



Title	原体照射法による前立腺癌の放射線治療
Author(s)	清水, 哲平; 田中, 良明; 竹下, 祥敬 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(7), p. 993-1000
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16994
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

原体照射法による前立腺癌の放射線治療

東京都立駒込病院放射線診療科

清水 哲平 田中 良明 竹下 祥敬* 松田 忠義

（*現 西尾市民病院放射線科）

（平成3年9月4日受付）

（平成3年11月11日最終原稿受付）

Conformation Radiotherapy for Carcinoma of the Prostate

Tepei Shimizu, Yoshiaki Tanaka, Nagayuki Takeshita and Tadayoshi Matsuda

Department of Radiation Oncology, Tokyo Metropolitan Komagome Hospital

Research Code No. : 608

Key Words : Conformation radiotherapy, Prostate cancer,
Local control, Late radiation damage

During the period from 1975 to 1989, 84 patients with carcinoma of the prostate were treated with conformation radiotherapy at Tokyo Metropolitan Komagome Hospital.

The radiation field encompassed only the area of the prostate gland; it did not include the pelvic lymph nodes. The clinical stage of the 84 tumors was 22 in Stage A, 31 in Stage B, 15 in Stage C and 16 in Stage D. The average age of patients was 73.4 years, with range of 54 to 88 years. The average dose to the tumor was 65.7 Gy, with range of 60 Gy to 70 Gy. Hormone therapy was applied to 42 cases. The 5- and 10-year cumulative survival rates were 90.7% and 70.5% for Stage A, 41.7% and 26.7% for Stage B, 48.9% and 48.9% for Stage C, and 32.6% and 0% for Stage D, respectively. The 5-year cause-specific cumulative survival rates were 100% for Stage A, 92.3% for Stage B, 65.0% for Stage C and 40.3% for Stage D, respectively. Patients with poorly differentiated adenocarcinomas or undifferentiated carcinomas showed poorer survival than those with well-differentiated carcinoma. Only 7 cases suffered in-field recurrence, and 2 cases suffered recurrence at pelvic lymph nodes. Acute reactions were noted in 13 cases. Late complications following treatment were acceptable. Mild to moderate complications were recognized in 2 cases, but neither patient required surgery.

In conclusion, our data suggest the advantage of the conformation technique applied to radiation therapy for carcinoma of the prostate.

はじめに

我が国における前立腺癌による死亡者数は1978年が1,499名、1988年が3,035名で、実数は少ないものの10年間に2.02倍と結腸癌の1.9倍や肺癌の1.8倍を上回る増加率を示している¹⁾²⁾。さらに、生活環境や食習慣の欧米化、高齢化などの要因により、前立腺癌の罹患率は今度ますます増加するものと考えられる。

現在我が国においては、前立腺癌の治療法とし

ては手術およびホルモン療法が一般的であると思われる。しかし、根治的前立腺切除術は尿失禁による quality of life の低下をもたらす例が多く³⁾、ホルモン療法もホルモン耐性の出現や心血管系の副作用の問題があり⁴⁾⁵⁾、欧米では放射線治療が主流になっている⁶⁾。我々も1975年以降前立腺癌に対し原体照射法による放射線治療を行ってきた。そこでこれまでの治療成績を検討し、特に局所制御と急性及び晩期障害に重点を置き、原体照射法

