

Title	菌状息肉症に対する電子線全身皮膚照射-電子線エネルギーの低減化および臨床的検討-
Author(s)	寺嶋, 廣美; 山下, 茂; 石野, 洋一 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1988, 48(8), p. 1005-1012
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17108
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

菌状息肉症に対する電子線全身皮膚照射

—電子線エネルギーの低減化および臨床的検討—

産業医科大学放射線科学教室

寺嶋 廣美 山下 茂 石野 洋一

産業医科大学皮膚科学教室

末 永 義 則

（昭和62年8月6日受付）

（昭和63年2月1日最終原稿受付）

Total Skin Electron Beam Therapy in Mycosis Fungoides

—Evaluation of a Technique for Deceleration of Electron
Beam Energy and Clinical Study—

Hiromi Terashima*, Shigeru Yamashita*, Yohichi Ishino* and Yoshinori Suenaga

*Department of Radiology University of Occupational and Environmental Health

**Department of Dermatology University of Occupational and Environmental Health

Research Code No. : 601, 613

Key Words : Mycosis fungoides, Electron-beam therapy,
Deceleration of electron energy

The studies using phantoms confirmed that the reduction of electron beam energy and minimization of X-ray contamination could be achieved when electron beam was interposed by an acrylic plate placed 20 cm anterior to a patient. Four patients of mycosis fungoides were treated with 8 MeV electron beam of a linear accelerator at UOEH Hospital from October 1981 to December 1986. Two of them were treated with this technique by placing 2 cm thick acrylic plate anterior to the patients and satisfactory results were obtained. Cutaneous lesions subsided remarkably with the dosage of 2000 cGy given in 2 months. Leucopenia due to bone marrow suppression was mild and the patients tolerated the treatment well.

結 言

菌状息肉症は皮膚に発生する悪性リンパ腫で、放射線感受性が高く電子線による全皮膚照射が有効である。全身を照射野に含めるためには線源皮膚間距離を大きくする必要があり、線量率が高いリニアックが用いられることが多い。現在のリニアックは高エネルギー-X線用の機種で、電子線の最低エネルギーは6~8MeVのものが大多数である。全皮膚照射には2~4MeVの電子線が望ましく、エネルギーを低減化する必要がある。種々の方法が考案され、吸収体を照射口付近に置く方

法^{1)~4)}と患者の前面5~25cmに置く方法^{5)~7)}とに大別される。この2つの方法を比べた報告はない。文献を参考にして吸収体の位置を変えてファントム実験を行ったので実験結果および臨床例について報告する。

対象および方法

1. ファントム実験

1) 実験方法

東芝 Linac, LMR-15-BC にてファントム実験を行った。ファントムはポリスチレン、線量計は N/E, IONEX 2,500/3, chamber 0.3, 0.6cc を

用いた。Fig. 1は測定時の幾何学的位置関係を示したものである。SSD(線源皮膚間距離)は200cmで、照射野は $60 \times 60 \text{cm}^2$ とした。電子線の吸収体としてアクリル樹脂板をスカッター部、照射ヘッ

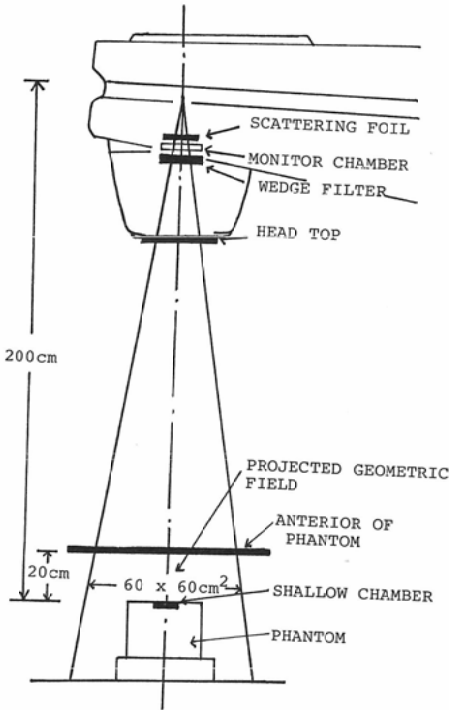


Fig. 1 Position of acrylic decelerator

ド先端、ファントム前面に置き、アクリル樹脂板の厚さを0.5, 1.0, 1.5, 2.0cmと変えて測定した。測定項目は深部線量率、表面線量分布、電子線の出力、X線混入率とした。

