

6) 血管内治療における放射線防護

新潟大学医学部放射線医学教室 (主任: 酒井邦夫教授)

岡本浩一郎

Radiological Protection in the Procedures of
Endovascular Treatment

Kouichirou OKAMOTO

*Department of Radiology
Niigata University Faculty of Medicine
(Director: Prof. Kunio SAKAI)*

Both knowledge of the radiological protection and attention to it are indispensable for physicians performing endovascular treatment to avoid occurrence of radiation injuries. The system of radiological protection is recommended by the International Commission on Radiological Protection: *justification, optimization, and individual dose and risk limits.*

Measured radiation dose in 12 patients who underwent neuroradiological endovascular treatments in the Niigata University Hospital ranged from 0.3 Gy to 1.9 Gy, which was lower than the threshold dose for temporal epilation (3 ~ 5 Gy), or cataract (2 Gy). However, the principle of ALARA (as low as reasonably achievable) should be kept in any procedures of endovascular treatment to minimize the stochastic effect without a threshold, such as an effect on leukemia or genetic damage.

Key words: endovascular treatment, radiological protection, radiation injuries
血管内治療, 放射線防護, 放射線障害

はじめに

近年血管内治療が低侵襲で有効な治療法として多くの分野で行われるようになってきた。血管内治療で用いられるカテーテル・ガイドワイヤーなどの器材類やコイルを初めとした塞栓物質などの開発・改良が発展の大きな力となってきたこともあり、血管内治療を行う医師にとってこれらの選択は治療成績を左右することもある重大な

関心事である。しかし血管内治療は通常 X 線透視下や、digital subtraction angiography (DSA) を用いて行われるが、術者の放射線防護についての知識と関心・注意は十分であろうか? 最近血管内治療による放射線障害の発生が報告されるようになってきている¹⁾⁻³⁾。もし放射線防護の知識が不十分であったりこれを無視したりすれば、患者や医療従事者に悲惨な放射線障害を生じ、血管内治療の正当化は失われ有効な治療法として認められ

Reprint requests to: Kouichirou OKAMOTO,
Department of Radiology Niigata
University Faculty of Medicine
Niigata City, 951-8510 Japan

別刷請求先: 〒951-8510 新潟市旭町通1番町
新潟大学医学部放射線医学教室 岡本浩一郎

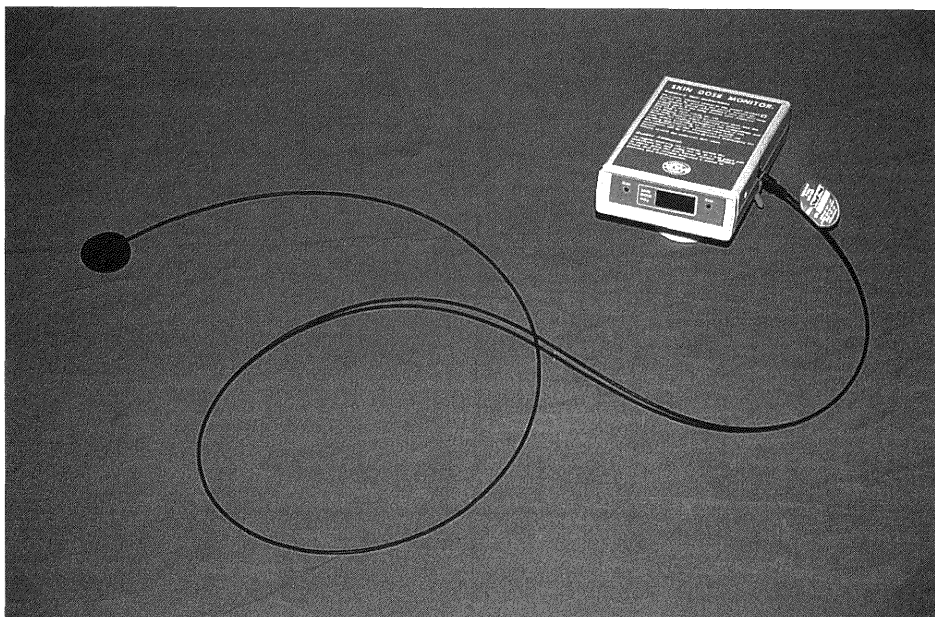


図1 Skin Dose Monitor. 米国 MacMahon 社製.

