臍帯穿刺後の出血に対する Nd:YAG レーザーの止血効果について

小林久晃、*荒井恒憲、山岸幸子、*林 琢也、吉田 純、*菊池 眞、小林充尚

防衛医科大学校分娩部、*同医用電子工学講座

Hemostatic effect of Nd:YAG laser on hemorrhage after cordocentesis

Hisaaki Kobayasi, *Tunenori Arai, Sachiko Yamagishi, *Takuya Hayasi, Atushi Yoshida, *Makoto Kikuchi,
Mitsunao Kobayashi

Department of Perinatal and Maternal Medicine and *Department of Medical Engineering,
National Defense Medical College

Effects of Nd:YAG laser on the umbilical cord were studied for hemostasis after cordocentesis. The umbilical cords which were obtained from 11 healthy pregnant women were made 10 cm long and applied 20 mmHg pressure with saline or saline with ICG (0.1 mg/ml). Furthermore, these 10 cm long umbilical cords (N=32) were connected with the differential gage to measure volumetric flow of leakage. After punctures of 20 gauge needle, laser irradiation (6w; 40sec) with Nd: YAG laser were performed on the puncture holes. When applying pressure with saline, laser irradiation gave no change on the puncture holes and volumetric flow of leakage. When applying pressure with saline with ICG, however, laser irradiation made the puncture holes shrink and made volumetric flow of leakage smaller. We think laser irradiation with Nd: YAG laser is useful for hemostasis after cordocentesis.

I 緒言

超音波ガイド下に母体内胎児の臍帯静脈に穿刺して胎児血採血を行うことの臨床的意義は既に確立されており、一般臨床のレベルでも広く行われ

るようになってきている。また、腹腔内へ行われてきた胎児血輸血も現在では臍帯血管内へと変遷しつつあり、胎児の臍帯を穿刺する機会は今後さらに増大していくものと思われる。しかしながら、

羊水腔内に浮遊する臍帯を母体外から穿刺するため、穿刺後に穿刺部位からの出血が止まらなかった場合、現状では止血する方法がない。そこで、今回われわれは分娩後に得られた臍帯を用いて臍帯穿刺モデルを作成し、細径石英ファイバーに伝送可能なNd:YAGレーザーによる穿刺部位のレーザー止血の可能性について検討した。

II 方法

1. 臍帯穿刺モデル

正常妊婦 11 例から得られた臍帯を 10cm 長に切断し一側端をコッヘルにて挟鉗し、他側端の臍帯静脈に差圧計を用いた流量計を接続して生理的食塩水を 20mmHg で充填したモデル (Fig. 1) を合計 32 個作成した。全モデルに対して臍帯ほぼ中央で臍帯静脈を 20 gauge 針で穿刺し、穿刺孔からの生理的食塩水の漏れ流量を測定した。

2. Nd:YAG レーザー照射方法

コア径 200 μ m の石英ファイバーで導光した Nd:YAG レーザーを 20 gauge 針で穿刺後の臍帯穿刺

モデルの穿刺孔に以下 3 通りの方法で照射し、照射後の漏れ流量を測定した。

- 生理的食塩水を 20mmHg で加圧して漏れのある状態で穿刺孔周辺の臍帯外表面に 6w で 40 秒間接触照射。(N=3)
- 生理的食塩水を 20mmHg で加圧して漏れのある状態で穿刺孔内に留置した石英ファイバーを少しずつ引き抜きながら 6w で 40 秒間照射。(N=8)
- 生理的食塩水にインドシアニングリーンを 0.1mg/ml の濃度になるように溶解してレーザーの吸収を向上させて血液の状態に近づけた溶液を作製。同溶液を 20mmHg で加圧して漏れのある状態で穿刺孔内に留置した石英ファイバーを少しずつ引き抜きながら 6w で 40 秒間照射。(N=5)

III 結果

1. 臍帯穿刺モデル穿刺後の漏れ流量

臍帯穿刺モデル合計 32 個の臍帯静脈を 20 gauge 針で穿刺した後に穿刺孔から漏れる生理的食塩水の流量は、 5.38 ± 1.65 ml/min (mean $\pm$ SD) であ

Fig. 1 Diagram of the measuring system

った (Fig. 2)。

2. Nd:YAG レーザー照射後

- 穿孔孔周辺の臍帯外表面に直接照射した場合、臍帯自体に熱変性によると思われる変化は認められず、漏れ流量にも変化は見られなかった。
- 穿孔孔内に留置した石英ファイバーを少しずつ引き抜きながら照射した場合にも臍帯自体に熱変性によると思われる変化は認められず、漏れ流量にも変化は見られなかった。
- 生理的食塩水にインドシアニングリーンを加えた場合には、臍帯外表面付近で熱凝固が起こり、照射前に 6.11 ± 1.34 ml/min あった漏れ流量が、石英ファイバーを少しずつ引き抜きながら照射することで有意に減少し、 0.737 ± 0.540 ml/min となった (Fig. 3; t 検定にて $p < 0.001$)。