2) 結果

Fig. 2は深部線量率である。a)は吸収体をスカッター部、b)は照射ヘッド先端、c)はファントム前面に置いた場合の深部線量率である。エネルギーは日本医学放射線学会、物理部会の吸収線量の標準測定法に従って実用飛程(R_p)から最頻エネルギー(E_p)を $R_p = 0.53(E_p)_0 + 0.2$ にて求めた⁸⁾。何れも吸収体が厚くなる程エネルギーは低下し、X線混入率は増加している。エネルギーの低下は、アクリル板の厚さが2cmの場合、a) スカッターで2.8MeV、b) 照射ヘッド先端で2.8MeV、c) ファントム前面20cmで2.2MeVとc)で最も低下率が大きかった。Table 1はX線の混入率である。X線混入率は吸収体をスカッター部、照射ヘッド先端に置いた場合は、吸収体の厚さを増やすと急激に増加した。吸収体を照射ヘッド先端に置いた場合、2cm厚さで23.7%のX線混入率が認められた。吸収体をファントム前面20cmに置いた場合は厚さ2cmで5.2%のX線混入率であった。以上より吸収体としてのアクリル板は、ファントム前面に置くのが最もよいこと

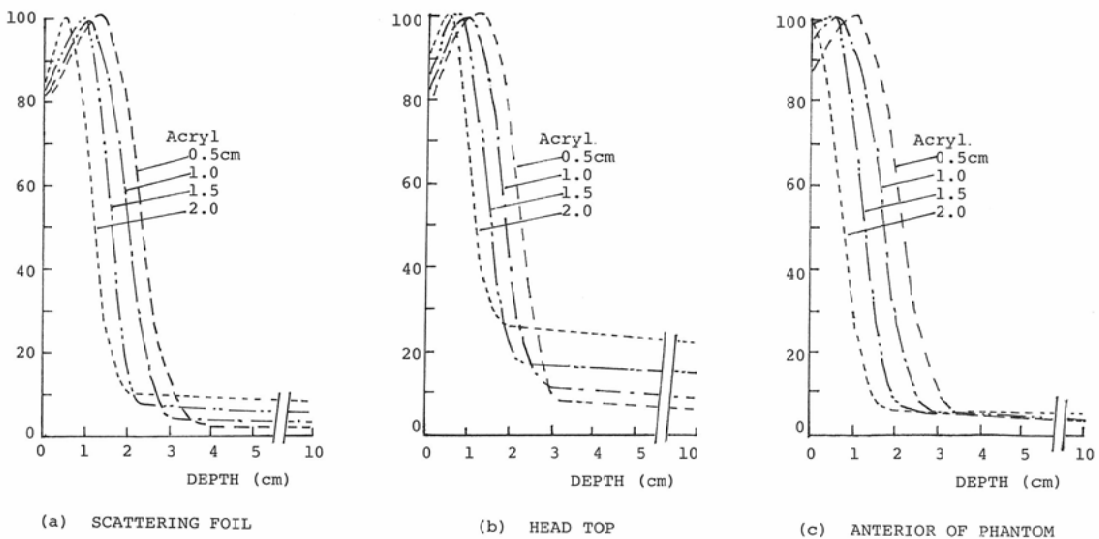


Fig. 2 Dose distribution curve according to thickness of acrylic decelerator

Table 1 Contamination of X ray according to thickness of acrylic decelerator (%)

Acrylic thickness (cm)	Scattering foil	Head top	Anterior of phantom
0.5	2.5/2.2	6.6/5.7	4.4/3.5
1.0	3.5/3.1	10.0/8.6	4.3/3.7
1.5	6.4/5.6	15.4/13.1	4.4/3.9
2.0	9.1/8.0	23.7/20.3	5.2/4.5

Depth 5cm/10cm

が確認された。

Fig. 3 は 1 門照射した場合、ビーム中心軸を通る点のファントム表面の線量分布である。照射野ランプで示された geographic field の $60 \times 60 \text{cm}^2$ より広がっていることが確認された。Fig. 4 は 160cm の身体を想定し、SSD 200cm で照射野は $60 \times 60 \text{cm}^2$ で、2cm 厚さのアクリル板をファント