の有用性について解析を加えたので報告する。

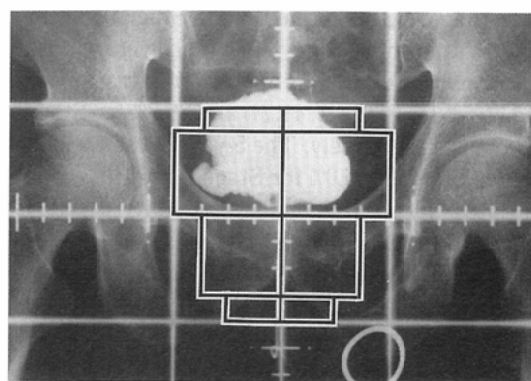
対象および方法

1975年4月から1989年12月までの間に、都立駒込病院において原体照射法で放射線治療を行った前立腺癌84例を対象とした。生存例の最短観察期間は1年3ヵ月、最長観察期間は12年6ヵ月、中央値4年9ヵ月である。年齢は54~88歳(中央値74歳)で、84例の臨床病期分類は前立腺癌取扱い規約⁷⁾に準じて Stage A: 22例, Stage B: 31例, Stage C: 15例, Stage D: 16例であった。組織型は、高分化型腺癌38例, 中分化型腺癌22例, 低分化型腺癌および未分化癌14例, 分化度不詳腺癌10例であり、高分化型腺癌は Stage A, B に、低分化型腺癌および未分化癌は Stage D に多い傾向にあった(Table 1)。病理診断は Stage A の20例は恥骨上前立腺切除術により、Stage A の2例および Stage C の2例, Stage D の1例は経尿道的前立腺切除術(TURP)により診断された。他の症例は経直腸的前立腺針生検により診断されてい

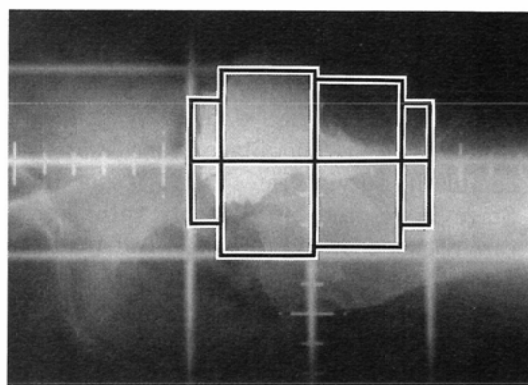
Table 1 Patient characteristics (n=84)

Age	~60	3
	61~70	15
	71~80	53
	81~	13
	median	74
Stage	A	22
	B	31
	C	15
	D	16
Histological differentiation	Well	38
	Moderately	22
	Poorly/Undiff.	14
	Unknown	10
Dose(Gy)	60	34
	61~64	0
	65~69	4
	70	46
	mean	65.7
Hormone Tx.	Stage A	2
	B	15
	C	11
	D	14

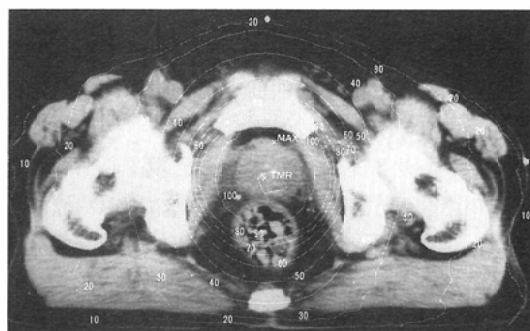
Undiff.: Undifferentiated carcinoma



(a)



(b)



(c)

Fig. 1 Simulation films of conformation radiotherapy for carcinoma of the prostate. (a): AP, (b): LAT, and its isodose distribution (c).

る。

放射線治療は4MV または10MV Lineac-X 線を用い、原体照射法の照射野は治療計画用に撮像した回転横断撮影またはCT-scanにより、前立腺領域を十分に含む target volume を設定し、3 次元的な病巣の広がりを考慮して症例により単分割または多分割絞りの原体照射法を選択した (Fig. 1)。骨盤リンパ節領域は target volume に含めていない。治療計画用コンピュータ THELAC III および THELAC 2300 (日本電気 (株) 製) により線量分布を求め、target volume 内の回転中心位置で60~70Gy (1 日2Gy, 週 5 回分割), 平均65.7 Gy 照射した。前立腺領域は90%線量域に含まれるように治療計画を設定した。ホルモン療法 (Diethylstilbestrol phosphate 300mg/day 経口投与) は Stage A : 2 例, Stage B : 15 例, Stage C : 11 例, Stage D : 14 例の42例に併用した (Table 1)。また Stage A の 1 例, Stage B の 12 例, Stage C の 3 例, Stage D の 7 例には除手術を併用した。

急性および晩期障害の重症度は、軽度: 特別な治療を必要としなかったもの, 中等度: 照射休止または保存的治療を必要としたもの, 高度: 外科的治療を必要としたもの, と分類した。生存率の計算は Kaplan-Meier 法を用い、有意差検定は log-rank test を用いた。再発や転移の診断は触診、画像診断などの臨床診断による。