コード先端の黒丸の中心にセンサーがあり、貼付した部位の線量をリアルタイムに測定できる。

なくなってしまうであろう。

放射線防護の目的

放射線防護の目的は、放射線の利益を不当に制限することなく人を放射線障害から防護することである。ICRP (国際放射線防護委員会) は放射線防護の基本的な考え方 (放射線防護体系) や具体的な数値基準を勧告しているが、これは人の被曝線量を確定的影響のしきい線量より低く保つことによりその発生を防止し、確率的影響の発生を合理的に達成できる限り低くすることを目的としている。

放射線防護体系

- (1) 行為の正当化: 被曝を伴ういかなる行為も、正味でプラスの利益を生むものでなければ採用してはならない。
- (2) 放射線防護の最適化: すべての被曝は、経済的および社会的要因を考慮し合理的に達成できる限り低く保たなければならない。
- (3) 個人の線量制限: 被曝を伴う行為が正当化され、放射線防護の最適化が行われた場合であっても、個人の被曝は線量限度を越えてはならない。

患者としての被曝 (医療被曝) には線量限度が決められていないが、当然正当化と最適化が確保されなければならない。

血管内治療による被曝

1) 患者の被曝線量測定

1999年10月1日から2000年2月29日までの間に脳血管内治療を受けた患者12名で、米国 MacMahon 社製 Skin Dose Monitor (図1) を用いて、最も被曝すると考えられる部位の皮膚線量を測定したところ0.3 ~ 1.9 Gyであった⁴⁾。一過性脱毛や白内障のしきい線量はそれぞれ3 ~ 5 Gy⁵⁾、2 Gy⁶⁾であるため、測定した患者では脱毛や白内障は生じない。しかしもし脱毛が生じた場合には3 Gy以上の被曝があったことになる。脱毛が側頭部であった場合、同側の水晶体が照射野内に含まれていると将来白内障になる可能性がある。X線照射が前後方向では、水晶体が射出面に近いため受けるX線量は射入面 (後頭部) の0.5 ~ 1.3%¹⁾と少なく白内障にはならないが、逆に前後方向では白内障発生の危険が高く避けるべきである。なお、報告では多くの患者の皮膚線量は2 ~ 3 Gy程度であるが³⁾、20 Gy以上と推定される例も報告されている²⁾。

2) 術者の被曝

X線を直接受ける患者と異なり術者の被曝は少ないものの、防護衣で覆われていない頭部や四肢では被曝が多く、眉間部では一回の治療で最大0.88 mSv、左手では3.55 mSvと報告されている³⁾。ICRPは職業被曝の水晶体と皮膚の線量限度をそれぞれ150 mSv、500 mSvとしており、年間170例以上の血管内治療では水晶体の、140例以上では皮膚の線量限度に到達する可能性がある。

最適化

- (1) 距離：放射線の強さは距離の二乗に反比例するので患者や術者がX線源から距離をとることが大切であるが、実際には制約が大きい。術者の被曝を減らすためには、DSAの撮影には自動注入器を用いることが推奨される。
- (2) 時間：最も容易にかつ確実に被曝を低減する方法は、モニターを見ていない時にはX線を出さないことであり、これが一番重要である。静止像の観察には透視スイッチを切った後もその画像が表示される機能を利用する。透視は連続モードでなくパルスモードにし、DSAの撮影も必要最小限のフレーム数に減らすことが被曝減少に直結する。
- (3) 遮蔽：距離を確保できない場合には可能な限り遮蔽を行なう。X線装置の「絞り」により不必要な部位の照射を避けることが、患者のみならず術者の被曝も少なくする。防護衝立や防護衣・防護具も有用であるが、防護衣などは身体表面に密着させ、隙間を作らないように着用する。

