

食道癌放射線治療後の脊髄症に関する検討

山川 通隆, 塩島 和美, 伊藤 潤, 橋田 巖, 仲本 宗健,
高橋 健夫, 大野 達也, 北本 佳住, 今井 礼子, 新部 英男

RADIATION MYELOPATHY OF ESOPHAGEAL CANCER

Michitaka YAMAKAWA, Kazumi SHIOJIMA, Jun ITO, Iwao HASHIDA,
Souken NAKAMOTO, Takeo TAKAHASHI, Tatsuya OHNO,
Yosizumi KITAMOTO, Reiko IMAI, Hideo NIIBE

(Received 4 September 1995, accepted 8 January 1996)

Abstract Purpose: Radiation myelopathy is late injury to spinal cord and should be avoided by radiation oncologists. We analyzed the spinal cord tolerance for permanent radiation myelopathy among long term survivors of esophageal cancer after definitive radiation therapy.

Subjects and Methods: Between 1971 and 1992, 226 patients with esophageal cancer were treated by radiation therapy alone. Of these, 50 patients who survived more than 2 years after radiation therapy were selected for this study. Subjects were 34 males and 16 females aged 47 to 87 (average=72 years old); 5 patients in Ce, 6 in Iu, 20 in Im, 17 in Ei, 2 in Ea; 36 with Stage I-III disease, 14 with Stage IV according to the gross stage of the Japanese Society for Esophageal Diseases. We investigated not only radiation factors such as radiation technique, spinal cord dose (TDF) and field size, but also patient factors such as age, sex, body weight, serum cholesterol level, hemoglobin, blood pressure in relation to radiation myelopathy.

Results: Permanent radiation myelopathy occurred in 4 patients (8.0%) at 12, 24, 36 and 52 months, total spinal cord dose being 70Gy (TDF=115), 69Gy (TDF=130), 71Gy (TDF=121), 66Gy (TDF=103), respectively. No patients who received less than 60Gy to the spinal cord (TDF=99) developed radiation myelopathy. The risk of myelopathy at each dose level was 0/21 at TDF≤66 (40Gy), 0/3 at TDF≤82 (50Gy), 0/8 at TDF≤99 (60Gy), 2/14 at TDF≤115 (70Gy) and 2/4 at TDF>115 (70Gy). No patients who received a cord dose of TDF<120 developed radiation myelopathy if the cord length irradiated was less than 10cm. Spinal cord doses of the patients who developed radiation myelopathy were larger than the following formula: $TDF = -20/3 \times \text{field length (cm)} + 580/3$. Spinal cord dose and field size were important factors for radiation myelopathy. In regard to patient factors, only serum cholesterol level lower than 170 mg/dl was a significant factor for myelopathy. However, cholesterol levels of all four patients with myelopathy were within normal limits.

Conclusions: We are not proposing spinal cord dose over 60Gy, but our results provide reassurance to radiation oncologists faced with unavoidable spinal dose of 60Gy for tumor control because of wide tumor extension, kyphosis and deviation of the esophagus which may cause radiation pneumonitis due to off-cord fields. We believe that in the large majority of patients the advantages of 60Gy of tumor and spinal dose outweigh the less frequent disadvantages of myelopathy. Spinal cord dose up to 60Gy was tolerable and minimal tolerance dose (TD5/5) might be over 60Gy using conventional fractionation.

Key words: Radiation myelopathy, Esophageal cancer, Radiation therapy, Two-year survivors.

緒 言

放射線脊髄症は、重篤な放射線晩発障害の一つであり、食道癌や肺癌に対して放射線療法を行う際の制約になる合併症である。しかし、放射線療法の対象となる疾患は、予後の不良な進行症例が多く、長期生存例が少なく、放射線脊髄症の発症頻度や脊髄の耐容線量に関する正確な情報がえられていないのが現状である。食道癌の放射線療法では、治療線量は60Gy以上であるが、高齢者が多く脊椎の変形が少なからずみられ、病巣の進展範囲も広範囲で、脊髄をはずすのが困難な症例があり、60Gy以上の脊髄線量とならざるをえない場合もある。津屋のアンケート集計では、永久型の放射線脊髄症の潜伏期は12~24か月にピークがあると報告されており¹⁾、今回は食道癌放射線療法後2

