

手術療法と術後補助療法を早期に施行したケロイドの5例

牧野英一^{1,3} 神谷伸彦² 澤田文久¹ 青山裕美¹ 平塚純一² 藤本 亘³

要 旨

保存的治療のみでは期待した治療効果が望まれないと判断したケロイドの5症例に対して、早期に手術療法と術後補助療法を施行した。5症例とも術後の経過は良好であり、患者の高い満足度を得ることができた。保存的治療はケロイドに対して最初に施行される標準的治療であるが、治療効果が不十分なまま徒に長期間が過ぎてしまう危険性がある。保存的治療のみでは十分な治療効果が期待できないケロイド症例には、手術療法の限界を見極めた上で、早い時期から手術療法と術後補助療法の併用に踏み切ることが肝要であると考えられる。

はじめに

ケロイドは創傷治癒機転の異常から引き起こされる皮膚疾患であり^{1)~3)}、保存的治療に抵抗することも多く、切除のみでは再発率が高いため^{4) 5)}、日常診療において治療に難渋することが多い。治療には保存的治療（トラニラスト内服、ステロイド外用・貼付・局注、圧迫療法、等）と手術療法があり、保存的治療はケロイドに対して最初に施行される標準的治療であるが^{1)~3)}、治療効果が不十分なまま徒に長期間が過ぎてしまう危険性がある。一方、手術療法は安易に施行すると不十分な効果しか得られないばかりか病変をさらに拡大させる危険性を伴っているものの、放射線治療などの適切な術後補助療法を併用することで患者満足度の高い結果を得ることができる⁶⁾。そのため、ケロイド治療を

適切に行うためには、保存的治療の限界についての知識と理解に加え、手術療法の適応とその限界、併用すべき補助療法についても知っておく必要がある。

今回我々は、手術療法と術後補助療法を早期に施行し良好な結果を得たケロイドの5例を報告した。保存的治療のみでは期待した治療効果が望まれないと思われる症例には早い時期から手術療法に踏み切ることが肝要であると考えられる。

症例

症例1：21歳、女性。

現病歴：10年前から背部に痤瘡が出現。その後ケロイド状になった。痛みを伴ってきたため某総合病院の形成外科と近医皮膚科に有効な治療を求めて受診し、当科を紹介された。

初診時現症：右肩に半球状に隆起する径3 cm 大の硬い紅色腫瘍があり、激しい痒みと側圧痛を認めた(図1a)。

治 療：本人の希望する一番大きなケロイドを切除しZ形成術を施行した(図1b)。術翌日から手術創から10 mm 程度の範囲に電子線20 Gyを連日4分割で照射した(図1c)。

術後7カ月に追加切除を希望されたため、さらに右肩と前胸部のケロイドを切除し、Z形成術を施行した(図1d~g)。術後の電子線照射では照射範囲は手術創から10 mm 程度の余裕をもって設定し、術翌日より照

1) 川崎医科大学総合医療センター皮膚科(主任：青山裕美教授)

〒700-8505 岡山市北区中山下2丁目6番1号

2) 川崎医科大学放射線科(主任：平塚純一教授)

〒701-0192 岡山県倉敷市松島577

3) 川崎医科大学皮膚科(主任：藤本 亘教授)

