



Title	膀胱癌術中照射症例の治療成績ならびに予後因子の解析
Author(s)	田中, 良明; 竹下, 祥敬; 丹羽, 幸吉 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1989, 49(5), p. 614-621
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18393
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

膵癌術中照射症例の治療成績ならびに予後因子の解析

東京都立駒込病院放射線診療科（治療部）

田中 良明 竹下 祥敬 丹羽 幸吉 松田 忠義

（昭和63年11月15日受付）

（昭和63年12月19日最終原稿受付）

Studies on Treatment Results and Prognostic Factors of Intraoperative Radiotherapy for Pancreatic Carcinoma

Yoshiaki Tanaka, Nagayuki Takeshita, Kohkichi Niwa and Tadayoshi Matsuda
Department of Radiation Therapy, Tokyo Metropolitan Komagome Hospital

Research Code No. : 606.6

Key Words : Pancreatic carcinoma,
Intraoperative radiotherapy, Survival time,
Prognostic factor

Results of intraoperative radiotherapy (IORT) in 70 patients who were treated for pancreatic carcinoma during the recent eleven years are presented. For analysis of treatment results, patients were divided into three groups depending on the treatment period: the initial period ('76.4~'79.12), the mid period ('80.1~'83.3) and the latest period ('83.4~'87.6). Median survival in each period was 4 months, 6 months and 11.5 months, respectively. As for the clinical stage, the median survival of patients with Stage I or II, Stage III and Stage IV were 10.5 months, 8 months and 3 months, respectively. The patient's survival with a combination of tumor resection and postoperative external radiotherapy (ExRT) seemed superior to that of other treatment modalities.

As a result of statistical comparison of prognostic factors among each group, it was shown that the treatment period was most significant ($p < 0.01$). Besides this, clinical stage, tumor resection and ExRT were significant factors in obtaining long survival. The patient's characteristics, however, were different in each group, so Stage IV was excluded from each group and survival was re-analyzed. As a result, the treatment modality consisting of IORT plus ExRT was found to be the most important prognostic factor. In conclusion, IORT should be applied to patients with pancreatic carcinoma except for Stage IV cases. The dose in IORT ranging from 20Gy to 25Gy combined with the dose in ExRT ranging from 40Gy to 50Gy was considered to contribute to the improvement of prognosis without causing serious side effects.

はじめに

従来、膵癌は放射線感受性の低い腫瘍の一つとされ、周囲には胃や十二指腸、肝、腎などの critical organ があることなどから、放射線治療の適応性はそれほど高いものとして扱われていなかった。さらに診断時には進行例のものが多く、局所制御が困難であり、経過中に肝転移や腹膜播種を

おこしやすいといった進展様式上の特殊性もあげられる¹⁾²⁾。

しかしこの領域に対しても外部照射で精度よく高線量を照射する方法や³⁾⁴⁾、術中照射^{5)~9)}、組織内照射^{10)~12)}などを組み合わせることにより、局所制御率が向上し、生存期間の延長も期待できるようになってきた。われわれの施設においても手術に

術中照射を併用し、これに術後の外部照射を原体照射法で組み合わせることにより、治療成績の向上を図ってきた¹³⁾¹⁴⁾。そこで今回、術中照射を行った膵癌症例の治療内容を retrospective に検討し、予後に関与する背景因子について解析を加え、本治療法の適用に関する至適条件について考察した。

対象および方法

1976年4月から1987年6月までに、都立駒込病院において術中照射を施行した膵管上皮由来の膵癌70症例を対象とした。切除標本の病理組織像を再検討し、最終的に島細胞癌や下部胆管癌と診断された4例は除外した。よって以前の報告と若干の食い違いがある¹³⁾¹⁴⁾。70症例の内訳は男性39例、女性31例、年齢は35歳から87歳(平均62.5歳)であった。腫瘍の占居部位別分布は膵頭部36例、頭体部9例、その他25例であり、45/70(64.3%)は頭部に病変がみられた。病期別分類は American Joint Committee on Cancer (AJCC, 1983)¹⁵⁾によれば、Stage I 1例、Stage II 13例、Stage III 44例、Stage IV 12例であり、56/70(80%)は Stage III 以上の進行例であった(Table 1)。腫瘍切除は20例に行われており、その内容は治癒切除6例、相対治癒切除12例、非治癒切除2例であり、前2者を合わせた18例を切除群として以下の解析を行った。