年以上生存した症例を対象として、永久型の放射線脊髄症の発症の要因、脊髄の耐容線量について検討した。

対象および方法

群馬大学放射線科において、1971年から1992年までの22年間に、60Gy以上の放射線単独療法を施行した食道癌症例は226例で、そのうち1995年8月の調査で、治療後2年以上生存した食道癌症例50例を対象とした。観察期間は最短2年8か月である。年齢は47~87歳(平均72歳)で、性別は男34例、女16例であった。年齢、性別、占居部位、X線型、腫瘍長径、進行度について、症例構成をTable 1に示す。X線型、進行度は食道疾患取り扱い規約(第7版)²⁾の分類を用いた。放射線治療は全例、10MV-X線治療装置で施行した。

放射線脊髄症には、一過性型(transient type)と永久型(permanent type)があるが³⁾、臨床的に問題となるのは、下肢麻痺を伴う永久型の放射線脊髄症であり、今回は、経験のある神経内科医により診断された永久型のものを放射線脊髄症として扱った。放射線脊髄症に関連する照射の因子として、照射法、脊髄線量、照射野の長さを、また、患者側の因子として、治療開始時の年齢、性、体重、総コレステロール値、収縮期血圧、ヘモグロビン値について、脊髄症発症との関連を検討した。脊髄線量は、TDFに換算したが、骨による吸収補正は行わなかった。スプリットコース照射法となった症例では、次式³⁾：

$$TDF = (TDF)_1 \cdot (t/t+g)^{0.17} + (TDF)_2$$

$(TDF)_1$ ：休止前照射のTDF,

$(TDF)_2$ ：休止後照射のTDF,

t：休止前照射の照射期間(日),

g：休止期間(日)

から算出したが、 $TDF \leq 66$ (単純分割照射法の40Gy相当以下) 21例、 $TDF \leq 82$ (50Gy相当以下)：3例、 $TDF \leq 99$ (60Gy相当以下)：8例、 $TDF \leq 115$ (70Gy相当以下)：14例、 $TDF > 115$ (70Gy相当超)：4例であった。

統計学的有意差の検定は、脊髄症の症例数が少ないため、Fisherの直接確率検定法で行ったが、累積発症率の検定は一般化Wilcoxon検定で行った。

Table 1. Patients and tumor characteristics

Prognostic Factors		All patients (≥60Gy)	2-year survivors
AGE	mean	70.2y	72.2y
	~59	27	3
	60~69	70	14
	70~79	94	22
	80~	35	11
SEX	Male	183	34
	Female	43	16
LOCATION	Ce	12	5
	Iu	27	6
	Im	122	20
	Ei	58	17
	Ea	7	2
TUMOR TYPE	Superficial	18	10
	Tumorous	33	15
	Serrated	33	5
	Spiral	115	16
	Funnelled	27	4
TUMOR LENGTH	≤5cm	70	30
	5.1~10cm	114	14
	>10cm	42	6
STAGE*	I-III	115	36
	IV	111	14
TOTAL		226	50

* staging of the Japanese Society for Esophageal Diseases

結 果

放射線療法を施行した 226 例の治療成績を Fig.1 に示す。2 年生存率は 22% で、2 年生存した 50 例の

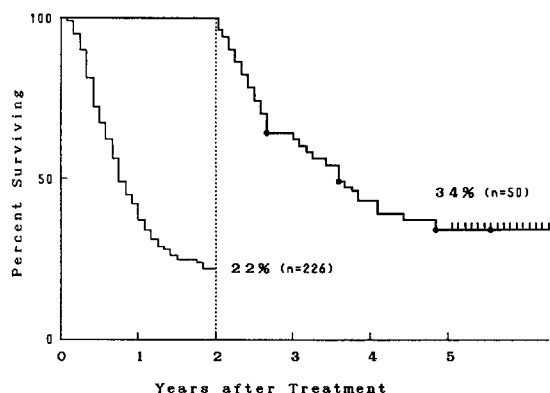


Fig. 1 Overall survival curves of 2-year survivors (Kaplan-Meier method)
Actuarial overall 2-year survival rate was 22%.
Actuarial overall 5-year survival rate for the 2-year survivors was 34%.
●: Cases of radiation myelopathy