ムの前面20cmの位置に置き、3門照射した場合のビーム中心軸上の線量分布である。ファントム表面で geographic field ($60 \times 60 \text{cm}^2$) を 10cm 間隔でつなぐとよい分布が得られることが確認された。

2. 臨床例の検討

1) 症例

1981年10月より1986年12月までに、産業医科大学病院放射線科にて4例の菌状息肉症例に対し、5回の電子線による全身皮膚照射を行った。Table 2 は症例の内訳である。症例3は1年6カ月の間隔で2回行った。Stage は Fuks⁹⁾、Carney¹⁰⁾ の分類もあるが、我々は後者に従った (Table 3)。

機種は東芝 Linac, LMR-15-BC を用いた。電子線の最低エネルギーは8MeVであり、アクリル板にてエネルギーの低減化を行って照射した。治療

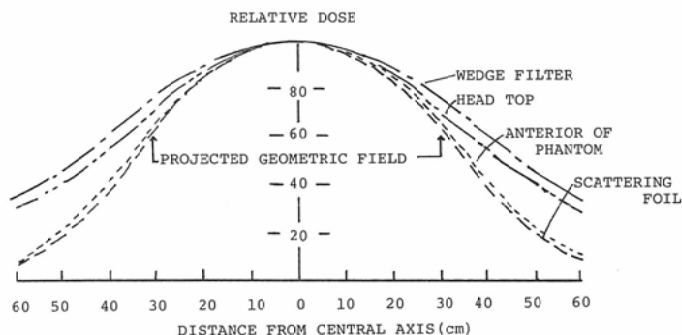


Fig. 3 Relative dose in the phantom with irradiation by a single field

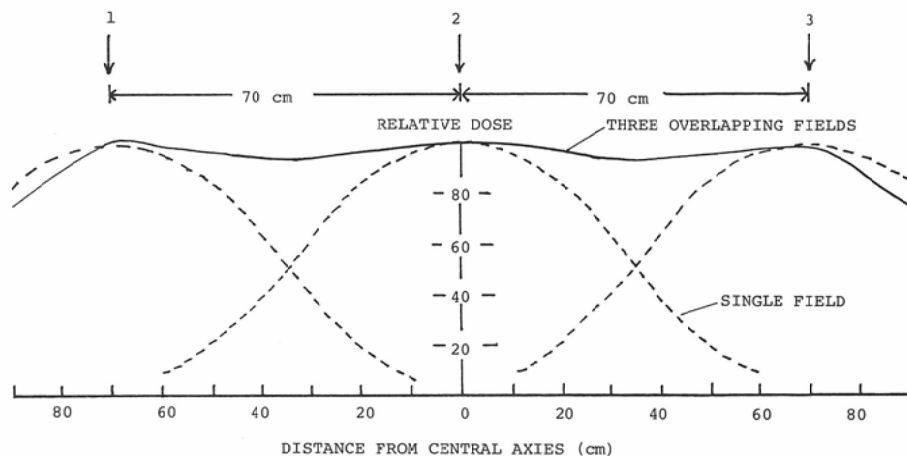


Fig. 4 Relative dose in the phantom with irradiation by three overlapping fields

Table 2 Clinical cases

Method*	Case	Age	Sex	TNM	skin dose(cGy)/time	response**	leucopenia	prognosis
A	1	60	M	T ₂ N ₀ B ₀ M ₀	450/4W	+	+	5Y7M alive
	2	73	F	T ₂ N ₁ B ₁ M ₀	850/4M	±	-	1Y5M dead
	3(a)	70	F	T ₄ N ₁ B ₀ M ₀	950/5M	±	+	3Y alive
B	3(b)	71	F	T ₄ N ₁ B ₀ M ₀	1050/5W	+	-	1Y4M alive
	4	62	F	T ₄ N ₀ B ₁ M ₀	2000/2.5M	++	-	6M alive

*Method

A : acrylic degrader was placed at head top of linear accelerator

B : acrylic degrader was placed 20cm in front of patient (Fig. 2.c)