術中照射はベータトロン10~20MeV電子線で、原則として病巣辺縁より1cm外縁を含む大きさの照射筒を用い、線量は15~40Gy(平均23.5Gy)照射した。具体的には照射範囲は切除例では

腫瘍床や腫瘍残存が疑われる部位、すなわち上腸間膜動脈根部、門脈剝離部、傍大動脈リンパ節領域などであり、非切除例では腫瘍塊を含む範囲であった。十二指腸は腫瘍の直接浸潤例を除いて照射野から除外した。電子線エネルギーは病巣最深处で80%以上の線量となるように設定した。術後外部照射は70例中46例に行った。その内容は4MVまたは10MV リニアック X線の前後対向二門あるいは三門照射で行ったのが7例、原体照射を適用したのが39例であった。線量は通常の2Gy/日、週5回の分割方法で9~62Gy(平均40.9Gy)照射した。20Gy未滿の照射例が5例あったので、これらの中断例は術中照射単独群に入れ、残りの41例を外部照射併用群として扱った。

治療期間の初期の頃と最近の症例とでは、病期や切除率などの症例構成において差がみられた。そこで全体を前期(1976年4月~1979年12月)19例、中期(1980年1月~1983年3月)19例、後期(1983年4月~1987年6月)32例の3群に分けて治療成績を検討した。

生存期間は術中照射実施日から起算し、累積生存率はKaplan-Meier法で求めた。追跡調査は1988年7月末で行い、最低観察期間は1年1ヵ月である。2群間の有意差検定はlogrank testで行った。

結 果

治療期間別の症例構成を病期別でみると、Stage IVの占める割合は前期で8/19(42.1%)であったが、後期では2/32(6.3%)と少なく、逆に Stage IIIの占める割合は前期8/19(42.1%)、中期12/19(63.2%)、後期24/32(75%)で後になるほど増加していた。また切除症例の割合もそれぞれ1/19(5.3%)、2/19(10.5%)、15/32(46.9%)であり後の期間になるほど増加していた(Fig. 1)。

治療期間別の median survival (以下msと略す)は前期、中期、後期でそれぞれ4ヵ月、6ヵ月、11.5ヵ月であり、後になるほど延長していた。このうち前期と後期との間には有意差(p<0.01)がみられた。70症例全体のmsは7ヵ月であった(Fig. 2, Table 2)。

Table 1 Intraoperative radiotherapy (IORT) for pancreatic carcinoma. Tumor site and clinical stage according to AJCC¹⁵⁾.

Primary site	Stage I T ₁ T ₂ N ₀ M ₀	Stage II T ₃ N ₀ M ₀	Stage III T ₁₋₃ N ₁ M ₀	Stage IV T ₁₋₃ N ₁₋₃ M ₁	Total
Head	1	8	26	1	36
Head & body		1	4	4	9
Body		4	10	2	16
Body & tail			3	5	8
Diffuse			1		1
Total	1	13	44	12	70

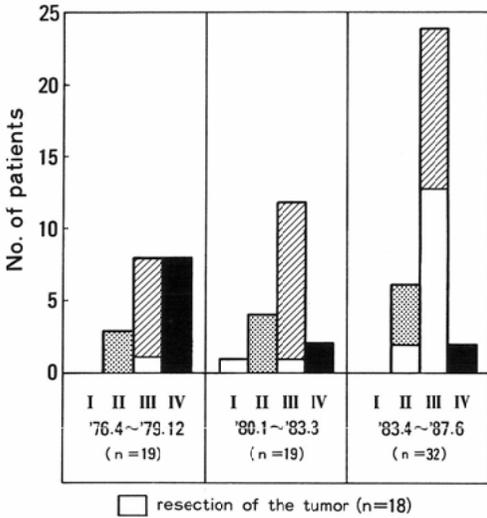


Fig. 1 Distribution of patients with pancreatic carcinoma concerning the clinical stage; those divided into three groups depending on the treatment period.