5 年生存率は 34% で、他病死例が 12 例あった。永久型の放射線脊髄症は、4 例 (8.0%) で認められた。症例の一覧を Table 2 に示す。発症までの期間は 12 か月～52 か月であった。いずれも前後対向二門照射の症例であり、総線量はそれぞれ、70Gy/35 回 (TDF115), 69Gy/23 回 (TDF130), 71Gy/34 回 (TDF121), 66Gy/33 回 (TDF103) であった。症例 1 は、腹部リンパ節再発への再照射を施行し、一部が初回照射野と重なりがみられたが、今回の検討に加えた。2 年未満生存例には、再発後の同一部位への再照射例に 2 例、放射線脊髄症がみられた。

1. 照射の因子と脊髄症発症

照射法別の脊髄症発症率について、Table 3 に示す。逆 Y 字三門照射法 (前方一門 + 斜め後方二門)、内側遮蔽四門・五門照射法^{a)}は、脊髄線量を軽減するための照射法であり、脊髄症の発症例は認められなかった。対向二門照射法では、

Table 2. Radiation myelopathy cases

No	Age	Sex	Tumor Location	Tumor Length (cm)	Spinal Cord Dose (TDF)	Field Length (cm)	Level of Myelopathy	Latent Period (months)	Survival Time (months)
1.	69	M	EiIm	6	70Gy / 35fr / 53days (115)	12.0	Th12	24	32 Dead
2.	69	M	Ei	4	69Gy / 23fr / 51days (130)	11.5	Th10	36	59 Dead
3.	70	F	CeLu	8	71Gy / 34fr / 49days (121)	13.0	Th 2	12	43 Dead
4.	68	M	ImLu	9	66Gy / 33fr / 63days (103)	14.0	Th10	52	74 Alive

Table 3. Radiation technique and the incidence of radiation myelopathy

Radiation techniques	2-year survivors	Radiation myelopathy
4* or 5# fields (4, 5f) (n= 20)	3 (15%)	0 (0%)
3 fields (3f) ^{&} (n= 25)	6 (24%)	0 (0%)
2 fields (n=178)	41 (23%)	4 (9.8%)
AP, PA (2f) (n=120)	22 (18%)	3 (14%)
2 f → off cord (n= 39)	14 (36%)	0 (0%)
2 f → 3 f (n= 6)	2 (33%)	0 (0%)
2 f → 4, 5 f (n= 13)	3 (23%)	1 (33%)
1 field (n= 3)	0 (0%)	0 (0%)
Total (n=226)	50 (22%)	4 (8.0%)

* two anterior oblique fields with a weight of 0.5 and two equally weighted (1.0) posterior oblique fields at 20 degrees off midline.

above four fields technique plus an additional anterior field with a weight of 0.375.

& an anterior field with two posterior oblique fields at 45 degrees off midline, all equally weighted.

41例中4例(9.8%)の発症であった。このうち、1例は頸胸境界部の食道癌で、40Gy以降は四門照射法として、脊髄をはずしたが、一部が照射野に含まれたものと考えられた。

TDFに換算した脊髄線量と脊髄症の発症頻度について、Fig.2に示す。TDF $\leq$ 99では脊髄症の発症はなく(0/32)、99<TDF $\leq$ 115では14%(2/14)、TDF>115では50%(2/4)の発症率であり、線量の増加とともに発症率の増加が認められたが、群間に有意差は認められなかった。Kaplan-Meier法を応用して求めたTDF別の累積発症率⁹⁾をFig.3に示す。TDF $\leq$ 99では、8年まで発症率は0%であった。99<TDF $\leq$ 115では、2年までが0%、4年までが7%、5年~7年が30%であった。TDF>115は症例数が少なく評価が困難であるが、2~3年で25%であった。TDF $\leq$ 99とTDF>115との間には危険率5%以下で有意差が認められた。