〒701-0192 岡山県倉敷市松島577

平成29年2月24日受付、平成29年3月14日掲載決定

【別刷請求先】牧野英一

川崎医科大学総合医療センター皮膚科

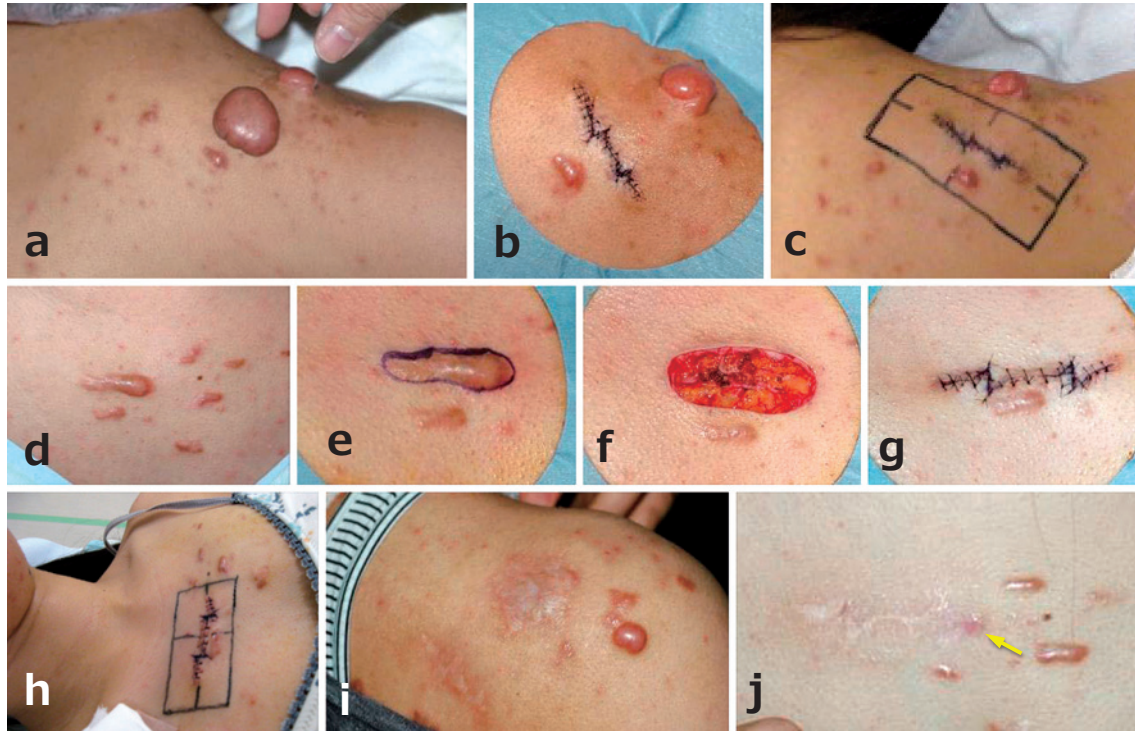
〒700-8505 岡山市北区中山下2丁目6番1号

電話：086-225-2111 FAX：086-232-8343

e-mail：e.makino@med.kawasaki-m.ac.jp

図1 症例1 (21歳, 女性)

- a: 強い疼痛を伴い整容的に問題のあるケロイド (径3cm大)
 b: Z形成術
 c: 電子線照射 (20Gy)
 d~g: 前胸部のケロイドを切除しZ形成術を施行
 h: 電子線照射 (20Gy)
 i: 術後1年8カ月 (右肩)
 j: 術後1年10カ月 (前胸部)



射を開始し、照射線量は1回5 Gyを4回の計20 Gyを照射した (図1h)。

経過: 右肩の2回目の手術では創部癒合不全を認めたが、保存的治療にて瘢痕化し、そこからケロイドが発生することはなかった (図1i)。術後3年が経過する頃から手術をしなかった両肩のケロイドに痛みを感じるようになったため、トラニラスト内服とシリコーンジェルシート貼付を行い、痛みのコントロールを図った。

前胸部では術後しばらくは経過良好であったが、縫合部の左端からわずかな再発を認め、術後1年3カ月で米粒大にまで増大してきたが、ステロイド局注にて病勢はコントロールできた (矢印) (図1j)。術後5年半が経過した現在、右肩、前胸部ともに再発は認めていない。

