

図1a：ステップデザインによるV-Y advancement flapのデザイン

V-Y advancement法のデザインを想定し、それに準じて欠損とほぼ同じ大きさの第1のステップ、次に第2、第3のステップと皮弁の幅を少しずつ小さくしていく。最後は鋭角な三角形となる。

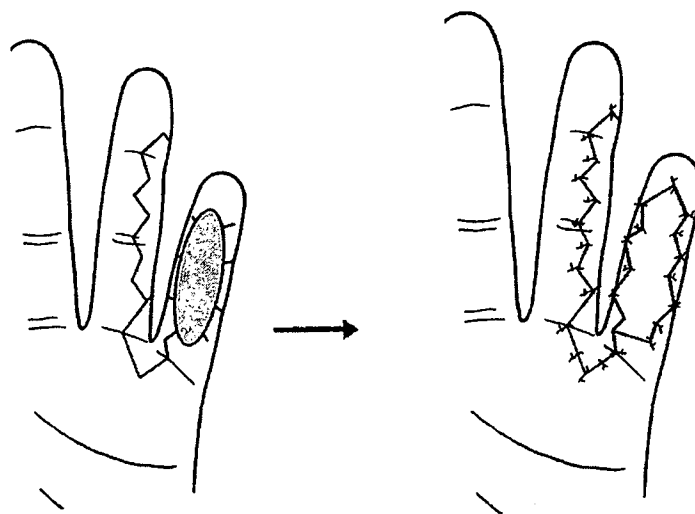


図1b：ステップデザインによる指動脈皮弁のデザイン

指節間皮切に一致してステップを設定。その角度が鈍角とならないよう指節の中心にもステップを追加。通常の動脈皮弁もしくは血管柄付き島状皮弁と皮弁を挙上し移行する。欠損部では皮弁デザインに相対して指節間皮線およびその指節の中心部に皮切を加え、Y-V plastyを用いて皮弁を縫合する。

に対し皮弁を用いる場合、指節間皮線に直交する皮切を避けるためzig-zag切開で皮弁を作成、移動することが目的である。

同一指で皮弁を作成する場合、まずV-Y法による基本形態の皮弁を想定し、これを元にステップをデザインする。まず、欠損と同じ大きさの第1段のステップを作成し、順に2段あるいは3段のステップをデザインし、皮弁の幅を徐々に狭くしていく。通常、指基部方向までデザインし、最後は鋭角な三角形とする。皮弁は島状皮弁として挙上した後、欠損部へ伸展移行させて第1のステップで欠損を修復し、次に第

2のステップで第1ステップ移行後の欠損を被覆するというように順次創を閉鎖していき、皮弁採取部はV-Y advancementに準じて一時閉鎖する(図1a)<sup>9)</sup>。この際、皮弁移行後の指腹部の皮膚に緊張があるようであれば、躊躇なく植皮を追加する。

他指からの皮弁デザインの場合は、指動脈皮弁もしくは神経血管柄付き皮弁として、欠損とほぼ同じ大きさの皮弁を想定し、破線効果が得られるように約90°角のステップをデザインする(図1b)<sup>9)</sup>。手掌までzig-zag切開を加え十分な剥離を行った上で欠損指へ皮弁を移行す

る。この際、ステップの小三角弁が挿入される欠損部に切開（指節間皮切部は必須）を加え、Y-V plastyを行う。ドナーサイトには肘窩より同デザインの皮膚を採取し植皮する。

### 症 例

対象は26例で、同一指からの前進皮弁を17例、接指からの島状皮弁を9例に用いた。症例の内訳は男性22例、女性2例、年齢は23～73歳、平均45.3歳。原疾患は外傷23例、腫瘍3例であった。指別では母指8例、示指8例、中指4例、環指4例、小指3例（複数指損傷1例）で、皮弁の移動距離が7 mm以下の症例8例に皮下茎前進皮弁、7 mm～14mmの移動を必要とした7例には神経血管柄付きの前進皮弁とした。また、皮膚の欠損が25mmを越え、同一指から皮弁再建が困難と思われた9例で他指からの皮弁を移行し、母指・小指の指腹部欠損例では環指尺側からの神経血管柄付きとし、示指の広範な指腹部欠損に対しては中指橈側より指神経背側枝を含めて移行した。

### 結 果

同一指から前進皮弁を行った1例で採取部を一次縫縮したことによる血流不全を生じ部分壊死を生じた。他は全例が完全生着した。また、他指に皮弁を作成した全例に肘窩から、同一指から皮弁を移行した4例の指腹部欠損に対しトリミングなどで生じた小皮膚片を植皮として利用した。

術後、同一指から皮弁を伸展移行した2例のうち1例に術後MP、PIP関節の可動域制限を認めたが、リハビリテーションを施行し、ほぼ正常な関節可動域の回復を得た。皮切線の設定が不適切であると思われた1例に遠位指節間皮線に軽度の癒痕とかぎ爪変形を認めた。他指から皮弁移行を行った9例中、1指節を越える欠損のあった2例でIP関節部に可動域制限を認めた。皮弁の癒痕の長期経過に関しては、全例で外観上ほとんど目立たない状態まで回復した。また、4例で植皮部に軽度の癒痕拘縮を認めた。

### 代表症例

**症例1**：61歳、男性、左母指指尖部切断。電気鋸で受傷。15×5 mm大の欠損に対し、掌側皮弁を皮下茎で前進させ指尖部を再建した。術後6ヵ月の状態では知覚異常はなく、明らかな爪の変形も認めなかった（図2a, b）。

**症例2**：63歳、男性、右母指指尖部斜切断。機械に挟まれて受傷。爪甲尺側1/4程度が失われていたが、末節骨には損傷は認められなかった。尺側に大きく橈側に小さくステップをデザインし神経血管茎付きの島状皮弁として14mm前進させた。皮弁移動後の指腹部欠損にはトリミングした皮膚を利用し3×3 mm大の植皮を追加した。術後6ヵ月で掌側の癒痕は消失。指尖部尺側の短縮変形を認めるが、爪の形態は良好である（図3a～d）。

**症例3**：25歳、男性、左小指DIP部切断。機械に挟まれて受傷。再接着術を行うも血栓形成により壊死に陥った。このため指長の温存を目的に皮弁による修復を計画。皮弁を近位指節間皮線を越えて手掌まで延長してデザイン。神経血管茎付きの島状皮弁として14mm前進させた。術後5ヵ月でMP、PIP関節の可動域は良好で握力も健側の84%まで回復した。（図4a～e）。爪再建は希望せず日常では義指を装着している

**症例4**：56歳、男性、右小指の挫滅切断。1指節を越える掌側皮膚欠損を認めた。Hemipulp flapによる再建も検討したが、再接着術後壊死に対する二次再建であり、患者もなるべくリスクの少ない方法を希望され、本法を適用した。術後1年の現在、環指から小指への知覚のreorientationは認めるが、不意にぶつけた際など視覚認知できていない場合はいまだにdonor fingerの感覚である。小指PIP関節部に軽度の可動域制限を認めるが、リハビリテーションによりFull Gripが可能となり握力も健側の78%まで回復した。小指PIP関節部と環指植皮部の癒痕拘縮に対して癒痕形成術を勧めているが、患者は日常生活に支障を感じておらず満足しており、これ以上の二次修正手術は希望

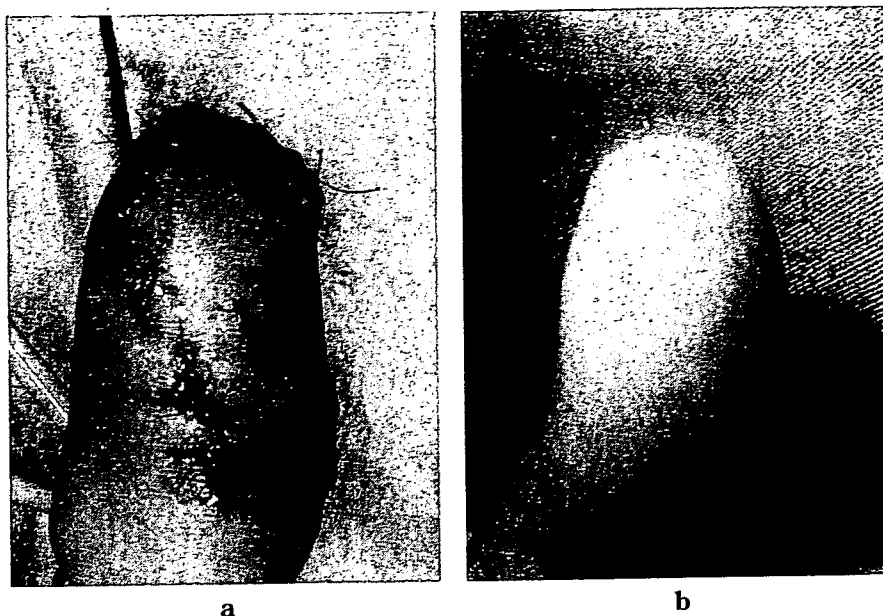


図2：症例1 61歳男性。左母指指尖部切断  
 a：指尖部欠損に対しstep V-Y advancement flapを行った。  
 b：術後6ヵ月の状態。

されていない (図5a～d)。

症例5：40歳，男性，左環指軟部悪性腫瘍。近医にて軟部腫瘍の摘出術を受け悪性の診断にて当院紹介となる。追加広範切除術を予定し，生じる1指節を越える欠損に対し中指尺側からの動脈皮弁による修復を行った。術後，皮弁は良好に生着し，瘢痕も目立たない。植皮を行った中指のDIP関節部に瘢痕の残存と環指DIP関節に屈曲45°と深指屈筋の癒着による制限を認めるが，患者は日常で支障のない患肢温存手術に満足している (図6a～e)。