結 果

1. 治療成績

病期分類別の 5 年および10年累積生存率はそれぞれ Stage A : 90.7%, 70.5%, Stage B : 41.7%, 26.7%, Stage C : 48.9%, 48.9%, Stage

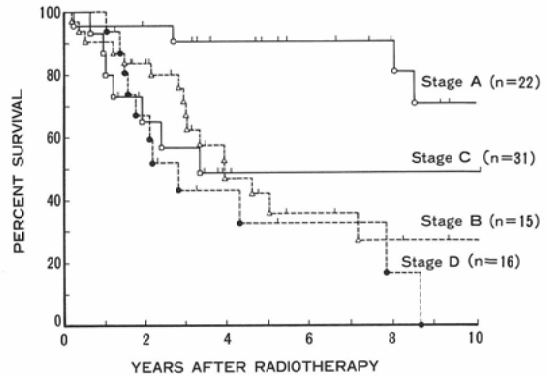


Fig. 2a Cumulative survival by clinical stage.

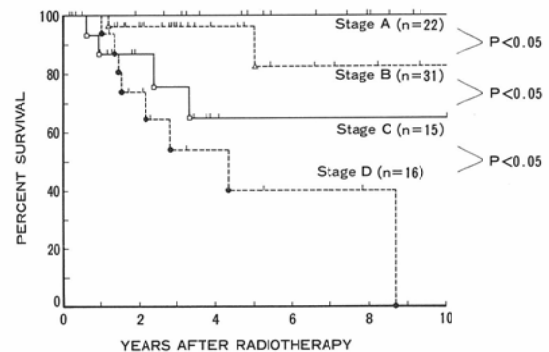


Fig. 2b Cause specific cumulative survival by clinical stage.

D : 32.6%, 0%であった (Table 2) (Fig. 2a)。死亡例39例の内訳は腫瘍死13例, 他病死20例, 不明6例であり, 中でも Stage B は31例中12例が他病死で失われていた (Table 3)。その12例の死因は脳血管障害3例, 心疾患2例, 肺炎4例, 老衰4例であった。そこで他病死を打ち切り例とした場合の累積生存率 (cause specific survival) を求めると, 5 年累積生存率は Stage A : 100%, Stage B :

Table 2 Result of conformation radiotherapy for carcinoma of the prostate

Stage	5-Year(%)			10-Year(%)		
	Cumulative Survival	NED* Survival	Local Control	Cumulative Survival	NED* Survival	Local Control
A	90.7(100)	85.9(95.0)	100	70.5(100)	66.8(95.0)	100
B	41.7(92.3)	36.3(82.3)	95.5	26.7(82.7)	25.2(82.3)	95.5
C	48.9(65.0)	42.3(58.9)	67.0	48.9(65.0)	42.3(58.9)	67.0
D	32.6(40.3)	18.3(23.0)	54.3	0(0)	—	—

*NED: no evidence of disease

() : cause specific survival

Table 3 Cause of death

Stage	DOD	DOI	Unknown	Total
A	0	3	1	4
B	1	12	3	16
C	4	3	1	8
D	8	2	1	11
Total	13	20	6	39

DOD : died of disease

DOI : died of intercurrent disease

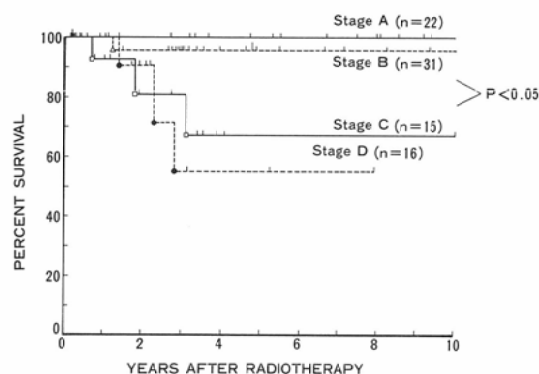


Fig. 3 Free of local recurrence by clinical stage.

92.3%, Stage C : 65.0%, Stage D : 40.3%であった (Fig. 2b). なお, Stage B 以外の他病死の症例の死因は心疾患 3 例, 脳血管障害 2 例, 肺炎, 胃癌, 交通事故 1 例ずつである. 5 年および 10 年無病生存率 (cause specific NED survival) は各々 Stage A : 95%, 95%, Stage B : 82.3%, 82.3%, Stage C : 58.9%, 58.9%, Stage D : 23.0%, 23.0% であった. 再発はすべて 5 年以内に発生しており, Stage 別の局所制御率はそれぞれ Stage A : 100%, Stage B : 95.5%, Stage C : 67.0%, Stage D : 54.3% であった (Fig. 3). 以上の結果を Table 2 にまとめた.

