— 原 著 —

いわゆるケロイド切除後の電子線照射療法の 効果に関する臨床医学的研究

三橋 清¹⁾・宮下 次廣²⁾

¹⁾ 日本医科大学形成外科学教室

²⁾ 日本医科大学放射線医学教室

Treatment of so-called keloid with excision and postoperative electron irradiation

Kiyoshi Mitsuhashi¹⁾ and Tsugihito Miyashita²⁾

¹⁾Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Nippon Medical School

²⁾Department of Radiology, Nippon Medical School

Between 1988 and 1994, 110 patients with 139 so-called keloids site, which had been treated with conservative therapy were treated with excision, suture, and postoperative irradiation with a 4 MeV electron beam. They were irradiated within one or two days after surgery, for three consecutive days. The total doses were 15 Gy or 18 Gy per fractions for the most part. Control rates of true keloids and hypertrophic scars were 76.0% (57/75) and 93.8% (60/64), respectively, and the overall effectiveness rate was 84.2%. No remarkable side effects were observed. Transient hyperpigmentation was found in 44.6%. No carcinogenesis have been found in our series of patients. Considering the possibility of recurrence, side effects, and carcinogenesis, the indication of our treatment was decided. The result of our treatment using a low-megavolt electron beam was similar to that of published series using a low-energy X-ray. The advantages of the use of electron beam are that the peak of dose is the layer of the occurrence of keloid, and that the depth of penetration of radiation is limited without appreciable effect on the deeper structures. At present, the equipments of low-energy X-ray have been disposed. Our treatment using a electron beam will be an effective treatment.

Key words: keloid, postoperative radiotherapy, electron beam irradiation

緒 言

いわゆるケロイドは、真性ケロイドと肥厚性癭痕の総称として用いられているが、いずれの場合にも患者は疼痛、圧痛、掻痒感、灼熱感、拘縮感、醜形などに長年悩まされていることが多い。治療

としては、ステロイド剤やアミノ酸軟膏¹⁾の外用、ステロイド含有 tape の貼付による ODT 療法、triamcinolone の局注、tranilast の内服などによる「薬物療法」、Reston® sponge などの圧迫による「圧迫療法」、silicone sheet の貼付による「保湿療法」、切除したのち縫縮や植皮による「外科的療法」、放射線照射による「放射線療法」、あるいは「laser 療法」²⁾などが行われている。しかし、いずれの治療法でも単独では有効率が低いため、いくつかを併用しているのが実情である。われわれ

Correspondence to Kiyoshi Mitsuhashi, Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Nippon Medical School Hospital, 1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

は圧迫療法、薬物療法などの保存的療法では効果のない難治症例に対し、手術による外科的治療と術後放射線照射を併用し良好な結果を得たので報告する。

研究対象と方法

1988年から1994年の6年間に当科を受診したケロイドの患者239例のうち46.0%にあたる109例(男45例、女64例)の139部位がケロイド切

除後放射線照射の対象となった。ケロイドは、外傷の範囲を越え周囲に発赤を伴い健常皮膚に浸潤しながら増殖する真性ケロイド(true keloid: T.K)と外傷の範囲を越えず健常皮膚を押し広げるように拡大する肥厚性瘢痕(hypertrophic scar: H.S)とに分類され、真性ケロイドは57例75部位(Table 1)、肥厚性瘢痕は55例64部位(Table 2)であった。同一症例中に真性ケロイドと肥厚性瘢痕の両方を合わせ持っているものもあった。複数