### 考 察

掌側V-Y前進皮弁は1935年Trianquilli-Leali<sup>7)</sup>によって報告された手の島状皮弁として最も古く，頻用される方法の一つである。そのデザインは三角形の近位側が遠位指節間皮線を越えないことが原則である。これを越えて中枢側へ皮切を延長した場合，縫合線は遠位指節間皮線を横切することとなり術後DIP関節の瘢痕拘縮や爪甲の彎曲変形を生じることが知られている<sup>4)</sup>。その後，同一指からの前進皮弁として側面V-Y前進皮弁<sup>1)</sup>，血管柄付きの島状皮弁として移動

距離を増したKutler変法<sup>2)</sup>やより大きな不等辺三角形の皮弁を前進させOblique triangular flap<sup>3)</sup>など指側面の皮膚を主に利用した方法が報告されてきた。

一方，これら神経血管柄付き島状皮弁の発展に伴い，より大きな島状皮弁が作製されるようになることとなり，その結果生じる瘢痕拘縮を予防するためにEvans<sup>8)</sup>はstep-advancement island flapを考案した<sup>8)</sup>。すなわち，三角皮弁の掌側切開線をzig-zagとし，one stepずつ末梢へずらすことで，より大きな皮弁を末梢へと移動することが可能となった。また，同様に遠位指節間皮線に瘢痕を残さないための工夫として，O'Brien<sup>9)</sup>に代表される神経血管柄付き島状掌側前進皮弁が開発され，皮弁移動後の植皮を避けるために手掌をV-Y advancement法で閉鎖する方法<sup>10)</sup>などの変法が考案されてきた。

今回，われわれが用いている掌側の皮弁作成におけるステップデザインの応用は，Evansの報告したstep-advancement island flapの波線効果による指瘢痕拘縮の予防を，掌側に皮切がかかる皮弁の作成に応用することで皮弁作成の

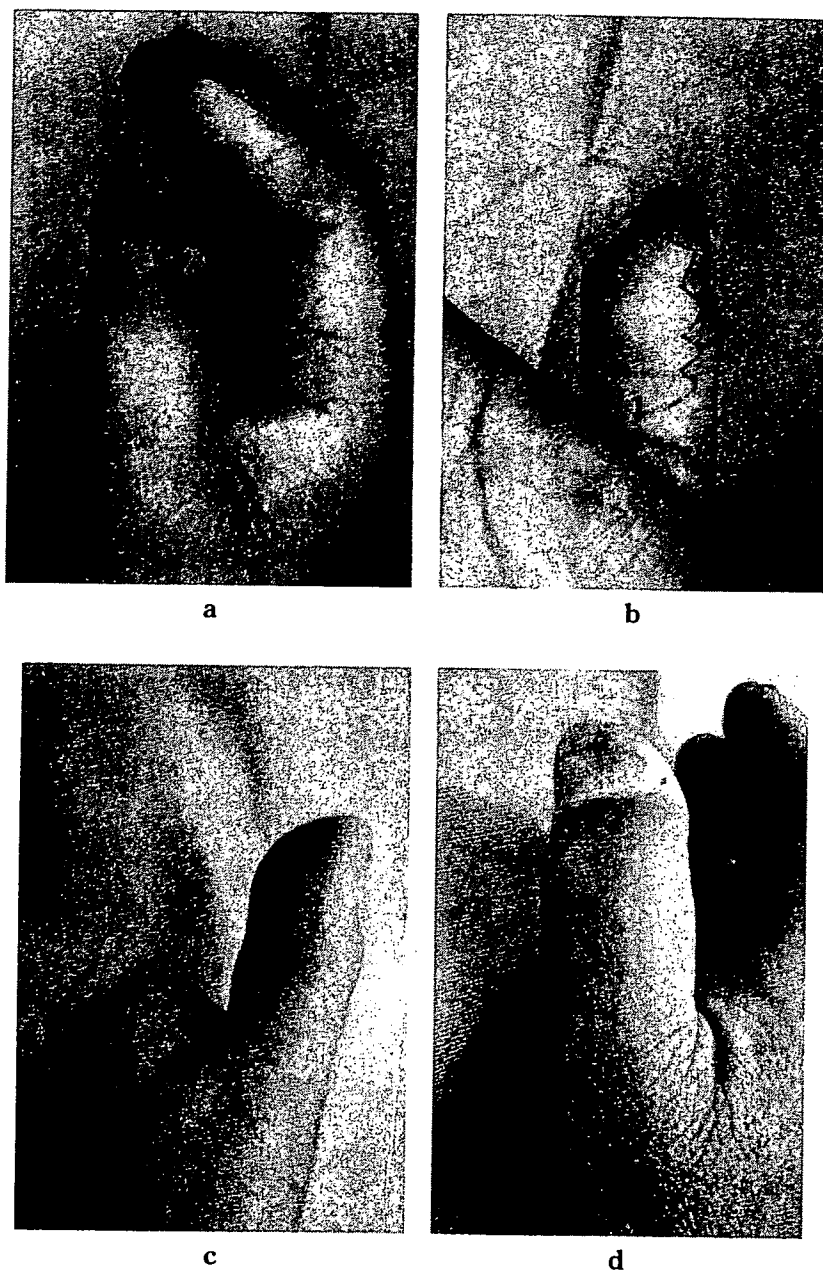


図3：症例2 63歳男性。右母指指尖部斜切断

- a：右母指指尖部尺側の斜切断。末節骨は温存されている。
- b：橈側と尺側でステップの大きさを前進距離に応じてデザイン。
- c：術後6ヵ月の掌側皮膚，植皮部に色素沈着を認める。
- d：爪の形態は良好である。

自由度を増し、同時に術後の瘢痕拘縮を予防することを目的とする。掌側V-Y前進皮弁の両側にステップ状の三角弁を作製することで、遠位指節間皮線を越えた大きさの皮弁が作成することができ、神経血管柄付きの掌側前進皮弁では手掌側まで含めて挙上することなく、指尖部節

断端へと移動することが可能である。また、一段目のステップを欠損の大きさや形態に合わせて作成可能であり、トリミングによる余剰皮膚が生じにくく、左右のステップの長さを調整することで斜切断などにも応用が可能である。