IV 考察

臍帯穿刺は、胎児鏡によって行われていた時代を入れるとすでに 20 年以上の歴史をもっており¹⁾、

Fig. 2 Leakage after punctures of 20 gauge needles

Fig. 3 Nd: YAG (6w; 40sec): leakage after punctures of 20 gauge needles

決して目新しい検査法ではない。臍帯穿刺時の合併症についても既にいくつもの報告があり¹⁾⁻⁴⁾、出血、臍帯血腫、胎児徐脈、感染症が穿刺後におこるとされている。この中で穿刺後の出血は42%から53%の頻度でおこるとされ¹⁾、合併症中最多である。にもかかわらず、穿刺後出血に対する有効な防止策は未だ確立していない。臍帯を穿刺するかわりに、胎児の肝静脈を直接穿刺する方法⁵⁾が出血の頻度を減少させるのに有効であると考えられてもいるが、胎児を直接穿刺することに対する危惧はまだ大きい。

今回われわれの試みたNd:YAGレーザー照射は、細径石英ファイバーに伝送可能であり、臍帯穿刺時に一般的に使用される20 gaugeから22 gaugeの針^{2),4)}の中に挿入可能であるため、穿刺後に針だけを抜去し、残した伝送ファイバーを引き抜きながらレーザーを照射することが可能である。今回の検討では、生理的食塩水を流し続ける状態でNd:YAGレーザーによる有効な熱変性はおこらなかったが、生理的食塩水に対するレーザーの吸収を血液に近づけるため、インドシアニングリーンを0.1mg/mlの濃度に加えて、血液が環流している状態により近づけたモデルでは、有意な漏れ流量の減少を認めている。したがって、血液の存在するin vivoでは十分に止血効果の期待できる。

Nd:YAGレーザーは既に消化器その他の分野では大いに臨床応用されているが^{6),7)}、周産期領域では過去に応用例がなかったため、臍帯についてもその生理学的病理学的な反応は未知な部分が多い。今後さらなる検討が必要である。

V 結言

1. 20 gauge 針による穿刺後、臍帯穿刺モデルからは、 5.38 ± 1.65 ml/min の生理的食塩水が漏出した。
2. 生理的食塩水を20mmHgで加圧した状態でNd:YAGレーザーを穿刺孔周辺の臍帯外表面及び穿刺孔内に照射しても、臍帯には肉眼的に確認できる変化は生じず、漏れ流量に変化は起こらなかった。
3. しかし、生理的食塩水にインドシアニンググリーン

を0.1mg/mlの濃度に加えてレーザーの吸収を向上させた場合には、有意に漏れ流量は減少した。

文献

- 1) Ghidini A, Sepulveda W, Lockwood CJ, Romero R. Complications of fetal blood sampling. *Am J Obstet Gynecol* 1993;168:1339-44.
- 2) Daffos F, Capella-Pavlovsky M, Forestier F. Fetal blood sampling during pregnancy with use of a needle guided by ultrasound: A study of 606 consecutive cases. *Am J Obstet Gynecol* 1985;153:655-60.
- 3) Weiner CP, Wenstrom KD, Sipes SL, Williamson RA. Risk factors for cordocentesis and fetal intravascular transfusion. *Am J Obstet Gynecol* 1991;165:1020-5.
- 4) Hickok DE, Mills M, the Western Collaborative Perinatal Group. Percutaneous umbilical blood sampling: Results from a multicenter collaborative registry. *Am J Obstet Gynecol* 1992;166:1614-8.
- 5) Zosmer N, Vaughan J, Fisk NM. Fetal blood sampling from intrahepatic vein versus cord insertion: Effect on pH and blood gases. *Obstet Gynecol* 1993;82:504-8.
- 6) Tajiri H, Oguro Y. Contact Nd: YAG laser treatment of gastrointestinal cancer. In: Joffe SN, Oguro Y editors. *Advanced in Nd:YAG laser Surgery*. New York: Springer-Verlag, 1988: 74-8.
- 7) Panjehpour M, Overholt BF, Frazier DL, Klebanow ER. Nd:YAG laser-induced hyperthermia treatment of spontaneously occurring veterinary head and neck tumors. *Lasers Surg Med* 1991;11:351-355.