Table 1 Cases of true keloid

patient	age	sex	cause	site	size (cm)	dose (Gy)	result	patient	age	sex	cause	site	size (cm)	dose (Gy)	result
	15	M	operation	ear	1.2×4.0	15	CR		25	M	acne	thorax	3.8×12	15	NR
	19	M	herpes	shoulder	1.5×2.1	18	PR		10	F	unknown	ear	1.8×2.5	20	CR
	25	F	acne	arm	1.2×5.8	15	CR		55	F	acne	thorax	1.6×11	18	CR
	25	F	acne	shoulder	1.1×3.0	20	NR		20	F	herpes	shoulder	2.0×6.7	15	PR
	9	F	operation	thorax	1.2×7.5	16	CR		20	F	herpes	arm	2.1×8.2	15	NR
	29	M	injection	thorax	2.4×3.2	18	CR		26	F	acne	thorax	1.1×3.9	15	CR
	29	M	unknown	arm	2.4×8.2	18	CR		24	F	acne	thorax	1.1×3.3	15	NR
	47	M	unknown	thorax	2.2×7.8	15	NR		25	F	burn	thorax	3.5×7.2	16	NR
	9	M	operation	thorax	3.0×7.5	18	PR		65	M	burn	thorax	1.1×3.8	18	CR
	19	F	piercing	ear	1.2×1.2	15	CR		65	M	burn	thorax	1.1×4.0	18	CR
	19	F	piercing	ear	0.9×0.9	15	CR		65	M	burn	thorax	1.2×3.6	18	CR
	13	F	burn	thorax	1.5×4.0	15	NR		17	F	operation	thorax	4.5×5.0	18	NR
	36	M	acne	shoulder	1.0×2.2	15	PR		37	F	operation	abdomen	2.8×14	18	CR
	36	M	acne	shoulder	1.0×2.5	15	NR		22	F	acne	shoulder	1.6×3.0	15	CR
	17	M	operation	thorax	3.0×3.5	15	CR		23	M	acne	thorax	2.8×3.1	18	NR
	18	F	unknown	shoulder	5.0×7.2	15	PR		22	M	acne	thorax	2.5×6.0	15	CR
	18	F	unknown	arm	2.0×3.9	15	CR		34	F	operation	abdomen	1.8×18	15	CR
	18	M	acne	neck	1.2×4.0	20	CR		17	M	acne	thorax	2.5×3.1	15	CR
	20	M	acne	thorax	1.3×2.5	15	NR		5	F	burn	shoulder	2.2×18	15	PR
	20	M	acne	shoulder	2.5×5.0	15	CR		23	M	acne	thorax	1.3×3.5	15	CR
	21	M	acne	face	2.8×4.2	16	CR		68	F	insect bite	thorax	2.5×4.1	15	PR
	27	F	unknown	shoulder	1.5×5.0	15	PR		41	M	operation	abdomen	2.0×9.5	14	CR
	27	F	unknown	shoulder	3.0×5.0	15	PR		13	M	operation	ear	1.8×2.5	18	PR
	27	F	unknown	thorax	2.5×3.5	15	PR		26	F	acne	thorax	1.1×3.0	15	CR
	21	M	acne	shoulder	2.5×3.7	15	CR		21	M	operation	thorax	1.0×19	15	PR
	21	M	herpes	thorax	2.6×4.6	18	CR		29	F	piercing	ear	0.9×1.0	14	CR
	34	M	acne	shoulder	1.5×2.5	15	PR		29	F	piercing	ear	1.2×1.2	14	CR
	56	F	operation	abdomen	5.5×22	15	PR		43	F	operation	shoulder	1.2×15	15	NR
	28	F	acne	face	1.0×2.2	15	CR		58	F	unknown	thorax	1.2×3.8	15	NR
	35	F	operation	abdomen	9.0×10	21	NR		38	F	piercing	ear	1.2×1.2	18	CR
	28	F	unknown	thorax	4.0×11	18	NR		38	F	piercing	ear	1.3×1.5	18	CR
	28	F	operation	thorax	1.5×3.5	18	PR		71	M	operation	abdomen	2.7×4.3	15	PR
	39	M	unknown	arm	1.2×2.4	18	PR		20	F	injection	shoulder	4.5×6.6	18	NR
	39	M	unknown	thorax	2.7×7.0	15	PR		47	M	operation	abdomen	1.3×7.0	18	CR
	39	M	unknown	arm	1.2×4.0	14	PR		25	M	acne	thorax	2.0×4.5	15	CR
	81	F	unknown	thorax	1.5×4.0	21	PR		26	F	injection	shoulder	2.5×4.0	20	PR
	23	F	insect bite	thorax	1.5×3.0	15	CR		30	F	injection	shoulder	1.5×7.0	15	NR
	29	F	operation	abdomen	4.0×11	15	NR								