放射線誘発癌

脱毛や皮膚の紅斑、白内障は確定的影響でありしきい線量以下であれば発生しないが、発癌と遺伝的影響はしきい線量のない確率的影響と考えられている。実際の皮膚癌発生の報告は5 Gy以上の被曝で4～40年以上経ってからであるが、紅斑などの急性期症状がなくとも発生する⁷⁾。また8～2 Gy以下の被曝でも頭部では悪性髄膜腫が発生しうる^{8)–10)}。しきい線量がないと考えられている発癌や遺伝的影響を最小限にするためには、可能な限り被曝を少なくすることが必要である。

おわりに

放射線は眼に見えず、被曝してもその時には苦痛や障害が生じないため低侵襲であると考えられやすい。しかし放射線を用いるすべての行為は正味でプラスの利益を

生むものでなければ採用してはならず(正当化)、最適化が必要である。放射線防護に無知や無関心である医師が血管内治療を行い放射線障害が多発すれば血管内治療の正当化は失われてしまうが、最終的な正当化の責任は治療に携わる医師にあることを忘れてならない。

謝辞

貴重なデータの提供や患者線量測定に御協力いただきました新潟大学医学部附属病院放射線部の吉村秀太郎主任技師、岡哲也技師と阿部博史先生をはじめとする脳神経外科の諸先生に深謝いたします。

文献

- 1) Huda, W. and Peters, K.R.: Radiation-induced temporary epilation after a neuroradiologically guided embolization procedure. *Radiology* 193: 642–644, 1994.
- 2) Shope, T.B.: Radiation-induced skin injuries from fluoroscopy. *RadioGraphics* 16: 1195–1199, 1996.
- 3) Kuwayama, N., Takaku, A., Endo, S., Nishijima, M. and Kamei, T.: Radiation exposure in endovascular surgery of the head and neck. *AJNR* 15: 1801–1808, 1994.
- 4) Okamoto, K., Ito, J., Sakai, K. and Yoshimura, S.: The principle of digital subtraction angiography and radiation protection. *Interventional Neuroradiology* 6 (Suppl 1): 25–31, 2000.
- 5) UNSCEAR: Ionizing Radiation: Sources and Effects. Report to the general assembly, with annexes Annex G: Early effects in man of high doses of radiation. United Nations, 559–561, 1982.
- 6) Hall, E.J.: Radiobiology for the radiologists, 4th ed. 380–384, JB Lippincott, 1994.
- 7) Wagner, L.K., Eifel, P.J. and Geise, R.A.: Potential biological effects following high x-ray dose interventional procedures. *JIVR* 5: 71–84, 1994.
- 8) Kumar, P.P., Good, R.R., Skultety, M. Leibrock, L.G. and Severson, G.S.: Radiation-induced neoplasms of the brain. *Cancer* 59: 1274–1282, 1987.
- 9) Gomori, J.M. and Shaked A.: Radiation induced meningiomas. *Neuroradiology* 23: 211–212, 1982.
- 10) Soffer, D., Pittaluga, S., Feiner, M. and Beller, A.J.: Intracranial meningiomas following low-

dose irradiation to the head. J Neurosurg 59: 1048
~1053, 1982.

司会 貴重なご講演ありがとうございました。血管内治療での具体的な被曝線量等もお話しいただきましたが、医師の方たち、コメディカルの方たち、是非認識いただき臨床に役に立てていただければと思います。御質問ありましたらどうぞ。先生ありがとうございました。それではシンポジウム終らせていただきますが、各科領域で

血管内治療の対象疾患、疾患数が、以前に比べて格段に増えてきております。血管内治療は今後ますます発展すると思われませんが、今日それぞれご専門の先生方からご指摘がございましたようにいろいろ問題点もあります。先生方の今後のご活躍をお祈りいたします。今日は長時間にわたり熱心なご討議ありがとうございました。

以上を持ちまして563回新潟医学会を閉会したいと思います。どうも御清聴ありがとうございました。