪織を切開し、筋鉤で皮下組織を開排すると浅胸筋膜の表面が露出する。モニター上では筋膜の直下に発光する構造を認めるが、筋膜での反射により蛍光はぼんやりとしており、リンパ管やリンパ節そのものを同定することは困難である (図 4)。この時点で、筋鉤を動かし、蛍光のもっとも強い部分を探し、そこで筋膜を切開する。

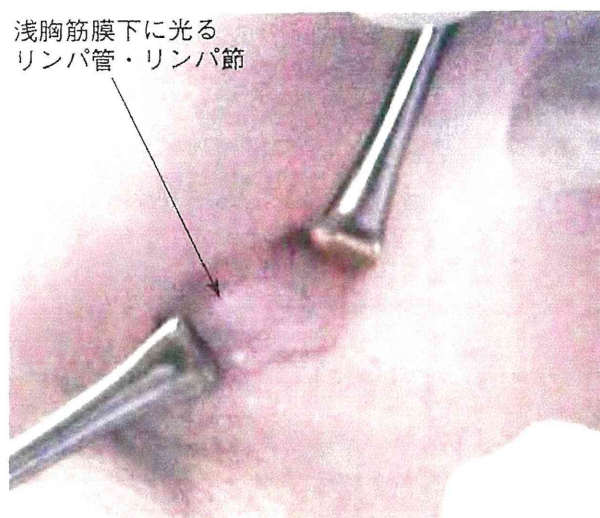


図4 浅胸筋膜の露出と筋膜上からの観察

皮膚切開および皮下脂肪を切離後、筋鉤で鈍的に開排すると浅胸筋膜下に発光するリンパ管・センチネルリンパ節をぼんやりと認める。

4. 流入リンパ管の検索と結紮・切離

浅胸筋膜を切開すると、索状に光るリンパ管が観察される (図 5a)。多くの場合、この表層のリンパ管がセンチネルリンパ節への流入リンパ管である。そこで、このリンパ管を剝離鉗子で拾い上げ (図 5b)、遠位側 (図 5c)、近位側ともに結紮したのち (図 5d)、これを剪刀で切離する。この流入リンパ管の結紮は創内への ICG の流出を予防し、周囲組織が色素で汚染され蛍光を発することがないようにするために必須の手技である。HEMS を用いるとモニター上で容易に流入リンパ管が同定でき、術野とモニターを交互に見ながら手術操作を行うことができる。

5. センチネルリンパ節の同定と摘出

本症例では 2 本目の流入リンパ管を認めたため、これも近位・遠位両側の結紮を行った後に切離している (図 6a)。この結紮された遠位側のリンパ管を牽引しながら周囲組織を剝離していくとセンチネルリンパ節が発光体として認められる (図 6b)。センチネルリンパ節を鉗子等で把持・牽引して (図 6c)、周囲組織を鋭的・鈍的に剝離し (図 6d)、センチネルリンパ節の摘出を行う。流出側にリンパ管が索状の蛍光体として認められ