症例2: 59歳, 男性。

現病歴: 40年前に胃潰瘍に対して開腹術を受け、術

創がケロイドとなった。当科初診の数カ月前から同部位に痛みが出現し、何度も排膿を繰り返すため手術希望にて近医皮膚科を受診し、当科を紹介された。

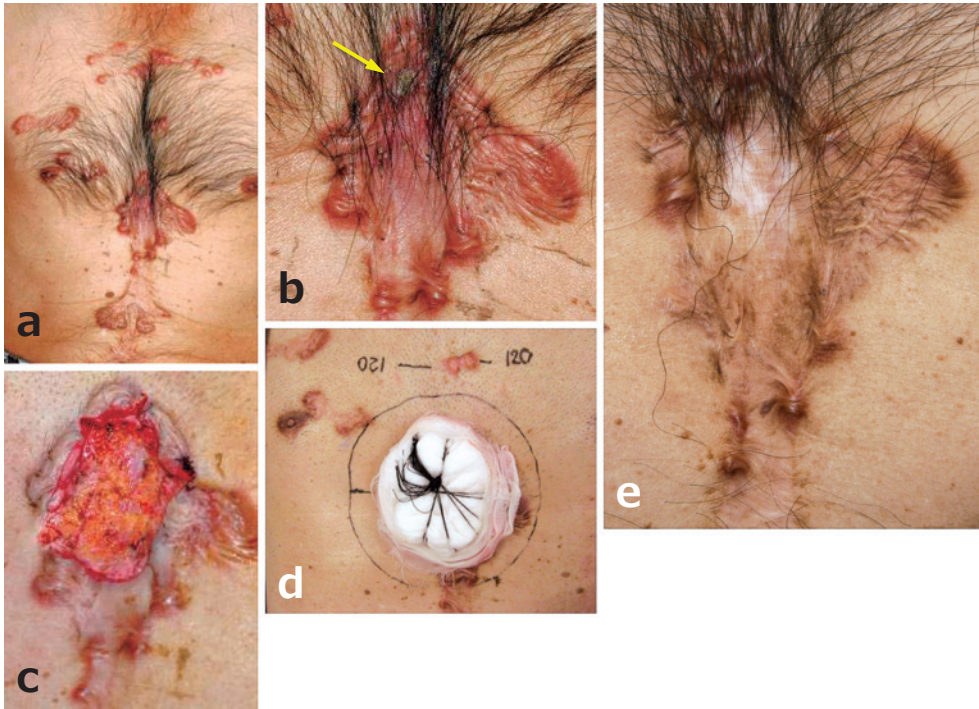
初診時現症: 前胸部から下腹部にかけて大小種々のケロイドを認めた (図2a)。痂皮を付した部位から過去に何度も排膿を繰り返しており、皮下に瘻孔あるいは囊腫状病変の存在が疑われた (矢印) (図2b)。

治療: 整容的な訴えはなかったため全切除はせず瘻孔のみ切除し、部分的拘縮解除術を施行した (図2c)。生じた皮膚欠損部には鼠径部皮膚を全層植皮した。病理組織学的検査にて真皮内に瘻孔の形成と表皮囊腫を認めた。術翌日からタイオーバー固定はそのままにした上で手術創から10 mm程度の範囲で植皮部全体に電子線20 Gyを4分割で照射した (図2d)。採皮部は単純縫縮し、電子線照射は行わず、線状瘢痕の硬結がなくなるまで数カ月間テープ固定を行った。

経過: 術後1年10カ月が経過した段階で、再発も

図2 症例2 (59歳, 男性)

- a: 皮下瘻孔が感染・排膿を繰り返すケロイド: 前胸部から下腹部にかけて大小種々のケロイドを認めた。
 b: 痂皮を付した部位 (矢印) から排膿を繰り返し, 皮下に瘻孔あるいは嚢腫状病変の存在が疑われた。
 c: 瘻孔切除術+部分的拘縮解除術
 d: 全層植皮術+術後の電子線照射 (20Gy)
 e: 術後1年10カ月



なく疼痛や排膿がおさまり患者は結果に大変満足している (図2e)。術後4年3カ月が経過した現在まで、植皮部、採皮部ともに再発は認めていない。

症例3: 24歳, 女性。

現病歴: 初診の1年前に耳垂にピアスを開け, その半年後から同部に結節を生じ痛みを伴ってきた。硬結が徐々に増大してきたため当科を受診した。

初診時現症: 右耳垂部の前面に9×7 mm大, 後面に13×11 mm大の硬結を触れる (図3a, b)。

治療: ステロイド局注のみでは腫瘍の縮小は難しいと判断し, 局麻下に摘出術を施行した。

経過: 術後放射線治療は施行せず経過をみていたところ術後1カ月頃から術創に米粒大のしこりが出現したがトラニラスト内服とテープ固定による圧迫療法を行い術後の再発予防に努めた。術後4カ月を過ぎたところからしこりが柔らかくなり (図3c), 術後半年でしこりが消失した。術後3年4カ月が経過した段階で, 再発は認めていない。

症例4: 65歳, 男性。

現病歴: 初診の7, 8年くらい前から前胸部に特に誘因なく結節が出現し, 徐々に増大してきた。2年前より急に痛みを伴うようになり, 近医皮膚科で生検を施行され, 病理組織学的に良性と言われた。その後しばらくトラニラスト内服にて加療されたが, 明らかな効果がなく内服を中止した。2年間で大きさが倍増し, 隆起し, 疼痛も増してきたため, 近医内科より当科を紹介され, ケロイドの手術目的に入院となった。

初診時現症: 前胸部に横方向に100 mm, 幅は最大で28 mm大の紅色結節を認めた。腫瘤辺縁の皮膚は発赤し, 軽度の引きつれを生じており, 側圧痛を認めた (図4a, b)。

