



Title	皮膚表在疾患に対する β 線外面照射療法
Author(s)	菊池, 章; 倉科, 達也; 高橋, 達夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1963, 22(10), p. 1047-1062
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17329
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

皮膚表在疾患に対する β 線外面照射療法

東北大学医学部放射線医学教室 (主任 古賀良彦教授)

菊池 章, 倉科 達也

秋田県厚生連本荘病院放射線科

高橋 達夫

国立霞ヶ浦病院放射線科

三森 武夫

(昭和37年11月22日受付)

The external beta-ray therapy for angioma and pigmented nevi
of the skin

By

Akira Kikuchi, Tatuya Kurashina

Department of Radiology, Faculty of Medicine

Tohoku University, (Prof. Y. Koga)

Sendai

Tatuo Takahashi

Department of Radiology, Yuri Kumiai General Hospital

Honjo

Takeo Mimori

Department of Radiology, Kasumigaura national Hospital

Tuchiura

For treating superficial lesions of the skin during the past decade we have used ^{32}P filter-paper, that was dried up after being immersed in the dish with the solution of radioactive phosphorus (^{32}P). Twohundred and four cases of such lesions were observed over 6 months after the treatment and were subjected to this investigation.

Exposure dose for ^{32}P filter-paper is usually cited in $\mu\text{c hr/cm}^2$, but this measure is not suitable for there are several technical errors. Therefore it seems to be not able strictly to compare the treatments in different centers. To avoid these troubles, we measured each ^{32}P filter-paper by film method, compared with a standard ^{90}Sr plaque that had been measured with extrapolation chamber. The output of our ^{32}P filterpaper showed at the surface about 3 rads per microcurie-hour per cm^2 according to our method.

In many cases we checked the dose leading to a dry mild epidermitis and learned that the dose ranged from 1200 to 2700 rads according to age of patients, and was larger in the face than in the body and the extremities as shown in Fig. 4.

We treated angioma and pigmented nevi by means of β -ray irradiation, fractionated from 6 to 10 single irradiation of the noted dose. Generally we could observe that there were the more irradiated dose the more severe late skin changes, i.e. pigmentation, depigmentation, teleangiectasis and atrophy, as shown in Tab. 1.

Results were evaluated from two points which how the colour of the nevi disappeared and the late skin changes after the treatment were observed. We classified the results into four groups, namely excellent (++) , good (+) , moderate (\pm) and unchanged (-).

The cases evaluated as excellent and good were 54% in angioma simplex, 82% in angioma cavernosum and 15% in pigmented nevi. A good response were seen in angioma simplex under the age of three and in angioma cavernosum under the age of ten. In pigmented nevi the results were in all cases no good. A good results were obtained in angioma simplex when the irradiation were repeated less than nine times with the interval of four to eight weeks, while in pigmented nevi the results were always worse independently of irradiation frequencies.

From the experiences of the β -ray therapy for angioma and pigmented nevi, we consider that (1) the pigmented nevi which showed a bad response should not be treated by external β -ray therapy, (2) doses delivered to lesions in each time should be diminished under the dose which induced a dry mild epidermitis, (3) total frequencies of β -irradiation also should be limited to six, with each irradiation dose ranging from 1200 to 2700 rads in proportion to the individuality for fear of the late skin damages, even if a complete cure was not expected, and (4) the intervals from treating to treating should be decided in more than two months.

1. まえがき

皮膚の比較的表層に存在する種々の病変を放射線で治療する為、境界線、軟X線、体腔管による近接照射並びに Ra による間隔照射が従来より使用されて来た。併し戦後、人工放射性同位元素 (RI) が安価且つ大量に入手可能となりこれを利用した新しい照射法が Low-Beer によつて創始された¹¹⁾¹³⁾。即ち RI 中 β 崩壊をなすものを適当な物質に含ませて平面線源として病巣の形に応じて密着照射を行なうもので、組織内線量分布から考えると最も表在性の皮膚疾患に対してのみ効果が期待される。これを従来の放射線照射法と比較する時、その線量分布の点では境界線に近いが⁹⁾¹¹⁾そこには X 線と β 線の違いがあり。又 β 線照射の点では特殊な容器を用いた Ra の密着照射²⁴⁾と似ているが、 γ -線を同時に放出することがない特徴をもっている。

本治療法の適応症としては皮膚癌、血管腫、色素性母斑、ケロイド、各種の疣贅等があげられ、既にその治療成績も数多く発表されている。我々も昭和28年来 ^{32}P を吸着させた濾紙を用いて主として血管腫、色素性母斑に対し β 線外面照射法を行なつて来た³⁰⁾のでその照射方法並びに結果について報告する。

2. 使用 RI の選択

RI の中で本療法に使われるのは Pure beta emitter に限られ、而も β 線のエネルギー、物理的半減期並びに入手の容易さを考えるとかなり限定され、現在では $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ 並びに ^{32}P が専ら利用されている。この中 $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ は β 線最大エネルギーが 2.26MeV と高いので深達力も強く且つ物理的半減期も 27.7年と長いので一旦線源をつつておくと長期間使用出来る利点がある。しかし万線源から ^{90}Sr が漏洩して生体内に入ると骨

に沈着し（有効半減期約17.5年）骨髄や骨の障害を来す恐れがあるので、密着用線源としては⁹⁰Srを用いないで、専ら³²Pを用いた。併し³²Pは物理的半減期が14.3日と短かく、毎月線源を作製しなければならず又β線最大エネルギーも⁹⁰Yの2.26MeVと比較して1.71MeVと若干低い難点はあるが結果的にみて治療用として充分使用出来る。見方を換えれば物理半減期、有効半減期共に短いことは³²P漏洩による体内汚染の危険性を軽くするものであるといえる。

3. 線源作製法

同位元素協会を通して毎月配付される³²P溶液(Na₂HPO₄)をAssayされた時間での3mc又は4mcをとり底の平滑な円形シャーレ（直径は円形濾紙と同大）に入れ、両者を区別する為及び後に濾紙上の均等な展開を肉眼的に確かめるに3mcにはMethylenblueを、4mcにはFuchsineを適宜加え略20ccの蒸留水で稀釈する。この時ガラスシャーレでは底が平滑でないので我々は厚さ2mmの合成樹脂板で製作したシャーレを使用している⁷²⁾、次いで直径11cmの円形濾紙（東洋濾紙No.2）をシャーレ溶液中に浸し、フード内で原則として自然乾燥させる。急ぐ時は赤外線ランプを遠距離から照射し乾燥させるが、ランプを接近させ過ぎると³²P損失が大きく又濾紙上の³²P分布にむらを生ずるので注意を要する。又厚い濾紙では乾燥後表裏の放射能が異なつて巧くない様に思われる。

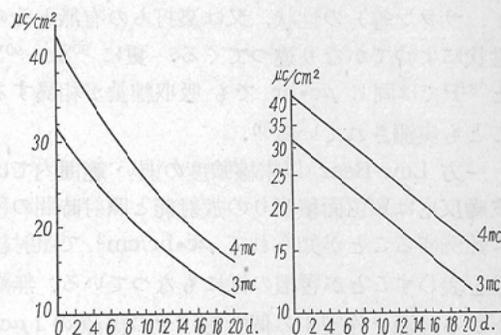
4. 線強度

上述の線源作製法によればAssayの時の濾紙の放射能は3mc及び4mcで計算では単位面積当り夫々31.59μc/cm²及び42.12μc/cm²となる。今これを仮に線強度と呼ぶが、これはシャーレに含まれた³²Pが全て濾紙に吸着されたと仮定した場合で絶対的のものではない。併し常に同一方法で濾紙を作れば、線強度の相対的比較を行なうにはこれで充分と考えられる。若しAssayからの経過日数に対する³²Pの減衰を直接μc/cm²で表に表わすなりグラフに画いておけば、使用時（照射開始時）の線強度を直ちに知り得る事にな

Tab. 1. Decay of the density of ³²P filter-papers

Days from assay-time	Decay characteristics	μc/cm ²	
		Filter-paper contained 3 mc of ³² P	Filter paper contained 4 mc of ³² P
0 d.	100.0%	31.59	42.12
1	95.2	30.07	40.10
2	90.7	28.65	38.20
3	86.4	27.29	36.39
4	82.3	26.00	34.66
5	78.4	24.77	33.02
6	74.7	23.61	31.46
7	71.2	22.49	29.99
8	67.8	21.42	28.56
9	64.6	20.41	27.21
10	61.5	19.43	25.90
11	58.6	18.51	24.68
12	55.8	17.63	23.50
13	53.2	16.81	22.41
14	50.7	16.02	21.35
15	48.3	15.26	20.34
16	46.0	14.53	19.38
17	43.8	13.84	18.45
18	41.7	13.17	17.56
19	39.8	12.57	16.77
20	37.9	11.97	15.96

Fig. 1. Decay curve of density of the ³²P filter-papers. One filter-paper contains 4 mc of ³²P when is assayed, and the other 3 mc of ³²P.



