



Title	骨盤照射における圧迫照射法の検討
Author(s)	宇野, 隆; 伊丹, 純; 椎名, 丈城 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(7), p. 501-504
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17019
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

骨盤照射における圧迫照射法の検討

宇野 隆¹⁾ 伊丹 純¹⁾ 椎名 丈城¹⁾ 荒木 仁¹⁾
 酒井 光弘²⁾ 有水 昇^{2)*}

1) 国立国際医療センター放射線科治療部 2) 千葉大学医学部放射線医学教室
 * 現 東京都立医療技術短期大学

Evaluation of Compression Radiotherapy in Pelvic Treatment

Takashi Uno¹⁾, Jun Itami¹⁾, Takeki Shiina¹⁾,
 Hitoshi Araki¹⁾, Mitsuhiro Sakai²⁾
 and Noboru Arimizu^{2)*}

In pelvic irradiation, the volume of irradiated small intestine is one of the major factors responsible for both acute and late gastrointestinal complications. In this study, exclusion of the small intestine from the pelvic radiation field was attempted with lower abdominal wall compression and bladder distention in the prone position. The mobility of intrapelvic and several problems associated with this technique were investigated. In our results, the small intestine was effectively moved outside of the whole pelvic radiation field in all but two patients. Treatment interruption of 2 days was observed in only two patients. With the AP/PA opposing field method the abdominal skin dose near the compression pillow was revealed to be higher and the dose at the isocenter was inhomogeneous; thus, a three- or four-field technique is recommended if abdominal wall compression is used.

Research Code No. : 601.1

Key words : Compression radiotherapy, Pelvic irradiation, Small intestine

Received Dec. 2, 1993 ; revision accepted Jun. 1, 1994

1) Department of Radiation Therapy, International Medical Center

2) Department of Radiology, Chiba University, School of Medicine

*Present address : Tokyo Metropolitan College of Allied Medical Sciences

緒 言

骨盤照射では、晩期障害発生の可能性を低くするために小腸線量の低減化に常に留意すべきである。また、急性障害による治療期間の遷延は局所制御率の低下をきたすおそれがあるため、できる限り避ける必要があるものと考えられる。当治療部ではこれらの点を考慮し、1993年2月以降に腹臥位腹部圧迫下で骨盤照射を試みており、今回そのうち治療終了後6カ月以上経過観察のできた14症例について小腸移動および線量分布上の問題点を検討した。

対象と方法

1993年2月以降に全骨盤照射が行われた14例を対象とした(Table 1)。内訳は男性3例、女性11例で平均年齢は55.9歳(範囲:27-77歳)であった。いずれも直腸癌、子宮頸癌、または子宮体癌の術後症例あるいは直腸癌の骨盤内再発症例であった。放射線治療前の手術回数は11例で1回、2例で2回であり、残りの1例では経肛門的直腸腫瘍切除術のため1度も開腹術は施行されていなかった。

放射線治療は、腹壁浸潤を同時に切除した再発腫瘍1症例

Table 1 Summary of the characteristics

Cases	Age/Sex	Disease	Dose (Gy)/Frs/Days	Energy (MV)
1	55/F	EC	49.5/22/36	18
2	62/M	RC	42.75/19/36	18
3	70/F	CC	49.5/22/37	18
4	56/F	EC	50.4/28/39	18
5	70/F	CC	40.5/18/31	10
6	50/F	CC	56.25/25/41	18
7	59/F	EC	49.5/22/37	18
8	47/M	RC	50.85/23/41	10
9	66/F	RC	40.5/18/30	18
10	27/F	CC	54.0/27/44	18
11	53/M	RC	40.5/18/33	6
12	51/F	EC	49.5/22/37	18
13	61/F	CC	45.0/20/33	18
14	56/F	CC	49.5/22/37	18

EC : carcinoma of the endometrium RC : rectal cancer

CC : carcinoma of the uterine cervix

で6MVX線が用いられた以外、すべて10MVまたは18MVX線を使用し、定型的な全骨盤照射野に対して前後対向2門で施行された。週4回または5回法、週間線量9Gyにて平均投与線量は47.7Gy(範囲:40.5-56.25Gy)であった。