治療: ケロイドが乳頭部にまで拡大していく病勢であったため, 手術までの待機期間にシリコーンジェルシートの貼付を行った。初診より1カ月後に局麻下に瘢痕拘縮形成術を施行した (図4c~e)。ケロイドの辺縁に沿って切除したところ, 切除前のケロイドは横105 mm, 縦幅 (最大) 30 mmであったが (図4c), 切除後の皮膚欠損は130 mm×35 mmにまで拡大した

図3 症例3 (24歳, 女性)

a, b: 整容的に問題のあるケロイド
c: 術後4カ月半

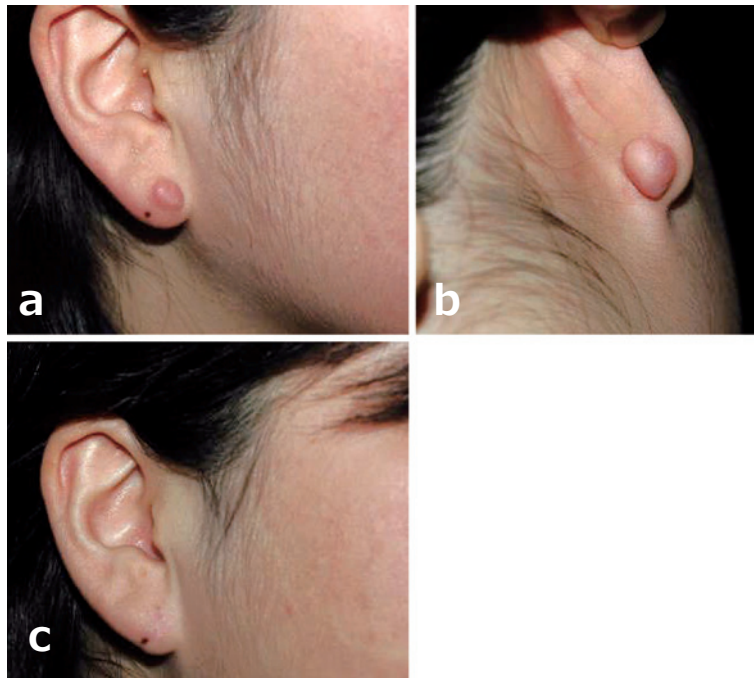


図4 症例4 (65歳, 男性)

a, b: 急速に増大するケロイド (100mm×28mm大)
c～e: 切除術+Z形成術
f: 術後3年4カ月

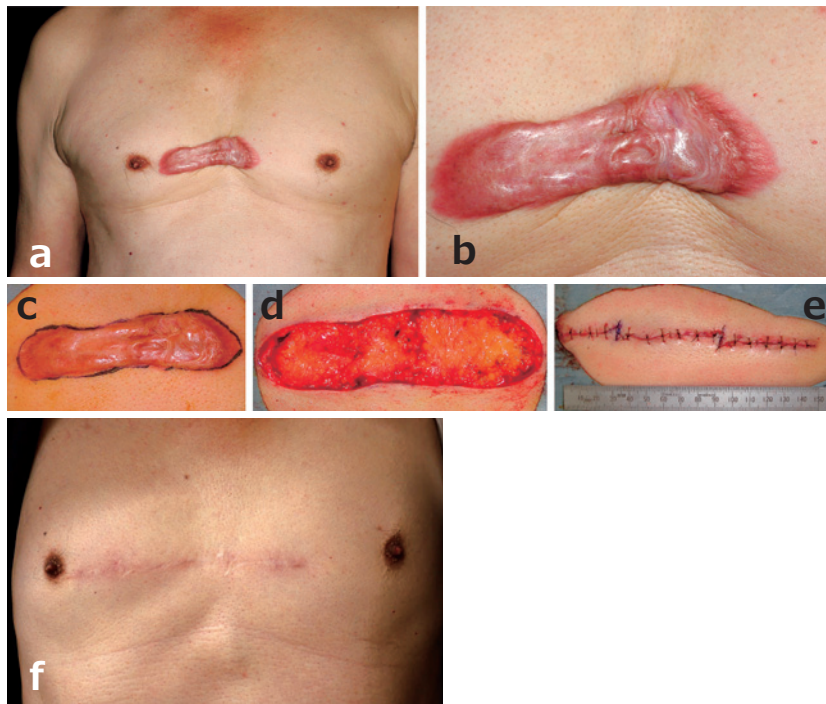
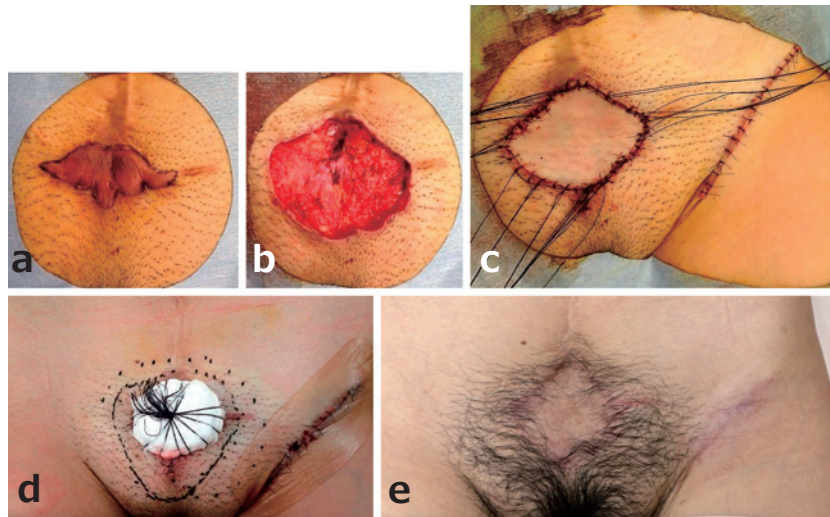