他指からの皮弁の移行は同一指での再建が困

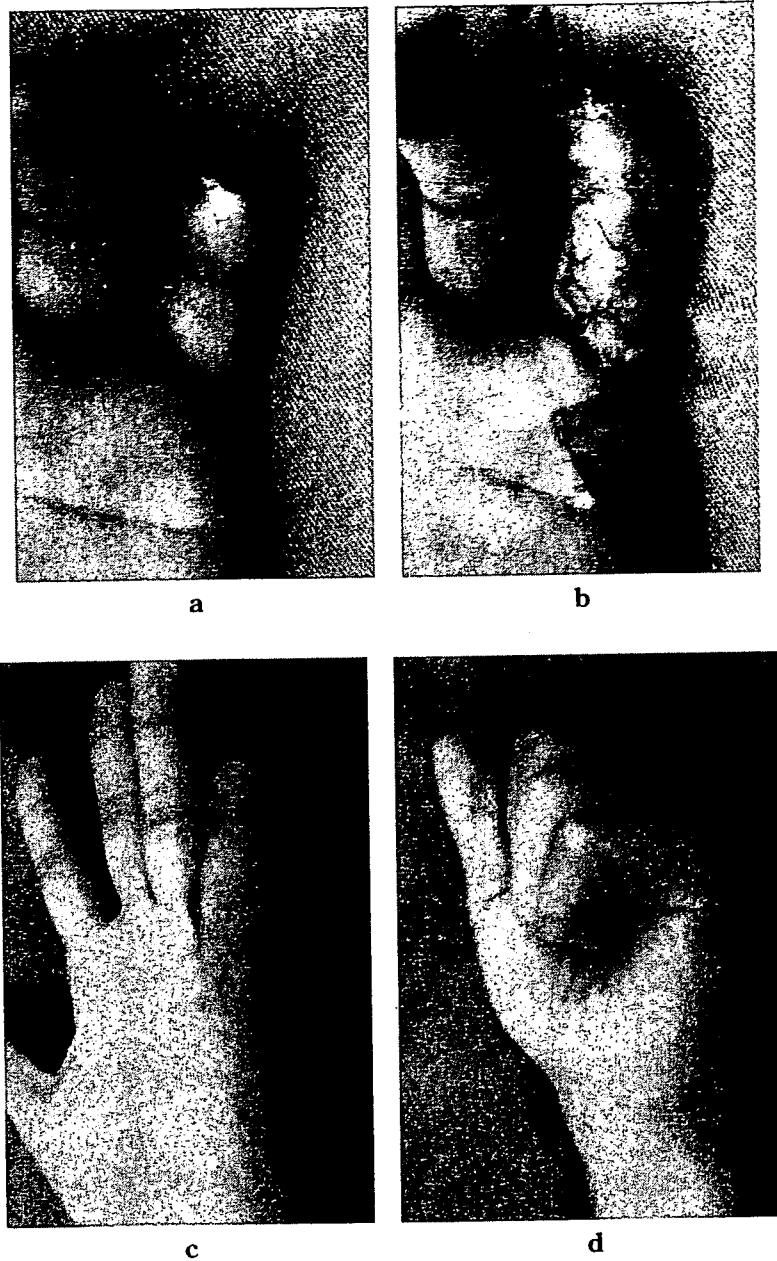


図4：症例3 25歳男性。左小指DIP関節部切断  
 a：近位指節間皮線を越えて延長した皮弁デザイン。  
 b：皮弁移動後。  
 c：術後5ヵ月の小指の伸展。  
 d：小指の屈曲。

難な一指節を越える欠損が適応となる。この場合、欠損の形態に合わせて皮弁を挿入すると指節間皮線を直交する縫合線を生じてしまう。皮弁を移動する場合には指節間皮線にY-V plastyを用いてステップ状の三角弁を挿入することで、指掌側に移行した皮弁の縫合線に波線効果

が生じトラップドア変形や瘢痕拘縮を予防するなどの結果が得られた。このことは、皮弁の採取部となった他指のドナーサイトについても同様である。自験例では、同一術野から採取可能であるという点から肘窩からの植皮を行っているが、9例中4例に植皮部の軽度な瘢痕形成を

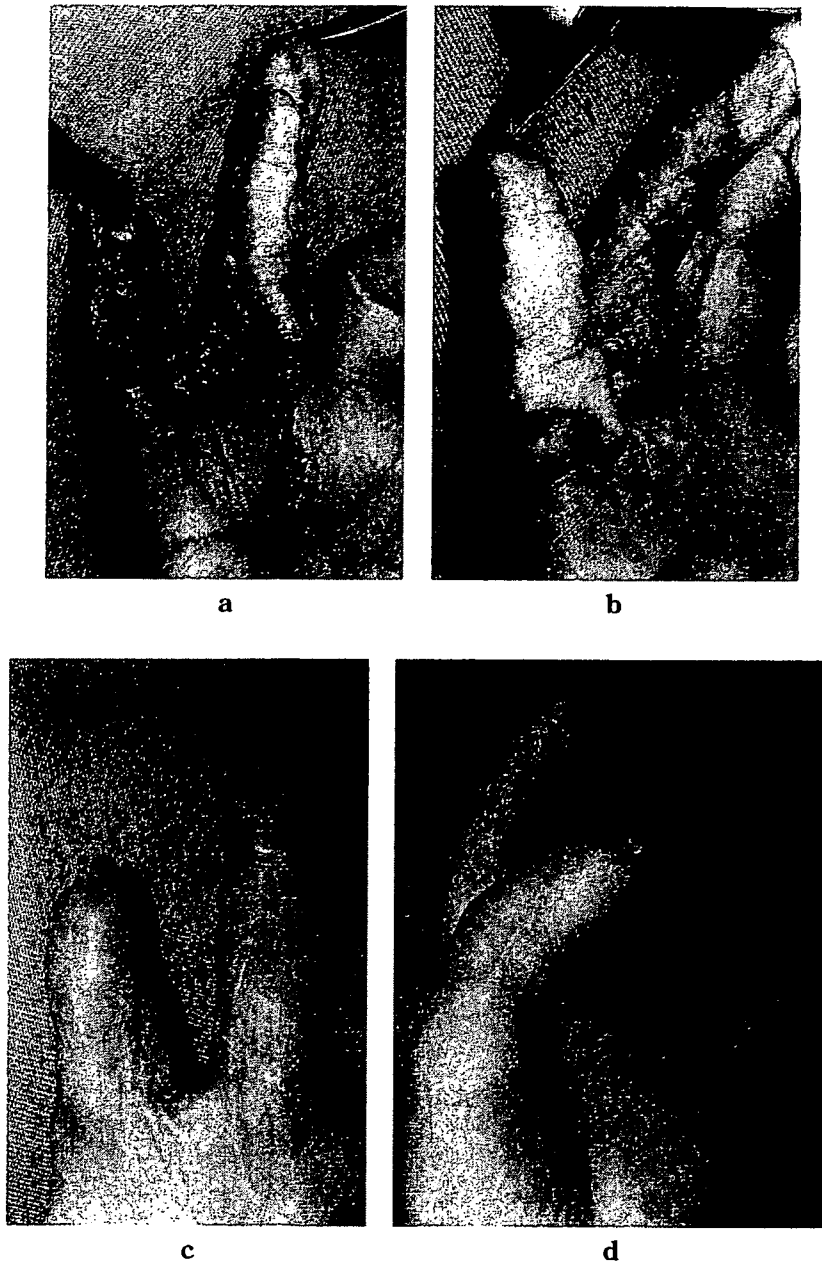


図5：症例4 25歳男性。左小指DIP関節部切断  
a：近位指節間皮線を越えて延長した皮弁デザイン。  
b：皮弁移動後。  
c：術後5ヵ月の小指の伸展。  
d：小指の屈曲

認めた。再手術を必要とした症例は認めないものの、植皮採取の際にトレース紙などを用いたより正確な大きさの植皮片のデザインと確実な生着が必要と考えられた。

一方、ステップデザインの短所として、やや煩雑なデザインと手技、創縁の延長が挙げられ

る。本法のデザインの基本はV-Y advancement法とW形成術であり、同法に習熟していることが必要である。また、ステップを作成するに当たって、指腹部に血流は豊富であり皮弁デザインの自由度も高い。ステップの角度を鈍的にするとその波線効果が弱まることと、指節