1. 照射法の決定

照射体位の決定のため40%バリウム300mlを飲用し右側臥位にて30分安静後、透視にて小腸充満を確認。さらに、造影剤入り温生食150mlを膀胱内に注入し、腹臥位、圧迫腹臥位、背臥位、の3体位で撮影したのち、排尿後同様の3体位にて撮影した。これら6枚のシミュレーション写真上で照射野内に造影されている小腸面積を計算し、原則としてその最小の体位を治療体位とした(Fig.1)。圧迫体として5.5cm厚の発砲スチロール(縦13cm×横20cm)を用い(Fig.2)、これを寝台上に置き、この上に腹臥位をとることにより患者自身の重さを利用して腹部圧迫を行った。また、圧迫体の腹部に対する位置が一定となり、治療ごとの再現性が保たれるように、圧迫体および患者の体側面にマーキングを施した。患者と圧迫体の位置固定にはシェルなどの特別な固定具を用いず、寝台両側から患者と圧迫体の位置関係を慎重に確認した。なお、照射野確認写真の撮影頻度は他の一般の治療患者同様週1回とし、特に撮影回数

を増やすようなことはしなかった。

2. 急性障害の評価

下痢による治療休止期間により急性障害の程度の評価を行った。

3. 皮膚線量、体中心面での吸収線量の平坦度の測定

治療終了後6カ月の時点で照射野内に皮膚色素沈着の残存する例が見られたことから、これらの部位の線量をMixDPをファントムとして実験的に計測し再評価した(Fig.3)。照射野サイズ18×18cm, STD100cmにおいて、体厚を20cmと仮定してMixDPを積み上げ、10MVおよび18MVX線前後対向2門で圧迫部位と非圧迫部位の皮膚線量を測定した。圧迫部位の測定ではリニアック天板(マイラーシート)上に5.5cm厚の発砲スチロール、さらに14.5cm厚のMixDPを積み上げ、この両者の間にシャロー形電離箱を設置し、入射側および射出側双方で線量測定を行った。また非圧迫部位の測定では天板上に同様の線量計を置き、その上に20cm厚MixDPを積み上げて測定した。また、照射野内の一部にのみ圧迫体の存在する場合には、照射野内における体厚の違いをもたらすため、このことが圧迫部位と非圧迫部位の体中心面の吸収線量に与える影響についてフィルム法¹⁾を用いて測定した。さらに、腹臥位腹部圧迫の体位で

2, 3, 4 門照射を行った場合における線量分布図を線量計算用コンピュータNEC Therac2300を用いてCT画像上に描き、その比較検討を行った。

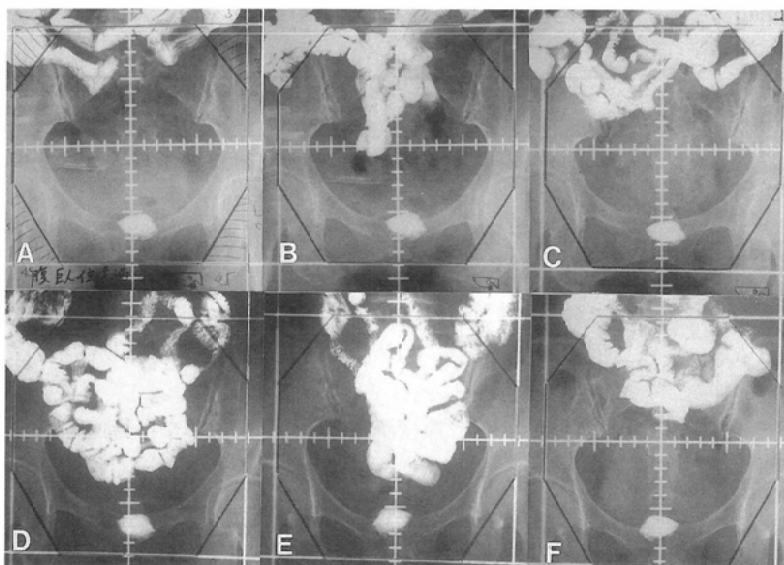


Fig.1 Six simulation films were obtained for each patient. Figure 1 shows those of the case 1. Abbreviations of(A)–(F)correspond to that used in Table 2.

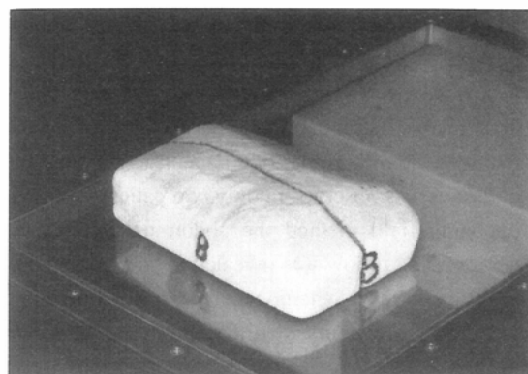


Fig.2 A Styrofoam with 5.5 cm thickness was used for abdominal compression pillow. Patients were treated by prone position with this pillow beneath the lower abdomen.