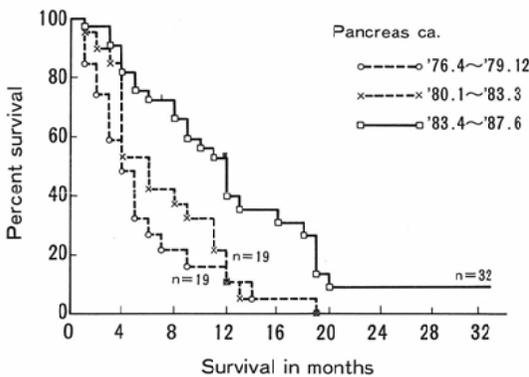


Fig. 2 Survival curve of 70 patients with pancreatic carcinoma. Influence of treatment period.

病期別では Stage I と II を合わせた群の累積生存率が最もよく ms は 10.5 カ月であったが、Stage III の 8 カ月と比べて大差はなかった。Stage IV の ms は 3 カ月で最も悪かったものの、症例数が少なく他の群と比較して有意とはいえなかった (Fig. 3, Table 3)。以下の解析には、病期の偏りを除外する意味で予後不良な Stage IV を除いた成績についても比較した。

切除群と非切除群との比較では、切除群には Stage IV はなく、逆に非切除群には 12 例の Stage IV が含まれていた。両群の ms はそれぞれ 11.5 カ月と 5.5 カ月であり、有意 ($p < 0.1$) に切除群の方が成績がよかった。しかし Stage IV を除いた成績の比較では非切除群の ms は 8 カ月であり、切除群との間には有意差はみられなかった (Fig. 4, Table 4)。

術後外部照射併用の有無では、併用群の腫瘍切除率は 15/26 (57.7%) と高く、ms は 12 カ月であった。一方の術中照射単独群は切除率が 3/26 (11.5%) と低く、ms は 4 カ月であり、併用群に比べて有意 ($p < 0.05$) に治療成績が悪かった。ただし Stage IV の占める症例数は併用群の 2 例 (4.9%) に対して、術中照射単独群の方は 10 例 (34.5%) と多く、後者の方が進行例に偏っている傾向がみられた。Stage IV を除いた比較では両者の ms はそれぞれ 12 カ月と 5 カ月であり、この場合も併用群の方が有意 ($p < 0.05$) に成績がよかった (Fig. 5, Table 5)。

次に腫瘍の占居部位別で治療成績を比較した。

Table 2 IORT for pancreatic carcinoma. Patient's characteristics, treatment modalities and results in each treatment period.

Interval	Sex M/F	Age	Stage				Resection Yes (%)	ExRT Yes (%)	Survival months	
			I	II	III	IV			mean \pm σ	median
'76.4~ '79.12	11/8	62.6 \pm 8.7	3	8	8	1 (5.3)	3 (15.8)	5.5 \pm 4.8 [7.9 \pm 5.0]	4.0 [6.0]	
'80.1~ '83.3	13/6	61.8 \pm 8.6	1	4	12	2 (10.5)	9 (47.4)	7.2 \pm 4.7 [7.7 \pm 4.6]	6.0 [6.0]	
'83.4~ '87.6	15/17	62.8 \pm 11.1	6	24	2	15 (46.9)	29 (90.6)	12.3 \pm 10.5 [12.9 \pm 10.6]	11.5* [12.0]	
Total	39/31	62.5 \pm 9.9	1	13	44	18 (25.7)	41 (58.6)	9.1 \pm 8.5 [10.4 \pm 8.7]	7.0 [9.0]	

[] = Stage I - III

ExRT: external radiotherapy

* $p < 0.01$

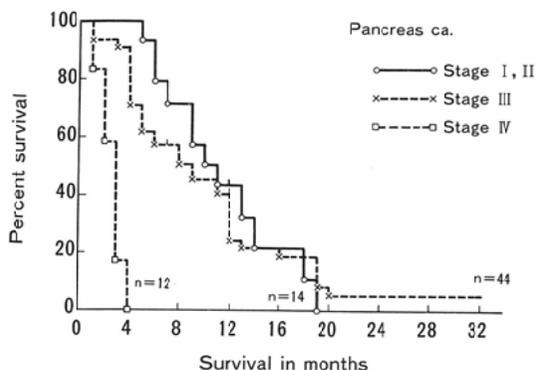


Fig. 3 Survival curve of 70 patients with pancreatic carcinoma. Influence of clinical stage.