照射した線量により 65Gy 未満の 36 例と 65Gy 以上の 48 例で生存率を比較した. 65Gy 未満群の方が若干生存率が上回っていたものの, 有意差は認められなかった (Fig. 4). 両群の背景因子を検討した結果, 65Gy 未満群に比べ 65Gy 以上を照射した群には Stage C, D の進行例や, 組織型では中分化型以下の分化度の症例が多い傾向を認めた (Table 4). Stage 毎に線量の影響を検討したが,

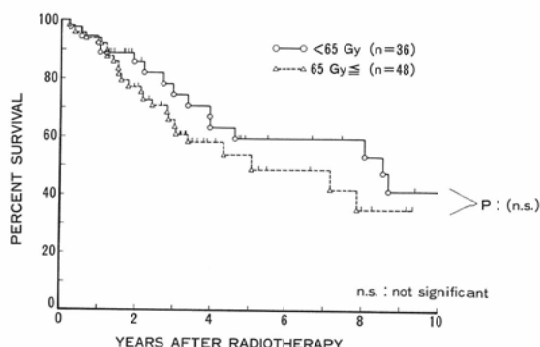


Fig. 4 Cumulative survival by treatment dose.

Table 4 Patients characteristics by treatment dose

		No. of Patients by Dose	
		<65Gy (n=36)	65Gy ≤ (n=48)
Age	~60	1	2
	61~70	6	9
	71~80	24	29
	81~	5	8
	median	75	74
Stage	A	14	8
	B	13	18
	C	5	10
	D	4	12
Histological differentiation	Well	19	19
	Moderately	8	14
	Poorly/Undiff.	4	10
	Unknown	5	5

undiff.: undifferentiated carcinoma

各 Stage とも線量による生存率の差は認めなかった.

組織分化度別生存率は他病死を含む検討では有意差を認めなかったが, cause specific な検討では高分化型腺癌と低分化型および未分化癌の間に危険率 5% で有意差を認めた (Fig. 5).

2. 再発および遠隔転移

84 例中 7 例に照射野内の再発を認めた. 7 例の内訳は Stage B : 1 例 (70Gy 照射後), Stage C : 3 例 (それぞれ 70Gy, 70Gy, 60Gy 照射後), Stage D : 3 例 (それぞれ 70Gy, 70Gy, 60Gy 照射後) で, 7 例中 5 例が 70Gy 照射した後の照射野内再発であり, 局所再発と線量との間には明らかな相関を

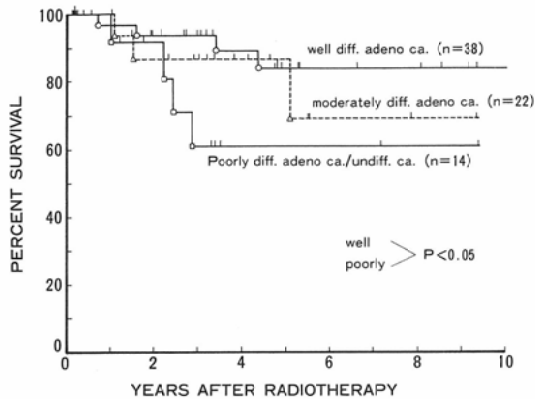


Fig. 5 Cause specific cumulative survival by histological differentiation.