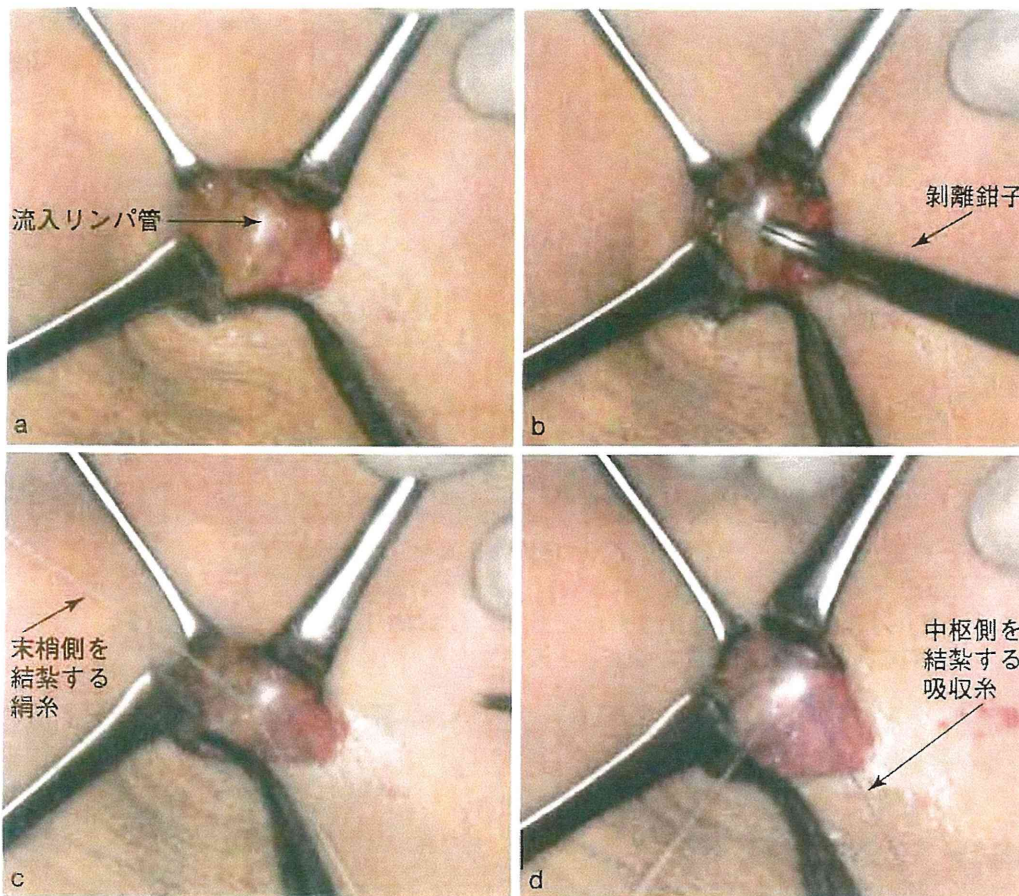


図5 流入リンパ管の結紮・切離

- a) 浅胸筋膜を切開し索状に発光するリンパ管を見出す。
- b) リンパ管の裏側に剥離鉗子を通す。
- c) リンパ管末梢側の結紮（絹糸）。
- d) リンパ管中枢側の結紮（吸収糸）。

る場合は、流入リンパ管と同様、ICGによる術野の汚染を避けるため結紮・切離が必要なこともある。

6. センチネルリンパ節摘出後の確認

センチネルリンパ節摘出後は、創部とセンチネルリンパ節を同時にHEMSで観察し、創内にセンチネルリンパ節と同等に発光する構造がないことを確認し、センチネルリンパ節が複数でないことを確認する（図7）。この際、流入リンパ管を結紮した糸を動かし、近位側が体表から観察したリンパ管のメインルートと連続していること、また、より近位側にリンパ節がないことを確認する。これは、色素法の延長であるICG蛍光法で、センチネルリンパ節を通り抜けたICGによって蛍光を発しているセンチネル以外のリンパ節をセンチネルリンパ節と誤認しないためには必要な確

認であると考えている。

当院では、切除されたセンチネルリンパ節は2 mm スライス毎に標本を作製し、術中迅速病理で転移の有無を判定している。転移陰性の場合には腋窩郭清を省略し、転移陽性の場合には皮膚切開を体格によって5~7 cm まで延長し level II の腋窩リンパ節郭清を行っている。

創は浅胸筋膜と皮下を縫合後、真皮を5-0のモノフィラメント吸収糸で内翻縫合し、皮膚用ボンドで閉創している。

■ おわりに

近赤外線蛍光カラーカメラシステムは、ICG 近赤外蛍光を利用した乳癌センチネルリンパ節生検において体表からのリンパ流の観察を容易にすると同時に、カラーモニター上で発光体であるリン