Table 3 Tumor resection and survival time in three groups concerning the clinical stage.

Stage	Tumor		Total	Survival months	
	resected	not resected		mean ± σ	median
I (T _{1,2} N ₀ M ₀) & II (T ₃ N ₀ M ₀)	3	11	14	10.8 ± 4.1	10.5
III (T ₁₋₃ N ₁ M ₀)	15	29	44	10.3 ± 9.7	8.0
IV (T ₁₋₃ N ₀₋₁ M ₁)		12	12	2.5 ± 1.1	3.0
Total	18	52	70	9.1 ± 8.5	7.0

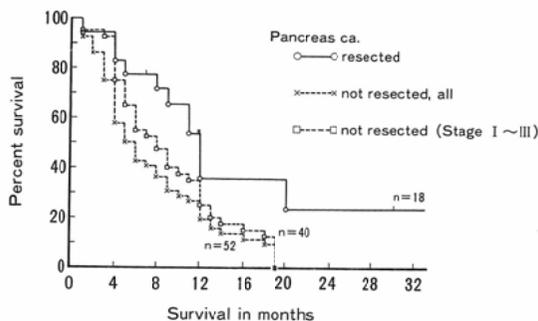


Fig. 4 Survival curve of 70 patients with pancreatic carcinoma. Influence of tumor resection.

ここでも 2 群間の Stage IV の占める割合は膵頭部群で 5/45 (11%), 膵頭部以外の群で 7/25 (28%) と異なり, 後者の方に進行癌の比率が多かった。両群の ms はそれぞれ 9 カ月と 4 カ月であり, 膵頭部群の方が成績がよかったものの有意差とはいえなかった。Stage IV を除いた比較でも 10.5 カ月と 5.5 カ月であり, 同様の傾向がみられた (Fig. 6, Table 6)。

Table 4 Clinical stage and survival time in both treatment groups concerning the tumor resection.

Tumor resection	Stage				Survival months	
	I	II	III	IV	mean ± σ	median
resected	1	2	15		13.3 ± 12.9	11.5*
not resected		11	29	12	7.6 ± 5.6 [9.1 ± 5.5]	5.5 [8.0]

[] = Stage I - III

*p < 0.1

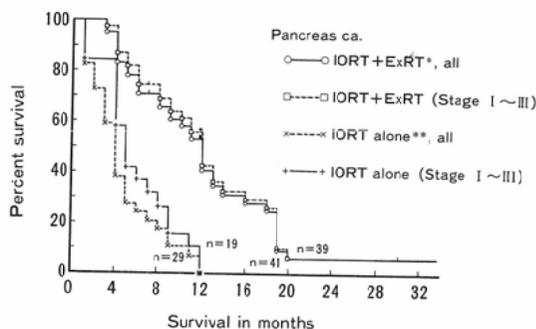


Fig. 5 Survival curve of 70 patients with pancreatic carcinoma. Influence of radiation modalities; IORT plus external radiotherapy (ExRT) versus IORT alone. *ExRT means the treatment with a dose of 20Gy or more. **IORT alone group contains patients treated with ExRT by a dose of less than 20Gy.

以上, 術中照射を施行した膵癌症例の治療成績を項目別に分けて有意差検定を行った結果, 有意差の大きかったのは治療期間の前期と後期の 2 群間であり (p < 0.01), 次に術後外部照射併用の有無, 腫瘍切除度などがあげられた。ただし Stage IV を除いた比較では, 術後外部照射の項目については有意差が認められたが (p < 0.05), 他の項目についてはみられなかった。

考 察

これまで予後不良といわれていた膵癌に対して, 放射線療法が積極的に適用されだした理由として, 1) 診断時には局所進展例が多く外科的切除に限界があること¹²⁾, 2) Massachusetts General Hospital のグループによる precision high dose radiotherapy をはじめとする高線量外部照射の導入と, 5-FU を中心とする化学療法の併用により局所制御の改善が得られるようになったこ

Table 5 Clinical stage, tumor resection and survival time in both treatment groups concerning the radiation modalities.