図5 症例5 (51歳, 女性)

- a: 強い疼痛を伴い感染・排膿を繰り返すケロイド (36mm×16mm 大)
 b: ケロイド切除後 (52mm×50mm 大)
 c: 全層植皮術
 d: 術後の電子線照射 (20Gy)
 e: 術後7カ月



(図4d). 単純縫縮可能と判断し, 4-0PDSにて浅筋膜を縫縮し, さらに4-0PDSにて真皮縫合, 5-0黒ナイロンにて表皮縫合を行った. 2カ所にZ形成術を施行し, 同部位は6-0黒ナイロンにて表皮縫合した(図4e). 術翌日から手術創から10mm程度の範囲に電子線20Gyを4分割で照射した(図4f).

経過: 術後3年4カ月が経過したが, 現在までに再発は認めていない(図4f).

症例5: 51歳, 女性.

現病歴: 初診の3年前から恥骨上部にある帝王切開後の瘢痕の一部が赤く腫れてきた. 5カ月くらい前から同部に膿瘍を形成し, 一旦症状は治まるも2カ月前より再び排膿を繰り返すようになり圧痛が著明となってきた. 複数の病院で様々な治療方針を提示され, 治療選択に難渋したため, 当科に紹介され受診した.

初診時現症: 恥骨上部に36mm×16mm大の紅色結節を認めた(図5a).

治療: 排膿を繰り返しており, 圧痛も著明なため手術療法の適応ありと判断した. ケロイド辺縁に沿って切除したところ, 切除前は36mm×16mm大であったのが, 周囲皮膚の緊張が取れたため切除後は52mm×50mm大までに拡大した(図5b). 緊張が強いため単純縫縮は不可能と判断し, 左鼠径部皮膚からの全層植皮術を施行した(図5c). 術翌日からタイオーバー固

定はそのままにした上で手術創から10mm程度の範囲で植皮部全体に電子線20Gyを4分割で照射した(図5d). 採皮部は単純縫縮し, 電子線照射は行わず, 線状瘢痕の硬結がなくなるまで数カ月間テープ固定を行った.

経過: 術後7カ月が経過した段階で, 創部の引きつれ感や痒みなどの自覚症状はなく(図5e), 術後9カ月が経過した現在まで, 植皮部, 採皮部ともに再発は認めていない.

考察

今回, 手術療法と術後補助療法を早期に施行したケロイドの5症例につき報告した. 5症例とも術後の経過は良好であり, 保存的治療を省略し, 早い時期から手術療法と術後補助療法を行うことで患者の高い満足度を得ることができた.