Table 5 Pattern of failure

Stage	Local	Pelvic	Distant	Total
A	0	0	1	1
B	1	0	2	3
C	3	1	3	7
D	3	1	4	8
Total	7	2	10	19

Table 6 Complications of radiotherapy for carcinoma of the prostate

	Total No.	Grade of complications		
		Mild	Moderate	Severe
Acute colitis	6	3	3	0
urethritis	3	3	0	0
skin erosion	3	1	2	0
cystitis	2	1	1	0
radiation sickness	1	0	1	0
Late colitis	1	1	0	0
cystitis	1	1	0	0

認めなかった。組織分化度別では高分化型で3/38 (7.9%), 中分化型で0, 低分化型および未分化癌で3/14 (21.4%), 分化度不詳で1/10 (10.0%) であり, 低分化型腺癌および未分化癌の症例に局所再発が多かった。照射野外の骨盤リンパ節再発は Stage C, Stage D の各 1 例に認めたのみであった。治療後の遠隔転移は Stage A: 1 例, Stage B: 2 例, Stage C: 3 例, Stage D: 4 例の 10 例に認めた (Table 5)。転移部位は骨 (7 例),

肝 (3 例), 肺 (2 例), 鎖骨上窩リンパ節 (1 例) であった。組織分化度別では高分化型 3 例 (7.9%), 中分化型 2 例 (9.1%), 低分化型 5 例 (35.7%) と低分化型腺癌の頻度が高かった。

3. 放射線障害

13 例 (15.5%) に臨床上明らかな症状を伴う急性障害を認めた。内訳は直腸炎 (下痢, 頻便) 6 例, 尿道炎 (排尿痛) 3 例, 肛門部皮膚糜爛 3 例, 膀胱炎 (頻尿) 2 例, 放射線宿酔 1 例の 15 症状である。このうち照射の休止を必要としたのは 3 例のみであった。晩期障害は 70Gy 照射した 36 カ月後に血尿で発症した萎縮性膀胱炎 1 例 (Stage A), および 70Gy 照射した 25 カ月後に発症した直腸出血 1 例 (Stage B) の 2 例に認めたが, いずれも保存的治療により症状は軽快している (Table 6)。

考 察

前立腺癌は約 85% が男性ホルモン依存性であり⁸⁾, また自然経過が長く無治療でも病状の進行を示さない例が多い⁹⁾ など, 他の悪性腫瘍に比べ特異的な性格を持っている。このため治療法も内分泌療法, 手術療法, 放射線治療などが各施設毎に様々な用いられているのが現状であり, 本邦では Stage A, B に対しては根治的前立腺全摘術を行い, Stage C, D には内分泌療法を適用するのが一般的である⁵⁾。しかしながら前立腺全摘術は, 術後後遺症として 3~21% に尿失禁, 90% にインポテンツを残し³⁾, 内分泌療法は心血管系の副作用が重視され, 18~30 カ月で耐性が出現する症例が多く⁴⁾⁵⁾, また約 15% はホルモン非依存性であるため⁸⁾, 欧米では放射線治療の役割が大きくなりつつある⁴⁾⁶⁾。前立腺癌に対する放射線治療は, まず領域リンパ節を含む全骨盤に対し 40~45Gy を照射し, その後前立腺領域に照射野を限定し全体で 60~70Gy を照射するのが一般的であると思われる¹⁰⁾, Stage C の進行例は全骨盤照射により無病生存率が向上するとの報告もある¹¹⁾。しかし全骨盤照射による急性腸炎の発症が無視し難く, 骨盤リンパ節に対する照射の意義を再検討した報告では, 骨盤リンパ節照射は前立腺に対する局所照射に比べ治療成績を改善せず, 急性障害は増加傾向にあると言われている^{12)~15)}。

前立腺癌に対する局所照射法としては、直腸や膀胱に照射される線量を減らすため、3門照射や4門照射が選択される場合が多い¹⁰⁾¹⁶⁾。これらの照射法は二次的に見れば理想に近い線量分布を得られるが、三次元的にtarget volumeに近似した理想的な線量分布を得る方法としては原体照射法の方が優れていると思われる^{17)~19)}。我々は1975年以降、局所制御率の向上と障害発生の軽減を目指して前立腺癌の局所療法に際して原体照射法を適用してきた。照射野は治療計画用に撮像した回転横断撮影またはCT-scanにより前立腺領域を十分に含むtarget volumeを設定し、治療計画用コンピュータにて線量分布を求め、三次元的な病巣の広がりや考慮して症例により単分割または多分割紋りの原体照射法を選択した。