る (Tab. 1, Fig. 1参照)。又2種の濾紙は色分けにより区別され、Assayの日時の強度を一定にして作製されているので同一濾紙を2~3人程度に繰返し使用する事も可能である。この再使用時の線強度もAssayからの経過時間を計算する事に

より、その都度容易に求め得る。従つて我々の使用した線強度は一定でなく略 $10\sim 30\mu\text{c}/\text{cm}^2$ の範囲にある。この事は又種々の線強度で照射される時、皮膚反応が変つて来るかどうかの観察にも役立つことになつたが、この程度の変動では肉眼的に皮膚反応の差を見出すことが出来なかつた。

5. 照射方法

^{32}P を吸着せしめた円形濾紙から、照射すべき病巣の形を切り抜き、薄いビニール膜で包み周囲をビニール用糊で接着する。これを患部に密着させ布バンソウ膏で固定する。照射時間は大体20時間より72時間程度の連続照射であるが、殊に夏期では成るべく長期間に亘らぬ様にした。本治療を開始した始めの頃には0.3mmの鉛箔で患部周囲の健康皮膚を掩つて照射したが、かゝる特別な考慮を払わなくとも周囲健康皮膚に障害や美容上の悪影響を認めないことが判明したので現在は行なつていない。

6. 照射線量と吸収線量

Low-Beer 以来 β 線外面照射の際の組織吸収線量が計算や実測で求められているが、その値は必ずしも一致をみていない状況である。仮に単位面積当りの μc 数が正確であつても線源の状態によつて吸収線量は当然異なつてくる筈で、例えばR Iを吸着或いは含有せしめた物質(濾紙やアクリル樹脂等)や被包物質(ビニール、セロファン、サラン等)の性状、又は裏打ちの有無とその性状によつてかなり違つてくる。更に $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ と ^{32}P では同じ $\mu\text{c}\cdot\text{hr}$ でも吸収線量が相異なることも実測されている⁷⁰⁾。

一方Low-Beer 以来線強度の弱い範囲内では皮膚反応は単位面積当りの放射能と照射時間の積に比例することが知られて $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ で照射線量を表わすことが習慣の様にもなつている。無論かかる線源を作製する個所毎にその線源の $1\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ がどの程度の組織吸収線量となるかを実測する必要があり、更に厳密には個々の線源毎にその $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ とradsとの関係を検定する事が望ましい。これらを知つた上で β 線外面照射の際の照射線量を $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ で表わすことは文

献上の種々の報告を比較する為並びに計算の容易な点から臨床上意義があると考えられる。我々は曾て ^{90}Sr の表在治療装置をつくり、その β 線による線量率を東芝のextrapolation chamberで測定して貰つたが、この線量率既知の線源とフィルム黒化法で比較した所我々の ^{32}P 濾紙は $1\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ 当り略3radsに相当することが判つた。但し日常記載には前述の如く $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ で表わして届るが、注意しなければならぬのは濾紙の放射能は時間の経過と共に指数函数的に減衰をみせることである。従つて照射線量を單純に照射開始時の $\mu\text{c}/\text{cm}^2$ と照射時間(hr)の積で表わすことは誤りで實際はこれより少ない $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ となる。Fig. 2に示される如く、照射線量は照射開始時の線強度Iと照射時間tで囲まれる短形面積 $I\cdot t_0$ ではなく、線強度の減衰曲線と横軸で囲まれる斜線の部分で示されることになる。この値は減衰曲線 $I=I_0e^{-\frac{0.6931}{T}t}$ (但しTは物理的半減期)を積分して求めることが出来る。 ^{32}P ではTは14.30d.であり、今照射開始時I $\mu\text{c}/\text{cm}^2$ の線強度でtd.照射を続けたとするとその照射線量Dは

$$D = \int_0^t I e^{-\frac{0.6931}{14.30}t} dt$$

$$= I \times \frac{14.30}{0.6931} \left(1 - e^{-\frac{0.6931}{14.30}t}\right)$$

で表わされる。このIを除く以下の項を仮に減衰補正時間(τ)と呼ぶが、これは照射時間tのみの函数で照射時間毎に計算して表にしておけば両者の積により簡単に求められる(Tab. 2参照)。尚照射開始時強度Iは前述した如くAssayの日時よりの経過時間を知ることによりTab. 1又はFig. 1から簡単に求め得る。

更に臨床的には我々の作製したノモグラムFig. 3を使用して便宜を得ている。之は左辺に線強度(I)の対数を、右辺に減衰補正時間(τ)の対数(Tab. 2に記してある)をとつて照射時間tを目盛り、中央に照射線量の対数の $1/2$ を目盛つたもので、或る照射開始時の線強度を知れば一定照射線量を与える為の照射時間、或いは逆に一定

Tab. 2 Correcting time for decay

Exposure time (t)	Correcting time for decay (τ)	$\log \tau$	$\tau/t \times 100$
6 hr.	5.962 hr.	0.7753	99.36%
9	8.919	0.9503	99.10
12 (1/2 d.)	11.856	1.0740	98.80
15	14.778	1.1697	98.52
18	17.680	1.2475	98.22
21	20.559	1.3131	97.90
24 (1 d.)	23.419	1.3696	97.58
27	26.285	1.4289	97.35
30	29.115	1.4640	97.05
36 (1 1/2 d.)	34.729	1.5407	96.47
42	40.278	1.6051	95.90
48 (2 d.)	45.778	1.6607	95.37
54	51.100	1.7084	94.63
60 (2 1/2 d.)	56.496	1.7520	94.16
66	61.776	1.7909	93.60
72 (3 d.)	67.003	1.8261	93.05
78	72.205	1.8585	92.57
84 (3 1/2 d.)	77.280	1.8880	92.00
90	82.296	1.9154	91.44
96 (4 d.)	87.274	1.9407	90.91
102	92.198	1.9647	90.39
108 (4 1/2 d.)	97.178	1.9876	89.98
114	101.859	2.0078	89.35
120 (5 d.)	106.548	2.0276	88.79
126	111.245	2.0462	88.29
132 (5 1/2 d.)	115.936	2.0643	87.83
138	120.488	2.0808	87.31
144 (6 d.)	124.934	2.0966	86.76
168 (7 d.)	142.464	2.1537	84.80
192 (8 d.)	159.130	2.2018	82.88
216 (9 d.)	175.003	2.2430	81.02
240 (10 d.)	190.176	2.2792	79.24

Fig. 2. The total dose irradiated with ³²P filter-paper is shown in the area of hatched bar.

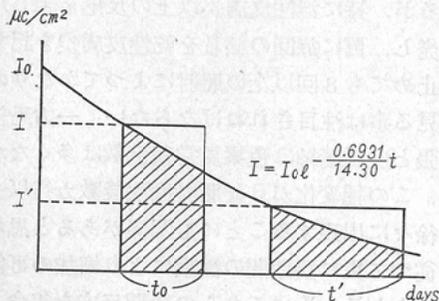
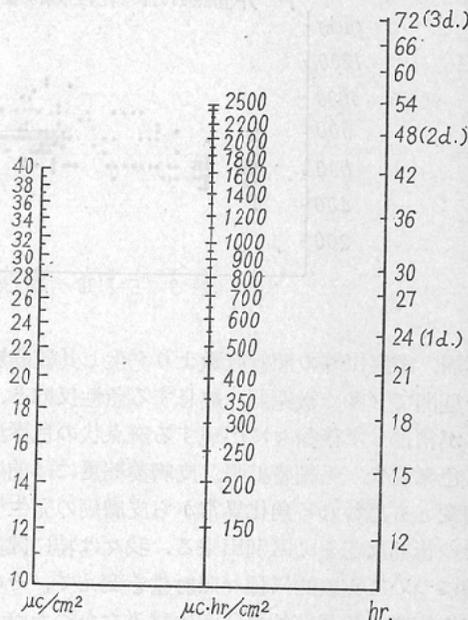


Fig. 3. The nomogram, with which man can read easily both $\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ from initial $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ and irradiated hours, and irradiated hours from initial $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ and planned $\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$.