ケロイドの治療方針について我々が以前施行したケロイドの全国アンケート調査によると, 皮膚科, 形成外科ともに主研修施設の8割以上が, 「まずは保存的治療を行い, 外来で経過をみる」と回答しており, 本邦においては保存的治療がケロイドに対して最初に施行される標準的治療であるといえる⁷⁾. しかしながら, 保存的治療は手術療法と違い病変拡大のリスクが少ない反面, 治療効果が得られるまでに時間を要したり, 結

表1 保存的治療のみでは十分な治療効果が期待できないケロイド

- ① 整容的に高い治療効果を要望される耳介ケロイド
- ② 何度も感染、排膿を繰り返しているケロイド
- ③ すでにある程度の大きさに拡大し、さらに急速な拡大傾向にあるケロイド
- ④ すでに標準的な保存的治療が長期間行われているが、満足な結果が得られていないケロイド

果的に満足する治療効果が得られない可能性がある。ステロイド局注は最も有効性の高い保存的治療の一つであるが、色調や盛り上がりの平坦化など他覚的症状の改善には数カ月から半年近い期間を要し、本治療のみでは確実に完治させることができない症例も少なからず存在する⁸⁾。保存的治療に固執することで徒に治療期間が長くなることは患者にとって不利益であり、症例によっては保存的治療を中止、あるいは省略し、次の段階としての手術療法を選択すべきタイミングを適切に判断する必要がある。今回供覧した5症例においては、保存的治療のみでは患者自身が望む効果が得られないと判断し、保存的治療をほとんど施行することなく、速やかに手術療法に踏み切った。

手術療法に踏み切る適切なタイミングを判断するためには、保存的治療と手術療法のそれぞれにおける“期待できる効果”と“その限界”を知っておく必要がある。我々は、保存的治療のみでは十分な治療効果が期待できないケロイド症例として、①整容的に高い治療効果を要望される耳介ケロイド、②何度も感染、排膿を繰り返しているケロイド、③すでにある程度の大きさに拡大し、さらに急速な拡大傾向にあるケロイド、④すでに標準的な保存的治療が長期間行われているが、満足な結果が得られていないケロイド、の4つを考えている（表1）。

①の耳介ケロイドは、保存的治療では整容的に満足のいく効果を得ることは難しい。患者は若い女性が多く、望んだ効果を達成するために手術療法は欠かせない。②の感染・排膿を繰り返すケロイドでは、すでに保存的治療を繰り返されているものが多く、嚢腫あるいは瘻孔を形成している部位を手術療法により取り除く必要がある。③の急速に拡大しているケロイドでは、病変が小さい場合には保存的治療を試みる時間的余裕があるが、病変がすでにある程度の大きさに拡大している症例においては保存的治療のみでは病勢を速やかに抑えることができない。④の症例はすでに前医による標準的な保存的治療で効果なしと判断され紹介され

表2 手術療法で治療することに限界があるケロイド

- ① 小病巣が無数に広範囲にわたり分布する多発症例
- ② 切除後の再建が困難な巨大症例

てくる症例である。通常は手術療法を直ちに考慮するが、施行された保存的治療が適切ではない場合もときにあり、その際には適切と思われる保存的治療をししばらく継続してみることもある。

今回供覧した5症例は、いずれも上記①～④のうち少なくとも一項目以上を満たしていた。症例1（21歳女性）と症例3（24歳女性）はいずれも若い女性であり、整容的な問題の解決を望んでおり、症例2（59歳男性）、症例4（65歳男性）、症例5（51歳女性）ではすでに前医にて長期間の保存的治療が行われており、症例2と症例5では繰り返す感染、排膿に対する苦痛を、症例4においては病変部の急速な増大を抑え、疼痛・痒みの訴えを早急に取り除く必要があった。

ケロイドに対する手術適応を考慮する際、保存的治療の効果と限界を知った上で、さらに手術療法の限界も知っておくことが必要となる。我々は、手術療法で治療することに限界があるケロイド症例として、①小病巣が無数に広範囲にわたり分布する多発症例、②切除後の再建が困難な巨大症例、の2つを考えている（表2）。

①小病巣が無数に広範囲にわたり分布する多発症例では、すべてを切除することは不可能である。しかしながら、病変ごとに評価し、そのなかで特に自覚症状が強いもの、整容的に問題のあるもの、などを選んで治療することは可能である。症例1（21歳女性）は多発症例であったが、本人の希望により、痛みのある部位にはトラニラスト内服やシリコンジェルシート貼付などの保存的治療を行い、整容的に問題のある部位に対しては手術療法と術後放射線治療を施行した（図1）。

②切除後の再建が困難な巨大症例、においては放射線単独治療の有用性が報告されている⁹⁾。25 Gy 前後を週1回、4～5分割で投与すると、1カ月ほどで自覚症状が改善し、3～6カ月で他覚所見にも改善傾向がみられ、1年経過するとある程度満足できる状態になるという。放射線感受性の低い高齢者が良い適応とされるが、効果には個人差が大きく、最初から過度の期待は抱かせないほうがよいという。