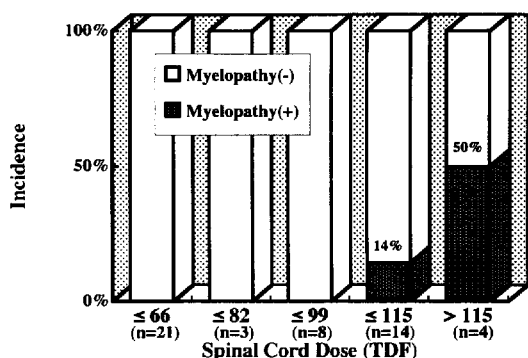


Fig. 2 Incidence of radiation myelopathy according to spinal cord dose (TDF)

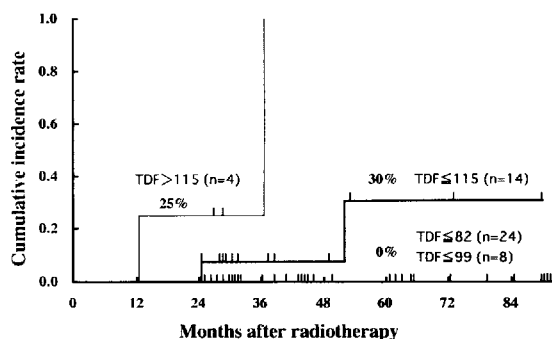


Fig. 3 Cumulative incidence rates of radiation myelopathy according to spinal cord dose (TDF)

TDF>83の26症例について、照射野縮小後の照射野の長ささと脊髄線量の関係をFig.4に示す。照射野の長さが10cm以下でTDF<120の症例では、脊髄症の発症は認められなかった。TDF>99の症例では、照射野の長さが10cm以下では0%(0/9)、10cmを越えた症例では44%(4/9)の発症率であり、危険率5%以下で有意差が認められた。脊髄症発症例のTDFは、いずれも、 $TDF = -20/3 \times \text{照射野の長径(cm)} + 580/3$ の値よりも高値であった。

2. 患者側の要因と脊髄症発症

患者側の要因である年齢、性、収縮期血圧、ヘモグロビン値、体重、総コレステロール値と脊髄症発症の関連について、単変量解析の結果をTable 4に示す。総コレステロール値が170mg/dl以下で発症率が有意に高かったが、4例ともに正常値の範囲内(120~219mg/dl)であった。

考 察

放射線脊髄症は、許容されない晩発性障害として、放射線治療医が日常の臨床で対処している重要な問題である^{9,10)}。対策としては、空間的線量配分、時間的線量配分、放射線防護剤の使用、重粒子線の利用などが考慮されているが、根本的な対策は、脊髄の線量を耐容線量以下にとどめることである。しかし、耐容線量には個人差があり、必ずしも明確になっているものではない⁹⁾。悪性腫

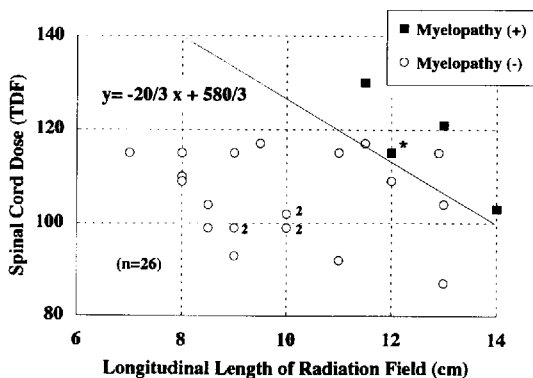


Fig. 4 Field length and spinal cord dose (TDF)