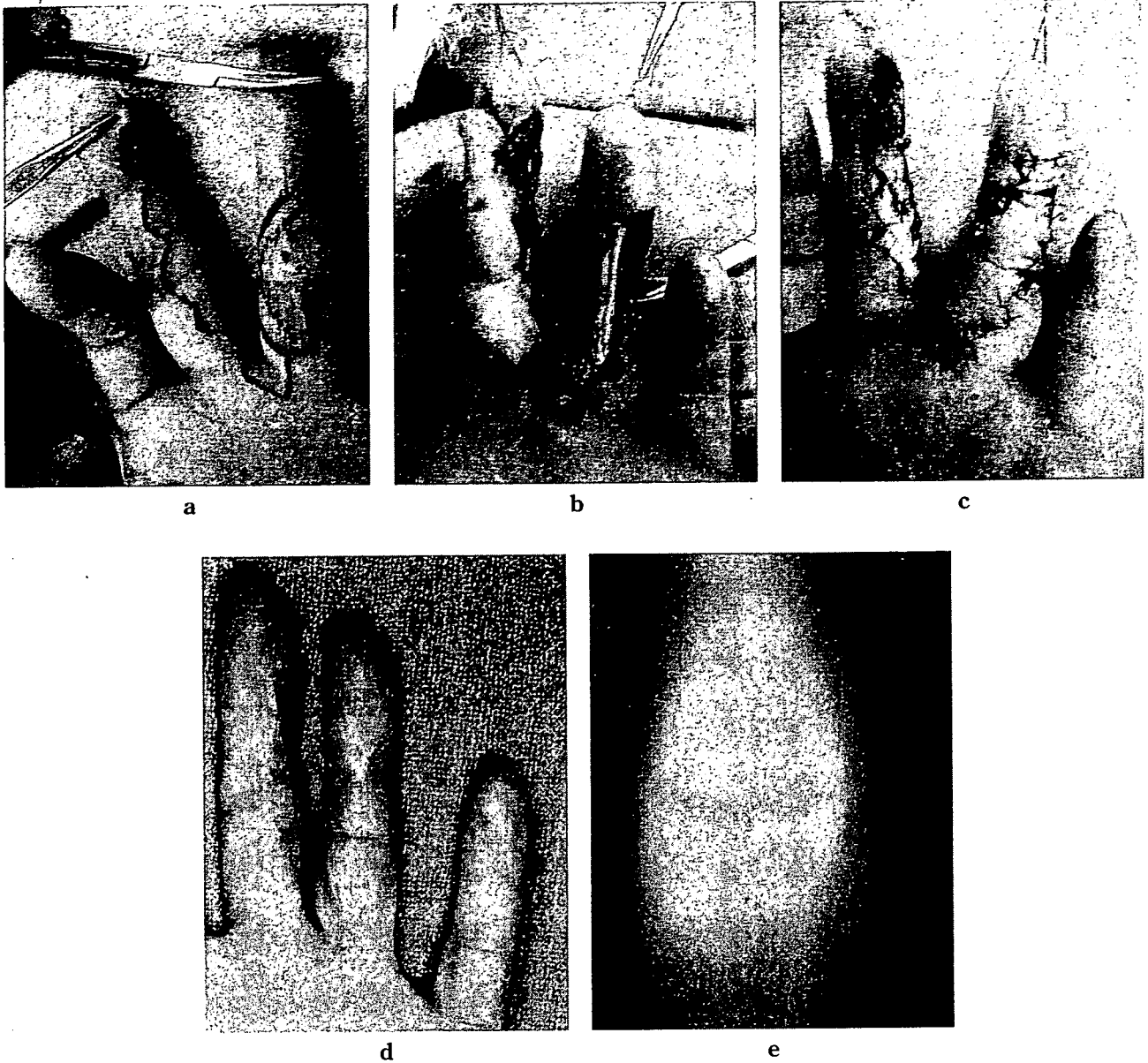


図6：症例5 40歳男性。左環指myofibrosarcoma  
 a：追加切除後と中指尺側の皮弁デザイン。  
 b：環指の切除後欠損と皮弁の挙上。  
 c：Y-V plastyによる皮弁の移行と中指への植皮。  
 d：術後1年の状態。  
 e：肘窩採皮部。瘢痕は目立たず拘縮も認められない。

間皮線を直交するデザインは術後の瘢痕拘縮を生じることには注意を払う必要がある。

まとめ

指掌側の皮弁作成におけるステップデザインの応用について報告した。指掌側には指節間皮

線が存在し、これを横切る縫合線は術後瘢痕拘縮を生じることから指掌側の外科的アプローチではzig-zag切開や側正中切開が基本であり、皮弁による修復においてもその原則は変わらない。一方、ステップデザインの基本はV-Y advancement法とW形成術であり、同法に習

熟していることと、指節間皮線に直交する縫合線は癒痕拘縮を生じることには注意を払う必要がある。

### 文 献

- 1) Kutler W : A method for finger tip amputation. J Am Med Ass, 133 : 29-30, 1947
  - 2) Segmuler G : Modifiatiion des Kutler-Lappens; neuro-vasklare Stielung. Handchirurgie, 8 : 75-76, 1976
  - 3) Venkataswami R, Subramanian N : Oblique triangular flap ; a new method of repair for oblique amputations of fingertip and thumb. Plast Reconstr Surg, 66 : 296-300, 1980
  - 4) 児島忠雄 : 皮膚損傷 (指尖損傷を含む). 日手会誌 7 : 935-940, 1991
  - 5) 荻野晶弘, 丸山 優, 澤泉雅之, ほか : 指尖部皮膚欠損に対する step-VY advancement flap の経験. 日手会誌 21 : 257-260, 2004
  - 6) 荻野晶弘, 丸山 優, 澤泉雅之, ほか : Step-ladder neurovascular island flap を用いた指腹部の再建. 日手会誌 22 : 176-179, 2005
  - 7) 児島忠雄 : 島状皮弁, 手の皮弁手術の実際, pp102-191, 克誠堂出版, 東京, 1997
  - 8) Evans DM, Martin DL : Step-advancement island flap for fingertip reconstruction. Br J Plast Surg, 41 : 105-111, 1988
  - 9) O'brien B : Neurovascular pedicled transfers in the hand. Aust N Z J Surg, 35 : 2-11, 1965
  - 10) Russell RC, Casas LA : Management of finger tip injuries. Clin Plast Surg, 6 : 405-425, 1989
-



# 腫瘍切除後の膝周辺の再建

澤泉雅之 松本誠一 眞鍋 淳 川口智義

Key words : reconstruction, knee, pedicled flap, free flap, malignant bone and soft tissue tumor

## はじめに

骨軟部悪性腫瘍の切除により生じる膝周囲欠損は、患肢温存手術のなかでも再建の難しい部位の1つである。それは膝周囲の解剖学的な特徴として、筋肉や脂肪組織などの軟部組織が少なく、腫瘍の浸潤に対するバリアーが希薄なことから、腫瘍の切除により皮膚ばかりではなく、容易に骨や関節周囲の構成体の欠損を生じてしまうためである。

一方、膝関節は人体のなかで最も大きな荷重関節であり、その運動に応じた皮膚軟部組織の修復や関節としての機能再建を行う必要があることに加え、動静脈や神経に対する修復や処置が必要となる場合がある<sup>1), 2)</sup>。これらのことから、膝周囲の皮膚軟部組織欠損の再建では皮弁による修復が一般的であり、植皮術の適応はまれである<sup>3) ~7)</sup>。

本稿では、下肢の患肢温存手術、とくに骨軟部悪性腫瘍の好発部位である膝周囲における皮膚軟部組織再建の原則、適応と選択について述

べる。

## 皮弁による再建

皮膚軟部組織欠損に対する修復法は「再建のステップ」(表1)<sup>8)</sup>に添って選択される。皮膚欠損に対してはまず一次縫合を最初に考慮しなければならない。しかし、膝周囲では軟部組織に余裕がないことから、わずかな皮膚の切除や生検創周囲皮膚の切除が一次縫合を難しくしたり、創の離開や術後瘢痕拘縮を生じてしまうことが少なくない。欠損の一次縫合が可能であっても、関節の可動域が制限されるような欠損に対しては局所皮弁の利用を考えるべきである。

次に、膝周囲の局所の皮膚軟部組織で不十分な中等大の欠損には、下腿や大腿の筋間中隔を立ち上がる穿通枝を利用した穿通枝皮弁などの有茎皮弁を利用する。

さらに大きく、下肢の組織で不十分な大きな欠損や骨などの複合組織の修復を要する場合には、遊離皮弁や遊離複合組織移植術を適応する

といった順序に従って皮弁を選択する。

しかし、中等大の欠損であっても、関節や骨、人工物の露出を伴う欠損に対しては、筋弁や筋皮弁といった血流の良好な組織を利用する。これは遊離皮弁の選択においても同様である。なお、腫瘍再建では悪性細胞の播種といった点から遠隔皮弁は適応とはならない。また、二次的な修復例で再建に時間的余裕のある場合には、tissue expanderやexpanded flapなどを用いた方法も選択の1つである<sup>4)</sup>。

### ● 局所・筋膜皮弁

局所皮弁は、比較的小さな欠損に対して、単茎のtransposition flapや双茎のbipedicled flapとして用いられてきた。しかし、顔面・上肢などの血流の豊富な部位と異なり、下肢での皮膚皮下組織の血流に依存した局所皮弁は、幅と長さの比が1:1.5程度と制限されており、これを超える長さの皮弁末梢の血流は不安定である。

膝関節周囲では深部からの穿通枝が筋膜上で膝蓋動脈網を形成する。このため、皮弁の作製にあたっては、皮下組織の下部筋膜を含め血流の方向性を踏まえたうえで筋膜皮弁として挙上する(regional axial flap)ほうが、手技的にも用意で安全である(図1①)<sup>6)</sup>。

### ● 穿通枝皮弁

膝蓋動脈網を形成する穿通枝として外側では

図1 膝周囲の血行(深層筋膜上)