1. 治療成績の検討

Stage Aでは放射線治療による5年および10年生存率は、Hanksら²⁰⁾83%, 62%, Perezら²¹⁾78%, 60%であり自験例は90.7%, 70.5%とこれらの報告をやや上回っていた。5年局所制御率はSagermanら²²⁾91%, Hanksら²⁰⁾97%であるが自験例では100%と局所再発は認めていない。Stage Bについて5年および10年生存率をみると、Hanksら²⁰⁾73%, 46%, Bagshawら²³⁾80%, 58%であるのに対し自験例では41%, 26.7%と不良であった。これは自験例のStage B症例31例のうち12例が他病死しているためと思われる。他病死の内訳は老衰、肺炎など加齢による死亡が大部分である。これらの死因に対し前立腺癌の既往や治療の過程が及ぼした影響は明らかではないが、高齢者の癌治療における問題点の一つであろう。Stage B症例の局所制御率はこれまでの報告では85%前後であり²¹⁾²²⁾、自験例は95.5%であった。Stage Cの5年および10年生存率はHanksら²⁰⁾58%, 38%, Bagshaw²³⁾、Perezら²¹⁾60%, 36%、自験例48.9%, 48.9%であり、5年局所制御率はSagermanら²²⁾77%, Hanksら²⁰⁾74%, Amdurら²⁴⁾43~61%、自験例67%とほぼ同様の結果であった。

前立腺癌の場合対象が高齢であることが多く、治療成績を比較する際には年齢を考慮する必要が

ある。報告例の年齢は、平均または中央値でSagermanら²²⁾68歳、Zagarsら¹³⁾64歳、Bagshaw²³⁾63歳など65歳前後であり、自験例の年齢（中央値74歳）は他の報告に較べ高く、この点では優れた治療成績といえる。

前立腺癌の放射線治療についての我が国の報告はいずれも症例数が少ないが、5年生存率は秋元ら²⁵⁾はStage A2, B, Cがそれぞれ100%, 100%, 59%, 手島ら²⁶⁾はStage C以下59%, Stage D 10%と報告している。年齢構成などの背景因子が異なるので単純な比較は困難であるが、我々の成績はこれらの報告と同等もしくはやや上回っているものと考えられる。

Stage Dの症例は全例骨転移を有しリンパ節転移などを伴う症例も多く、前立腺局所に対する照射は生存期間の延長には寄与していないと思われるが、排尿障害の改善によるquality of lifeの向上の観点から積極的に治療されるべきであろう。

線量についてPerezら¹²⁾はStage Bでは65Gy、Stage Cでは70Gyが必要としており、Hanksら²⁷⁾はStage Bでは60~70Gy、Stage Cでは70Gy以上が必要としている。一方Smitら¹⁶⁾は前立腺部をtarget volumeとした場合、直腸前壁に5~10%多い線量が照射される可能性を示し、70Gy以上の照射は晩期障害の発生の危険が高く60~70Gyが適当であるとしている。自験例では65Gy以上を照射した群に進行例が多く含まれていたにもかかわらず、治療成績は65Gy未満の群よりも若干下回っている程度で有意差を認めなかった。我々は現在、諸家の報告に較べ線量はやや少ないが治療線量は60Gyを原則とし、組織型や60Gy終了時の前立腺の腫大の程度や硬度などを参考にして追加照射の適否を決定している。

2. 再発症例の検討

照視野内再発を認めた症例はStage B 1例、Stage C 3例、Stage D 3例の7例で70Gy照射後の再発が5例、60Gy照射後の再発が2例と70Gyまで照射した症例に再発が多かった。線量は症例毎に触診やCTの所見を参考にして決定しており、再発の危険が高いと思われる症例に高線量を照射した結果であると思われる。

我々は骨盤リンパ節は target volume に含めていないが、照射野外の骨盤リンパ節に再燃を認めたのは Stage C の1例および Stage D の1例の2例のみであり、臨床的にみて骨盤リンパ節を target volume に含めなかったことによる損失は無視できると思われた。前立腺癌は放射線感受性が低く、70Gy 照射し臨床的には完治したと考えられた後にも顕微鏡的には年余にわたり癌細胞が残存する場合もあり⁶⁾²³⁾、たとえリンパ節に小転移巣が存在したとしても臨床的には問題となりにくいのではないと思われる。また、放射線感受性が低いことを考慮すると40~45Gy 程度の照射で転移巣が根絶できるとも考えにくく²⁸⁾、画一的な骨盤リンパ節に対する予防照射の効果は疑問であると考えている。Hanks ら²⁹⁾は低分化型や進行例などのリンパ節転移が問題となる可能性の高い症例に対しては骨盤リンパ節郭清術の併用を勧めており、現在、我々も進行例など一部の症例に骨盤リンパ節郭清術を併用している。