**response : -none

±questionable

+good

++ excellent

Table 3 TNM Classification of CTCL (by Carney et al²⁾)

Classification	Description
T : skin	
T ₀	Clinically and/or histopathologically suspicious lesions
T ₁	Limited plaques, papules, or eczematous patches covering less than 10% of the skin surface
T ₂	Generalized plaques, papules, or erythematous patches covering 10% or more of the skin surface
T ₃	Tumors, one or more
T ₄	Generalized erythroderma
N : lymph node	
N ₀	No clinically or palpably abnormal peripheral lymph nodes, pathology negative for CTCL
N ₁	Clinically abnormal peripheral lymph nodes, pathology negative for CTCL
N ₂	No clinically abnormal peripheral lymph nodes, pathology positive for CTCL
N ₃	Clinically abnormal peripheral lymph nodes, pathology positive for CTCL
B : peripheral blood	
B ₀	Atypical circulation cells not present or less than 5%
B ₁	Atypical circulating cells present in 5% or more : total wbc, total lymphocyte counts and number of atypical cells/100 lymphocytes recorded
M : visceral organs	
M ₀	No involvement of visceral organs
M ₁	Visceral involvement (must have confirmation of pathology and organ involved should be specified)

方法は患者を照射口下の床面にて臥位を取らせ、初期エネルギー8MeV, SSD 200cm, 照射野60×60cm²で身体の前後左右から1面につき3門照射した。症例1から症例3(a)までは、2cm厚さの亚克力板を照射ヘッド先端に取り付けて照射し(A法)、皮膚面の照射野の境界は含鉛ゴム板にて遮蔽した。1983年ファントム実験にて亚克力板をファントム前面に置く方法がX線の混入が少ないことが確認されたため、それ以後は患者の皮膚面より前方20cmの位置に2cm厚さの亚克力

板を置いて照射した(B法)。

Fig. 5はB法の治療体位を示す。1回線量はA法では1回1面100cGy, 週2回(全皮膚面に100cGy/2W), B法では1回2面200cGy, 週2回(全皮膚面に200cGy/W)照射し、総線量は1,000~2,000cGyを目標とした。

症例1は全身照射1カ月前よりEMP(Cyclophosphamide 50mg/day, 6-Mercaptopurine 50mg/day, Predonisolone 30mg/day)による化学療法を受けていた。A法にて450cGy/4W照射の



Fig. 5 Position of three overlapping fields; acrylic decelerator is placed 20cm anterior to the patient.



Fig. 6 Erythema and tumors of mycosis fungoides in case 4 before treatment



Fig. 7 Improvement of the cutaneous lesions in case 4 after treatment

時点で白血球減少 ($2,400/\text{mm}^3$) を来し照射を休止した。その後白血球は $800/\text{mm}^3$ まで減少したため輸血を行った。症例2はリンパ節浸潤、末梢血に異型リンパ球を認めた症例で、2カ月間EMPによる化学療法を受けた後、A法にて全身皮膚照射を行った。症例3は一部隆起した紅斑と左鎖骨上窩リンパ節腫大を認め、VEMP (Vincristine 1 mg/W, Cyclophosphamide 50mg/day, 6-Mercaptopurine 50mg/day, Predonisolone 30 mg/day) による化学療法とデルモパン29KV X線による局部照射を1回200cGy、計1,000cGy行い軽快した。1年後、全身に紅斑が再然しA法にて全身皮膚照射を行った。650cGy/12W照射の時点で白血球減少 ($2,500/\text{mm}^3$) のため3週間休止し、950cGy/20W照射した。その後1年6カ月経過し、紅斑が再然したためB法にて1,050cGy/5W照射した。症例4は全身の紅斑、腫瘤形成、糜爛が認められた。B法にて2,000cGy/10W照射した後、腋窩、鼠径部、会陰部などの紅斑残存部に、デルモパン29KV X線および8MeV電子線にて2,000~3,000cGy追加照射した。

2) 成績

症例4の治療前および治療後の皮膚所見をFig.