今回供覧した5症例のうち症例1を除いた4症例

は、いずれも上記①②には該当せず、保存的治療のみでは患者自身が望む効果が得られないと判断した後、速やかに手術療法と術後補助療法の併用に踏み切った。

ケロイドは手術療法のみでは高率に再発するため^{4) 5)}、術後の補助療法が不可欠となる。成人では放射線治療を、小児ではステロイド貼付等を併用することが多い。以前は照射後の悪性腫瘍発生を危惧して放射線治療に消極的な医師も多く見受けられたが、現在では手術療法と術後放射線治療の併用は世界的にみてもケロイドに対するもっとも有効な治療であるとされている⁶⁾。我々が施行したケロイドの全国アンケート調査においても、とくに形成外科では術後放射線治療を施行している施設は9割近くに上り、今や放射線治療は本邦における標準的なケロイドの術後補助療法となっている現状が明らかとなった⁷⁾。術後照射は、前胸部や肩甲部および恥骨上部といった高再発部位では20 Gy/4回/4日で、再発の少ない耳垂部では10 Gy/2回/2日で、その他の部位は15 Gy/3回/3日で術後早期より治療を開始するのが一般的である¹⁰⁾。

今回供覧した5症例は、症例3(耳垂部)以外はいずれも前胸部や恥骨上部といった高再発部位の症例で、術後照射として20 Gy/4回/4日を選択した。放射線治療の適応は原則として成長期を過ぎた20歳以上の成人であり¹¹⁾、未成年者の場合には術後補助療法としてステロイド貼付や局注が使用される¹²⁾。小児では皮膚が薄いため、ステロイド貼付のみでもケロイド術後の再発抑制に十分な効果が期待できるといわれている。放射線治療を行う際には、①放射線誘発癌の多い甲状腺や女性の乳腺の防護に留意すること、②標準的照射では二次発癌の報告はないが、確率的影響である発癌リスクについては患者に情報提供した上で同意を得ること、の2点も重要となる¹⁰⁾。

ケロイドに対して手術療法を安易に行った場合、術前の予想とはかなり違った結果に終わる危険性があり注意が必要である¹³⁾。手術療法は病変の消失が期待できる反面、再発や病変拡大のリスクを伴う。そのリスクを軽減するためには、術後の創部管理が重要となってくる¹⁴⁾。我々は、手術療法の効果を最大限に発揮するために、手術適応の条件として「ケロイド治療後の自己管理ができる症例」という項目を含めている⁷⁾。術後は定期的に通院してもらい、わずかな再発徴候も見逃さずに適切な対応をすることで、術後の再発や病変拡大というリスクに対応できると考えている。

ケロイド患者の治療目的はさまざまである。たとえ手術後に再発したとしても、病変がそれほど拡大せず、整容的、あるいは疼痛・痒みなどの肉体的苦痛を和らげることができたなら、手術を行った意義は十分にあったと判断して良いと考える。

小川ら¹²⁾は、リセット理論と称し、「ケロイド手術では確かに再発率はゼロではないものの手術により病変部を取り除くことでケロイドの炎症レベルをいったん“リセット”することでより少ない程度の炎症とし、術前の疼痛やかゆみなどの自覚症状もよりレベルの低い程度にすることができる」とケロイドに対する手術療法の意義について報告している。我々が施行したケロイドの全国アンケート調査においても、「患者の希望があれば、すぐにでも手術療法や放射線治療なども考慮する」と回答した施設は、皮膚科で16施設(20.3%)、形成外科で27施設(46.6%)であり、実地臨床の現場では、保存的治療を省略し、速やかに手術療法を施行されたケロイド症例は決して少なくないものと推測される⁷⁾。

ケロイドが患者の日常生活に与える影響をスコア化して判定しようとする試みが以前からなされており^{15) 16)}、最近ではドイツの研究チームが“Dermatology Life Quality Index”(DLQI)の有用性について報告している¹⁷⁾。今後はケロイドの手術療法の治療効果を考える上で、単に再発率のみを指標とするのではなく、患者サイドからの主観的な満足度評価をも取り入れた新たな評価判定基準を作成し、それを実地臨床の現場で活用していく姿勢が求められる。