Patient characteristics	Stage				Resection Yes/No	Survival months	
	I	II	III	IV		mean±σ	median
IORT alone or +ExRT(<20Gy)	1	3	15	10	3/26	4.6±3.4 [5.8±3.5]	4.0 [5.0]
IORT+ExRT(≥20Gy)		10	29	2	15/26	12.2±9.5 [12.7±9.5]	12.0* [12.0]*

[]=Stage I-III

*p<0.05

ExRT: external radiotherapy

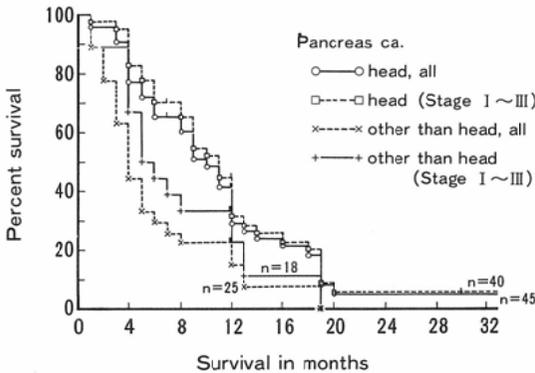


Fig. 6 Survival curve of 70 patients with pancreatic carcinoma. Influence of tumor site; head of the pancreas versus other than head.

Table 6 Clinical stage and survival time in both groups concerning the tumor location.

Tumor site	Stage				Total	Survival months	
	I	II	III	IV		mean±σ	median
Head	1	9	30	5	45	10.7±9.6 [11.8±9.6]	9.0 [10.5]
Other than head		4	14	7	25	6.1±4.6 [7.4±4.8]	4.0 [5.5]

[]=Stage I-III

と³⁾⁴⁾⁸⁾¹⁶⁾, 3) 術中照射により局所に限局した大線量投与が可能になったこと^{5)~9)13)14)16)}, 4) ¹²⁵I シードの密封小線源が開発され組織内照射が可能となったこと^{10)~12)}, 5) 速中性子線などの高 LET 放射線治療の臨床応用が可能になったこと¹⁷⁾, などがあげられる。

この中で術中照射は直視下にて照射筒を病巣部に挿入し、後方組織を防護できる適切なエネルギーの電子線を適用できる点で、局所制御に関し

ては有利である。われわれの施設では1976年4月より術中照射を開始し、膵癌にいち早く適用してきた。しかし初期のうちには、肝転移のある症例などにも施行していたために、治療成績の向上にはそれほど結びつかなかった。ただ術中照射施行後の再手術例や剖検例などを検討した結果、30Gyの術中照射で著明な腫瘍縮小効果と組織学的には腫瘍細胞壊死ならびに結合織の線維化が認められ、直接効果の著しいことが明らかとされた¹³⁾。

術中照射で問題になるのは至適線量の決定が困難であることである。1回大線量照射であることから、通常の分割照射の時の耐容線量の概念が通用しない^{5)~8)14)18)}。これまでの多くの動物実験からは、20Gyまでは大血管、末梢神経などには著しい変化はみられないが、30Gyを越えると消化管吻合部や尿管などに狭窄所見が生じ、さらに大線量になると潰瘍などの致命的な障害が生じることが報告されている^{19)~23)}。

したがって健常組織における放射線耐容性を考慮に入れると、一般に術中照射の線量のみでは腫瘍に対する致死的效果はなお不十分であるといえる。またこの際に、腫瘍細胞の微視的な浸潤範囲を全て照射野に含めるには、照射筒の設定などの点において制約がある。そこで障害発生を軽減させる意味でも、これらの領域を含むやや広目の範囲に対しては、外部照射を適用した方が得策であると考えられる。この場合、術中照射の役割は、主病巣に対する外部照射への boost 治療とみなすことができる^{18)24)~26)}。