昭和63年8月25日

6, Fig. 7に示す。紅斑は著明に軽減している。Table 2に治療効果、副作用、転帰を示す。A法

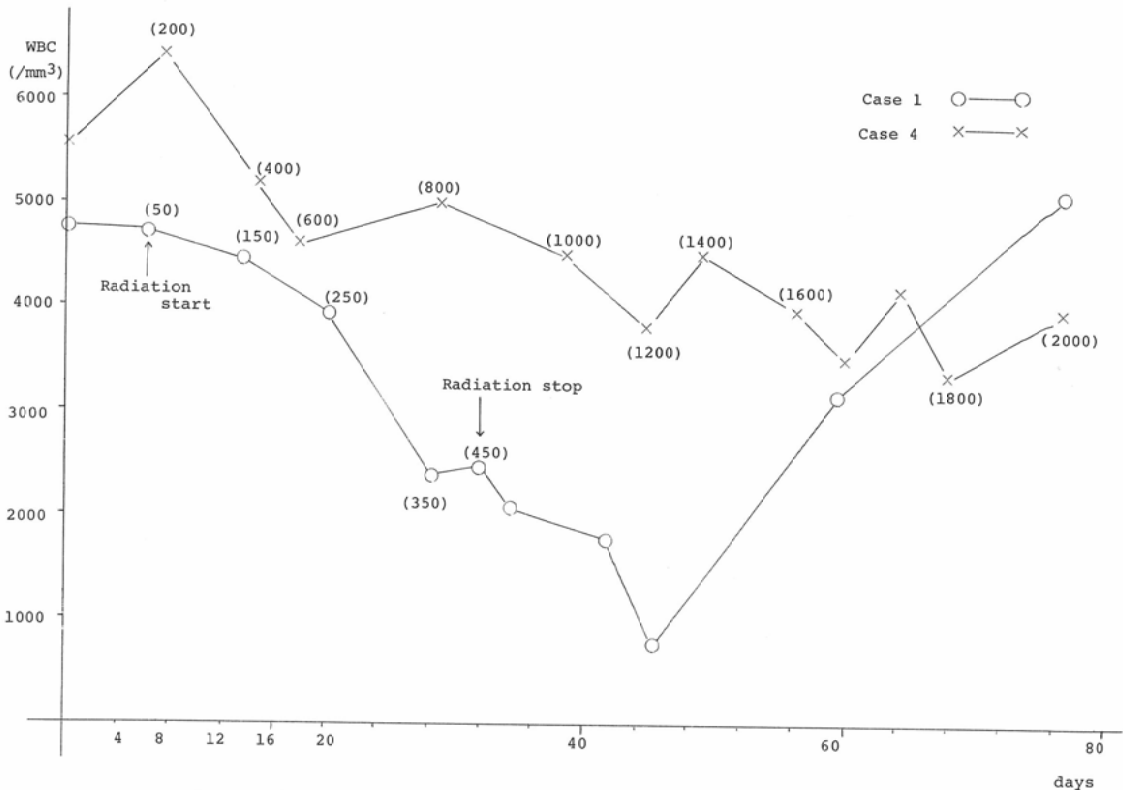


Fig. 8 Change of peripheral leucocyte count due to total skin irradiation

で照射した3例中2例は反応が不良で、B法で照射した2例は反応が良好であった。一方、白血球減少はA法で照射した3例中2例に顕著で一時照射を休止したが、B法で照射した2例では休止するまでには至らなかった。予後では1例が再発なく5年7カ月生存中であるが、他の3例は紅斑を認めながらも6カ月～3年生存中であり、1例は1年5カ月後腫瘍増大のため死亡した。

考 案

菌状息肉症はセザリー症候群とともに皮膚T細胞リンパ腫(CTCL)に含まれる疾患で、古典型、紅皮症型、電撃型があり、古典型が75%と最も多い¹⁰⁾。古典型は紅斑期、浸潤局面期、腫瘍期と進行するが、一般に長期間皮膚に止まり約10年の慢性的経過をとることが多い。治療は早期には局所治療を行い、晚期には全身療法を行うのが一般的である¹¹⁾。局所療法の一つに電子線による全身皮膚照射があり、1950年に米国で開始された¹²⁾¹³⁾。病巣が1cm以下と浅いため2～4MeVの低エネルギー