3. 放射線障害に対する検討

急性障害の発生頻度は報告により差があり Davies ら³⁰⁾は骨盤リンパ節を含む照射野で91%に急性障害を認め、Sagerman ら²²⁾は骨盤リンパ節照射群の27%、局所照射群11%に急性障害を認めている。自験例では延べ15例(17.8%)に急性障害を認めた。症状は直腸炎6例、尿道炎3例、肛門部皮膚糜爛3例、膀胱炎2例、放射線宿酔1例であり、他の報告に比べ尿路系の症状が少なかった³¹⁾。急性障害の発生頻度が報告により異なるのは線量、照射法や TURP の有無など併用療法の違いによると思われる。

晩期障害の発生頻度について Zagars ら¹³⁾は60~70Gy の照射で11%に下痢、排尿障害などの軽度の障害を認め、3%の症例に手術を要したとしている。Forman ら³¹⁾は13%に軽度から中等度の消化管および尿路の障害を認め、11%に重篤な障害を認めたとしている。

Rosen ら¹⁴⁾は障害の発生頻度を照射野により比較し、150cm²以下の照射野では22.4%、150cm²より大きい照射野では41.7%と照射野が広がると障害の発生も増加することを示した。また、照射野

が広がると重症例の占める割合が増える点も示されている。また Mameghan ら³²⁾は中等度から高度の消化器合併症は高齢者や、手術の既往がある症例に頻度が高い事を示し、これらの症例には照射野を狭めることを勧めている。

自験例の晩期障害の発生は高齢者が多いにもかかわらず、2例(2.4%)のみで2例とも経過観察のみで軽快しており前立腺のみに限定して照射したことによる効果とも考えられた。前立腺は他の呼吸器や腹部臓器のような照射中の呼吸性移動もなく、画像診断により癌の進展範囲の同定が容易で treatment volume が設定しやすいなど、原体照射法のよい適応であると考えている。

結 語

1) 原体照射法で放射線治療を行った84例の前立腺癌の治療成績について検討した。

2) 5年および10年累積生存率はそれぞれ Stage A : 90.7%, 70.5%, Stage B : 41.7%, 26.7%, Stage C : 48.9%, 48.9%, Stage D : 32.6%, 0%であった。他病死を打ち切り例とした場合の5年累積生存率は Stage A : 100%, Stage B : 92.3%, Stage C : 65%, Stage D : 40.3%であった。

3) 線量については65Gy 未満と65Gy 以上照射の2群間で生存率に有意差を認めなかった。

4) 低分化型腺癌および未分化癌は高分化型腺癌と比較して成績は不良で、局所再発、遠隔転移ともに多い傾向にあった。

5) 急性障害は直腸炎、尿道炎など13例(15.5%)でいずれも許容範囲内であった。

6) 直腸出血、慢性膀胱炎などの晩期障害は2例(2.4%)で他の報告に較べ少なかった。

7) 原体照射法による前立腺癌の放射線治療は局所制御率が高く副作用の少ない治療法であると考えられる。

本研究の一部は厚生省がん研究助成金(1-36, 恒元班)および都立病院臨床研究費の援助を受けた。

文 献

- 1) 厚生省大臣官房統計情報部：昭和53年度人口動態統計，下巻，p74-112
- 2) 厚生省大臣官房統計情報部：昭和63年度人口動態統計，下巻，p94-106

