Original

RFAにおける人工腹水注入液の選択

清家 正隆¹⁾ 山下 勉²⁾ 姫野 克郎¹⁾ 織部 淳哉¹⁾ 井上 恵¹⁾
高橋 祐幸¹⁾ 重松 利行²⁾ 森 哲²⁾ 本田 浩一¹⁾ 吉松 博信¹⁾

Effective artificial ascites for RFA : whether we should use saline or 5% glucose solution?

Masataka Seike¹⁾, Tsutomu Yamashita²⁾, Katurō Himeno¹⁾, Junya Oribe¹⁾, Megumi Inoue¹⁾
Yukoh Takahashi¹⁾, Toshiyuki Shigematsu²⁾, Tetsu Mori²⁾, Koichi Honda¹⁾ and Hironobu Yoshimatsu¹⁾

Abstract

The aim of this study is to evaluate the merits of various solutions when we perform artificial acites as an aid to percutaneous RFA therapy. We made an experimental model of RFA using a special plastic container. A piece of swine liver as ablation sample was placed in this container full of 1,500 mL saline or 5% glucose solution as artificial ascites. RFA was performed using 17 G cooled electrode with 2 cm exposed tip. The duration of ablation was 5 minutes and generated power was 20 W. We assessed necrotic area, tissue temperature and impedance. Ablation area was 28 mm and 22 mm using saline and 5% glucose solution respectively. Temperature of ablation tissue was 84°C and 79°C for each. Our data suggest that we had more effective RFA by using saline than 5% glucose solution in artificial ascites. We found saline to be recommended for artificial ascites technique.

Key words : percutaneous radiofrequency ablation, artificial ascites, saline solution

Accepted on Mar. 2, 2007

大分大学医学部生体分子構造機能制御講座¹⁾ 〒879-5593 大分県由布市狭間町医大ヶ丘1-1

Department of Anatomy, Biology and Medicine, Internal Medicine I, Faculty of Medicine Oita University¹⁾
Address : 1-1, Idaigaoka, Hasama-machi, Yufu-city, Oita, 879-5593, Japan

杉村記念病院内科²⁾ 〒870-0036 大分県大分市寿町27-1

Department of Internal Medicine, Sugimura Memorial Hospital²⁾
Address : 27-1, Kotobuki-machi, Oita-city, Oita, 870-0036, Japan

緒 言

ラジオ波焼灼療法（RFA）を中心とした局所治療の進歩により、肝細胞癌の長期の治療成績は向上し、長期生存例が増加している。そのため再々発、再々発の腫瘍を治療する機会も多くなり、腫瘍は肝の様々な部位に存在するため、腫瘍の穿刺は難易度が増し、熟練を要するようになってきた。更に良好な長期治療成績を残すためには、様々な肝癌に対応できる治療環境や技術の獲得が必要となってきた。

腹部超音波検査で死角にある腫瘍、隣接臓器に近接している腫瘍に対する治療機会が多い。このような場合、経皮的アプローチの他、腹腔鏡的なアプローチや外科的切除により対応するという戦略もあるが、肝細胞癌患者は高齢化による肝機能低下例が多いことから、より低侵襲的なアプローチが望まれる。そこで、局所麻酔下の経皮的な局所療法による治療対象の拡大を進めていく戦略が必要となってくる。

画像上死角になり描出できないにもかかわらず治療機会の多いドーム直下の腫瘍に対して、従来は人工胸水法が行われてきた^{1) - 3)}が問題点も多い。一方、人工腹水法はドーム直下の腫瘍に加え、腸管近接部の腫瘍を治療する際にも臓器の熱損傷を予防できる利点がある⁴⁾。そのため、人工腹水法は経皮的アプローチでは必要不可欠の手技である⁵⁾。

人工腹水法は、既にウサギ肝を用いて腹水法の安全性と効果の報告⁶⁾がされている他、肝細胞癌症例にお

いても有用性が報告されている²⁾。注入液については生理食塩水（生食水）もしくは5%ブドウ糖液が用いられているが、どちらが有用であるかという検討はない。経験的にどちらかの注入液が各施設で用いられているに過ぎない。そこでブタ肝を用い、RFAの際、どちらが効果的で有用であるかを検討したので報告する。