われわれは以上の観点から、術中照射の線量を腫瘍残存量の程度により20~30Gy照射し、術後

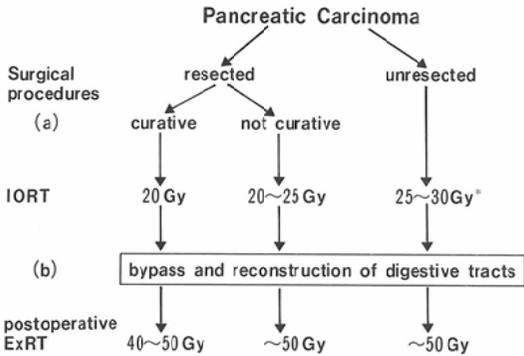


Fig. 7 Current scheme of treatment modalities for pancreatic carcinoma. *If duodenum is included in the radiation field, the dose of 20Gy is applied on IORT.

に40~50Gyの外部照射を可能な限り原体照射¹⁴⁾²⁵⁾で施行してきた (Fig. 7). 両者の線量配分については、最近の Ahmadu-Suka ら²⁷⁾のビーグル犬を用いた動物実験において、25Gyの術中照射に術後50Gyの外部照射を加える方法が、術後135日までは耐容性であったと述べていることから、ほぼ妥当な線量といえよう。また Hoekstra ら²⁸⁾の13例の膵癌症例の剖検報告においても、術中照射に外部照射を組み合わせた際の組織学的変化が、定性的ではあるが明らかにされている。

今回、われわれの施設における治療成績は、Dobelbower ら¹⁰⁾の¹²⁵I組織内照射と局所大線量外部照射+5-FUを組み合わせたときのms 15カ月には及ばないが、他の諸家の報告にほぼ匹敵している⁸⁾¹¹⁾¹⁶⁾²⁴⁾²⁹⁾。そして治療内容および成績をretrospectiveに検討した結果、予後に関与する因子として治療期間、腫瘍切除度、外部照射併用の有無の3項目があげられた。この他に臨床病期、腫瘍占居部位についても検討したが、生存期間には差がみられたものの症例数が少なく統計学的に有意とはいえなかった。しかし有意差のみられた群については症例構成に偏りがみられたので、予後不良と考えられるStage IVを各症例群から除いて治療成績を再検討した。その結果、有意差の最も大きかった治療期間別の2群間では有意差がみられず、外部照射併用群においてのみ有意(p<0.05)に術中照射単独群よりも生存期間が延長し

ているといえた。

このことはわずかな症例数の比較ではあったが、膵癌治療における先のプロトコルの有効性を示唆していると考えられた。ただし外部照射の完遂できた群には、全身状態のよい症例が多く含まれている可能性があり、この因子のみを予後との相関において強調することはできない。今回ふれなかったが、この他に治療成績に関与する因子としては performance statusや背部痛消失の有無なども指摘されている²⁶⁾。さらに化学療法を併用した場合の有用性についても解析する必要がある。

最後に指摘しておきたい点は、最近の4年間の治療成績が向上してきた背景として、Stage IIIに対する治療方針がほぼ固まってきたことがあげられる。すなわち膵頭部で膵頭十二指腸切除が可能であれば、切除後に上腸間膜動脈根部や門脈周囲、腫瘍床などに対して20~25Gyの術中照射を施行する。膵体尾部領域であれば胃切除、膵体尾部切除後にほぼ上述の範囲に術中照射を行う。周囲組織への浸潤が著しくて非切除に終わった場合には胃切除後、腫瘍部を十分に露出できる状態にして25~30Gyの術中照射を行う。この場合、照射範囲は腫瘍辺縁の1cm外側を含むようにするが、十二指腸などの消化管はできるだけ避ける。ただし腫瘍の浸潤などでやむをえず照射野内に含む場合には、耐容線量を考慮して線量は20Gy以下とするなどである。そして術後に外部照射を、周囲の所属リンパ節領域を含む範囲に原体照射で40~50Gy追加する。以上の方法が照射に伴う副作用もほとんどなく、予後改善につながるものと思われる。