①、②: 膝周囲の深層筋膜上の血行は解剖学的に7本の主要な血管から形成され、それぞれの血管は膝蓋骨を取り囲むように深層筋膜上で互いにネットワークを形成する。

a: 上外側膝動脈, b: 下外側膝動脈, c: 前脛骨動脈反回枝, d: 大腿内側広筋穿通枝, e: 上内側膝動脈, f: 下内側膝動脈, g: 伏在枝

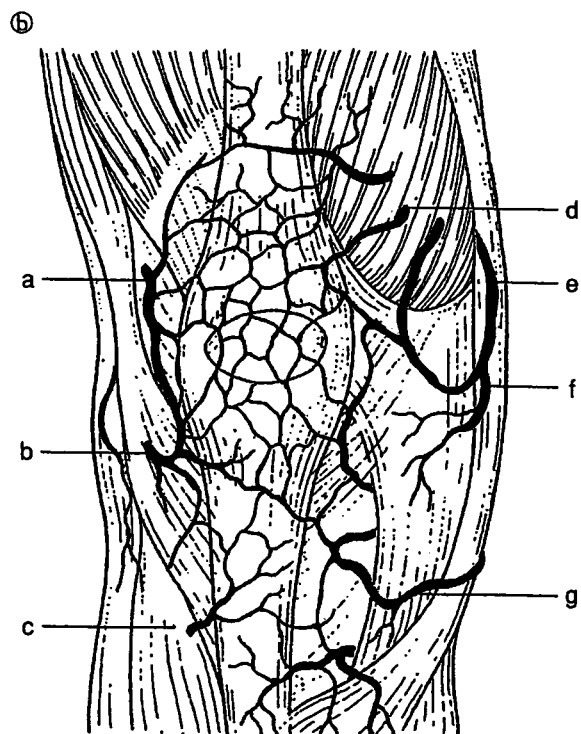
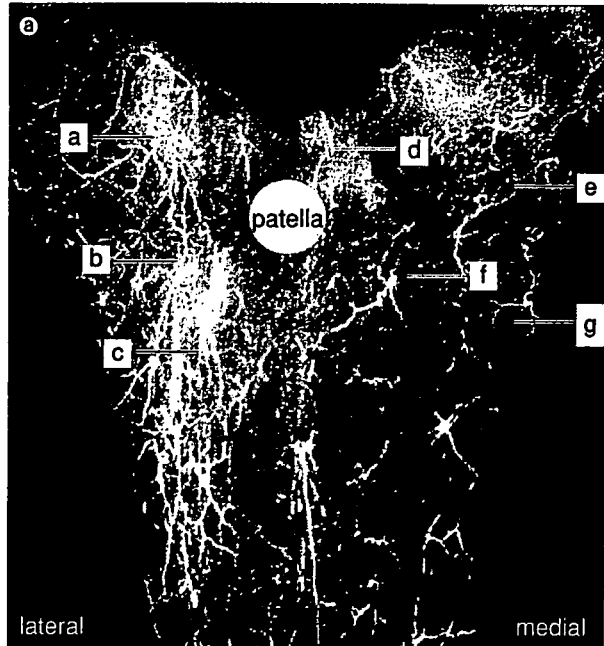
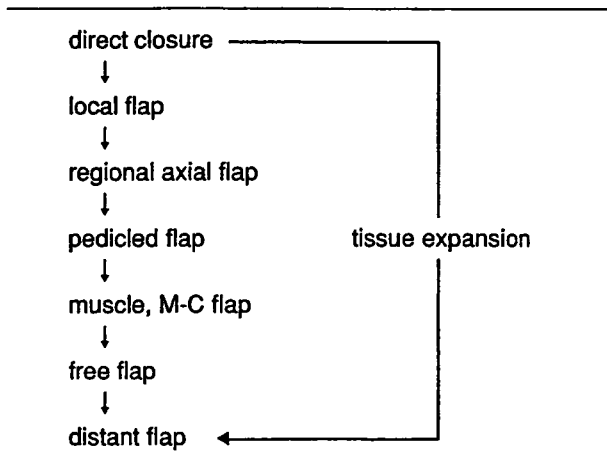


表1 皮膚欠損に対する再建のステップ



(文献<sup>8)</sup>より)

上および下外側膝動脈，内側では上および下内側膝動脈，下行膝動脈および伏在枝などがあり，さらに，後面では膝窩部後上行枝，大腿深動脈後穿通枝，浅腓腹動脈などが分布している(図1⑤)。これらの穿通枝を血管茎としてさまざまな穿通枝皮弁を作製することができる。一般に，膝蓋動脈網を構成する穿通枝にはバリエーションが多く，共通幹をつくる場合もある。そのなかで上外側膝動脈，上内側膝動脈，膝窩部後上行枝，浅腓腹動脈は解剖学的に安定して存在することから，superior lateral genu flap, superior medial genu flap, popliteo-posterior thigh flap, sural flapとして膝周囲の再建に用いられている<sup>9)</sup>。

### ● 筋・筋皮弁

膝前面の再建に用いられる筋肉には，縫工筋と腓腹筋があり，筋弁+遊離植皮，あるいは筋皮弁として使用される。関節や脛骨の露出した場合や人工関節，とくに脛骨近位腫瘍で脛骨側に大きなコンポーネントが挿入される場合は，皮膚欠損の有無にかかわらず腓腹筋を用いて人工関節を被覆している。

腓腹筋には内側頭と外側頭があり，それぞれ大腿骨内・外顆から起こり，末梢側は正中で癒合しヒラメ筋とともにアキレス腱となる。内・外側頭は別々に膝窩動脈からの腓腹枝に栄養され，動静脈のみの茎とすることができる<sup>9)</sup>。

筋皮弁とする場合，皮弁のデザインはそれぞれの筋体の上に行い，下方は内果の5cm上方まで筋膜皮弁として拡大可能である。内側頭は外側頭に比べやや大きな皮弁が作製できる。筋皮弁とした場合bulkyであり，採取部に植皮術を追加する必要がある。腫瘍用人工関節再置換例で術野の展開により，膝関節周囲の穿通枝が犠牲となってしまう場合でも，腓腹筋への筋枝は温存されていることが多く利用価値が高い。この場合，筋弁とした関節部を被覆したのち，皮膚欠損の状態に合わせて植皮を行う。

### ● 遊離皮弁・遊離複合組織移植術

遊離皮弁の採取部は身体中に存在するが，膝周囲を修復する場合，著者らは同側の胸背動静脈を血管茎とした遊離組織移植術を行っている。その理由として，上半身のみ側臥位とすることで，下肢の腫瘍切除と同時に皮弁採取が可能である。胸背動静脈は太く長さがあり，解剖学的変異が少なく確実な血管吻合が行える。広背筋皮弁・肩甲皮弁のいずれか，もしくは両者を単一血管茎とした大きな皮弁が作製可能である。血管柄付き肩甲骨を含めた複合組織移植片を採取可能である。デザインを工夫することで容易に皮弁採取部の一次的閉鎖が可能で，機能的脱落も少ない，などの点があげられる<sup>10)~12)</sup>。

吻合する血管は仰臥位の場合は大腿外側回旋動脈，およびその下行枝を選択する。胸背動脈の伴行静脈は通常1本で口径も大きいので，外側回旋動脈の伴行静脈と口径差が大きな場合には，大腿静脈に端側で吻合するか，肩甲下動脈のレベルで2本となる判行静脈を外側回旋動脈の伴行静脈とそれぞれ吻合する。体位が腹臥位の場合は，大腿深動脈とその伴行静脈を使用する。

### 症例提示

著者が癌研究会附属病院での患肢温存手術に参加して以降，皮膚軟部組織欠損の再建を目的に皮弁・筋皮弁の手術を行った症例は268例であり，このうち，膝周囲再建例は86例であった。その内訳は局所皮弁および筋膜皮弁4例，中隔皮弁・穿通枝皮弁5例，腓腹筋弁・筋皮弁58例，遊離皮弁および遊離複合組織移植術19例であった。腓腹筋弁使用例のうち30例は人工関節の被覆を目的としたものであった。遊離皮弁は全例が広背筋皮弁であった。遊離複合移植術は3例であり，いずれも広背筋皮弁に肩甲皮弁および肩甲骨を胸背動静脈を血管茎として挙上し，骨

欠損を同時に補填した症例であった。また、皮弁移植と同時に5例で膝窩動静脈の再建を、6例で四頭筋の機能再建を、4例で内側側副靭帯の再建を、4例でISP (*in situ preparation*) 法<sup>2)</sup> による神経の温存を行った。

結果、遊離広背筋皮弁を行った2例で皮弁壊死を生じた。血管吻合を前脛骨動脈および腓腹筋筋枝と行った症例で、いずれも静脈血栓形成が原因であった。有茎皮弁で皮弁壊死を生じた症例はなかった。

以下、代表的な再建症例を供覧する。

### 【症例1】膝関節外側小欠損(図2)

37歳、男性。近医にて膝関節外側の腫瘤の単純摘出を受けた。永久標本から悪性黒色腫の診断を受け追加広範切除の目的で当院を紹介された。手術時、膝関節外側に2.5cm大の線条瘻痕が存在し、3cmのマージンで切除縁を設定した。生じる欠損にはその後方に局所皮弁をデザインし筋膜を含めて皮弁を挙上、transposition flapとして欠損部へ移行した。皮弁採取部は一次的

に縫合閉鎖した。切除縁評価はwide (3cm) であった。術後、皮弁の生着は良好であり、5カ月を経過し、膝関節の可動域制限はなく、通常に生活している。

### 【症例2】膝関節前方中等大欠損(図3)

47歳、女性。多形細胞肉腫に対し3cmのマージンで膝蓋骨前面と膝蓋靭帯の一部を含めた切除縁を設定した。生じた9cm大の円形欠損に対し膝窩動脈からの穿通枝を利用した25×9cm大のPPT flap<sup>9)</sup> による修復を行った。皮弁は90° transpositionして欠損部へ移行し、大腿後面の皮弁採取部は一次的に縫合閉鎖した。手術後7年を経過した現在、腫瘍の再発転移はなく、四頭筋機能も保たれており、若干の膝関節屈曲制限を認めるものの、日常生活には支障なく通常に生活している。

### 【症例3】膝関節前方中等大欠損(図4)

26歳、男性。膝関節前方に生じた滑膜肉腫に対し3cmのマージンで切除縁を設定し、膝関節を含めた広範切除術を行った。関節の再建には人工関節面を頭側へ2cm移動させ、膝蓋骨を尾側にadvanceし、頸骨コンポーネントに内固定