*: Reirradiated case

2: Two cases overlapped at the same position

Table 4. Radiation myelopathy in relation to intrinsic factors of the patients

Factors		Incidence		Probability*
Age	≥70 y.o.	1/33	(3.0%)	0.108
	<70 y.o.	3/17	(17.6%)	
Sex	Male	3/34	(8.8%)	0.617
	Female	1/16	(6.3%)	
Body Weight	≥45.0 kg	3/29	(10.3%)	0.526
	<45.0 kg	1/17	(5.9%)	
Total Cholesterol	≥170 mg/dl	0/21	(0.0%)	0.048
	<170 mg/dl	4/20	(20.0%)	
Systolic Blood Pressure	≥130 mmHg	1/28	(3.6%)	0.086
	<130 mmHg	3/13	(23.1%)	
Hemoglobin (g/dl)	≥12.0 g/dl	2/31	(6.5%)	0.338
	<12.0 g/dl	2/13	(15.4%)	

* Fisher's test

瘍の治療においては、治癒の可能性との関係で、臨床判断で容認できる線量を定めることになる⁹⁾。耐容線量を推定するには、全治療例から線量ごとの発症頻度を求める方法と、放射線脊髄症症例を集積して検討する方法があるが、各施設ごとの放射線脊髄症の発症は少なく、後者での検討が多い。従来の報告では、耐容線量は50Gy位と推定されているが、1回線量が大きく、分割回数の少ない症例で発症が多い傾向がみられ、耐容線量は過小に評価されているきらいがある。現在では、1回1.8~2.0Gyでの単純分割照射法で治療が行われることが多く、今回の検討を行った。

耐容線量に及ぼす患者側の要因としては、高血圧、動脈硬化症、高齢、ヘモグロビン値⁹⁾などがあげられている。今回、患者側の要因として、収縮期血圧、ヘモグロビン値、体重、総コレステロール値について検討したが、総コレステロール値以外には明らかな関連は認められなかった。血圧に関しては、Reinholdらは肺癌症例の検討で、脊髄症発症例では対照群と比べ血圧が低い傾向がみられたと報告している⁹⁾。今回の検討では、明らかな傾向は認められなかった。ヘモグロビンについて、Discheらの肺癌症例に関する検討では、ヘモグロビン値が13g/dl以下では脊髄症の発症はなく、13g/dl以上で発症がみられたと報告しており、酸素効果との関連を示唆している⁹⁾。しかし、今回の検討では、4例ともに13g/dl以下であ

り、12g/dlで分けて検討を行ったが有意差は認められなかった。総コレステロール値は、170mg/dl以下で脊髄症の発症が有意に高かったが、正常値の範囲内であり、臨床的に患者側の要因で脊髄症の発症を予測することは不可能であると考えられた。

照射側の要因としては、総線量^{10), 11)}、分割法(1回線量^{12), 13)}、照射期間⁹⁾、分割回数)、照射野に含まれる脊髄の長さ^{14), 15)}、高圧酸素療法の併用¹⁶⁾、抗癌剤の併用¹⁷⁾などがある。今回の検討では、脊髄線量、照射野の長さについて、脊髄症発症との関連が示唆された。山田らは、横断麻痺を指標とした場合の5年累積障害発生率は40Gyで0%、50Gyで5%、60Gyで10%、70Gyで20%であり、脊髄の耐容線量は50Gyであると報告している¹⁰⁾。今回の検討は、1) 短期間の予後と推測される症例には放射線脊髄症を考慮せず大きな脊髄線量が照射された症例も含まれていること、2) 累積障害発生率では、予後の不良な疾患では、障害を過小評価する可能性があること、から、累積障害発生率ではなく、2年生存例を対象として放射線脊髄症の発生率を検討した。脊髄線量が60Gy相当以下(TDF≤99)では放射線脊髄症の発症例がなく、60Gy相当を越えると線量の増加に伴い脊髄症の発症頻度が増加し、61~70Gy相当で14%の発生率であった。Schultheissらは、45Gy/22~25回では放射線脊髄症の発症は0.2%で、5%の発症となるの

は57~61Gyの間であろうと述べている¹⁷⁾。脊髓症の発症には個人差があり、60Gyが必ずしも安全であるということではないが、脊髓をはずす照射野の設定が困難な症例では、60Gyまでの脊髓線量は認容されてもよいのではないかと考えられた。