電子線が適当である。Linacは線量率が高く、SSDを大きくとって全身に照射するのに適している。低エネルギーの電子線を出せる機種では照射は容易であるが6～8MeVの電子線は低減化して照射する必要がある。電子線エネルギーの低減化は1960年代より研究され、Karzmark¹⁴⁾はaluminiumを照射ヘッドに置き、Szur²¹⁾はcarbonをスクエーターに付加し、本邦でも柄川²²⁾はアクリル板を照射ヘッド先端に置いて電子線の低減化を行った。1970年代以降は吸収板を照射ヘッドより離し、患者の前面5～25cmに置いて低減化が行われ、Nisce²³⁾はPolystyrene、Sewhand⁶⁾、Bourgeois⁷⁾はPlexiglasを用いている。本邦では吸収体の位置を照射口と患者の前面に置いて比較検討した報告は、ファントム実験、臨床例とも見あたらない。著者らは、Edelstein¹⁴⁾等の論文を参考にしてアクリル板をスクエーター部照射ヘッド先端、ファントム前面(焦点より180cm)において実験を行った。8MeVの電子線はアクリル板2cmの吸収体に

て各々2.2~2.8MeVまで低減化された。一方、混入X線はスキャッター、絞り装置、付加した吸収体などから発生すると考えられるが、X線混入率はアクリル板を照射ヘッド先端に置いた場合、アクリル板の厚さが1cmの時10%、2cmの時23.7%となり、柄川³⁾、古賀⁴⁾の報告(1cmの厚さの時5~6%)より大きい値を呈した。アクリル板をファントム前面20cmに置いた場合のX線混入率は、アクリル板の厚さが1cmの時4.3%、2cmの時5.2%と、アクリル板を照射ヘッド先端に置いた時より著明に減少した。以上の実験より、アクリル板を吸収体として用いる場合、照射ヘッド先端に置くよりも患者の前面近くに置く方がよく、Edelstein¹⁴⁾等の方法の有用性が示唆された。

当初著者等はアクリル板を照射ヘッド先端に置く方法(A法)を用いていたが、骨髄抑制が予想外に強く、X線の混入が大きい疑いが生じたため、ファントム実験を行い吸収体の位置は患者の前面近くに置いた方がよいことが確認されたため、1983年よりは症例3、4に対し患者の前面20cmにアクリル板を置いて照射した(B法)。Nisce等⁵⁾は患者を立たせ、その前面にアクリル板のついでを置いているが、長時間同じ姿勢で立っていることは高齢者や全身状態不良者では無理であり、患者の体動による照射野のズレが生じる欠点がある。従って著者等は古賀等⁴⁾と同様に照射口直下で臥位をとらせて照射した。しかしSSDが小さくなるため1門では全身を含められず、60×60cm²の照射野でgeographic field間に10cmの間隔をとり3門で照射した。Williams¹⁵⁾、Smedal¹⁶⁾は長軸方向に移動可能なテーブル上で照射を行っている。体軸横断方向では、6方向から照射するのがよいとの報告があるが^{17)~19)}、体位保持の困難さから4方向より照射した。4方向照射でも全皮膚をカバーするのは困難で、残存部に追加照射が必要なものが生じた。照射効果に関しては効果が良好であった症例は症例1が450cGy/4W、症例3b、症例4が800cGy/4Wであるのに対し、効果が不良であった症例2、症例3aでは100cGy/4Wと月間線量が少ない。これが効果発現に関係している可能性が示唆された。また副作用に

関しては、A法で照射した3例中2例に照射休止を必要とする白血球減少が認められた。症例1では化学療法が1カ月間行われていたが、量は多くなく化学療法のみが原因とは考えがたい。症例3aでは化学療法は照射期間中および前3カ月間には行われておらず、全身皮膚照射が大きな要因と考えられた。また、同一症例で1年6カ月後B法で照射したが白血球減少は顕著でなかった。さらに症例4もB法にて2,000cGy/10W照射したが白血球減少は認められず、B法による混入X線量の減少が副作用抑制に寄与したと考えられた。3,000cGy以上必要であるとの報告もあるが⁷⁾¹⁷⁾¹⁸⁾、一般に欧米人に比し耐容線量は低く、慎重に行う必要があると思われた。