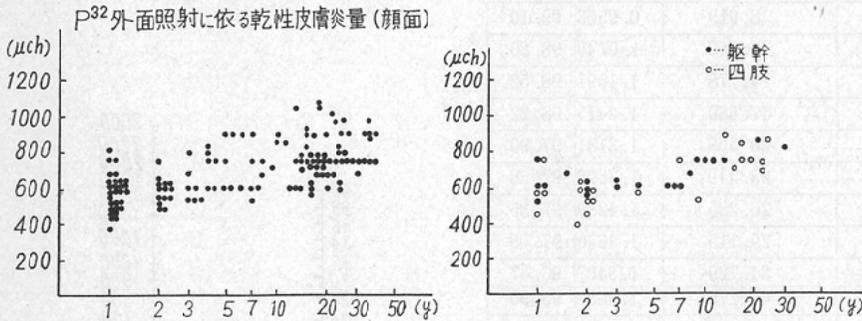
照射時間後の照射線量が容易に概算されるものである。

例えば照射開始が Assay の日時より数えて5日と12時間目に当るとするとFig. 1のグラフから青い濾紙(3mc)では $24.2\mu\text{C}/\text{cm}^2$,赤い濾紙(4mc)で $32.2\mu\text{C}/\text{cm}^2$ となることが分り,今前者を使つて24時間照射をすると表2から24時間の減弱補正時間が23.419時間であることが判明する。従つて $32.5\mu\text{C}/\text{cm}^2 \times 23.419\text{hr.} = 761.1\mu\text{C}/\text{cm}^2$ と計算される。1~2日間程度の照射では減弱を補正しない場合に比べてその差は5%以内であるが3日間では7%,4日間では9%の差を来すので,補正は必要不可欠となつてくる⁷⁾。この照射線量の計算は Sr⁹⁰ では半減期が長い關係で,開始時強度と照射時間の積で臨床上表わし得るのと比較して若干煩しいが,我々は出来るだけ簡単に照射線量を求められる様努めた心算である。

7. 皮膚反応

β線外面照射により生ずる肉眼的皮膚変化は紅斑,瀰漫性色素沈着,腫脹,糜爛,水疱,痂皮,

Fig. 4. Dose making the dry mild epidermitis varies with age of patients. Left shows the dose on face, and right on body (solid circles) and extremities (open circles). The skin of body and extremities is more sensitive than face.



落屑、癬痕化等の照射直数より発生し比較的短い期間で(多く数週間)終息する急性反応と、これが消褪した後徐々に出現する斑点状の色素沈着と色素脱失、毛細管拡張、皮膚萎縮更には前癌性病変とも思われる角化異常から皮膚癌の発生⁴⁰⁾までの後期反応とに区別出来る。我々は特に健康皮膚について実験的に種々照射量を変えて、その反応を観察する系統的な研究は試みなかったが、臨床例につき紅斑量以上の300~1000 $\mu\text{c}\cdot\text{hr}$ の線量を³²P濾紙で与えた後の反応を観察したので、その概略を述べて見る。

先づ急性反応については、最も反応の弱い場合には照射直後より紅斑を生じ更に1~2週後に色素沈着に移行し3~4週で遂次消褪に向うが、反応が強いと紅斑、色素沈着後、表皮が乾燥した儘糝糠様落屑を来す(所謂乾性皮膚炎)。反応が更に強い場合は紅斑後1~2週で表皮が湿潤し、多少の浮腫傾向も認めるが3~5週で漸次乾燥し、痂皮又は糝糠様落屑を見せるに至る(所謂湿性皮膚炎)。この湿性皮膚炎が更に烈しい場合は水疱、糜爛が照射部位に現われ、全体として痂皮を形成して遂には剝離するが、上皮化が不完全だと癬痕を残すことになる。概して以上の反応は照射線量と比例する傾向が認められたが、一方患者の年齢、照射部位及び個人差に基づく変動もかなり大きいので、多くの人により血管腫の毎回照射線量の基準とされている所謂乾性皮膚炎量を種々の患者で調査してみた。照射部位として顔面、軀幹、

四肢をとり、横軸に年齢を対数で目盛り、縦軸に照射線量を目盛つてプロットしてみた結果^{43)~45)}をFig. 4に掲げた。これより同一の皮膚反応、茲では乾性皮膚炎を生ぜしめるのにも高年齢になる程多くの照射線量を必要とする事、部位により若干の相違があり顔面の方が軀幹、四肢に比較して稍多くの線量を必要とする事、又同一年令の同一部位の照射でもかなりの照射線量の幅(顔面で約300 $\mu\text{c}\cdot\text{hr}$)が存在する事が判明した。

後期皮膚反応としての色素沈着は急性反応による場合と違つて瀰漫性でなくむしろ斑点状に出現することが多く、中には色素脱失斑をも混えて全体としてまだらの醜い皮膚となる。この色素沈着は治療後半年以上観察し得た單純性血管腫123例中30例(24.4%)、海綿状血管腫34例中2例(5.9%)、色素性母斑47例中8例(17.0%)に認められ、色素脱失は同様に夫々22例(17.9%)、7例(20.6%)、8例(17.0%)に認められた。これらの色素異常は何回かの照射後に既に出現し得るものであるが、特に湿性皮膚炎以上の反応を起した後好発し、更に毎回の線量を乾性皮膚炎を起す程度に止めても8回以上の照射によつてかなりの発生を見る事は注目されねばならない。一方毛細血管拡張と皮膚萎縮は色素異常程例数は多くなかつたが、この種変化が β 線照射療法後数カ月以上を経て徐々に出現することにも関係があると思われる。従つて更に長期間の観察により増加の可能性も考えられる。次にこれらの後期反応を年齢及び

Tab. 3. Late reaction of the skin after the β -ray therapy, concerning with age of patients.

	Age	No. of cases	Pigmentation	Depigmentation	Teleangiectasis	Atrophy	Cases without reaction
Hemangioma simpl.	~ 1	31	0	2	1	2	25 (81%)
	1~ 3	27	5	6	1	1	20 (74%)
	3~10	23	8	6	0	3	12 (52%)
	10~20	21	6	4	1	1	12 (57%)
	20~	21	6	4	0	0	12 (57%)
	Total	123	30 (24%)	22 (18%)	3 (2%)	7 (6%)	81 (66%)
Hemangioma cavern.	~ 1	11	1	2	0	1	7 (64%)
	1~ 3	17	0	3	0	1	13 (76%)
	3~10	2	0	1	0	0	1 (50%)
	10~20	2	1	1	0	0	1 (50%)
	20~	2	0	0	0	0	2 (100%)
	Total	34	2 (6%)	7 (21%)	0	2 (6%)	24 (71%)
Naevus pigment.	~ 1	9	3	2	0	0	5 (56%)
	1~ 3	4	0	0	0	0	4 (100%)
	3~10	9	3	3	0	0	4 (44%)
	10~20	13	1	2	0	1	10 (77%)
	20~	12	1	1	0	0	11 (92%)
	Total	47	8 (17%)	8 (17%)	0	1 (2%)	34 (72%)
Total cases	204	40 (20%)	37 (18%)	3 (1%)	10 (5%)	139 (68%)	

Tab. 4. Late reaction of the skin after the β -ray therapy, concerning with number of treatment.

	No. of treatm.	No. of cases	Pigmentation	Depigmentation	Teleangiectasis	Atrophy	Cases without reaction
Hemangioma simpl.	~ 3	17	1	3	0	0	13 (76%)
	4~ 6	66	15	9	2	2	45 (68%)
	7~ 9	29	8	7	1	2	18 (62%)
	10~12	8	4	2	0	3	4 (50%)
	13~15	3	2	1	0	0	1 (33%)
	Total	123	30 (24%)	22 (18%)	3 (2%)	7 (6%)	81 (66%)
Hemangioma cavern.	~ 3	5	0	0	0	0	5 (100%)
	4~ 6	14	0	2	0	0	12 (86%)
	7~ 9	10	2	2	0	2	5 (50%)
	10~12	5	0	3	0	0	2 (40%)
	Total	34	2 (6%)	7 (21%)	0	2 (6%)	24 (71%)
Naevus pigment	~ 3	10	1	0	0	0	9 (90%)
	4~ 6	20	1	3	0	0	17 (85%)
	7~ 9	12	5	3	0	0	6 (50%)
	10~12	5	1	2	0	1	2 (40%)
	Total	47	8 (17%)	8 (17%)	0	1 (2%)	34 (72%)
Total cases	204	40 (20%)	37 (18%)	3 (1%)	10 (5%)	139 (68%)	

治療回数と関係づけて集計してみると Tab.3.4に示す如くになった。総括的にみるとこれら後期反応を何等示さない例は単純性血管腫の66%、海綿状血管腫の71%、色素性母斑の72%と略同様の頻

度であった。例数も少なく観察期間も今回は比較的短い関係、更に年齢との相関をみる場合に治療回数を問題にしていな点で、年齢と後期反応出現頻度との間には一定の関係を見出すことは困

難であつた。之に反し治療回数の方は3種の疾患とも治療回数の増加に伴つて明らかに後期反応も増し逆に無変化例の減少する傾向が看取出来た³⁶⁾。即ち3種の疾患を合計してみると3回以内の治療32例中後期反応の認められぬ例は27例(84%)に対し、4~6回では100例中74例(74%)、7~9回51例中29例(57%)、10回以上21例中9例(43%)と漸減する結果が示された。これら後期反応は母斑の色調消褪による美容効果を妨げるのみでなく、発癌にまで至る皮膚の慢性障害ともみなし得るもので、出来る限りその出現を予防するべく照射法は再検討されねばならないと考えられる。