Table 2 Cases of hypertrophic scar

patient	age	sex	cause	site	size (cm)	dose (Gy)	result	patient	age	sex	cause	site	size (cm)	dose (Gy)	result
	20	F	operation	arm	1.5×5.0	18	CR		57	M	operation	abdomen	2.1×10	15	CR
	19	M	operation	arm	1.0×12	18	PR		57	M	operation	abdomen	2.8×12	15	PR
	20	F	operation	leg	1.0×20	18	CR		17	F	burn	shoulder	2.0×4.3	15	CR
	22	M	operation	neck	4.0×7.1	15	CR		29	F	piercing	ear	2.0×2.1	15	CR
	22	M	operation	thorax	2.2×7.0	15	NR		17	M	burn	ear	2.0×2.8	15	CR
	61	M	operation	thorax	4.5×21	15	CR		49	M	operation	abdomen	2.4×15	15	CR
	20	M	burn	thorax	2.0×7.0	18	CR		50	M	burn	dorsum	2.5×3.0	16	PR
	6	M	operation	shoulder	3.0×11	16	PR		50	M	burn	dorsum	4.5×5.5	16	NR
	23	F	trauma	neck	0.8×7.8	18	CR		13	F	operation	thorax	2.8×14	15	CR
	21	M	operation	thorax	3.0×12	15	CR		26	F	piercing	ear	1.0×1.2	15	CR
	34	M	trauma	thorax	2.0×2.2	15	CR		26	F	piercing	ear	1.0×1.0	15	CR
	50	F	operation	neck	1.5×3.0	15	CR		22	F	burn	arm	2.6×4.4	14	CR
	62	F	operation	abdomen	3.5×1.7	18	CR		18	F	operation	arm	2.2×8.3	18	CR
	13	F	trauma	thorax	4.6×3.2	15	CR		67	M	operation	thorax	2.2×32	15	CR
	22	F	trauma	arm	0.8×5.0	18	CR		15	F	burn	arm	1.2×11	15	CR
	71	F	operation	thorax	1.2×12	15	CR		29	F	burn	neck	1.8×4.2	15	CR
	71	F	operation	thorax	3.0×23	15	CR		15	F	trauma	arm	1.2×4.5	15	NR
	19	F	operation	face	0.6×4.0	15	CR		67	M	operation	thorax	11×19	18	CR
	20	F	operation	thorax	0.8×2.0	15	CR		4	M	operation	leg	9.0×14	18	NR
	27	F	trauma	neck	1.8×5.0	15	CR		45	F	operation	abdomen	0.8×13	18	CR
	27	F	trauma	ear	1.3×2.0	15	CR		17	F	operation	neck	1.5×5.0	16	CR
	23	M	trauma	ear	2.4×6.0	15	CR		16	F	operation	arm	1.8×6.2	16	CR
	11	F	operation	ear	2.5×4.8	15	CR		12	F	burn	leg	2.0×9.0	18	CR
	19	M	operation	neck	1.0×3.5	15	CR		20	F	operation	arm	1.8×8.2	18	PR
	15	M	operation	leg	2.6×21	20	CR		19	M	operation	ear	0.5×2.2	15	CR
	17	F	burn	leg	2.1×4.3	15	CR		19	M	operation	neck	1.5×11	15	CR
	56	M	acne	thorax	2.2×4.7	15	CR		46	F	burn	arm	2.5×7.8	15	CR
	47	F	operation	abdomen	1.1×5.7	15	CR		20	F	piercing	ear	1.3×1.3	15	CR
	46	F	burn	neck	2.3×4.8	15	PR		20	F	piercing	ear	1.3×1.4	15	CR
	46	F	burn	arm	1.1×4.0	20	CR		28	M	burn	thorax	3.0×11	18	CR
	26	M	acne	face	1.0×4.8	15	CR		48	F	operation	abdomen	2.0×25	15	PR
	40	M	operation	face	1.1×3.6	15	PR		34	F	burn	neck	1.5×11	18	CR

Table 3 The number of sites of keloid

site	true keloid	hypertrophic scar
head and neck		
ear	2	10
face	9	3
neck	1	10
trunk		
shoulder	17	2
thorax	32	14
abdomen	8	7
dorsum	0	2
extremities		
arm	6	11
leg	0	5
total	75	64

Table 4 Causes of keloid

	true keloid	hypertrophic scar
trauma	38	15
burn	6	15
operation scar	17	34
unknown	14	0
total	75	68

病変を有するものでは時期を異にして治療した症例も多かった。以後、両者を総称してケロイドとする。ケロイドの発生部位と原因を **Table 3, 4** に示す。真性ケロイドは胸部、特に胸骨前部、次に

Fig. 1 Extirpation of the keloid and closure sutured by three layers (Modified from Plastic Surgery 4th ed.)