図2 【症例1】膝関節外側小欠損

- ①：膝外側の切除縁と局所皮弁のデザイン。
- ②：transposition flapとして欠損部へ移行した皮弁。
- ③：術後5カ月の状態。

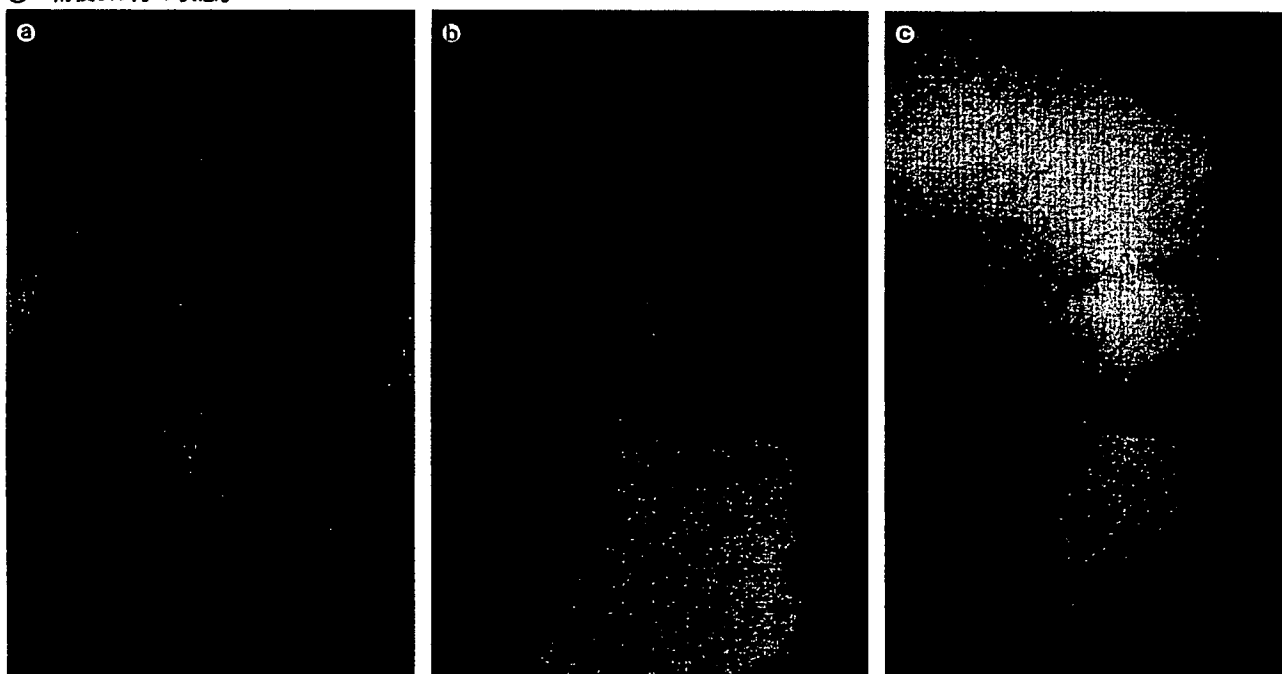


図3 【症例2】膝関節前方中等大欠損

- ①：膝前方の切除線とPPT flapのデザイン。
- ②：腫瘍切除後欠損の状態。
- ③：PPT flapの挙上。
- ④：皮弁の移動後。



図4 【症例3】膝関節前方中等大欠損

- ①：膝前方に突出した腫瘍とその切除線。
- ②：腓腹筋内側頭を用いた皮弁のデザイン。
- ③：Kawaguchi methodによる腫瘍様人工膝関節を用いた四頭筋機能の再建と挙上した腓腹筋皮弁。
- ④：術後6年の状態。



する方法 (Kawaguchi method)<sup>13)</sup> を用い、同時に四頭筋の再建を行った。軟部組織の欠損には腓腹筋皮弁による修復を選択した。腓腹筋内側頭の筋体で脛骨コンポーネントを被覆すると同時に切除された皮膚を皮弁で修復した。腓腹筋皮弁採取部には一部植皮術を追加している。術

後6年を経過し、腫瘍の再発転移はなく、膝伸展力はMMT 3で、膝関節可動域は $-5 \sim 80^\circ$ 。日常での歩行に支障はないが自転車を漕ぐのに不便を感じている。

【症例4】太腿下部前方大欠損 (図5)

53歳、女性。左大腿部皮下の浸潤性MFHに対

し5~7cmのマーヅンで切除縁を設定し、外側広筋の膝蓋骨付着部を除く大腿四頭筋および縫工筋を含めた広範切除術を行った。生じた21×24cm大の皮膚軟部組織欠損に対し広背筋の皮島を二分割した遊離分割広背筋皮弁<sup>12)</sup>による修復を行った。皮弁は挙上後に欠損形態に合わせて縫合し、皮弁採取部は一次的に縫合閉鎖した。血管吻合は大腿外側回旋動脈の下降枝および大腿静脈にそれぞれ端々端側吻合した。術後経過

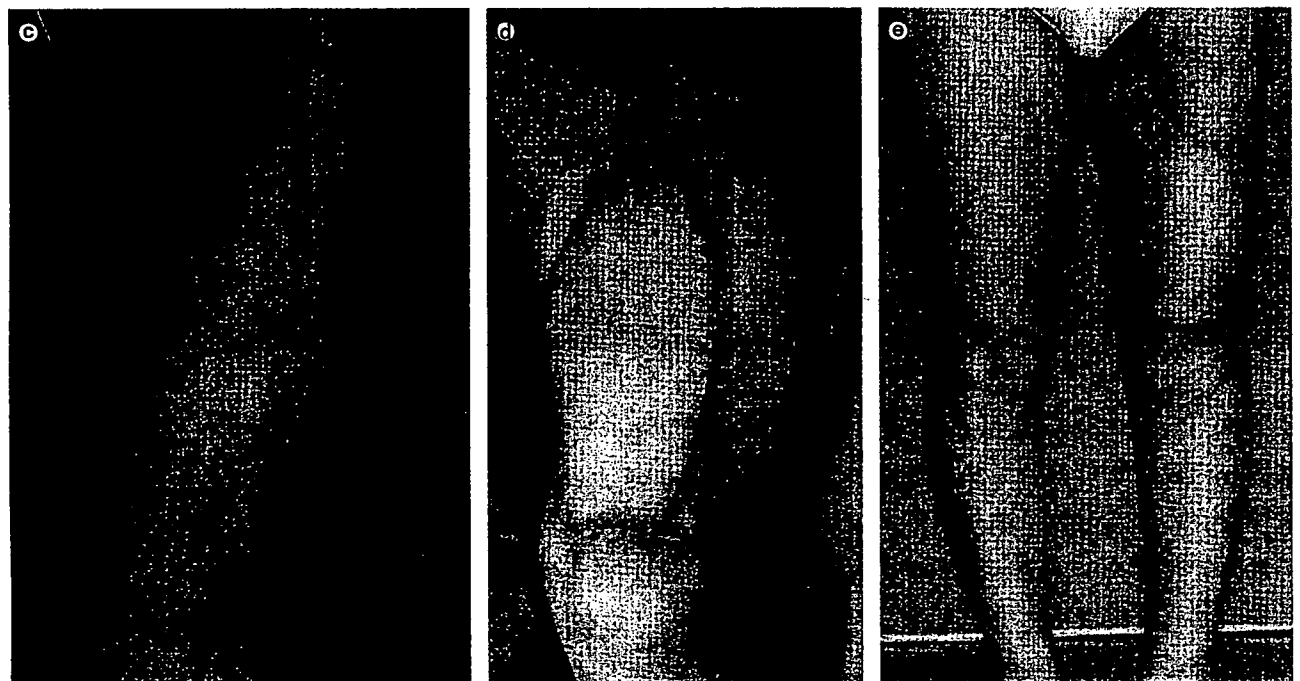
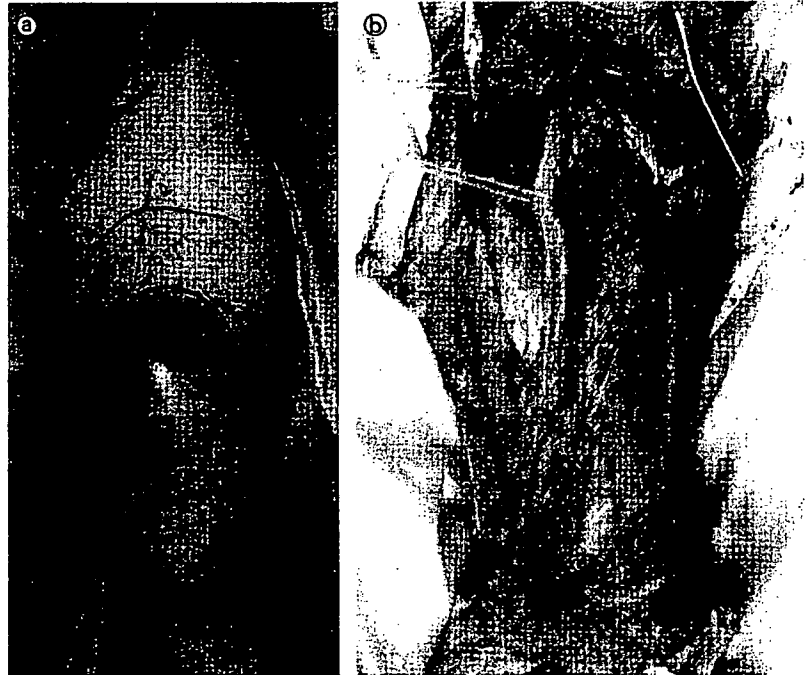
は順調であり、1年6カ月を経過した現在、腫瘍の再発転移はなく、膝伸展力はMMT 3で、膝関節可動域は0~110°。日常での歩行に支障なく通常に生活している。