8) 照射量, 照射間隔並びに照射回数

我が国の大部分の著者は山下・大塚等の術式に準じて、単純性血管腫に対しては所謂乾性皮膚炎量を色素性母斑に対しては湿性皮膚炎量を与え、急性反応の消失をまつて通常は1~2カ月隔きに数回以上の照射を繰返す方式を採用している。我々も略同様な方法でβ線外面照射を行なつたが、年齢、照射部位が同じでも乾性皮膚炎量にはかなり個人差が認められる点を考慮して第1回目

の照射は控え目にし、皮膚の黒い人は反応も強く現われがちであるので多少低く抑えた。照射間隔は概ね1カ月隔きであるが、反応の残存を認めた際は翌月に延期した。全て外来治療である為、照射後の皮膚の衛生には厳重な注意を指示し、特に搔痒による搔把や摩擦を禁じ、乳幼児では縫帯のみを照射終了後にも装着せしめ、湿性皮膚炎を生じた際は亜鉛華油等の塗布を行なつてその治癒を図つた。今回の報告例は試験的な初期の例も含まれるので、最も多く治療した例は単純性血管腫で15回に及んだが、一般に9回以内に止めて以後は観察に移す様に努めた。

9. 治療成績

種々の照射線量を与えた後、半年以上経過した時期を観察された単純性血管腫123例、海綿状血管腫34例、色素性母斑47例につき、美容的効果の点で成績を判定した。判定は excellent (+), good (+), moderate (±), unchanged (-) の4段階にのみ分類して行ない、更に治療成績が手令や治療回数と如何なる関係があるかについても検討を加えた。それら全ての結果は Tab.5, 6 に示される如くである。

Tab. 5. Results of the beta-ray therapy for the three skin diseases, concerning with age of patients.

	Age	No. of cases	Excellent	Good	Moderate	unchanged
Hemangioma simpl.	~ 1	31	11 (35%)	11 (35%)	6 (19%)	3 (10%)
	1~ 3	27	12 (44%)	8 (30%)	7 (26%)	0
	3~10	23	3 (13%)	7 (30%)	10 (43%)	3 (13%)
	10~20	21	2 (10%)	3 (14%)	14 (67%)	2 (10%)
	20~	21	3 (14%)	7 (33%)	8 (38%)	3 (14%)
	Total	123	31 (25%)	36 (29%)	45 (37%)	11 (9%)
Hemangioma cavern.	~ 1	11	5 (45%)	5 (45%)	1 (9%)	0
	1~ 3	17	11 (65%)	3 (18%)	3 (18%)	0
	3~10	2	1 (50%)	1 (50%)	0	0
	10~20	2	0	1 (50%)	1 (50%)	0
	20~	2	1 (50%)	0	1 (50%)	0
	Total	34	18 (53%)	10 (29%)	6 (18%)	0
Naevus pigment.	~ 1	9	0	1 (11%)	5 (56%)	3 (33%)
	1~ 3	4	0	1 (25%)	0	3 (75%)
	3~10	9	0	1 (11%)	4 (44%)	4 (44%)
	10~20	13	0	2 (15%)	8 (62%)	3 (23%)
	20~	12	1 (8%)	1 (8%)	6 (50%)	4 (33%)
	Total	47	1 (2%)	6 (13%)	23 (49%)	17 (36%)

Tab. 6. Results of the beta-ray therapy for the three skin diseases, concerning with number of treatment.

	No. of treatm.	No. of cases	Excellent	Good	Moderate	Unchanged
Hemangioma simpl.	~ 3	17	8 (47%)	1 (6%)	7 (41%)	1 (6%)
	4~ 6	66	18 (27%)	20 (30%)	21 (32%)	7 (11%)
	7~ 9	29	4 (14%)	12 (41%)	10 (34%)	3 (10%)
	10~12	8	0	3 (38%)	5 (63%)	0
	13~15	3	1 (33%)	0	2 (67%)	0
	Total	123	31 (25%)	36 (29%)	45 (37%)	11 (9%)
Hemangioma cavern.	~ 3	5	3 (60%)	1 (20%)	1 (20%)	0
	4~ 6	14	8 (57%)	3 (21%)	3 (21%)	0
	7~ 9	10	4 (40%)	4 (40%)	2 (20%)	0
	10~12	5	3 (60%)	2 (40%)	0	0
	Total	34	18 (53%)	10 (29%)	6 (18%)	0
Naevus pigment.	~ 3	10	1 (10%)	2 (20%)	3 (30%)	4 (40%)
	4~ 6	20	0	2 (10%)	8 (40%)	10 (50%)
	7~ 9	12	0	2 (17%)	8 (67%)	2 (17%)
	10~12	5	0	0	4 (80%)	1 (20%)
	Total	47	1 (2%)	6 (13%)	23 (49%)	17 (36%)

最終的な治療成績をみると単純性血管腫では(+)が25% (+)が29%, (±)が37%, (-)が9%で一応(+)以上を有効とすると54%の有効例が得られた。海綿状血管腫では(+)が53%, (+)が29%, (±)が18%, (-)が0と有効例は82%と極めて好成績なのに対し、色素性母斑では(+)が2%, (+)13%, (±)49%, (-)36%となり有効例は僅かに15%に過ぎないことが判明した。更に各疾患別に治療成績に及ぼす年令と治療回数との関係を調査してみると、先づ単純性血管腫では3才までの有効例が略70%と良い結果を示すに対してそれ以後は治癒率が下り、治療回数の方では9回までの治癒率は略50%以上の同じ値を示すのに対し、それ以上治療回数を増すと反つて有効例は減少する傾向が示された。この事は10回近く治療して変化の認められぬ例はそれ以上治療を追加しても余り効果が期待出来ないことを示している。又9回までの治療回数での治癒率に余り差のないことは、単純性血管腫の位置する深さ、組織像の差によって治癒線量に差があるためと解釈される。即ち比較的少数回の照射で消褪するものと、多数回の照射で始めて消褪をみせるものがある様に思われる。

海綿状血管腫についてはやはり10才までの治癒率が極めてよく、照射回数に関しては少ない場合も多い場合もよく治癒していることが判つた。この照射線量の違いは著者等が海綿状血管腫と一括した中には高感受性の Strawberry mark と比較的反応の鈍い Cavernous hemangioma の両者を含んでいる為と解釈された。この海綿状血管腫特に Strawberry mark の自然治療と治療の可否については後に考按で触れることにする。

色素性母斑47例中扁平色素性母斑は29例で残り18例は疣状、青色、太田母斑の症例であり、これらを一括した成績が極めて悪いことは前述した通りで、年令、治療回数とも無関係であることが判明した。中でも疣状、青色、太田母斑は殆ど無効で、これらを除く扁平色素性母斑のみをとつても有効例は25%に過ぎず本療法の適応として疑がもたれた。

以上良性疾患の治療はあくまでも美容上の効果と皮膚に対する危険性の有無の両方から判定されるべきで、具体的には放射線による血管腔閉塞や母斑細胞の変性破壊に基づく美容効果が、同時に起り得る種々の後期皮膚反応(色素異常、皮膚萎縮、毛細管拡張等)による反美容効果と比較し際

立っていることが必要で、出来れば後期皮膚反応なしに本来の疾患の色調が消褪してくれることが理想と云えよう。こうなつて始めて安全、確実な療法と云えるのであるが、現在のやり方では治療回数が増すにつれ明らかに後期反応が増加してくるので、 β 線照射法も反省が加えられる必要があると考えられる。我々は以上の経験に基づいて現在次の様に方式を改めて実施している。

(1)毎回の照射線量を紅斑、色素沈着のみを起す程度に減少する。(2)照射間隔は2カ月を標準とする。(3)単純性血管腫、海綿状血管腫の照射回数は6回以内とし、以後は残存、未消失を認めても照射は行なわない。(4)色素性母斑は非適応として他の療法を行なう。(5)全て1才未満には実施しない。結局本照射法も絶体のもではなく、且つ放射線皮膚障害を考慮に入れる時、適応症の選択と照射打ち切り時期の判定は厳重にすぎることはない様に思われるのである。

10. 考 按

β 線外面照射の idea は新しいものではなく、Ra 治療の開始された当時より種々の天然放射性元素を用いて皮膚科疾患に応用されていた。但し天然放射性元素では β 線と γ 線が同時に放射されるので純粹の β 線照射は人工放射性同位元素の発見まで待たねばならなかつた¹¹⁾。1941年 Low-Beer は ^{90}Sr を用いて *mycosis fungoides* を照射して好結果を得たことから引続き本療法の開発に努力し、先づ適当な R I 保持物質の選定、線量の物理的測定と理論的計算、紅斑量の研究から始めて、種々の皮膚科疾患に応用し、以来急速に普及して来た。一方本邦では戦後 R I の輸入と共に逸早く山下⁵¹⁾、大塚⁴³⁾等によつて本照射療法が始められ、既にかんりの治療成績の報告もみられている。