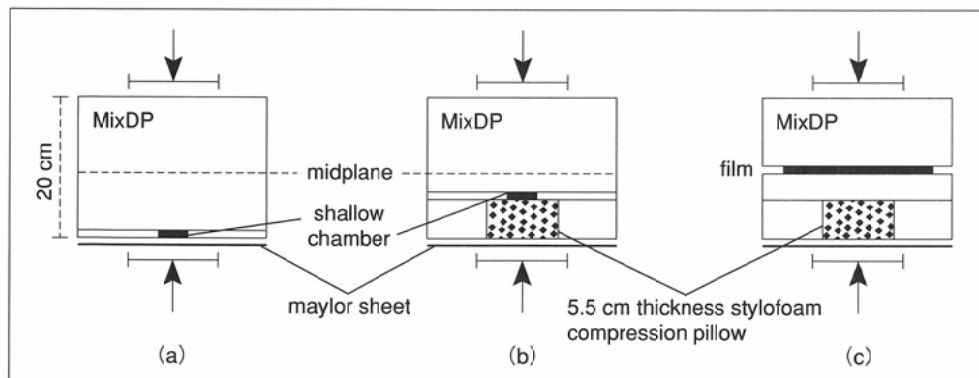


Fig.3 The schematic diagram of an experimental system. The phantom composed of 20 cm thickness MixDP with (B) or without (A) compression pillow was used to measure absorbed dose of the ventral skin. Dose homogeneity of the isocenter plane was examined by the film method (C). In all cases, parallel opposed AP/PA field (18×18 cm²) was used and 100 cGy at the peak depth was set by using 10 and 18 MV photon beams.

結 果

全例の治療体位、圧迫の有無、膀胱充満の有無による照射野内に造影された小腸面積をTable 2に示した。14例中12例において小腸線量に関しては圧迫腹臥位かつ膀胱充満が最適であると考えられた。2度の手術を経た再発例(case 9)と腹会陰式直腸切断術後症例(case 11)においては、圧迫による小腸移動がほとんど見られず、前者はむしろ圧迫による不快感のため腹臥位膀胱充満のみによる照射となった。

Case 2においては尿失禁のために実際の治療時は膀胱充満を保てなかった。腹臥位圧迫膀胱充満のシミュレーション写真上で造影された小腸面積は、背臥位膀胱充満と比較して平均69%減少していた。しかし、圧迫なしの場合には、背臥位と腹臥位とで小腸面積に差は認められなかった。下痢による照射休止期間は2例にそれぞれ2日ずつ認められたが、3日以上の上止を要したものはなかった。

また、照射野内的小腸面積と照射休止の有無との間に相関は認められなかった。放射線治療後6カ月の時点で、6MVX線を用いて治療した1例を除いた13例中、腹側皮膚圧迫部位の軽度の色素沈着が3例に認められた。

ファントム実験の結果、圧迫体使用部位の皮膚線量は圧迫体がない状態と比較して10MV, 18MVX線を用いた場合でそれぞれ36%, 22%の増加を示していた(Table 3)。また、照射野内に圧迫が及ぶ部位と及ばない部位がある場合には、ファントム中心面に挿入したフィルムの黒化度には体厚の違いに基づく部位による違いが生じていた。デンシトメータ(SAKURA, RDI-10)による計測では圧迫部位における黒化度は非圧迫部位よりも5%高くなっていた。CT画像上における線量分布上いずれにおいても治療域を90%の高線量域で十分に含めることが可能であったが、腹側軟部組織に対する線量は2門照射において最も高くなり、3, 4門においては同部位の線量が明らかに少なくなることが示された(Fig.4)。

考 察

骨盤照射では、術後照射に要する線量がすでに小腸の耐容線量と同等である。また、照射野内的小腸容積が晩期障害の発生頻度に直接影響するとされ^{2), 3)}、小腸を可及的に照射野外にはずす必要がある。さらに、下痢など急性障害による治療期間の遷延は局所制御率を下げる可能性があると考えられ、やはり小腸線量を低くおさえることが肝要であ

Table 2 Area of the small intestine in the radiation field and the treatment position of each patient