### 【症例5】膝後方複合組織欠損(図6)

38歳、女性。左大腿部皮下のMFHに対し5cmのマーヅンで切除縁を設定し、大腿動静脈、大腿骨後面を含めた広範切除術を行った。脛骨神経および腓骨神経はISP法を用い温存した。大

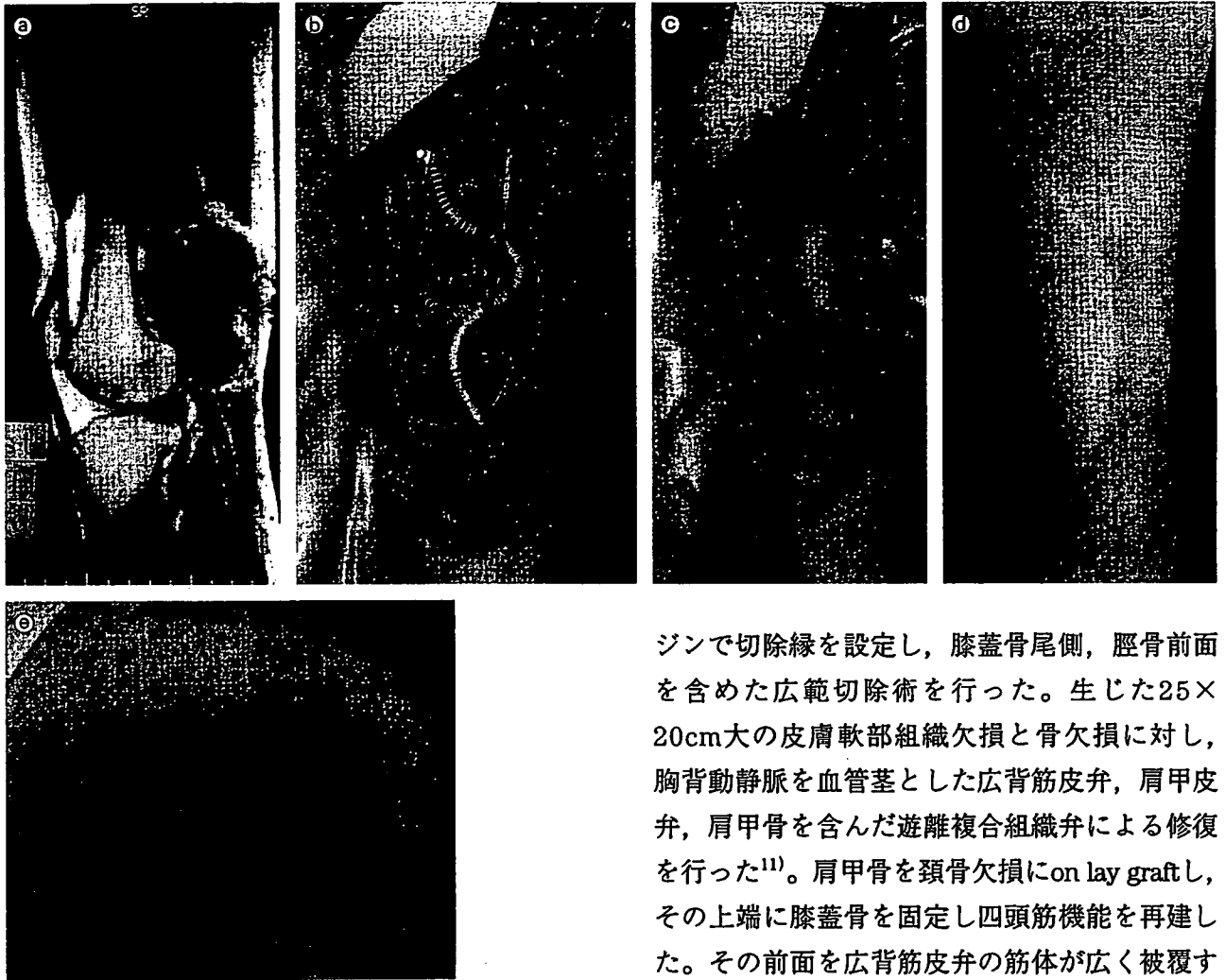
図5 【症例4】大腿下部前方大欠損

- ㊸：浸潤性MFHに対し5~8cmのマーヅンで切除縁を設定。
- ㊹：腫瘍切除後の欠損。
- ㊺：皮膚欠損を広背筋上に分割した皮弁のデザイン。
- ㊻：大腿部への皮弁の移植。
- ㊼：術後1年6カ月の状態。



## 図6 【症例5】膝後方複合組織欠損

- ㉑: 術前MRIにて腫瘍が坐骨神経および大腿動静脈に隣接する。
- ㉒: 腫瘍切除後、大腿動脈は人工血管にて再建した。
- ㉓: 肩甲骨付き広背筋皮弁により大腿骨後面の骨欠損を補填し、筋体でプレートと人工血管を被覆。
- ㉔: 術後5年の状態。
- ㉕: 膝関節可動域は0~100°。



腿動脈は人工血管にて再建した。大腿骨および軟部組織の欠損に対しては、広背筋皮弁の広い筋体と肩甲骨を含めた遊離複合組織弁を採取し、骨欠損に肩甲骨をonlay graftしたのち、補強用プレート、人工血管を広背筋筋体で被覆した。術後2年で単発肺転移が見つかり右肺区域切除を行っている。その後5年を経過する現在、腫瘍の再発転移はなく、膝伸展力はMMT 4で、膝関節可動域は0~100°。日常での歩行に支障なく通常に生活している。