本照射法の概要：現在の所一つは眼科疾患に⁴⁾⁶⁷⁾、他は皮膚科疾患に適応症が見出されて居り、線源の核種としては ^{90}Sr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P が利用され、線源の形及び表面線量率からは小面積で且つ線量率の大きな主として眼科疾患に用いられる強線短時間照射用と大面積で線量率の小さい皮膚科疾患に用いられる弱線長時間照射用とに大きく分けられる(中には強線短時間照射で皮膚科疾患

に応用されるものもある)。

皮膚科用線源について：Low-Beer は ^{32}P 保持物質を種々検討した結果、薄い吸取紙に ^{32}P を均等に吸着させて使用し、本邦でも全て彼の方式を採用している。併し別種の線源形態も外国ではみられ、Smithers (1951)、Sinclair (1952)¹⁸⁾ はうすい polytheneplastic に安定な赤磷を均等に分布させこれを原子炉内で照射して放射性磷となつたものを使用し、Coliez (1957)³⁾ はゼラチン中に ^{32}P を混ぜた後1~2 mmの厚さに固まらせ更にフオルマリン蒸気中で処理したものが濾紙線源よりも均等でよいとしている。その他皮膚疾患に対する強線短時間照射として用いる β 線照射装置も Becker⁵³⁾ は ^{90}Sr を利用し、Haybittle⁵⁸⁾ は ^{144}Ce を利用して製作し、我々も曾て ^{90}Sr を線源とする表在治療装置を製作し発表した⁶⁸⁾。併し一般に本邦では Low-Beer の方法が報告者によつて多少の変革を加えられ乍らも採られている。この方法では線源作製が容易であり、臨床的に応用した場合の治療効果も優れて居り小堀^{32)~34)}等は Low-Beer の方法に忠実に従つて病巣の形の濾紙に単位面積当り一定の濃度比になる様 ^{32}P を吸着させる方法を採用しているが、一方山下⁵¹⁾、大塚⁴³⁾⁴⁵⁾等は ^{32}P の他に ^{90}Sr をも線源として利用している関係上、種々の大きさの短形の線源をつくつておき病巣の形に鉛箔の中央を切抜きこの上から照射している。我々は ^{32}P を用いたが、患者の来院毎に一々線源を作製する小堀等の方法は繁雑なので毎月 ^{32}P の到着と共に10数枚の濾紙線源を作製しておきこれを病巣の形に適宜切り取つて貼布する方法を考案し実施している。この方法は極めて能率がよい反面、照射開始時の強度を一定に出来ぬ点があるが、毎月の治療を線源作製後7日以内に集中して行なつている関係で濾紙の線強度 ($\mu\text{c}/\text{cm}^2$) の幅はそう大きくなく、この範囲内では線強度の違いによる皮膚反応や治療成績の差は何等認められなかつた。更に照射線量の計算も表やノモグラムを予め作製しておくことにより簡単に算出されるので何等支障は見出せず ^{32}P の場合には推奨できる方法と思われる。

線量の表わし方について：曾て Ra-plaque の

照射量を表わすのに $\text{mg}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ が用いられた様に Low-Beer 以来単位面積当りの μC 数と照射時間の積で表わすやり方が臨床的に広く採用されている。この表示法は簡単でもあり又 β 線飛程が短かい為特殊な電離槽でないと吸収線量の測定が出来ない関係で種々の難点を指摘され乍ら尚実用に用いられている。その最大の欠点は ^{32}P が仮に均等に分布されたとしても、単位面積当りの μC 数には計算量と実測量で違いがあることである⁴²⁾⁷²⁾。この差は容器の底や壁における残存と空中への飛散によるもので、単に濾紙に与えた ^{32}P の量から計算して出された線強度はその儘仕上つた濾紙の線強度とはならないことを充分心得ている必要がある。大賀⁴²⁾は点滴法が最も loss が少なく、ついで吸取法、浸漬法の順であるとし、高橋⁷²⁾はガラスシャーレよりも底の平坦なプラスチックシャーレの方が遙に loss が少なくそれでも略10%にシャーレ内残存を認めている。更に又毎月配布される ^{32}P の concentration の表示に対しても、その正確さを疑っている向きもあり²⁸⁾、之に加えてどの程度正確な量が夫々の濾紙線源作製に使用されるかについての技術的誤差も予想されるので、極端に言えば濾紙作製法を異にする病院毎の差のみでなく、同一病院の個々の濾紙毎に $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ は違ってくるとも云える。又計算による線強度は濾紙内への ^{32}P の均等分布を前提として出されているが、大賀⁴²⁾は残存とは逆に浸漬法が最も均等で以下吸取法、点滴法となるとし、Roth¹⁷⁾ 法も点滴法、辺縁浸漬法、浸漬法で分布の均等性を詳細に調べている。その他乾燥方法によつても分布は違ってくるのが容易に想像される。以上を要約すれば計算による線強度の表示は濾紙作製法、技術的誤差、 ^{32}P の concentration の誤差によつてどの程度絶対的な平面強度(線量率)を表わしているか疑問であることになる²⁸⁾。第2の欠点は $\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ で表わされる照射線量と実際の表面線量とが必ずしも平行しない点にある。この原因として ^{32}P を含ませた濾紙やプラスチックの厚さ (mg/cm^2) 及びポリエチレン、サラン等の被覆物質の厚さによつて自己吸収が異つてくること、又鉛箔の裏打ちの有無や絆創膏の貼布状態によつ

て背後散乱が著しく異つてくる事が挙げられる²⁹⁾。例えば Roth¹⁷⁾ は0.01インチの鉛箔の裏打ちで61%の線量増加を来すとし、竹井⁷¹⁾ はセロファン、絆創膏、鉛箔により背後散乱率が順次増して来ることを見ている。従つて仮に同一 $\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ の照射量を与えても具体的な適用方法が違う以上表面線量も異なつてくることを忘れてはならない。これが臨床的に反応の差となり得るかについては Roth は明瞭でないとするに對し井出は差があるとしている。

そこで表面線量率を r 若しくは rad 単位で表わすことが理想であるが、これには理論的計算³²⁾³⁹⁾ ⁷¹⁾ と実際の測定 of 各々について報告がある。古く Low-Beer¹³⁾ は Marinelli の式を用いて皮膚の最初の1mmに吸収される線量を計算し、彼の線源では $1\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ が4.3repに当るとし伊東⁶⁵⁾ は Loevinger の計算式を用いた場合 ^{32}P では $7.8\text{rad}/\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ 、 ^{90}Sr や ^{90}Y では $15.4\text{rad}/\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ の表面線量が得られるとしているが外挿型電離槽での実測値とは大分距りがある様に見受けられる。一方 Loevinger⁶²⁾ は Failla の外挿型電離槽により $21\text{mg}/\text{cm}^2$ の吸取紙を用いた場合 $8.82r/\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ であつたとし、之を用いて Roth¹⁷⁾ は自らの線源の線強度を $8.5r/\text{hr}$ と計算したが Anderson Roe は $265\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ が1000rと実測している。Sinclair¹⁸⁾ も原子炉で得られる ^{32}P プラスチック線源の線強度を外挿型電離槽で測定し略 $900r/\text{hr}$ で使用している。又 Jakob⁹⁾ はシーメンスの SRW-Phantom-Kammer を用いて表面線量を測定したが蛍光物質線量計と略等しい結果が得られて臨床的には充分であると述べている。本邦では一般に $\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ で照射線量を表わす所が大部分であるが、宮川³⁹⁾ は ^{90}Sr の眼科用線源をつくりその表面線量率を種々の仮定をおいての計算や生物学的反応から推定し、永井⁶⁹⁾ は輸入した ^{90}Sr 線源の表面線量率を Ra- γ 線を標準線源としてフィルム黒化法で確かめ、久田等²⁸⁾ は線量率既知の ^{90}Sr 線源を標準線源として複写用印画紙黒化法で ^{32}P 濾紙の表面線量率が $3.7\text{rad}/\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ であると報告している。併し最近では国産の外挿型電離槽も市販さ

れてはつばつ実測値も発表される様になり、例えば牧野・大塚⁷⁰⁾は ^{32}P 濾紙 $15\mu\text{c}/\text{cm}^2$ は略 $0.82\text{rad}/\text{min}$ 、 $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ 濾紙 $16.5\mu\text{c}/\text{cm}^2$ は略 $1.70\text{rad}/\text{min}$ 、と報告し之より計算すると前者は $3.28\text{rad}/\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ 、後者は $6.18\text{rad}/\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ となり、伊東⁶⁵⁾は ^{32}P で $4.46\text{rad}/\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ と報告している。我々は直接 ^{32}P 濾紙線源の表面線量率を測り得なかつたが、外挿型電離槽で測定した ^{90}Sr 表化治療装置の線量とフィルム法で比較した結果略 $3\text{rad}/\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ であることを知つた。何れにせよ表面線量率は外挿型電離槽で測定することが望ましいが、その普及に難点があるとすれば放射性同位元素協会で表面線量率の測定された $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ 標準平面線源をつくりこれとフィルム法で比較する方法が單なる $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ で表わすよりは実際に近く、採られてよい方法と思われる。