I. 方法

プラスチック容器の底を開けて金属トレイに固定し、トレイの下面に対極板を貼り、図1に示す容器を作製した。容器に320～400gのブタ肝を入れ、生食水（大塚製薬株式会社）、5%ブドウ糖液（テルモ株式会社）それぞれ1,500mLで満たした。2 cm針（2020）のCool-tip®針（Radionics社）を用いて20W・5分間焼灼した。容器内の使用した生食水と5%ブドウ糖液の水温は24～25℃であった。

①Cool-tip®針の非絶縁部をブタ肝内に穿刺した場合、②対極板の接触面を狭くした場合（より生理的条件下に近づけるため）、③針の非絶縁部が肝表面から出ている場合、④針先が肝臓の外に出た場合、以上の穿刺条件で各々焼灼範囲、焼灼後の組織内温度を測定した。

II. 成績

通常のRFAを想定し、肝にCool-tip®針を刺入した。同様の実験を3回行った。焼灼範囲（長径×短径、mm）

図1 実験装置

生理食塩水、5%ブドウ糖液1,500mLを容器にそれぞれ注入し、人工腹水環境を作製した。

は生食水で 35×23 , 30×22 , 32×22 , 焼灼後の組織内温度は平均 83 ($81 \sim 84$) $^{\circ}\text{C}$ であった。一方, 5% ブドウ糖液を用いた場合, 焼灼範囲(長径 $\times$ 短径, mm)は 27×22 , 29×22 , 27×22 , 平均組織内温度は 78°C ($77 \sim 79$) であり, 生食水を用いた方が高かった。一方, インピーダンスは生食水が低かった(図2)。

対極板の接する面積を狭くし, 同様の実験を2回行った。これは, 肝の直下に対極板を敷く(①)の通電環境は現実的でないため, より生理的条件に近づけるために行ったものである。生食水では焼灼範囲(長径 $\times$ 短径, mm)は 24×20 , 24×18 , 組織内温度は 90°C , 88°C であった。 5% ブドウ糖液を用いた場合では, 焼灼範囲(長径 $\times$ 短径, mm)は 17×10 , 10×8 で, 組織内温度は 54°C , 45°C であった。生食水を用いた方が焼灼範囲は広く, 組織内温度も高かった(図3)。

Cool-tip[®]針の非絶縁部が肝外にある場合, 同様の実験を行った。この場合は生食水では十分な焼灼が得られなかった(図4)。

針先が肝外へ出た場合, ③と同様な結果であった。

Ⅲ. 考察

経皮的ラジオ波焼灼療法(RFA)において, 人工腹水法は死角への対応の他, 横隔膜直下の腫瘍に対する治療時の疼痛軽減, また隣接臓器へ熱損傷を防ぐ観点

から経皮的アプローチを行う場合, 必要不可欠な手技である。

当科では, 生食水を用いて既に100例を超える症例に行ってきた。一部に肝切除後など腹部の手術歴のある例で, 人工腹水の作製が困難な例が存在する。隣接臓器への熱損傷を防ぐ目的では, 78% で臓器と肝の分離が可能であったとの報告がある⁴⁾。

人工腹水注入液についての検討はない。生食水や 5% ブドウ糖液が使用されているが, 施設により異なる。当科においても生食水で焼灼できず, 5% ブドウ糖液を用いてRFAを行い成功した症例を経験した(図5)。注入液の選択は重要であると考えられるが, 注入液の有用性についての検討はない。

そこで, 実際の治療環境に適応する特殊容器を作製し, 生食水, 5% ブドウ糖液を人工腹水として用い, その有用性を検討した。Cool-tip[®]針を用いて $20\text{W} \cdot 5$ 分間の焼灼を行った。通常のRFAを想定した場合, 生食水の方が焼灼範囲は広く, 組織内温度も高かった。しかし, 針の非絶縁部が肝外にある場合はブドウ糖液の方が焼灼範囲, 組織内温度ともに高かった。これは, 生食水が電解質で通電するのに対し, 5% ブドウ糖液は通電しないためである。そのため, 針の非絶縁部が肝外にあると, 組織で高周波電流が生じないため熱が発生せず, 凝固が起きないものと考えられる。