照射野の長さとしては、Abbatucciらは、頸髄への5cm以上の照射野では50Gyが耐容線量の上限で、5cm以下の照射野では60Gy以上照射しても放射線脊髓症はみられなかったと報告している¹⁴⁾。今回の検討では、胸髄への照射例がほとんどであるが、10cm以下の照射野でTDFが120未満の症例には放射線脊髓症の発症は認められなかった。脊髓をはずすことがむずかしい症例では、照射野の長さを10cm以下に縮小することも放射線脊髓症の発症を減ずる有効な方法であると考えられた。頸髄と胸髄の耐容線量の違いについて、Kramerは胸髄の耐容線量は45Gy/4.5週で、頸髄の耐容線量50Gy/5週よりも低いと報告している¹⁸⁾。感受性の違いとして血管供給の差があげられているが、最近の検討では、頸髄と胸髄の耐容線量に差はないと言われている¹⁹⁾。

放射線脊髓症は、避けるべき重篤な放射線晩発障害である。今回の結果からは、Maximum tolerance dose (TD_{50/5})、Minimum tolerance dose (TD_{5/5})ともに60~70Gyの間にあるものと推測されるが、症例数が少ない検討であり、基本的には耐容線量は40~50Gyと考えて、極力40Gyで脊髓をはずす努力を行っている。しかし、腫瘍の進展が広範囲な例など、脊髓をはずすのが困難な症例がある。進行癌症例は40Gyでは治療は困難であり、そのような症例には最大となる脊髓線量が1回2Gy、総線量60Gyを越えないように工夫しており、当科の経験では、脊髓線量を60Gy以下にとどめた症例では、放射線脊髓症の発症をみていない⁶⁾。食道癌の場合、表在癌や照射効果の良好であった進行癌症例に対しては40Gy程度で脊髓をはずす努力を行うべきであり、内側遮蔽5門照射法や逆Y字三門照射法などで脊髓をはずしたり、小線源を用いた食道腔内照射法により脊髓線量を軽減している^{4), 19)}。しかし、治療率の低い進行食道癌、とくにIV度症例は予後が不良であり、腫瘍線量が60Gy未満で終わった症例の50%生存期間は、N3, 4症例で2か月、

M1症例で2か月、A3症例で4か月で、最長生存期間は、それぞれ5か月、13か月、16か月であった。60Gy以上では、50%生存期間はそれぞれ、4か月、7か月、10か月と延長する²⁰⁾。腫瘍の進展が広範囲な症例や亀背など脊椎の変形が高度な症例で、脊髓をはずす照射野の設定が困難な症例や、脊髓をはずすことにより放射線肺炎のリスクが増加してしまう症例に対しては、1回2Gyの単純分割照射法での60Gyまでの脊髓線量は認容されてもよいのではないかと考えられた。

本論文の要旨は、第6回日本放射線腫瘍学会大会(1993年11月、福岡)にて発表した。

本研究の一部は、文部省科学研究費の援助によった。

文 献

- 1) 津屋旭：中枢神経系に対する放射線の影響。日医放線会誌 33: 925-967, 1973.
- 2) 食道疾患研究会編，臨床・病理 食道癌取扱い規約(第7版)。金原出版。1989.
- 3) Ellis F.: Is NSD-TDF useful to radiotherapy? *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 11: 1685-1697, 1985.
- 4) 羽鳥昇，境野宏治，新部英男，他：内側遮蔽4門照射法による食道癌の治療。北関東医 25: 179-184, 1975.
- 5) 森田皓三，内山幸男，富永祐民：生命表法を応用した放射線治療後に発生する正常組織の晩期障害率の算出方法。癌の臨 33: 685-691, 1987.
- 6) 新部英男：放射線脊髓症の予防。神治療 9: 137-142, 1992.
- 7) Schultheiss T. E. and Stephens L.C.: Invited review: Permanent radiation myelopathy. *Br. J. Radiol.* 65: 737-753, 1992.
- 8) Dische S., Warburton M.F. and Saunders M.I.: Radiation myelitis and survival in radiotherapy of lung cancer. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 15: 75-81, 1988.
- 9) Reinhold H.S., Kaalen J.G.A.H., Unger-Gils K.: Radiation myelopathy of the thoracic spinal cord. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1: 651-657, 1976.
- 10) 山田章吾，星章彦，高井良尋，他：脊髓の耐容線量。癌の臨 33: 1189-1192, 1987.
- 11) 兼平千裕：放射線脊髓症の分析 一 脊髓耐容線量の時間-線量関係一。日医放線会誌 47: 606-620, 1987.
- 12) Dische S.: Accelerated treatment and radiation myelitis. *Radiother. Oncol.* 20: 1-2, 1991.
- 13) Phillips T.L. and Buschke F.: Radiation tolerance of the thoracic spinal cord. *Am. J. Roentgenol.* 105: 659-664, 1969.