一つ注意したいのは $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ と ^{32}P の表面線量率に大きな違いがあることで、仮に同一の線源形態で同一の $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ を照射しても表面線量に差があるため当然皮膚反応も違ってくるのである。牧野・大塚⁷⁰⁾は約 $1.7:1.0$ と実測し、櫻井⁶⁶⁾も臨床的に両者の差を認めている。

β 線深部率について：深部率の測定は吸収線量の測定よりは容易であるのでフィルム黒化法⁶⁹⁾⁷²⁾やGM Counter⁷¹⁾、外挿型電離槽⁶⁵⁾⁷⁰⁾を利用して種々報告されている。我々も曾て ^{90}Sr 表化治療装置及び ^{32}P 濾紙について測定した結果を夫々発表しているが⁶⁸⁾、深部率に影響する因子を少しく考えてみることにする。先づ線源皮膚間距離は大きくなる程当然深部率が増して来るので我々の ^{90}Sr 表化治療装置での実験でも^{69)Witten²¹⁾}の結果でも同様であるが密着照射の際には余り問題にならない。第2に濾過板の影響²⁾も理論的に予想される所であり伊東⁶⁵⁾は $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ の濾紙線源と薄い金属で濾過したDermaplateとを比較して明らかに深部率が後者で増加するのを見ていた。第3に背後散乱の影響で例えば鉛箔の裏打ちでは背後散乱により表面線量率は増加するが²⁸⁾²⁹⁾、併しそれらは概してエネルギーが低くなるので全体としては深部率が低下するものと思われる、事実Roth¹⁷⁾は平均エネルギーが若干低下する

為深部率も下るが臨床上の差は明瞭でないとも述べている。第4に線源に使用される核種のエネルギーの違いが挙げられる。 ^{32}P の β 線最大エネルギーは 1.70MeV に対し ^{90}Sr では 0.54MeV 、 ^{90}Y では 2.24MeV で明らかに $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ 濾紙線源の方が ^{32}P に比較して組織内に深く入ることが示される。併し深部率はあくまで表面線量に対する比率であり、 $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ ではエネルギーの低い ^{90}Sr も含まれている為比較的表層では ^{32}P の方が深部率が大きく、或る深さを過ぎると $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ の方が深部率が大きくなるという結果が予測される。事実伊東⁶⁵⁾の実測によれば組織の 1.5mm の深さ附近で ^{32}P の深部率より増加し始めることが示されている。併しこの点の深部率は 20% 程度にすぎず、これより深層は深部率からいつて本療法への適応とは考え難く(Roe¹⁵⁾も 1mm 以上の深さの疾患には用いるべきでないとも述べている。)従つて一概に $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ 濾紙線源の方が深達力のある点で有利とする議論は納得しかねるものとなってくる。例えば足沢等⁴⁹⁾は臨床的に ^{32}P 濾紙で効果のなかつた例を $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ 濾紙に切替えることにより効果を見出したとしているが深部率の差よりも寧ろ同一 $\mu\text{c}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ では略2倍の表面線量が得られることに原因があると考えられ、宮川も臨床的に両者の差は問題とならぬとしている。併し田中等⁴⁸⁾が ^{90}Y では ^{32}P より皮膚反応が強かつたとしているのは ^{90}Y のみと ^{32}P の表面線量がそう違わず且つエネルギーに大差がある以上やはり深部率の差によるものであろう。この点Witten²¹⁾も線源皮膚間距離が 9.5mm と 3.2mm で同じ表面線量を与えると前者の方が反応が大きく、この理由として深部線量が大きくなる為としている。

皮膚反応について： β 線外面照射による皮膚反応はLow-Beer¹¹⁻¹³⁾以来Scinclair¹⁸⁾、Friedell⁴⁾、Witten²¹⁾、Griffith⁶⁾、Yiannakopoulos⁴²⁾、Roth¹⁷⁾等により研究され、本邦でも大塚⁴⁴⁾⁴⁵⁾、小堀²²⁾、広石²⁷⁾等の報告がある。我々の経験では β 線による反応も本質的にはX線によるものと変りがなく、照射線量の増大と共に先づ認められる肉眼的変化は紅斑であり、続いて線量が増すにつれて色素沈着、表皮剝脱、水疱糜爛の形成といった変化が出現する。従つて又X線と同じく後期反

応として色素異常，毛細管拡張，萎縮，角化異常等も出現するのでこれは美容効果の点のみでなく発癌にまで至る慢性放射線皮膚障害という2重の意味で重要視されねばならない。本邦でβ線外面照射療法が採用されて日が浅いので一般に急性皮膚反応については詳細に報告されているものの後期変化についての統計的な観察に乏しい様で，僅に山下等²¹⁾の報告があるのみである。彼はRaのβ,γ線や³²Pで治療された患者中皮膚癌1例，線維肉腫1例，前癌性変化8例を報告し前癌状態は3年後に，皮膚癌は10年後に認められ，他の原因による皮膚癌発生より潜伏期間が短いことに注目し注意を促している。今回の我々の報告は観察期間が短い故もあつて後期変化の出現頻度は比較的低い様であるが，観察期間が延びるにつれ増加が予想される。本邦で血管腫や色素性母斑に対する治療線量は急性皮膚反応が毎回可逆性であり而も治療効果から考えてその最大線量を与える傾向が窺われ，我々も専ら同様な考えで治療して来た。併し毎回の線量を可逆的な皮膚反応を起す範囲内にとゞめても7回以上照射を繰返すと後期皮膚変化の出現がかなり増加してくることを経験した。これも放射線作用の蓄積を考えれば当然のことであるが，こゝに照射方法の実際については尚検討の余地があるものと思われる。

皮膚疾患としての適応症：文献上から少しくひろつてみると先づLow-Beer¹¹⁻¹³⁾は皮膚癌（基底細胞癌，扁平上皮癌），角化症，疣贅，血管腫に，Scinclair¹⁸⁾は基底細胞癌，侵蝕性潰瘍，乾癬に，Roth¹⁷⁾は基底細胞癌，角化症にJakob⁹⁾は血管腫，角化症，悪性上皮腫にBreed²⁾は血管腫，色素性母斑，ケロイドに夫々本療法を施しその他本邦でも略同様な疾患が適応とされている。重要な点は病変の組織内の深さにあり1.5mmで略20%の深部率では2mm以上の深さに対しては無理の様に思われる。（但しStrawberry markは例外でこれについては後述する。）又本邦では皮膚癌や角化症が少ないので適応が血管腫や色素性母斑に集中していることが極めて特徴的と云えよう。我々の対象も殆ど全てが母斑で今回は特に単純性血管腫，海绵状血管腫，色素性母斑の成績

に限られた関係上それらについて若干の考察を加えてみる。

血管腫の治療：照射線量についてBlomfield⁵⁵⁾はRa-β線平板で毎回1000rを2週乃至1カ月間隔で計3000rを与えLow-Beer¹¹⁻¹³⁾は³²Pで300~600 μ c·hrを1~5回照射しJakob⁹⁾は⁹⁰Sr又は⁹¹Yで毎回1000repを2~3カ月の間隔で合計3000~4000repを与え，Coliez³⁾は2500radの³²P1回照射，時には2カ月において4000radの追加照射で治療を終つている。本邦では山下，小堀以来は γ 乾性皮膚炎を起す程度の500~1000 μ c·hr程度を1~3カ月の間隔で数回，時には10数回反覆する方法が普通採られて居り，多少変つた方法として毎回の照射量を数日間に分割して与える宮川³⁹⁾，三島³⁶⁾，櫻井⁴⁶⁾の例が挙げられる。例えば三島³⁶⁾は小児では1クール3000~4000radを，成人で5000~8000radを照射しているが分割により皮膚反応の減少することは予想される所でYiannakopoulos²²⁾も1000rep/d.の5日照射は3000rep1回照射と略同様の紅斑を来したと述べている。又広石²⁷⁾も急性皮膚反応に対する分割の効果を認めている。一方遷延因子の方では宮川³⁹⁾は良性疾患の照射では皮膚の回復の点を含めて弱線長時間照射が有効と考えたが，広石²⁷⁾は遷延効果は明瞭でないとし，久田²⁸⁾は反つて弱線長時間照射の方に強い皮膚障害作用を認めたと述べている。我々も10~30 μ c/cm²の範囲内では皮膚反応に差を認め得なかつた。更にAnderson Roeも800~1000 μ c/cm²で短時間照射を行ない良い結果を得たと云う。