肩部、頭頸部に好発し、原因は帯状疱疹、水痘、座瘡、注射、虫刺、ピアスなど小外傷のことが多かったが、実際には原因不明の例も多かった。一方、肥厚性瘢痕は頭頸部、ついで四肢に好発し、その原因は外傷、熱傷、手術創など受傷機転は全例で明らかであった。年齢は4歳から81歳まで分布し、平均30.6歳(男32.3歳、女29.3歳)と比較的若年者が多く、性差は認められなかった。大きさは真性ケロイドは平均2.21 cm×6.97 cmと円や楕円に近い形態が多かったが、肥厚性瘢痕は平均2.31 cm×14.6 cmと細長い形態が多かった。

治療はまずケロイドを単純切除し縫縮した。その際、創縁の減張を図るため周囲を皮下剝離し、原則として Vicryl®, Dexon®, Maxon®などの吸収性縫合糸により皮下縫合し、さらに monofilament の nylon 糸で真皮縫合した。以上の皮下埋没縫合で創縁は隆起し創面が密着ようになる。縫合糸痕ができないように表面は創縁を合わせるだけで強く締めすぎないように縫合し3層に閉鎖する(Fig. 1)^{3,4)}。以上の縫合により、縫合部は安定した瘢痕となるまで周囲の張力により離開していき数カ月後には平坦な線状瘢痕となる。また、必要に応じてZ形成を加えた。従来、術後の放射線照射には表在治疗用X線装置の軟X線が用いられていたが、現在、同装置は使用頻度が少

なくほとんどの施設で廃棄されているのが実情である。そこでわれわれは、常時使用可能な直線加速器より発生することができる電子線を用いた。直線加速器による4 MeV 電子線を、術後1ないし2日目より連続して14 Gy 2分割(5例)、15 Gy 3分割(83例)、16 Gy 4分割(8例)、18 Gy 3分割(35例)、20 Gy 4分割(6例)、21 Gy 3分割(2例)照射した。照射範囲は鉛板をくり抜いて作成し2 mm厚とし、創縁および縫合部から5 mm以上の余裕をもって設定した。なお、本シリーズ後半の症例は、皮膚上に約7 mmの人体と等吸収値をもつ bolus を載せて照射された。抜糸は5～7日目に行い、その後しばらくは Steri-strip®や Proxi-strip®などの surgical tape で補強した。なお、経過観察期間は、再発の大半は6カ月以内にその徴候が現われるため⁵⁻⁷⁾6カ月以上とし、最長72カ月、平均40.6カ月であった。

効果判定は、(1) 全く再燃のないものを complete response (CR)、(2) 再燃傾向はあるが部分的、または程度が軽いもので術前より明らかに改善のみられるものを partial response (PR)、(3) 再発したものを no response (NR) とした。したがって、有効率は $(CR + PR) \div (CR + PR + NR)$ とした。

結 果

139 部位中, CR は 88 例, PR は 29 例, NR は 22 例で, 全体の有効率は 84.2%であった。なお, 真性ケロイド 76.0%, 肥厚性瘢痕 93.8%であった。

再発率は, ケロイド全体では 15.8%, 真性ケロイドでは 24.0%, 肥厚性瘢痕は 6.2%。男女別では男性 14.5%, 女性 16.9%で性差を認めなかった。総線量別では, 15 Gy と 18 Gy が大多数であるが, 15 Gy の照射群は再発率 15.7% (13/83), 18 Gy の照射群は再発率 14.3% (5/35) と 15 Gy と 18 Gy では差がなかった。部位別では頭頸部 0%, 躯幹 23.2% (胸部 13.4%, 肩部 6.1%), 四肢 13.6% (上肢 9.0%, 下肢 4.5%) であった (Table 5)。特に緊張のかかりやすい胸骨前部で最も再発率が高かった。