Cases	Area of the small intestine (cm ²)						TP	TI (days)	SIA (%)
	PBP	P P	PB	P	SB	S			
1	26	47	67	112	73	95	PBP	0	36
2	1	16	15	28	24	34	P P	2	4
3	83	134	83	109	97	125	PBP	0	86
4	0	7	51	81	56	60	PBP	0	0
5	27	86	137	137	51	132	PBP	0	52
6	0	0	44	78	50	79	PBP	0	0
7	0	0	5	49	9	64	PBP	0	0
8	5	89	110	125	112	127	PBP	0	4
9	159	184	148	187	162	182	PB	0	98
10	0	0	10	12	7	11	PBP	2	0
11	20	21	23	19	20	27	PBP	0	100
12	0	4	15	59	30	73	PBP	0	0
13	32	32	67	45	65	51	PBP	0	49
14	0	46	34	48	46	54	PBP	0	0

PBP: prone with bladder distention using compression pillow P P: prone with empty bladder using compression pillow PB: prone with bladder distention without using compression pillow P: prone with empty bladder without using compression pillow SB: supine with bladder distention S: supine with empty bladder TP: treatment position TI: treatment interruption caused by acute intestinal reaction SIA: area of the small intestine in the radiation field as compared to that in supine position with bladder distention

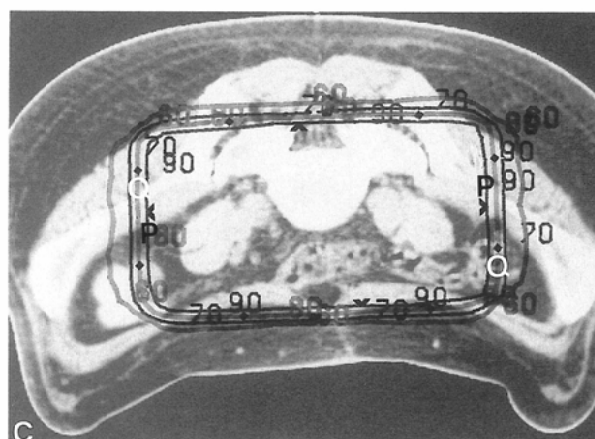
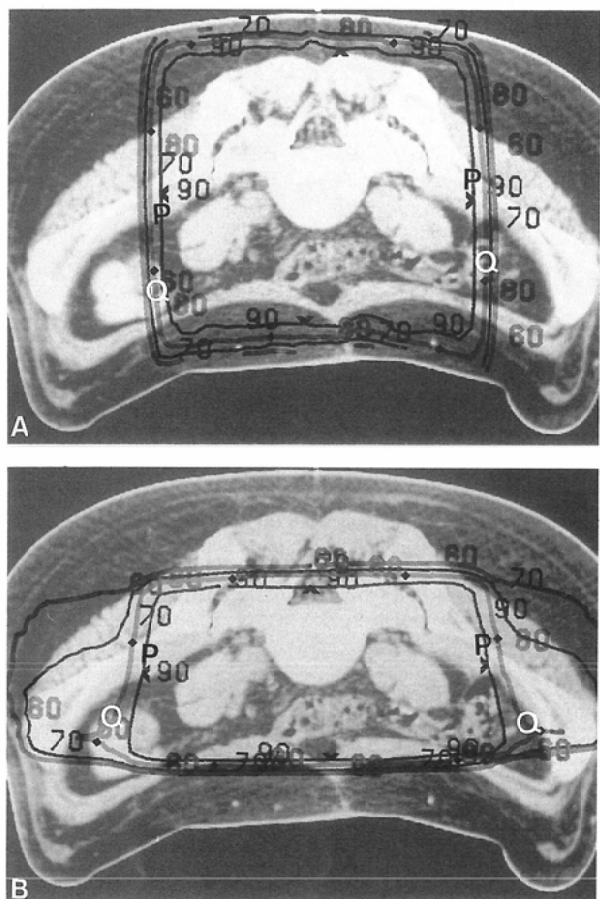
Table 3 Percent skin dose*

	10MV	18MV	with compression pillow	
			10MV	18MV
I	40%	59%	59%	71%
E	49%	52%	62%	65%

I: incident side E: emission side *: Percent skin dose is the relative skin dose as compared with the maximum dose (100 cGy) at the peak depth of each photon energy. Skin dose was measured in the experimental system (described in Fig.3). Each value is the average of five different measurements.