利益相反：開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Ud-Din S, Bayat A: New insights on keloids, hypertrophic scars, and striae, *Dermatol Clin*, 2014; 32: 193-209.
- 2) Arno AI, Gauglitz GG, Barret JP, Jeschke MG: Up-to-date approach to manage keloids and hypertrophic scars: a useful guide, *Burns*, 2014; 40: 1255-1266.
- 3) Monstrey S, Middelkoop E, Vranckx JJ, et al: Updated scar management practical guidelines; non-invasive and invasive measures, *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2014; 67: 1017-1025.
- 4) Borok TL, Bray M, Sinclair I, Plafker J, LaBirth L, Rollins C: Role of ionizing irradiation for 393 keloids, *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1988; 15: 865-870.
- 5) Ogawa R: The most current algorithms for the treat-

- ment and prevention of hypertrophic scars and keloids, *Plast Reconstr Surg*, 2010; 125: 557-568.
- 6) Mustoe TA, Cooter RD, Gold MH, et al: International clinical recommendations on scar management, *Plast Reconstr Surg*, 2002; 110: 560-571.
 - 7) 牧野英一, 稲川喜一, 藤本 亘: ケロイド診療の実態と今後の課題 —全国アンケート調査の結果を含めて—, 日皮会誌, 2016; 126: 283-293.
 - 8) 清水史朗: 形成外科科学的・皮膚科学的ケロイド・肥厚性瘢痕に対する保存的治療—ステロイド局所投与法を中心に—, *PEPARS*, 2016; 117: 31-36.
 - 9) 宮下次廣: II 臓器別の放射線治療 良性腫瘍・非腫瘍性疾患, *がん治療レクチャー*, 2011; 2: 202-206.
 - 10) 良性疾病 II ケロイド, 放射線治療計画ガイドライン 2016 年度版, 東京, 金原出版, 2016, 375-379.
 - 11) 吉龍澄子, 吉田 謙: 瘢痕・ケロイドに対する治療—われわれの放射線治療の使い分け—, *創傷*, 2012; 3: 72-81.
 - 12) 小川 令, 赤石諭史, 百束比古: ケロイド・肥厚性瘢痕治療の発展と未来, *創傷*, 2014; 5: 56-62.
 - 13) 神保好夫, 松下博明: VII ケロイドと肥厚性瘢痕 3. 観血的治療, *形成外科*, 1999; 42: S185-S190.
 - 14) 宮下次廣: ケロイドの放射線治療—最適線量と自己管理で最高のパフォーマンスを, *医学のあゆみ*, 2008; 227: 850-854.
 - 15) Draaijers LJ, Tempelman FR, Bortman YA, et al: The patient and observer scar assessment scale: a reliable and feasible tool for scar evaluation, *Plast Reconstr Surg*, 2004; 113: 1960-1965; discussion 1966-1967.
 - 16) Nicholas RS, Falvey H, Lemonas P, et al: Patient-related keloid scar assessment and outcome measures, *Plast Reconstr Surg*, 2012; 129: 648-656.
 - 17) Reinholz M, Poetschke J, Schwaiger H, Eppel A, Ruzicka T, Gauglitz GG: The dermatology life quality index as a means to assess life quality in patients with different scar types, *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2015; 29: 2112-2119.

FIVE KELOID CASES TREATED WITH EARLY SURGERY AND POSTOPERATIVE ADJUVANT THERAPY

Eiichi Makino^{1,3}, Nobuhiko Kamitani², Fumihisa Sawada¹, Yumi Aoyama¹, Junichi Hiratsuka², Wataru Fujimoto³

We treated five keloid cases with early surgery and postoperative adjuvant therapy, because conservative therapy alone was not expected to achieve a desired therapeutic effect.

In all five cases, the postoperative course was satisfactory, and the patients were very satisfied with the outcomes.

Conservative therapy is standard first-line treatment for keloids; however, there is a risk that delay may result in an inadequate treatment effect.

After consideration of the potential adverse outcomes and limitations, early surgery and postoperative adjuvant therapy should be performed in cases in which conservative therapy alone is unlikely to achieve a desired therapeutic result.

(*Jpn J Dermatol* 127: 1549-1556, 2017)

Key words: keloid, surgery, postoperative adjuvant therapy

1) Department of Dermatology, Kawasaki Medical School General Medical Center

2) Department of Radiation Oncology, Kawasaki Medical School

3) Department of Dermatology, Kawasaki Medical School

Received February 24, 2017; accepted for publication March 14, 2017