単純性血管腫の治療効果については報告者により多少の差が認められるが，判定規準が一定でなく，判定が主観的にされる点等の理由で止むを得ないことであろう。但し何れの報告にも共通の事実として不変又は無効と判定される例があること並びに全治及び不変例に比較して略治，軽快例の比率が高いことが挙げられ，同様の照射法にも拘らず成績がこの様に分散することは単純性血管腫の放射線感受性に差がある為と考えざるを得ない。これについては先づ年齢による感受性の差が本邦の多数の人により挙げられているが，小堀³⁴⁾

は組織像と治癒可能性の関係を重視して居り無論組織内の深さ¹⁸⁾も問題となると思われる。又三浦³⁸⁾は肉眼的所見と治癒率の違いを検討しているが、何れにせよ單純性血管腫の治療の限界を知ることが極めて重要である。この点 Breed²⁾ は portwine stain の均等な良好結果は難しいとし Pfahler¹⁴⁾ も cosmetic cover を推奨している程であるが20才以上でも有効な場合⁵⁰⁾もあるので、我々は経験上一応は ³²P 外面照射は試みるべきものと考えている。

近年殊に米国の学者では組織像からする血管腫の分類が多く採用され、所謂海綿状血管腫は Lever によると Strawberry mark と cavernous angioma に Lee, Bivings によると Simple hypertrophic type と Cavernous type に分類されることになる³⁶⁾。この分類は自然消失の問題及び放射線感受性の差に関係するので特に興味をもたれている。先づ自然消失の問題では現在尚議論が続いて居り、Strawberry mark は多く5才までに自然に消失するので加療すべきでないとする意見が Lister¹⁰⁾, Hopkins⁸⁾, Watson²⁰⁾, Ronchese¹⁶⁾, Pillusbury 等により述べられているのに対し Andrews¹⁾ は自然消失例の存在も認め乍ら、他方放置例で増大、潰瘍化、醜い癩痕形成を来す例の多いこと及び出現時の血管腫は小さくて安全且つ美容的に簡単に治療出来又上記の変化を確実に予防出来るとして徒らに待つことに強く反対している。更に Pfahler¹⁴⁾ になると自然消失は観察したことがないとして早期治療をすすめている。一方この中間的な行き方では例えば Harold は全ての血管腫を直ちに治療に移すことに反対し頻回の観察により増大傾向が認められれば治療すべきで、それも放射線よりも雪状炭酸や硬化剤注射を用いるべきとしている。又 Lenz も出現時から長期間観察して、その間に血管腫が巨大になつた事実はないと Andrews に反対している。三島³⁶⁾は放置例を数年後に観察してその消失を確かめ殊に Strawberry mark は治療すべきでないとしているが一般に本邦では海綿状血管腫には無差別に治療が行なわれている様で²⁵⁾その成績もよい様である。この理由は元來治癒し易

い海綿状血管腫がβ線照射で治癒が促進されるものと解され、足沢等⁴⁹⁾も厚さがβ線の飛程以上の例でも有効と報告し、我々も皮膚面より5mm程度に膨隆した海綿状血管腫が表面より漸次収縮して色調も薄れ遂には数回の照射で全く消失した例を稀ならず経験している。又時には体腔管照射と併用することにより著効を得た例も多い⁴⁷⁾。何れにせよ海綿状血管腫に対する諸家の治療成績は良好で感受性の稍低い cavernous angioma を含めた場合でも80～100%が比較的少線量で治癒に導かれている状況にある。

色素性母斑は血管腫に比較すると治癒率は格段に悪く外国では余り適応症とはみなされず Breed²⁾も結果は良くないと述べている。この理由としてその作用機転が血管腫の場合と違って母斑細胞の破壊にあるのでより過大の線量が必要なこと並びにその結果皮膚障害も高度となり美容上から反つて醜くなることが考えられる。小堀等は比較的良好な成績を報告しているが³⁴⁾、判定が主観的であり且つ治療後判定までの時期も短かいので永久的な美容効果からすると多少の疑問も残つてくる。それにしても深在性の青色母斑、太田母斑では無効であるとして居り、我々も小さく平坦な褐色母斑に稍効果を認めたものの全体としては殆ど見るべき効果がなく、現在では治癒可能性のもてそうな少数例にのみ照射を施している。一般に本邦では色素性母斑の照射線量は血管腫より多量の傾向があるにも拘らず山下は後期皮膚障害の意外に少ないことを報告し⁵²⁾大塚も急性反応は單純性血管腫の方が色素性母斑よりも幾分強いとしている点は興味をもたれる。

以上3種の疾患に対するβ線外面照射療法の効果は大まかに云つて海綿状血管腫で80%、單純性血管腫で50%⁷⁰⁾、色素性母斑で20%位と諸家の報告や我々の経験から云えると思う。この治癒率は夫々の疾患の本質に由来するものと思われる。徒に過量頻回の照射は何等益するものでないことを銘記する必要がある。更に本邦各地でβ線外面照射を受けたこれら患者の後期皮膚変化は嚴重に看視され続けねばならない。

11. 結 論

我々の³²P濾紙によるβ線外面照射療法の実際とそれにより治療した皮膚表在性疾患の中、半年以上の経過を追跡出来た単純性血管腫123例、海綿状血管腫34例、色素性母斑47例についてその成績を報告した。

本療法の照射線量は一般に $\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ で表わされているが、これは不正確でもあり又発表者間の比較も不能であるので表面線量率を外挿型電離槽で測定することがよく、我々の場合の³²P $1\mu\text{C}\cdot\text{hr}/\text{cm}^2$ は略3radであつた。この点線量率既知の標準平面線源(⁹⁰Sr)が較正用として普及されることも一方法と考えられる。

1回照射による乾性皮膚炎量は年令と共に増加し、更に顔面の方が軀幹や四肢よりも稍多いが、何れにせよ個人差がかなり強いことを認めた。実際の治療はその程度の量を1~2カ月間隔で数回以上繰返したが、一般に回数が増す程、後に色素沈着、色素脱失、毛細管拡張、皮膚萎縮等の慢性皮膚障害例の増加を来した。

治療成績の判定は母斑の色調消褪と皮膚障害の出現程度の2点から総合して美容的に4段階に分けて検討した結果 good (+) 以上をとると単純性血管腫54%、海綿状血管腫82%、色素性母斑15%の成績であつた。

年令別にみると単純性血管腫では3才以下が70%と優れ、海綿状血管腫では10才以下がよく、色素性母斑では年令の如何によらず成績は不良であつた。

治療回数別にみると単純性血管腫では9回以内がよく、それ以上では反つて悪く、海綿状血管腫では治療回数の如何によらずよく治癒しているが、色素性母斑は常に不良であつた。

以上の結果から本療法は適応症を嚴重に選択すること、毎回の照射量及び照射回数を減らし且つ照射間隔を2カ月以上とする方式に改むべきものと考えられた。現在実施中の方法はこの考案の結果にもとづく修正されたものであるが今後本治療患者全ての後期皮膚変化を長期に亘つて観察して行くことが重要であると考えられる。

尚本論文の一部は日本医学放射線学会第16回東北・

北海道・新潟地方会及び第19回総会並びに第3回日本アイソトープ会議に発表した。

文 献

A. 皮膚反応及び治療関係

- 1) Andrews, G.C. et al.: Treatment of angiomas (Summary of twenty years' experience at Columbia Presbyterian medical center) Am. J. Roentg. 67, 273—285, 1952. —2) Breed, J.E.: Beta ray therapy Am. J. Roentg. 72, 114—118, 1954. —3) Coliez, R.T. et al.: Utilisation des isotopes radioactifs en béta thérapie externe J. de Radiol. 38, 1134—1140, 1957. —4) Friedell, H.L.: An evaluation of the clinical use of a strontium 90 beta-ray applicator with a review of the underlying principles Am. J. Roentg. 71, 25—39, 1954. —5) Gersing, R.: Die Strontium-90-Dermap'atten und ihre Anwendung zur Hämangiombehandlung Fortsch. Röntgenst. 88, 233—241, 1958. —6) Griffith, J.F.P.: Skin reaction to protracted beta irradiation Brit. J. Rad. 27, 107—112, 1954. —7) Henshaw, P.S. et al.: Aberrant tissue developments in rats exposed to beta rays; late effects of P³² beta rays Radiology, 52, 401—415, 1949. —8) Hopkins, J.G.: Vascular nevus with spontaneous involution Arch. Dermat. & Syph. 43, 1033, 1941. —9) Jakob, A. et al.: Unsere Ergebnisse mit der Radio-Strontium- und Radio-Yttrium-Bestrahlung des Hämangiomas und des Naevus flammeus Strahlentherapie, 107, 532—536, 1953. —10) Lister, W.A.: Natural history of strawberry nevi Lancet 1, 1429—1434, 1938. —11) Low-Beer, B.V.A.: The external and internal use of radio-active phosphorus, Radioisotopes in medicine, 656—689, 1953. U.S. Atomic Energy C. —12) Low-Beer, B.V.A.: Radioactive phosphorus as an external therapeutic agent in basalellcarcinoma, Warts and hemangioma Am. J. Roentg. 58, 4—9, 1947. —13) Low-Beer, B.V.A.: External therapeutic use of radioactive phosphorus Radiology 47, 213—222, 1946. —14) Pfahler, G.E.: Treatment of hemangioma Radiology 46, 159—170, 1946. —15) Roe, D.S.A. et al.: Radiophosphorus in the treatment of capillary naevi Lancet, 11, 1111—1113, 1955. —16) Ronchese, F.: Heman-giomas: should treatment be expectant or active? Rhode Island M.J. 29, 658—661, 1946. —17) Roth, M. et al.: Topical beta ray therapy for superficial skin carcinomata and keratoses Am. J. Roentg. 79, 927—960, 1953. —18) Sinclair, W.K. et al.: P³² beta sources for superficial therapy Brit. J. Rad. 25, 360—368, 1952. —19) Sklaroff, D.M.: Treatment of hemangioma