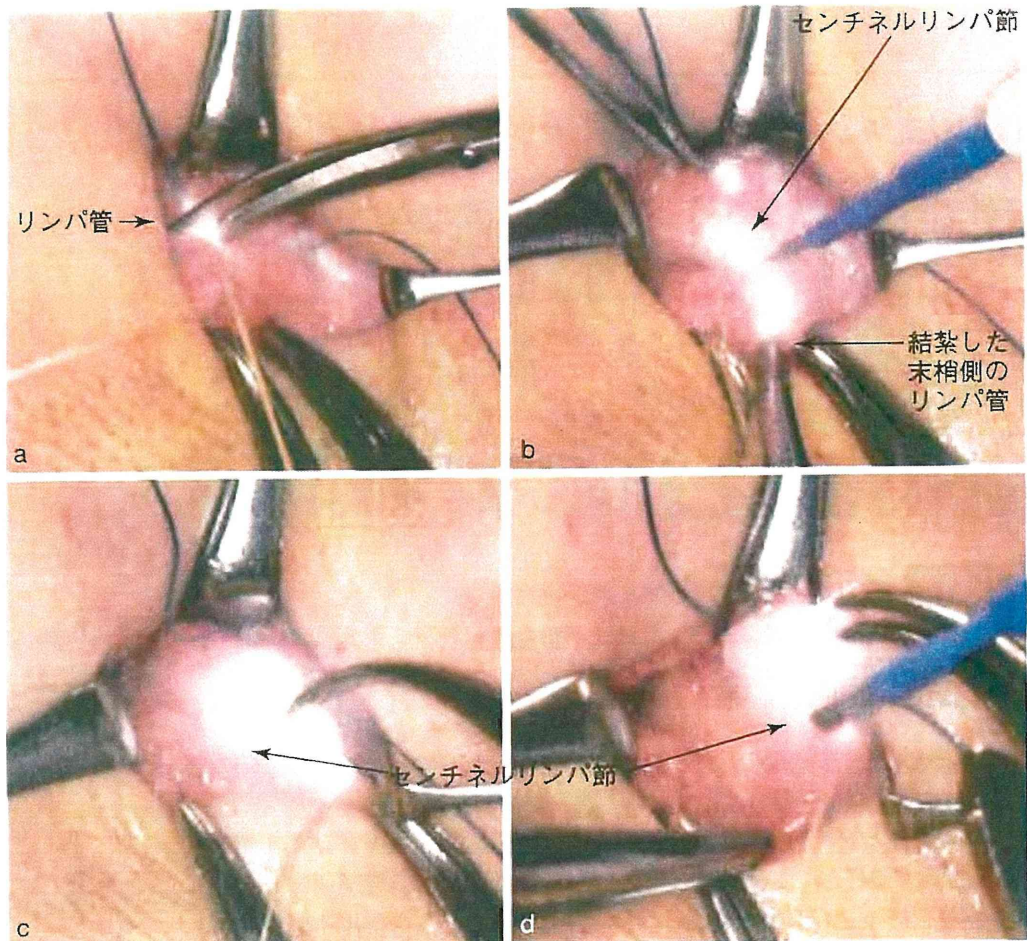


図6 センチネルリンパ節の同定と摘出

- a) 2本目の流入リンパ管の結紮・切離。
- b) 切離したリンパ管の末梢側を牽引しセンチネルリンパ節を発見。
- c) センチネルリンパの補足と牽引。
- d) センチネルリンパ節からの周囲組織の剥離。

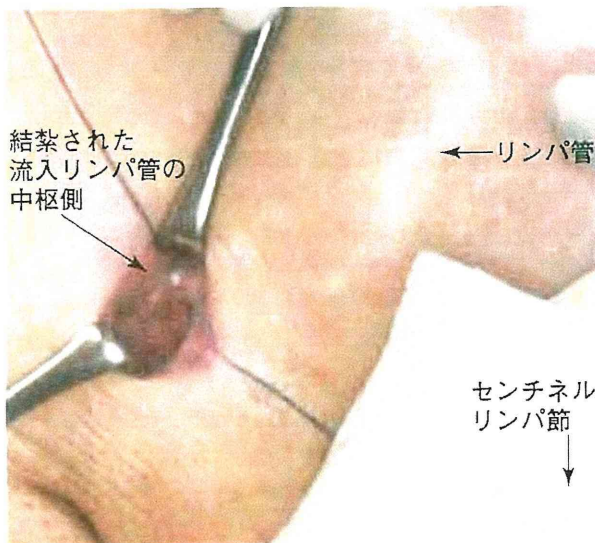


図7 センチネルリンパ節の摘出後

センチネルリンパ節摘出後、創内をHEMSで観察し発光する構造がないことと流入リンパ管の中枢側を確認する。

パ管・リンパ節と周囲組織の関係をリアルタイムに詳しく把握しながら手術操作が行える画期的な手術ナビゲーターである。

文献

- 1) Tagaya N et al : Intraoperative identification of sentinel lymph nodes by near-infrared fluorescence imaging in patients with breast cancer. Am J Surg 195 : 850-853, 2008
- 2) Ogasawara Y et al : Evaluation of breast lymphatic pathways with indocyanine green fluorescence imaging in patients with breast cancer. World J Surg 32 : 1924-1929, 2008
- 3) Handa T et al : New device for the intraoperative graft assessment : HyperEye charge-coupled device camera system. Gen Thorac Cardiovasc Surg 58 : 68-77, 2010
- 4) Marshall MV et al : Near-infrared fluorescence imaging in humans with indocyanine green: A review and update. Open Surg Oncol J 2 : 12-25, 2010