主な副作用は, 早期反応としては照射数週間後より生じる紅斑がほぼ全例に認められたが程度は

Table 5 The results of recurrence sites

site	true keloid	hypertrophic scar
head and neck		
ear	0	0
face	0	0
neck	0	0
trunk		
shoulder	5	0
thorax	10	1
abdomen	2	0
dorsum	0	1
extremities		
arm	1	1
leg	0	1
total	18	4

軽かった。創部癒合不全や感染などは認めなかった。6 カ月以降の晩期障害として最も多かったのは色素沈着で, 44.6% (62/139) に認められたが一過性であった。逆に色素脱出は 6.5% (9/139) にみられ, これも全例一時的であった。なお, 放

Fig. 2 Case 1 27y/o female's true keloid of presternal lesion caused by un known origin
a: Preoperative view. b: Skin closure after excision. c: Cut-out lead for irradiation field. d: Postoperative irradiated view after 18 months.

射線照射範囲および近接部位での悪性腫瘍の発生は経過観察期間中(6~72カ月, 平均40.6カ月)認めていない。

症例 1

27歳女性。原因不明の胸部正中部の真性ケロイドである(Fig. 2a)。5, 6年前から認め徐々に増大し, 疼痛, 搔痒感, 灼熱感を訴えていたが, 保存的療法では効果がなかった。ケロイドを切除縫縮後(Fig. 2b), 術後2日目より連続3日間4 MeV 電子線を15 Gy 3分割照射した。照射範囲は創縁および縫合部の周囲5 mm までとし, 2 mm 厚の鉛板をくり抜いて作成した(Fig. 2c)。術後照射18カ月, 線状瘢痕を残すのみである(Fig. 2d)。術前あった症状は消失した。

Fig. 3 Case 2 67y/o male's hypertrophic scar of the lateral chest wall caused by thoracotomy
a: Preoperative view. b: Postoperative irradiated view after 18 months. Z-plasty was performed.

症例 2

67歳男性。肺癌の開胸術皮膚切開痕からの肥厚性瘢痕である(Fig. 3a)。局所の疼痛を訴えていた。肥厚性瘢痕を切除後, 縫縮の際創縁の減張をはかるためにZ形成を加えた。術後照射18カ月, 線状瘢痕を残すのみである(Fig. 3b)。疼痛も消失した。

症例 3

21歳女性。両肩の真性ケロイドの術後12カ月である。左肩はケロイドを切除縫縮後照射し, 右肩は切除縫縮後照射しなかった(Fig. 4a)。照射側は軽度の毛細血管の拡張を認めるが, 線状瘢痕を残すのみである(Fig. 4b)。一方, 未照射側は術後2カ月より再発を認めた(Fig. 4c)。術後放射線療法の有用性が示唆された1例である。

考 察

ケロイドは真皮由来の良性増殖性線維腫である。その成因は創傷治癒過程で治癒が遅延し線維芽細胞より産生されるcollagenの過剰蓄積によるとされている。臨床的に真性ケロイドと肥厚性瘢痕とに分けられるが, 組織学的には大きな差異はない⁸⁾。真性ケロイドは小さな瘢痕からも発生するが, 原因となる外傷が不明の場合も多い。瘢痕の境界を越え発育する腫瘍的な性格が強く, 治療にも抵抗する。これに対して肥厚性瘢痕は外傷や手術痕など明らかな原因があり, 比較的治療に反応するという特徴がある。

ケロイドの治療はその発生機序がまだ解明されず確立された治療法のない疾患である。また, ヒトのみしか発生せず, 動物実験による研究ができないため臨床的研究に頼らざるを得ず, 極端な積極的治療が出来ないのが実情である。われわれの方法は, ケロイドの切除後に, 従来用いられていたが現在では使用できない施設が大部分である軟X線に代え直線加速器よりの電子線を用い, 以下に述べるように同等の治療効果を上げることができ有効な治療法であった。

Fig. 4 Case 3 24y/o female's true keloids of both scapular regions
a : Postoperative view after 12 months. Left side was postoperatively irradiated. Right side was without irradiation. b : Good result after postkeloidectomy irradiation. c : Recurrence after simple keloidectomy.