以上、膵癌に対する術中照射の治療成績を検討し、予後因子について解析を加えてきた。また現時点での至適と思われる治療指針についても考察を加えた。今後は上述のプロトコールにのっとり、さらによりよい治療体系の確立を目指していきたい。

結 語

過去11年間に術中照射を施行した膵癌70例の治療成績と予後因子を検討し、以下の結論を得た。

1) 治療期間を前期(1976. 4~1979. 12) 19例, 中期(1980. 1~1983. 3) 19例, 後期(1983. 4~1987. 6) 32例に分けて比較した結果, msはそれぞれ4カ月, 6カ月, 11.5カ月であり, 後になるほど延長した。2) 進行病期別のmsはStage I+II 10.5カ月, Stage III 8カ月, Stage IV 3カ月であり, StageのI+IIとIIIとでは大差がなく, IVが著しく悪かった。3) Stage IVを除いた腫瘍切除群と非切除群のmsはそれぞれ11.5カ月と8カ月であり, 術後外部照射施行群と非施行群ではそれぞれ12カ月と5カ月であった。4) 同じく腫瘍の占居部位別では膵頭部が10.5カ月, 膵頭部以外が5.5カ月であった。5) 全症例の比較では治療期間の前期と後期の2群間で最も有意差が大きく, ついで術後外部照射, 腫瘍切除度で有意差がみられたが, Stage IVを除いた成績では, 外部照射の併用の有無のみに有意差が認められた。6) 結論として膵癌術中照射はStage IIIまでを適応とし, 可能であれば腫瘍切除後に20~25Gyの術中照射を施行し, これに術後外部照射を原体照射で40~50Gy組み合わせるのが局所制御率の向上と生存期間の延長につながるものと思われた。

稿を終えるにあたり, 本研究は当院内視鏡科 田畑育男医長, 外科 岡本篤武医長, 麻酔科 笠間晃彦医長, 病理科 小池盛雄部長をはじめとする院内の共同診療体系によってなされたものであることを記し, 感謝の意を表します。

本研究の一部は厚生省がん研究助成金(60-8, 62-27, 秦班)の援助を受けた。

文 献

- 1) Castro JR, Saunders WM, Quivey JM, et al: Clinical problems in radiotherapy of carcinoma of the pancreas. *Am J Clin Oncol* 5: 579-587, 1982
- 2) Kalsner MH, Barkin J, MacIntyre JM, for the Gastrointestinal Tumor Study Group: Pancreatic cancer; Assessment of prognosis by clinical presentation. *Cancer* 56: 397-402, 1985
- 3) Dobelbower RR Jr, Borgelt BB, Strubler KA, et al: Precision radiotherapy for cancer of the pancreas: Technique and results. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 6: 1127-1133, 1980
- 4) Nguyen TD, Bugat R, Combes PF: Postoperative irradiation of carcinoma of the head of the pancreas area; Short-time tolerance and results to precision high-dose technique in 18 patients. *Cancer* 50: 53-56, 1982
- 5) Abe M, Takahashi M, Yabumoto E, et al: Techniques, indications and results of intraoperative radiotherapy of advanced cancers. *Radiology* 116: 693-702, 1975
- 6) Goldson AL, Ashaveri E, Espinoza MC, et al: Single high dose intraoperative electrons for advanced stage pancreatic cancer: Phase I pilot study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 7: 869-874, 1981
- 7) Nishimura A, Nakano M, Otsu H, et al: Intraoperative radiotherapy for advanced carcinoma of the pancreas. *Cancer* 54: 2375-2384, 1984
- 8) Shipley WU, Wood WC, Tepper JE: Intraoperative electron beam irradiation for patients with unresectable pancreatic carcinoma. *Ann Surg* 200: 289-296, 1984
- 9) Sindelar WF, Hoekstra HJ, Kinsella TJ: Surgical approaches and techniques in intraoperative radiotherapy for intra-abdominal, retroperitoneal, and pelvic neoplasms. *Surgery* 103: 247-256, 1988
- 10) Dobelbower RR Jr, Merrick HW, Ahuja RK, et al: ¹²⁵I interstitial implant, precision high-dose external beam therapy, and 5-FU for unresectable adenocarcinoma of pancreas and extrahepatic biliary tree. *Cancer* 58: 2185-2195, 1986
- 11) Mohiuddin M, Cantor RJ, Biermann W, et al: Combined modality treatment of localized unresectable adenocarcinoma of the pancreas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 14: 79-84, 1988
- 12) Kersh CR, Constable WC, Eisert DR, et al: Palliative radiotherapy in the management of pancreatic carcinoma: Combined interstitial and external beam therapy. *Brit J Radiol* 61: 408-410, 1988
- 13) 松田忠義, 小野寺時夫, 岡本篤武, 他: 切除不能膵癌の集学的治療—術中照射法を中心に—, 癌の臨, 26: 988-995, 1980
- 14) 田中良明, 松田忠義, 竹下祥敬, 他: 膵癌の術中照射治療成績—術後原体照射を組み合わせた治療法の検討—, 日癌治療会誌, 22: 573-581, 1987
- 15) American Joint Committee on Cancer: 15. Pancreas. (In) Manual for staging of cancer, second ed. 95-98, 1983, Lippincott, Philadelphia
- 16) Gunderson LL, Martin JK, Kvols LK, et al: Intraoperative and external beam irradiation ± 5-FU for locally advanced pancreatic cancer.