- mas with Strontium 90 beta-ray applicator Rad. 68, 87—89, 1957. —20) Watson, W.L. et al.: Blood and lymph vessel tumors Surg., Gynec. & Obst. 71, 569—588, 1940. —21) Witten, V.H. et al.: Erythema effects of a pure beta emitter (Strontium 90) on human skin J. Invest. Dermat. 23, 271—285, 1954. —22) Yianakopoulos A. et al.: Der Einfluß von Protrahierung und Fraktionierung auf das Hauterythem bei Bestrahlung mit Sr^{90} Strahlentherapie, 100, 165—168, 1956. —23) 兩宮政之輔他: 放射性 ^{32}P に由る血管腫の治療成績, 臨床皮泌, 12, 967—972, 昭33. —24) 藤田順一他: 皮膚単純性血管腫の β 線療法, 医療, 9, 542—544, 昭30. —25) 原田儀一郎: 海綿様血管腫の治療法, 日本医事新報 (1734), 107, 昭32. —26) 原田儀一郎他: ラジオアイソトープ ^{32}P による血管腫の治療, 日本医事新報 (1781), 27—30, 昭33. —27) 広石全司: β 線外部照射に依る皮膚反応 (主として人体) に関する研究, 日医放線会誌, 18, 26—55, 昭33. —28) 久田欣一他: 所謂 β 線療法 of 2, 3 の問題点, 金沢医学叢書49, 150—155, 昭33. —29) 井出次郎: 皮膚疾患に対する放射性同位元素 ^{32}P の効果並びに皮膚深部照射法に対する考察, 日皮会誌, 69, 1207—1229, 昭34. —30) 菊池章他: ^{32}P 外面照射による母斑治療成績, 日医放線会誌, 16, 878, 昭34. —31) 木村修治他: 皮膚疾患の ^{90}Sr による β 線療法, 日医放線会誌, 20, 190—195, 昭35. —32) 小堀辰治他: P^{32} による皮膚疾患の表在治療に就て (第1報基礎的事項), 皮性誌, 65, 482—488, 昭30. —33) 小堀辰治他: P^{32} による皮膚疾患の表在治療に就て (第2報血管腫の治療), 皮性誌 65, 641—648, 昭30. —34) 小堀辰治他: 皮膚科におけるアイソトープ療法, 皮膚科の臨床 1, 80—87, 137—144, 昭34. —35) 皆見紀久男他: P^{32} による血管腫その他の表在治療について, 皮膚と泌尿, 19, 649—654, 昭32. —36) 三島豊他: 血管腫の ^{90}Sr 照射療法, 併せて血管腫の病型と自然治癒に就て, 最新医学, 13, 2933—2933, 昭33—37) 道中信也他: 皮膚科領域における放射性同位元素の応用, 皮膚科の臨床, 1, 630—635, 昭34. —38) 三浦祐晶他: 単純性血管腫の治療, 皮膚科の臨床, 1, 520—526, 昭34. —39) 宮川正他: 放射性ストロンチウム-90, イソトリウム-90による β 線治療に就て (附, 鱗-32 β 線表在治療), 日医放線会誌, 14, 440—445, 昭29. —40) 中島一他: 放射性同位元素 ^{32}P の皮膚科領域における応用, 臨床皮泌, 10, 443—446, 昭31. —41) 中島一他: 皮膚科領域に於ける ^{32}P 療法 of その後の成績ならびにラジウム療法との比較について, 臨床皮泌, 11, 393—396, 昭32. —42) 大賀弘陸: ^{32}P 照射の皮膚と血管に及ぼす影響, 米子医誌, 10, 850—865, 昭34. —43) 大塚孝司他: 放射性磷 (^{32}P) による血管腫及び色素性母斑の β 線療法に関する研究, 慶応医学, 36, 1388—1406, 昭34. —45) 大塚孝司: β 線照射に関する実験的研究, 慶応医学, 36, 1521—1530, 昭34. —46) 桜井孝他: 放射性同位元素 ^{32}P 及び ^{90}Sr に由る血管腫の治療, 臨床と研究, 34, 1351—1354, 昭32. —47) 島隆允他: 血管腫の ^{32}P 療法とラジウム療法, 臨床放射線, 4, 366—371, 昭34. —48) 田中利彦: ^{32}P 及び ^{90}Y β 線の皮膚反応の比較について, 日医放線会誌, 19, 2162—2166, 昭34. —49) 足沢三之介他: ^{32}P , ^{90}Sr による血管腫ならびに母斑の治療について, 日本臨床, 17, 359—370, 昭34. —50) 津屋旭他: 種々なる β 線源による血管腫治療経験, 横浜医学, 8, 119—124, 昭32. —51) 山下久雄他: アイソトープ医学応用技術, 192—200, 昭31, 地人書館. —52) 山下久雄他: 放射線照射によつて発生した前癌状態並びに悪性腫瘍, 臨床放射線, 3, 469—475, 昭33.
- B. 装置及び線量関係**
- 53) Becker, J. et al.: Eine Technik der oberflächentherapie kleiner und großer Herde mit strontium 90 Strahlentherapie, 97, 372—375, 1955. —54) Becker, J. et al.: Das Beta-mosaik: Eine anpassungsfähige Strahlenquelle für die Ob erflächentherapie Strahlenth. 107, 112—115, 1958. —55) Blomfield, G.W.: Dose measurement in beta-ray therapy Brit. J. Rad. 19, 349—356, 1946. —56) Failla, G.: Measurements of tissue dose in terms of same unit for all ionizing radiations. Rad. 29, 202—215, 1937. —57) Günzel, E. et al.: Radiophosphor-Lack zur Strahlenbehandlung von Hautkrankheiten Strahlentherapie, 103, 511—517, 1957. —58) Haybittle, J.L. et al.: A 40 mc cerium-praseodymium-144 beta-ray teletherapy unit Acta Rad. 44, 49—56, 1955. —59) Haybittle, J.L.: Ionization chambers for the dosimetry of beta-ray applicators Brit. J. Rad. 28, 320—324, 1955. —60) Kastner, J. et al.: Measurement of beta-ray applicators Rad. 58, 731—739, 1952. —61) Krohmer, J.S.: Physical measurements on various beta-ray applications Am. J. Roentg. 66, 791—796, 1951. —62) Loevinger R.: The dosimetry of beta radiations Rad. 62, 74—82, 1954. —63) McNally, M. et al.: Investigations on beta-ray dosimetry for a ^{32}P enclosure Brit. J. Rad. 26, 539—547, 1952. —64) Rassi, H.H. et al.: Calculation for distributed sources of beta radiation Am. J. Roentg. 67, 980—988, 1952. —65) 伊東乙正: β 線外面照射療法の場合の線量計算及び吾々の実測値 (Loevinger の計算式の紹介), 臨床放射線, 5, 391—397, 昭35. —66) 牧野純夫他 外挿型電離槽, 東芝レビュー, 13, 717—720, 昭33. —67) 宮川正他: 大量 ^{90}Sr - ^{90}Y β 線照射器に就いて, 日医放線会誌, 15, 311—315, 昭30. —68) 森谷寛他: ^{90}Sr 表在治療装置, Radioisotopes 8, 196—201, 昭34. —69) 永井純: フィルムによる ^{90}Sr β アプリケーターの線量測定, 日医放線会誌, 18, 485—489, 昭33. —70) 日本放射性同位元素協会編, アイソトープ便覧, 694—697, 昭37. 丸善. —71) 竹井力: ^{32}P の外部照射に対する考察, 臨床放射線, 4, 828—832, 昭34. —72) 高橋達夫: 放射性磷による β 線外面照射に於ける組織内線量分布に就いて, 日医放線会誌, 32, 130—162, 昭37.