制御率

われわれの症例でも，真性ケロイドの再発率は24.0%であったが，肥厚性瘢痕は6.2%と少なかった。ケロイド全体で15.8%となり，この結果は軟X線を用いた諸家の報告（Table 6）⁶⁾と同程度の結果が得られた。しかし，欧米の報告では比較的制御しやすい earlobe piercing のケロイド（われわれの症例でも全部CR）が多く，それらの比率が少ないわれわれの成績は良好なものと思われた。

Table 6 The results of published series⁶⁾

author	case	recurrence case	recurrence rate
Enhamre et al	45	40	11.1%
Borok et al	373	9	2.4
Ollstein et al	68	12	20.6
Levy et al	37	6	16.2
Romakrishnan et al	36	1	2.8

以下，治療の最適化と再発関連因子につき検討する。

(1) 障害発生率と最適線量

皮膚の整容上著しい障害を与えないためには皮膚線量を20 Gy以下に抑えるべきであるとされている^{9,10)}。ケロイドは良性疾患であり，可能な限り吸収線量を低くすべきである。われわれは当初18 Gyを3分割で照射していたが，色素沈着が遷延する症例が比較的多く発生したので，途中より15 Gyの3分割に減量した。しかし，15 Gy照射群と18 Gy照射群との間には再発率に大きな差を認めておらず現在は15 Gyの3分割照射を原則としている。

諸家の報告をみると，多くは1回の照射線量は3～5 Gyで総線量20 Gy以下を2～5分割照射している（Table 7）。このうち，Craig¹³⁾は8 Gyを，Edsmyr¹⁶⁾は12 Gyの大線量を1回照射している

Table 7 The treatments of irradiation of published series

author	dose	fraction	total dose	total day
Arnold ¹¹⁾	5 Gy	2~6	10~30 Gy	5~25
Brown ¹²⁾	5	3	15	7~10
Craig ¹³⁾	8	1	8	1
Deigert ¹⁴⁾	4	4	16	22
Hintz ¹⁵⁾	3	5~6	15~18	9~11
Edsmyr ¹⁶⁾	12	1	12	1
Levy ¹⁷⁾	3	5~6	15~18	10~12
Fujiwara ¹⁸⁾	2	10	20	12
Ollstein ⁵⁾	5	3	15	8
Borok ¹⁹⁾	4	3~4	15	8
Asakura ⁹⁾	5	2~4	10~20	15~29
Oura ²⁰⁾	5	2~4	15~20	3~4

が、色素沈着が長期遷延しやすいと述べている。Borok¹⁹⁾の症例では、一過性の色素沈着は8から15 Gyの照射では約25%に認められ、長期遷延例は0.8%であった。彼らの症例にはケロイドを発生しやすい黒人が多く含まれており、何をもって色素沈着の遷延としたか不明である。われわれの色素沈着例44.6%はいずれも一過性であり、美容上問題となる長期遷延例はほとんどみられなかった。

最適線量とは再発と障害をなるべく少なくできる線量である。再発率を低く抑えるために整容上の上限を越え真性ケロイドには21 Gy以上の術後照射をすべきとする考え²⁰⁾と、障害発生を抑えるため小線量に留めておくべきだというふたつの議論があるだろう。良性疾患といえどもケロイドは様々な症状があり、心理的にも「極めて悪性」の一面ともいえる側面を持ち合わせている。また、再治療は被曝線量を倍にすることを意味するため、発癌以外の障害については、ある程度は再発率の減少を優先すべきであると考えている。Optimal doseの追究は今後とも続けていきたい。

(2) 発癌について

発癌の可能性は「確率的影響」のひとつであり、どのような線量であれ carcinogenic potential はあるとされている。確かに、今まで、おとがい部のケロイドに軟X線を術後照射し8年後に甲状腺に髄様癌が発生したという11歳の少年の報告

がある²¹⁾。しかし、この症例ではケロイドと癌発生部位は同じ頸部とはいえ、かなり離れており、偶然発生したものか、あるいは必要以上に広範囲が照射された不適切な治療により起こった極めて希有なものと思われる。われわれの対象症例は follow up 期間は最長72カ月と発癌に関する結論を導き出すには十分な長さとはいえないが、甲状腺、乳腺、生殖腺など、特に若年者においては比較的発癌閾値の低い組織に近接するケロイドでは可能な限り遮蔽を行い、十分な防護を行うことにより発癌の可能性は極めて少ないとしてよいだろう^{5~7,9,19,22)}。

