

主論文の要旨

**Evaluation of radiation exposure dose at  
double-balloon endoscopy for the patients with  
small bowel disease**

〔 小腸疾患患者に対してのダブルバルーン内視鏡検査時における  
放射線被曝線量の評価 〕

名古屋大学大学院医学系研究科 分子総合医学専攻  
病態内科学講座 消化器内科分野

(指導：後藤 秀実 教授)

名倉 明日香

## 【緒言】

ダブルバルーン内視鏡（Double-balloon endoscopy : DBE）は小腸疾患の診断と治療において有用である。これまで外科的切除でしか治療ができなかった小腸疾患の一部が DBE によって治療が可能となった。DBE では、内視鏡の位置確認、内視鏡の短縮、病変同定のためのガストログラフィン造影、さらに内視鏡的バルーン拡張術（Endoscopic balloon dilation : EBD）など、全ての検査・治療を透視下で行っている。さらに、小腸は 5-7m と長い管腔臓器であり、DBE の深部挿入が難しいケースを経験するが、透視を用いることで深部挿入が容易になる。さらに、DBE 下の EBD では、バルーンが十分に膨張しているかどうか、狭窄部が拡張しているかどうかを確認するために透視を用いる。特に、経肛門ルートでの検査では、骨盤内癒着のため挿入が困難な症例を経験することもあり、これらの症例では透視での位置確認を繰り返し行うため、患者も被曝し、彼らの生殖器官などへの影響が懸念される。治療時間と被曝量は複数の狭窄病変に拡張が必要であった場合、潰瘍瘢痕のため狭窄に屈曲がある場合、また病変へのバルーン拡張の位置修正が困難であった場合に増加する。下腹部特に生殖器への被曝の影響は、クローン病患者の回腸狭窄と薬剤起因性小腸粘膜傷害において強くなる。しかしながら、今まで DBE における放射線被曝線量についての具体的な報告はない。今回、我々は DBE における放射線被曝線量についてレトロスペクティブに評価を行い、適切な放射線透視使用について検討した。

## 【対象と方法】

症例は 2006 年 5 月から 2008 年 7 月までに当院で DBE が施行された 254 例 415 件である。男性は 161 例（268 件）、女性は 93 例（147 件）で、平均年齢は  $54 \pm 19$  歳であった。検査契機は小腸出血 228 件、小腸狭窄 97 件、小腸腫瘍 61 件、腹部症状 19 件、その他 10 件であった（Table 1）。全検査 415 件中、経口的 DBE は 190 件、経肛門的 DBE は 225 件で施行された。経口的 DBE 190 件のうち診断が 125 件、治療が 65 件であった。一方、経肛門的 DBE 225 件のうち診断が 189 件、治療が 36 件であった。

DBE では、術中透視と単純 X 線撮影の 2 つのタイプの X 線照射を受けた。術中透視については、小腸と皮膚に対する術中透視 10 秒間の吸収線量を、人体ファントムを使用して基準値として求めた。X 線撮影における線量も同様に求めた。線量測定には臓器線量計測システムを用いた。人体ファントム（株式会社京都科学、THR1）の各臓器位置にフォトダイオード線量計（浜松ホトニクス株式会社、S2506-04）を埋め込み、DBE で用いる透視台に人体ファントムを背臥位で設置した。この人体ファントムに対して透視と X 線撮影を行った。

透視装置は DR-2000F（株式会社日立製作所）を用いた。X 線管電圧・管電流は自動、照射焦点との距離は 110cm、透視と X 線撮影の方向は正面で、照射野中心は両腸骨稜と腹部正中が交差する点であった。線量計で得られたデータは、コンピュータの解析ソフトへ送信され、各臓器の吸収線量に換算された。以上の人体ファントム X 線

撮影実験を基にした基準透視線量、基準撮影線量と、毎 DBE 時に行った X 線撮影回数、透視使用時間の記載データから各検査の小腸、皮膚と生殖器の被曝線量が算出された。

本研究の主要評価項目は、DBE の診断検査と治療における皮膚被曝と生殖器への影響を含めた被曝線量の評価で、副次的評価項目は経口的・経肛門的 DBE における小腸被曝線量と皮膚被曝線量の比較、および治療別における小腸被曝線量の比較であった。

## 【結果】

人体ファントム X 線実験では、透視 10 秒間における小腸、皮膚、精巣、卵巣の被曝線量は各々 1.208、2.241、0.053、0.971mGy であり、X 線撮影 1 回における小腸被曝線量は 0.211mGy、皮膚被曝線量は 0.386mGy であった。経口的 DBE における平均透視時間は、全体では 5.5 分、診断では 4.7 分、治療では 7.2 分であった。経肛門的 DBE における平均透視時間は、全体では 6.9 分、診断では 5.9 分、治療では 12.8 分であった。

診断例と治療例に分けて経口的 DBE と経肛門的 DBE における小腸被曝線量の比較を行った (Figure 1)。経口的 DBE における小腸被曝線量は診断、治療で 36mGy、52mGy と、有意差は認めなかった。しかし経肛門的 DBE における小腸被曝線量は診断、治療で 45mGy、96mGy と、治療における小腸被曝線量は診断よりも有意に多かった ( $P=0.0006$ )。

経口的・経肛門的 DBE における皮膚被曝線量の比較を示す (Figure 2)。経口的 DBE における皮膚被曝線量は診断、治療で 68mGy、99mGy と、両者の間に有意差は認めなかった。一方で経肛門的 DBE における皮膚被曝線量は診断、治療で 85mGy、182mGy と、治療における皮膚被曝線量は診断よりも有意に多かった ( $P=0.0006$ )。当院で行った DBE 治療症例のうち、最も多かったのが内視鏡的止血術で、次いで EBD であった (Table 2)。件数、被曝線量ともに多いのは EBD であり (Table 3)、EBD1 件あたりの平均小腸被曝線量は  $118 \pm 94$ mGy、平均皮膚被曝線量は  $223 \pm 177$ mGy であった。EBD を施行した 21 件のうち、17 件 (81%) がクローン病の患者であった。クローン病は若年で罹患し、繰り返し EBD を行う場合があるので、精巣と卵巣の被曝線量について調べたところ、EBD1 件あたりの吸収線量に換算すると、精巣は 4mGy、卵巣は 90mGy であった (Table 4)。

## 【考察】

日本は他国と比較し診断 X 線における発癌累積リスクが高く、75 歳で 3%以上と報告されている。今回の研究において、経肛門的 DBE における内視鏡的治療での被曝線量が特に多く、その中でもクローン病患者は若年から繰り返し EBD を行うことが多いため、被曝線量が他の DBE 患者よりも多くなることが明らかになった。それ故、クローン病患者の生殖器への影響を考慮すべきであると考えられた。しかし、永久不

妊のしきい値は精巣（精原細胞）3500～6000mGy、卵巣（卵母細胞）2500～3000mGyであり、1件のEBDでは永久不妊となることはないが、EBDは短期間に複数回繰り返されることが多いため、遺伝子異常や発癌リスクが上昇して不妊に繋がる危険性も少なくない。EBDが臨床で用いられることにより患者は外科的手術を回避することができ、患者にとっては有益な手技であるが、その一方で小腸内視鏡の今後の発展に期待するには放射線被曝線量を減らす努力が重要と思われた。

#### **【結語】**

DBEは施行の際にX線被曝を伴うが、小腸疾患の診断と治療には非常に有用である。しかし若年者に対しEBDを繰り返す際には必要以上の放射線被曝をしないように注意すべきである。