## 【症例6】膝関節前方複合組織欠損(図7)

46歳、男性。左膝部のMFHに対し5cmのマー

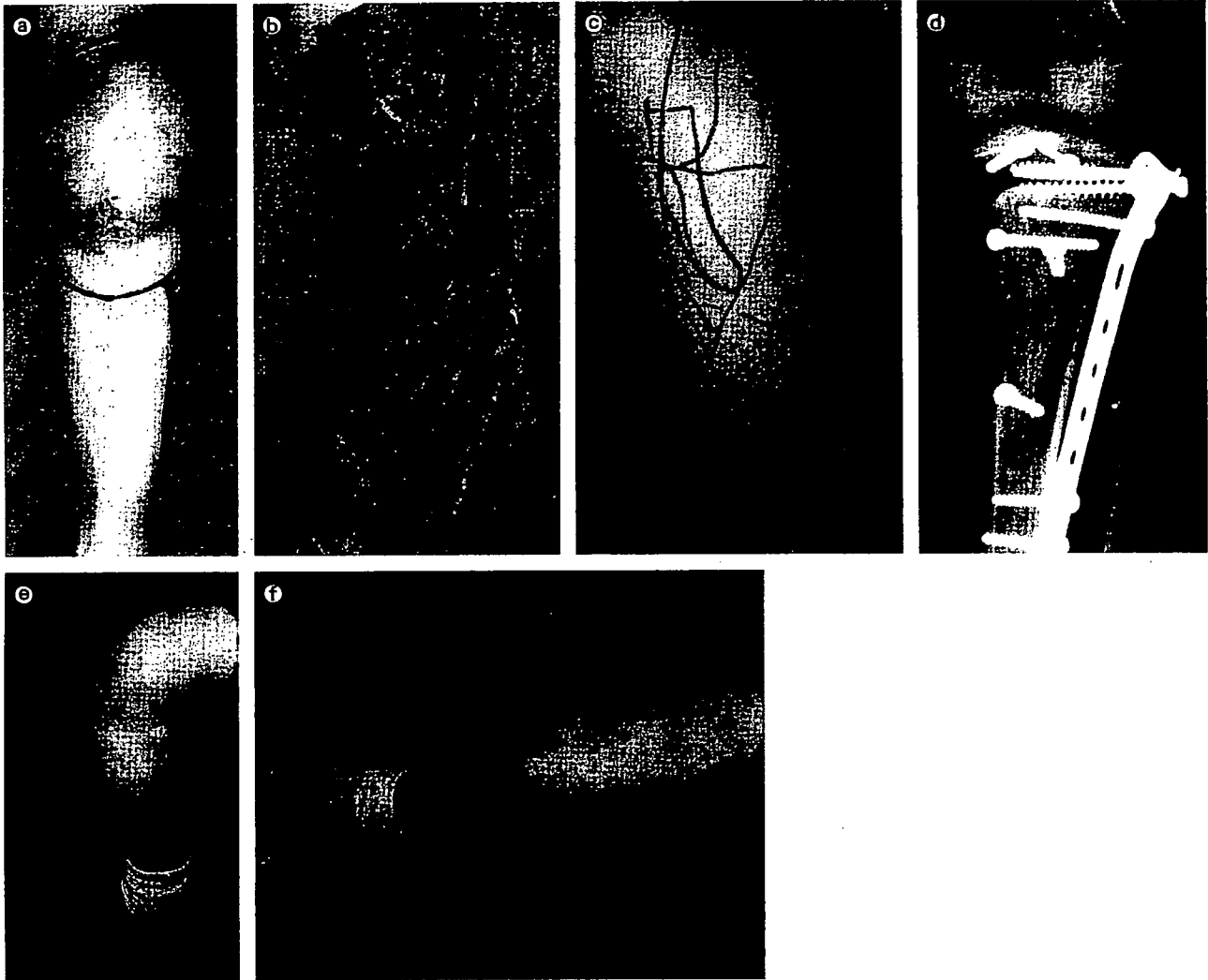
ジンで切除縁を設定し、膝蓋骨尾側、脛骨前面を含めた広範切除術を行った。生じた25×20cm大の皮膚軟部組織欠損と骨欠損に対し、胸背動静脈を血管茎とした広背筋皮弁、肩甲皮弁、肩甲骨を含んだ遊離複合組織弁による修復を行った<sup>1)</sup>。肩甲骨を頸骨欠損にon lay graftし、その上端に膝蓋骨を固定し四頭筋機能を再建した。その前面を広背筋皮弁の筋体が広く被覆するように配置し、その筋体上に肩甲皮弁を縫合した。術後経過は良好で13年を経過した現在、腫瘍の再発転移はなく、膝伸展力はMMT 3で、膝関節可動域は-10~100°。杖装具の着用なく独歩可能である。

## 考察

悪性腫瘍に対する集学的治療がめざましく進歩するなかで、四肢に好発する骨軟部悪性腫瘍の外科的アプローチにもいくつかの変遷がみられる<sup>1)</sup>。1つは患肢機能温存の点から、安全な切除縁をいかに縮小するかである。手術療法の最

図7 【症例6】膝関節前方複合組織欠損

- ㉑: 5cmのマージンで切除縁を設定した。
- ㉒: 膝関節の約半周に及ぶ皮膚欠損と膝蓋骨尾側、頸骨前方の骨欠損。
- ㉓: 胸背動静脈を単一血管茎とする肩甲骨付き広背筋皮弁+肩甲骨皮弁のデザイン。
- ㉔: 術後X線像。
- ㉕: 術後13年の状態。
- ㉖: 膝関節可動域は $-10^{\circ}$ ~ $100^{\circ}$ 、杖装具の着用はなく独歩可能である。



大の目的は腫瘍の局所根治性を達することであるが、より多くの健常組織を残すことは、機能損失を最小限に留め合併症を防ぐうえで重要である。そのためには、根治性を損なわずして切除縁を縮小することが必要である<sup>2)</sup>。

その一方で、より進行した症例や局所浸潤性を示す腫瘍に対する患肢温存手術の適応も顕著といえる。これには当然、拡大手術が求められることとなり、形成外科的な再建の力量と質が問われる<sup>4), 5), 10)</sup>。

最近の形成外科の進歩である種々の皮弁や微小外科的手技を応用した複合組織移植術などを用いることで、広範な腫瘍切除後の皮膚欠損や骨欠損の修復を行うことができるようになってきた。再建手技の向上は、より根治的な腫瘍の切除を可能とし、患肢温存手術の適応も広がってきたといえる。

さらに、今日では、再建術にも単に欠損を被覆・補填するといった考え方から、術後QOLの観点から機能的に、さらには自然な形態に復元



するといった再建の質へ目を向けた対応が求められている<sup>11), 12)</sup>。

実際の手術に際し、著者らは皮弁の選択を「再建のステップ」<sup>9)</sup>に添って適応し、有茎皮弁による欠損の被覆では局所の組織に不足を生じる場合や、同時に骨欠損に対する血管柄付き骨移植による補填を要する場合に遊離組織移植を行ってきた<sup>1), 4), 5)</sup>。この考え方に従って、皮膚欠損を有する症例(人工関節の被覆を主目的とした症例を除く)56例中37例で有茎皮弁で被覆可能であった。皮膚欠損に対する被覆法は手技的にも安定し、術後合併症の少ない有茎皮弁による閉鎖を第1に考慮すべきであると考えられた。

骨軟部悪性腫瘍の再建では、皮弁の壊死や遷延治癒は患肢機能回復や術後化学療法の妨げとなり、最悪の場合切断術にもつながる。したがって、再建外科医は骨軟部腫瘍切除の概念と取り扱いに対する知識を修得し、術前の検討から加わる必要がある。再建外科医と腫瘍切除者が互いの目的や手技に精通することで、より合目的で安全な患肢温存手術が行われるものと考え<sup>5), 10)</sup>。

## まとめ

患肢温存手術における形成外科的役割について、とくに骨軟部悪性腫瘍の好発部位である膝周囲における皮膚軟部組織再建の原則と皮弁の適応・選択について述べた。

膝周囲ではわずかな皮膚の切除や生検創周囲皮膚の切除が一次縫合を難しくしたり、創の離開や術後癒着拘縮を生じてしまうことが少なくない。結果として、皮弁による修復が必要となった場合でも、従来の局所皮弁や筋皮弁に加え、穿通枝皮弁や遊離複合組織移植術などの有用な再建法が開発されてきており、欠損の状態に応じて修復法を選択する幅は広がっている。患者個々のもつ状況を加味して、最適な方法を選ぶことが大切である。

## ◆文 献◆

- 1) 松本誠一, 川口智義, 真鍋 淳ほか: 骨・軟部悪性腫瘍に対する広範囲切除術. *New Mook整形外科*, 18: 91-96, 2005.
- 2) Matsumoto S, Kawaguchi N, Manabe J: "In situ preparation": new surgical procedure indicated for soft-tissue sarcoma of a lower limb in close to major neurovascular structures. *Int J Oncol*, 7: 51-56, 2002.
- 3) 澤泉雅之, 川口智義: 骨軟部悪性腫瘍切除後の四肢の機能再建, 四肢の形成外科—最近の進歩, 第2版. 形成外科アドバンスシリーズ I-2, 小島忠夫編. 克誠堂, 東京, 2005, p7-18.
- 4) 澤泉雅之, 丸山 優, 川口智義ほか: 悪性骨軟部腫瘍の患肢温存手術—下肢における皮弁修復例の検討— . *形成外科*, 40: 479-488, 1997.
- 5) 澤泉雅之, 丸山 優, 岡島行一ほか: 境界領域における形成外科の役割: 四肢再建における整形外科とのチームアプローチ. *形成外科*, 41: 741-750, 1998.
- 6) 澤泉雅之ほか: 四肢皮膚・軟部組織欠損治療のマニュアル, 局所皮弁(下肢). *Orthopaedicus*, 17: 43-57, 2004.
- 7) 澤泉雅之: 再置換の考え方と機種選択; 2) 創の問題. *人工関節置換術—基礎と臨床—*, 松野誠夫編. 文光堂, 東京, 2006, p495-501.
- 8) 丸山 優, 澤泉雅之: 皮弁の基本手技. *手術*, 50: 1569-1580, 1996.
- 9) 丸山 優, 澤泉雅之: 新しい皮弁の概念と分類(I). 皮弁移植法; 最近の進歩, 第2版, 形成外科アドバンスシリーズ I-4, 鳥居修平編. 克誠堂, 東京, 2002, p3-11.
- 10) 松本誠一, 川口智義, 真鍋 淳ほか: 骨軟部肉腫切除後の形成外科的再建. *整形外科*, 52: 74-75, 2001.
- 11) Sawaizumi M, Maruyama Y, Kawaguchi N: Vertical double-flap design for repair of wide defects of the lower limb, using combined ascending scapular and latissimus dorsi flaps. *J Reconstr Micro*, 11: 407-414, 1995.
- 12) Sawaizumi M, Maruyama Y: Sliding-shape designed latissimus dorsi flap. *Ann Plast Surg* 37: 317-321, 1996.
- 13) 谷澤泰介, 川口智義, 松本誠一ほか: 膝周囲骨軟部肉腫に対する人工膝関節置換術における膝伸展機構(Kawaguchi Method)の再建. *日整会誌*, 78: 631, 2004.