結 論

1. 電子線エネルギーの低減化について、吸収体の位置とエネルギーの低下およびX線の混入率との関係を調べ比較検討した。8MeVの電子線は2cm厚さのアクリル板にて2.2~2.8MeVに低減された。X線混入率はアクリル板を照射ヘッド先端に置いた時23.7%、ファントム前面20cm(焦点より180cm)に置いた時5.2%と後者の方が著明に少なかった。

2. 4例の菌状息肉症に5回の電子線全皮膚照射を行った。8MeVの電子線をアクリル板にて低減化して照射した。全身皮膚に2,000cGy/2Mで皮疹は著明に消退した。アクリル板を照射ヘッド先端に置いていた時よりも患者前面20cmに置いた時の方が骨髄抑制は軽度であった。これはX線混入率の低下が寄与した結果と考えられた。

稿を終えるにあたり、ご協力いただいた当院放射線部吉浦主任技師に感謝致します。

文 献

- 1) Karzmark CT, Loevinger R, Steele RE, et al: A technique for large-field, superficial electron therapy. *Radiology* 74: 633-643, 1960
- 2) Szur L, Silvester JA, Bewley DK: Treatment of the whole body surface with electrons. *The Lancet*, June 30: 1373-1377, 1962
- 3) Egawa J, Umegaki Y, Matsukawa S, et al: Electron beam therapy with linear accelerator, physical considerations for total skin irradiation therapy. *Nippon Acta Radiol* 27: 1475

- 1479, 1968
- 4) 古賀健治, 西川 清, 涌田裕司, 他: 菌状息肉症に対する電子線全身照射療法, 日本医放会誌, 45: 364—372, 1985
 - 5) Nisce LZ, D'Angio GJ, Kim JH: Weekly total-skin electron-beam irradiation for mycosis fungoides. *Radiology* 109: 83—86, 1973
 - 6) Sewhand W, Kahn FM, Williamson J: Total body superficial electron beam therapy using a multiple-field pendulumarc therapy. *Radiology* 130: 493—498, 1979
 - 7) Bourgeois JPL, Haddad E, Marinello G, et al: The indications for total cutaneous electron beam radiation therapy of mycosis fungoides. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 13: 189—193, 1987
 - 8) 日本医学放射線学会物理部会編: 放射線治療における高エネルギー電子線の吸収線量の標準測定法, 第2版, 16, 1987
 - 9) Fuks ZY, Bagshaw MA, Farber EM, et al: Prognostic signs and the management of the mycosis fungoides. *Cancer* 32: 1385—1395, 1973
 - 10) Carney DM, Bunn PA: Magnifestation of cutaneous T-cell lymphoma. *J Dermatol Surg Oncol* 6: 369—377, 1980
 - 11) 中島 弘, 宮本秀明: 皮膚の悪性リンパ腫, 癌と化学療法, 12: 1735—1743, 1985
 - 12) Trump JG, Wright KA, Evans WW, et al: High energy electrons for the treatment of extensive superficial malignant lesions. *Am J Roentgenol* 69: 623—629, 1953
 - 13) Wright KA, Granke RC, Trump JG: Physical aspects of megavolt electron therapy. *Radiology* 69: 553—560, 1956
 - 14) Edelstein GR, Clark TE, Holt JG: Dosimetry for totalbody electron-beam theapy in the treatment of mycosis fungoides. *Radiology* 108: 691—694, 1973
 - 15) William PC, Hunter RD, Jackson SM, et al: Whole body electron therapy in mycosis fungoides—A successful translational technique achieved by modification of an established linear accelerator. *Br J Radiol* 52: 302—307, 1979
 - 16) Smedal MI, Johnson DD, Salzman FA, et al: Ten year experience with low megavolt electron therapy. *Am J Roentgenol* 88: 215—228, 1962
 - 17) Fuks Z, Bagshaw MA: Total-skin electron treatment of mycosis fungoides. *Radiology* 100: 145—150, 1971
 - 18) Wallner PE, Vonderheid EC, Brady LW, et al: Evaluation and recommendation for therapy of advanced mycosis fungoides lymphoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 5: 23—27, 1979
 - 19) Cotter GW, Baglan RJ, Wasserman TH, et al: Palliative radiation treatment of cutaneous mycosis fungoides—A dose response. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 19: 1477—1480, 1983