- Int J Radiat Oncol Biol Phys 13 : 319—329, 1987
- 17) Kaul R, Cohen L, Hendrickson F, et al: Pancreatic carcinoma: Results with fast neutron therapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 7 : 173—178, 1981
- 18) 田中良明, 竹下祥敬, 松田忠義, 他: 治療可能比からみた術中照射療法の臨床的意義, 癌の臨, 33 : 1619—1626, 1987
- 19) Shipley WU, Wood WC, Tepper JE, et al: Tolerance of retroperitoneal structures to intraoperative radiation. Ann Surg 196 : 601—608, 1982
- 20) Sindelar WF, Morrow BM, Travis EL, et al: Effects of intraoperative electron irradiation in the dog on cell turnover in intact and surgically-anastomosed aorta and intestine. Int J Radiat Oncol Biol Phys 9 : 523—532, 1983
- 21) Tepper JE, Sindelar W, Travis EL, et al: Tolerance of canine anastomoses to intraoperative radiation therapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 9 : 987—992, 1983
- 22) Kinsella TJ, Sindelar WF, DeLuca AM, et al: Tolerance of peripheral nerve to intraoperative radiotherapy (IORT): Clinical and experimental studies. Int J Radiat Oncol Biol Phys 11 : 1579—1585, 1985
- 23) Hoopes PJ, Gillette EL, Withrow SJ: Intraoperative irradiation of the canine abdominal aorta and vena cava. Int J Radiat Oncol Biol Phys 13 : 715—722, 1987
- 24) Gunderson LL, Shipley WU, Suit HD, et al: Intraoperative irradiation: A pilot study combining external beam photons with "boost" dose intraoperative electrons. Cancer 49 : 2259—2266, 1982
- 25) 松田忠義, 田中良明, 竹下祥敬, 他: 進行膵癌に対する放射線療法—ことに術中照射と術後原体照射について—, 消外, 11 : 1483—1489, 1988
- 26) Nishimura A, Sakata S, Iida K, et al: Evaluation of intraoperative radiotherapy for carcinoma of the pancreas: Prognostic factors and survival analyses. Radiat Med 6 : 85—91, 1988
- 27) Ahmadu-Suka F, Gillette EL, Withrow SJ, et al: Pathologic response of the pancreas and duodenum to experimental intraoperative irradiation. Int J Radiat Oncol Biol Phys 14 : 1197—1204, 1988
- 28) Hoekstra HJ, Restrepo C, Kinsella TJ, et al: Histopathological effects of intraoperative radiotherapy on pancreas and adjacent tissues: A postmortem analysis. J Surg Oncol 37 : 104—108, 1988
- 29) Roldan GE, Gunderson LL, Nagorney DM, et al: External beam versus intraoperative and external beam irradiation for locally advanced pancreatic cancer. Cancer 61 : 1110—1116, 1988