(3) 電子線と bolus の使用

創傷治癒過程で受傷後48~72時間に線維芽細胞の増殖が始まるが、線維芽細胞の放射線感受性は高いので、この時期に放射線照射を行うことにより線維芽細胞の過剰増殖を抑制し得る²³⁾。これがケロイド切除後放射線照射が再発予防に有効な理由である。また、その発生に関係する真皮の部位は皮膚表面から約0.3 mmの乳頭下層と網状層浅部の境界であるとされている²⁴⁾。従来術後照射には表在治療用X線装置の軟X線が用いられてきたが、われわれは電子線を使用した。その理由は電子線の線量分布の良さにある。Fig. 5に示すように、軟X線と比較すると、電子線は皮膚表面付近から急激に吸収率が増加し、ある一定の深度に最大値になってから急激に減衰する²⁵⁾。そのため、皮下深くの組織に不必要な被曝を起こさずに目的部位にのみ照射できる。われわれは本施設で利用できる最も low energy の4 MeV 電子線を使用した。さらに適当な厚さの人体と等吸収値の bolus を挟み込むことにより、電子線の build-up による低線領域を避け目的部位である皮膚表面付近に選択的に照射できるようにした。実際は用いられる照射範囲は不整形で、多くの場合細長くなっている。その場合中心部と辺縁部線量分布は計測上ばらつきが大きくなるが、ほとんどの場合 Fig. 5の吸収率曲線より peak は浅い方に移動した²⁶⁾。そのため bolus は7 mm 厚とした。

(4) その他の工夫

さらに最近では手術直後から感染予防のため

Fig. 5 Depth-dose curve for incident electron energy 4 MeV and X-ray energy 43kV

Bioclusive®, Tegaderm®などで film dressing し創部を被っている。これは bolus 使用時のみならず、照射野設定のため型取りも直接行えるので、短時間に照射計画ができる利点がある。さらに創部を汚染することなく直接照射野を marking できるため、分割照射も正確に手早くできるようになった。

(5) 患者教育の重要性

適応としては当科または他院で保存的治療が続けたが効果なく、自覚症状の強い症例、露出部などで醜形に悩む症例に限った。大多数の患者は長期にわたりほとんど一日中ケロイド特有の症状に悩まされており、これらから開放されたく切除を希望する例が多い。しかし、本治療は放射線を用いるので十分な informed consent が必要である。電子線の必要性和有用性を説明するが発癌についてが最も問題となるところである。Bolus を置き選択的に照射しており、深部到達線量は僅かであり、発癌の経験、報告はなく、前述したように年齢、部位に応じて適応を決めていることなどを説明している。

ケロイド再発の好発部位は皮膚に緊張のかかりやすい胸骨前部、三角筋部や肩甲骨部の上腕外側部、下腹部、鼠径部、恥丘部、さらには外界刺激

を受けやすい下顎から頸部にかけてと耳介および乳様突起上である。したがって、一旦その治療が成功しても再外傷により再発する可能性が高いと思われる。実際われわれの症例にも明らかに再外傷や持続的刺激による再発が3例で認められた。十分な注意の下にも再発の可能性はある。再発したケロイドは新たな創から発生するため術前よりも拡大してしまう。治療前から経過観察中も含め、繰返し注意を喚起する教育的治療が重要であると思われる。とくに、compliance の悪い若年者は行動様式、生活環境などを含め、治療の時期や適応決定は慎重に行わなければならないと思われた。

結 論

1) 保存的療法では効果のない難治性のケロイドに対し切除後の電子線照射により有効な結果が得られた。

2) 有効率は従来用いられていた軟 X 線によるものと同等の結果が得られた。しかし、電子線の線量分布は、軟 X 線に比べケロイドの発生する真皮層に選択的に照射できるのでケロイド切除後の放射線療法により適している。