- 14) Abbattu J.S., Delozier T., Quint R. *et al.*: Radiation myelopathy of the cervical spinal cord: Time, dose, and volume factors. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* **4**: 239-248, 1978.
- 15) Pallis C.A., Louis S. and Morgan R.L.: Radiation myelopathy. *Brain* **84**: 460-479, 1961.
- 16) Coy P. and Dolman C.L.: Radiation myelopathy in relation to oxygen level. *Br. J. Radiol.* **44**: 705-707, 1971.
- 17) Schultheiss T.E., Kun L.E., Ang K.K., *et al.*: Radiation response of the central nervous system. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* **31**:1093-1112,1995.
- 18) Kramer S.: Radiation effect and tolerance of the central nervous system. *Front. Radiat. Ther. Oncol.* **6**: 332-345, 1972.
- 19) 山川通隆, 塩島和美, 新部英男, 他: 食道癌放射線治療の最適化—私達はこうやっている. 日放腫会誌 **4**, Suppl.2: 45-47, 1992.
- 20) 山川通隆, 塩島和美, 新部英男, 他: IV度食道癌に対する放射線療法. 日癌治療会誌 **29**: 1836-1843, 1994.

要旨: 放射線脊髄症は, 重篤な放射線晩発障害の一つである. 食道癌の放射線療法では治療線量は60Gy以上であるが, 脊髄をはずすのが困難な症例がある. 今回は, 放射線療法後2年以上生存した食道癌症例における永久型の放射線脊髄症の発症の要因, 脊髄の耐容線量について検討した.

対象は, 1971年から1992年までの22年間に, 60Gy以上の放射線単独療法を施行した食道癌症例226例のうち2年以上生存した50例とした. 年齢は47~87歳(平均72歳)で, 性別は男34例, 女16例であった. 年齢, 性, 体重, 総コレステロール値, 収縮期血圧, ヘモグロビン値, 照射法, 脊髄線量(TDF), 照射野の長さの各因子と放射線脊髄症発症との関連について検討した.

永久型の放射線脊髄症は, 4例(8.0%)で認められた. 脊髄線量については, $TDF \leq 99$ (60Gy相当)では脊髄症の発症はなく(0/32), $99 < TDF \leq 115$ (70Gy相当)では14%(2/14), $TDF > 115$ では50%(2/4)の発症率であった. 累積発症率は $TDF \leq 99$ では8年まで0%であった. $99 < TDF \leq 115$ では3~4年が7%, 5~7年が30%で, $TDF > 115$ では, 2~3年で25%であった. $TDF > 99$ では, 照射野の長さが10cm以下では0%(0/9), 10cmを越えた症例では44%(4/9)の発症率で, 危険率5%以下で有意差が認められた. 照射野の長さが10cm以下で $TDF < 120$ の症例では, 脊髄症の発症は認められなかった. 患者側の要因では, 総コレステロール値のみが有意であったが, いずれも正常範囲であり, 臨床的に脊髄症発症の予測は困難であると考えられた.

進行食道癌とくにIV度症例で, 腫瘍の進展が広範囲な症例や亀背など脊椎の変形が高度な症例に対しては, 1回2Gyの単純分割照射法での60Gyまでの脊髄線量は認容されてもよいのではないかと考えられた.