針先が肝外へ出ることや, 針の非絶縁部が肝外にあ

図2 非絶縁部が肝内にある場合

実験装置に生理食塩水, 5% ブドウ糖液 $1,500\text{mL}$ を注入し, 人工腹水環境を作製した。穿刺の非絶縁部は肝内にある。通常のRFAを想定している。

図3 対極板と肝の接触面積を減少させた場合

より生理的条件に近づけるため、肝を浮かせて対極板に接触する面積を少なくした状態で、20W・5分間焼灼した。ブドウ糖液では十分な焼灼範囲が得られなかった。

るようなことは実際の臨床ではあってならないことである。つまり針先が肝外にある場合、針先が隣接臓器に接するとその熱損傷が生じる。また、非絶縁部が皮下や横隔膜内にあれば同部位の熱傷となる⁷⁾。そのため、注入液は通常、生理食塩水で行い、肝のS₆、S₂ tipでは肝内に電極の非絶縁部2cm、3cmが確保できない場合のみブドウ糖液を用い、針先に注意してRFAを行うことが推奨される。

結 語

経皮的RFAに人工腹水法は、死角の克服、近接臓器の熱損傷予防、疼痛の軽減において必要な手技である。また、人工腹水注入液の適正な選択が重要である。通常は生理食塩水で安全かつ効果的に十分な焼灼範囲が得られる。

References

- 1) Minami Y, Kudo M, Kawasaki T, Chung H, Ogawa C, Inoue T, Sakaguchi Y, Sakamoto H, Shiozaki H : Percutaneous ultrasound-guided radiofrequency ablation with artificial pleural effusion for hepatocellular carcinoma in the hepatic dome. J Gastroenterol **38** : 1066-1070, 2003
- 2) Minami Y, Kudo M, Kawasaki T, Chung H, Ogawa C, Shiozaki H : Percutaneous radiofrequency ablation guided by contrast-enhanced harmonic sonography with artificial Pleural effusion for hepatocellular carcinoma in the hepatic dome. AJR Am J Roentgenol **182** : 1224-1226, 2004
- 3) Katayama K, Ooka Y, Uemura A, Shinzaki S, Egawa S, Naito M, Ishibashi K, Kamoi R : Saline injection into the pleural cavity to detect tumors of the hepatic dome with sonography : A new approach for treatment of hepatocellular carcinoma. AJR Am J Roentgenol **179** : 102-104, 2002
- 4) Kondo Y, Yoshida H, Shiina S, Tateishi R, Teratani T, Omata M : Artificial ascites technique for percutaneous radiofrequency ablation of liver cancer adjacent to the gastrointestinal tract. Br J Surg **93** : 1277-1282, 2006

図4 非絶縁部が肝外にある場合

非絶縁部が肝外へある場合、生理食塩水では十分な焼灼範囲が得られなかった。

図5 転移性肝癌（45歳，男性）

A：RFA前，B：生食水注入下人工腹水法併用RFA後，C：5%ブドウ糖注入下人工腹水法併用RFA後
唯一ブドウ糖液が有用であった症例。心窩部から穿刺。

- 5) 清家正隆：胸水・腹水注入下治療の実際。池田健次 編，肝癌ラジオ波凝固療法—そのノウハウとエビデンス。東京，診断と治療社，154-158，2007
- 6) Kim YS, Rhim H, Paik SS : Radiofrequency ablation of the liver in a rabbit model : creation of artificial ascites to minimize collateral thermal injury to the diaphragm and stomach. J Vasc Interv Radiol 17 : 541-547, 2006
- 7) Raman SS, Lu DS, Vodopich DJ, Sayre J, Lassman C : Minimizing diaphragmatic injury during radio-frequency ablation : efficacy of subphrenic peritoneal saline injection in a porcine model. Radiology 222 : 819-823, 2002