3) 従来用いられていた軟 X 線装置のある施設は少なくなっており、今後電子線照射をケロイド

の切除後に用いるのは有効な方法になると思われた。

4) 年齢, 部位など放射線障害を念頭におき, 慎重に手術適応を決める必要がある。

稿を終えるにあたり, ご指導, ご校閲を賜りました日本医科大学形成外科学教室文入正敏主任教授に厚くお礼申し上げます。

なお, 本論文の要旨は, 第5回中日整形(形成)外科学術交流会(1994年9月, 中国)において発表した。

文 献

- 1) 文入正敏, 大久保正智: 瘢痕ケロイドに対する当科の軟膏療法。日美外報, 9, 84~85, 1987.
- 2) Abergel, R.P., Meeker, C.A., and Lam, T.S.: Control of connective tissue metabolism by lasers; Recent developments and future prospects. J.A.A. Derma., 11, 1142~1150, 1984.
- 3) Grabb, W.C., and Smith, J.W.: Plastic Surgery. 4th ed., p. 15~18, Little Brown, 1991.
- 4) 福田 修: 新しい縫合法。第2版, p. 51~58, 克誠堂, 1977.
- 5) Ollstein, R.N., Siegel, H.W., Gillooley, J.F., and Barsa, J.M.: Treatment of keloids by combined surgical excision and immediate postoperative X-ray therapy. Ann. Plast. Surg., 7, 281~285, 1981.
- 6) Doornbos, J.F.: The role of kilovoltage irradiation in the treatment of keloids. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 18, 833~839, 1990.
- 7) Kovalic, J.J., and Perez, C.A.: Radiation therapy following keloidectomy; A 20-year experience. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 17, 77~80, 1989.
- 8) Laver, L.F., and Laver, G.S.: Histopathology of the skin. 6th ed. p. 604~605, Lippincott, 1983.
- 9) 朝倉英男: ケロイドの放射線療法。手術, 44, 39~45, 1990.
- 10) International Commission on Radiologist Protection (国際放射線防護委員会) 勧告(1977年1月17日採択)。p. 21, 日本アイソトープ協会, 東京, 1977.
- 11) Arnold, H.L.: Keloids; Etiology and management by excision and intensive prophylactic radiation. A. M.A. Arch. Derm., 80, 772~777, 1959.
- 12) Brown, J.R., and Bromberg, J.H.: Preliminary studies on the effect of time-dose patterns in the treatment of keloids. Radiology, 80, 298~300, 1963.
- 13) Craig, R.D.P., and Pearson, O.: Early postoperative irradiation in the treatment of keloid scars. Brit. J. Plast. Surg., 18, 369~376, 1965.
- 14) Deigert, F.A., and Allen, K.D.: Keloids; Reassessment of irradiation therapy. Rocky Mtn. Med. J., 70, 35~37, 1973.
- 15) Hintz, B.L.: Radiotherapy for keloid treatment. J. Nat. Med. Assoc., 65, 71~75, 1973.
- 16) Edsmyr, F., Larsson, L.G., Onyango, J., Wanguru, S., and Wood, M.: Radiation therapy in the treatment of keloids in East Africa. Acta Radiol. Oncol., 13, 102~106, 1974.
- 17) Levy, D.S., Salter, M.M., and Roth, R.E.: Postoperative irradiation in the prevention of keloids. Am. J. Roentgenol., 127, 509~510, 1976.
- 18) 藤原一央: 小児ケロイドの放射線治療の検討。臨小児放線研誌, 4, 40~41, 1988.
- 19) Borok, T.L.: Role of ionizing irradiation for 393 keloids. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 15, 865~870, 1988.
- 20) 大浦武彦: ケロイドと肥厚性瘢痕の治療。p. 170~182, 克誠堂, 1994.
- 21) Hoffman, S.: Radiotherapy for keloids. Ann. Plast. Surg., 9, 265, 1982.
- 22) Supe, S.S., Supe, S.J., and Rao, S.M.: Treatment of keloids ^{90}Sr - ^{90}Y β -rays. S. Oncol., 167, 397~402, 1991.
- 23) Ketchum, L.D.: Hypertrophic scars and keloids. Clin. Plast. Surg., 4, 301, 1977.
- 24) 杉本智透: ケロイドの発生と成長に関与する皮膚の特定層について。形成外科, 20, 417~418, 1977.
- 25) Lo, T.M., Seckel, B.R., and Salzman, F.A.: Single-dose electron beam irradiation in treatment and prevention of keloids and hypertrophic scars. Rad. Oncol., 19, 267~272, 1990.
- 26) 大浦武彦: 瘢痕とケロイド; なぜケロイドになるか? その対策。外診診療, 34, 321~326, 1992.

(受付: 1994年10月24日)