る。小腸を照射野外にはずす方法として、外科的には omentoplastyあるいはabsorbable meshの使用といった方法があるが、術後の放射線治療を想定して広く一般に施行されているというわけではない。したがって、放射線治療医の側で常に小腸線量低減のための工夫をするべく心がける必要があると考えられる。

文献的には、腹臥位圧迫照射による小腸線量の低減に伴う急性および晩期障害率の低下がすでに報告されている⁴⁾⁻⁶⁾ものの、本法はルーチン化されるには至っていない。本邦では、すでに岩田ら⁷⁾が同様の圧迫体を用いた腹部の圧迫照射法について詳細な検討を行い、健常組織に対する容積線量の大幅な低減および小腸の照射野外への移動などについて示している。背臥位にて圧迫体とともに患者をシェル固定しての10MVX線前方1門照射は、傍大動脈リンパ節などの限局した病変に対してより適しており、全骨盤照射のように比較的広い範囲を高線量域に含める必要がある場合には若干無理があると考えられる。一般に骨盤照射における腹部圧迫時の体位は、その簡便さと小腸の移動性などから腹臥位が適しているとされている^{2), 5), 6), 8)}。腹臥位で患者が自分自身の重さを利用して圧迫を行う方法は、圧迫法自体が自然であり、患者にとって不快感が少ないものと考えられる。ただし、Greenら⁸⁾によれば体位自体による小腸移動は背



A	C
B	

Fig.4 Comparison of isodose curves obtained with 18 MV photon using parallel opposed AP/PA (A), 3 field PA and wedged opposed lateral (B), and 4 field box technique (C). Isodose curve P (<), Q (◆) correspond to 90 %, 80 % of the maximum dose, respectively.

臥位よりも腹臥位の方が良好であるとされるが、われわれの結果からは、圧迫なしの場合には前後対向2門を用いる限り背臥位と腹臥位とで照射野内の小腸面積に差は見られなかった。また、照射野の再現性に関しては、腹臥位での照射は特に問題はないものと考えられたが、圧迫体の厚さならびに圧迫状態におけるより簡便かつ再現性の優れた固定法についてさらに検討する必要があると考えられた。

今回の結果から、腹臥位圧迫膀胱充満により比較的容易に小腸線量が低減されることが示された。ただし、Gallagherら⁵⁾、Shanahanら⁶⁾の結果と同様に、2度の骨盤部

手術を経た症例と直腸癌に対する腹会陰式直腸切断術後の症例では小腸移動は不良であった。したがって、これらの症例では本法による小腸線量の低減があまり期待できず、小腸の晩期障害発症を念頭に十分な経過観察を要するものと考えられた。一方、線量分布上圧迫による皮膚線量の増加および中心線量への影響については今のところあまり問題とされていないが、今回の検討で対向2門照射では皮膚面ならびに中心面に圧迫体の影響が現れることが示された。したがって、骨盤圧迫照射においては側方に後方を加えた3門あるいは前方および後方を加えた4門での照射により、圧迫体の影響を減じる必要があると考えられた。CTを利用して計算した3次元的小腸線量^{6), 9)}と晩期障害の関係については今後の検討が待たれる。

結 論

腹臥位圧迫法にて骨盤照射時の小腸線量の低減が期待できるが、皮膚線量の増加、線量の平坦度などから3門以上の照射が望ましいと考えられた。

文 献

- 1)放射線治療における高エネルギーX線および電子線の吸収線量の標準測定法。日本医学放射線学会物理部会編。第2版。1989, 通商産業研究社
- 2)Gunderson LL, Russell AH, Llewellyn HJ, et al: Treatment planning for colorectal cancer: Radiation and surgical techniques and value of small-bowel films. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 11: 1379-1393, 1985
- 3)Mameghan H, Fisher R, Mameghan J, et al: Bowel complications after radiotherapy for carcinoma of the prostate: The volume effect. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18: 315-320, 1990
- 4)Green N: The avoidance of small intestine injury in gynecologic cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 9: 1385-1390, 1983
- 5)Gallagher MJ, Brereton HD, Rostock RA, et al: A prospective study of treatment techniques to minimize the volume of pelvic

small bowel with reduction of acute and late effects associated with pelvic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 12: 1565-1573, 1986

- 6)Shanahan TG, Mehta MP, Bertelrud KL, et al: Minimization of small bowel volume within treatment fields utilizing customized "belly boards". *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 19: 469-476, 1990
- 7)岩田和朗, 吉村 均, 辻 佳彦, 他: 腹部放射線治療における圧迫照射法. *日放腫会誌* 4: 171-178, 1992
- 8)Green N, Ira G, Smith WR: Measures to minimize small intestine injury in the irradiated pelvis. *Cancer* 35: 1633-1640, 1975
- 9)Shank B, LoSasso T, Brewster L, et al: Three-dimensional treatment planning for postoperative treatment of rectal carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 21: 253-265, 1991