- 3) Klein FA: Treatment options for localized prostate carcinoma. *Va med* 112: 444—449, 1985
- 4) Denis L, Mahler C: Prostatic cancer: An overview. *Acta Oncol* 29: 665—677, 1990
- 5) 新島瑞夫: 前立腺肥大と癌, 日医新報, 3497: 3—15, 1991
- 6) Schellhammer PF, El-Mahdi AM: Local failure and related complications after definitive treatment of carcinoma of the prostate by irradiation or surgery. *Urol Clin North Am* 17: 835—851, 1990
- 7) 泌尿器科・病理. 前立腺癌取り扱い規約第1版, 日本泌尿器科学会・日本病理学会編, 1985, 金原出版
- 8) Klijn JG: Scientific background of hormonal treatment of prostate cancer. *Prog Clin Biol Res* 357: 7—22, 1990
- 9) Johansson JE, Adami HO, Andersson SO, et al: Natural history of localized prostatic cancer. A population-based study in 223 untreated patients. *Lancet* 1: 799—803, 1989
- 10) Perez CA, Brady LW: Principles and practice of radiation oncology. p867—898, 1987, Lippincott, Philadelphia
- 11) McGowan DG: The value of extended field radiation therapy in carcinoma of the prostate. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 7: 1333—1339, 1981
- 12) Perez CA, Walz BJ, Zivnuska FR, et al: Irradiation of carcinoma of the prostate localized to the pelvis: Analysis of tumor response and prognosis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 6: 555—563, 1980
- 13) Zagars GK, von Eschenbach AC, Johnson DE, Oswald MJ: Stage C adenocarcinoma of the prostate. An analysis of 551 patients treated with external beam radiation. *Cancer* 60: 1489—1499, 1987
- 14) Rosen E, Cassady JR, Connolly J, Chaffey JT: Radiotherapy for prostate carcinoma: The JCRT experience (1968—1978). II. Factors related to tumor control and complications. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 11: 725—730, 1985
- 15) Pilepich MV, Asbell SO, Krall JM, et al: Correlation of radiotherapeutic parameters and treatment related morbidity-analysis of RTOG study 77—06. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 13: 1007—1012, 1987
- 16) Smit WGJM, Helle PA, van Putten WJL, et al: Late radiation damage in prostate cancer patients treated by high dose external radiotherapy in relation to rectal dose. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18: 23—29, 1990
- 17) Takahashi S: Conformation radiotherapy. Rotation techniques as applied to radiography and radiotherapy of cancer. *Acta Radiol Suppl* 242: 1965
- 18) 松田忠義: 放射線治療とCT, p236—239, 1982, 秀潤社, 東京
- 19) 高橋 卓: 前立腺癌に対する多軸偏心原体照射法の研究—容積線量ヒストグラムによる照射容積の検討—, 日本医放会誌, 49: 1281—1289, 1989
- 20) Hanks GE, Diamond JJ, Krall JM, et al: A ten year follow-up of 682 patients treated for prostate cancer with radiation therapy in the United States. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 13: 499—505, 1987
- 21) Perez CA, Garcia D, Simpson JR, et al: Factors influencing outcome of definitive radiotherapy for localized carcinoma of the prostate. *Radiother Oncol* 16: 1—21, 1989
- 22) Sagerman RH, Chun HC, King GA, et al: External beam radiotherapy for carcinoma of the prostate. *Cancer* 63: 2468—2474, 1989
- 23) Bagshaw MA: Potential for radiotherapy alone in prostatic cancer. *Cancer* 55: 2079—2085, 1985
- 24) Amdur RJ, Parsons JT, Fitzgerald LT, Million RR: Adenocarcinoma of the prostate treated with external-beam radiation therapy: 5-year minimum follow-up. *Radiother Oncol* 18: 235—246, 1990
- 25) 秋元 晋, 布施秀樹, 島崎 淳, 他: 前立腺癌の放射線療法, 日泌尿会誌, 78: 1584—1590, 1987
- 26) 手島昭樹, 茶谷正史, 井上俊彦, 他: 前立腺癌の放射線治療, 日癌治, 25: 1404—1409, 1990
- 27) Hanks GE, Martz KL, Diamond JJ: The effect of dose on local control of prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 15: 1299—1305, 1988
- 28) 高橋 育, 須藤久男, 池田 一, 他: 前立腺癌の放射線治療, 日癌治, 19: 2117—2121, 1984
- 29) Hanks GE, Krall JM, Martz KL, et al: The outcome of treatment of 313 patients with T-1(UICC) prostate cancer treated with external beam irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 14: 243—248, 1988
- 30) Davies AH, Davis HL, Ramarakha P: External-beam radiation for carcinoma of the prostate. *Eur Urol* 18: 117—119, 1990
- 31) Forman JD, Zinreich E, Lee DJ, et al: Improving the therapeutic ratio of external beam irradiation for carcinoma of the prostate. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 11: 2073—2080, 1985
- 32) 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