**マイクロサージャリーの基本手技**

**小郡第一総合病院整形外科　服部泰典**

**はじめに**

**1960年代にマイクロサージャリーの技術が臨床応用されて以来、すでに半世紀が経過した。手外科のマイクロサージャリーの最も代表的な手術である切断指再接着術は、すでに確立された手術手技と言っても過言ではない。さらに、多くの遊離皮弁や血管柄付き骨移植術など様々な新しい手術が開発され、以前ではあきらめざるを得なかった患肢の温存や、失われた機能の再建などが現実のものとなった。手外科におけるマイクロサージャリーの技術は、血管吻合や神経縫合の技術のみではなく、拡大された視野での愛護的な組織剥離を行なえることも重要である。本講演では、手外科医にとって必須の技術であるマイクロサージャリーについて、その基本的な手技を中心に解説し、代表的な手術症例を供覧する。**

**歴史**

**血管吻合法の基礎的技術は、1900年代初頭にDr.Carrelにより開発された。顕微鏡下の血管吻合法の技術の開発は、1960年代にDr.Jacobsonにより行なわれた。Dr.Jacobsonにより開発された多くの手術器械は、現在でも使用されている。1960年代には多くのマイクロサージャリーの技術を利用した実験的研究が行なわれた。その中でも、Dr.Bunckeは多くの先駆的な功績により、“マイクロサージャリーの父”と呼ばれている。世界初の切断指再接着術は、本邦の玉井進先生が1965年に成功した。以後、多くの施設で切断指再接着術の成功例が報告されるようになった。1970年代には切断指再接着術が爆発的に普及し、さらに多くの遊離複合組織移植の開発や末梢神経外科への応用が行なわれるようになった。1990年代からは、0.5mm前後の血管を吻合するスーパーマイクロサージャリーが本邦を中心に発展した。これにより、指尖部切断の再接着術の成功率が向上し、穿通枝皮弁やリンパ管静脈吻合術も本邦から世界に発信されている。このように、本邦の先駆者の大きな功績により、マイクロサージャリーの技術が発展してきた。**

**手術器械**

**手術用顕微鏡の基本的な構造は、マイクロサージャリーが臨床応用された当初より大きく変わっていない。しかし、最近の高性能の顕微鏡の開発により、さらに高倍率で鮮明な視野が得られるようになった。光源は、従来はキセノン光源であったが、最近はハロゲン光源が中心となり、より自然に近い色再現性が得られるようになっている。顕微鏡の使用に際しては、十分に明るい光量で操作することが重要である。これは、明るいほど、絞りを絞れるので焦点深度が深くなり、焦点が合いやすくなるからである。しかし、光量を大きくする際の注意点は、術者の目の疲労が大きくなることと、特にキセノン光源の際には低温熱傷の発生が報告されている。また、神経血管などの組織の剥離操作には拡大鏡の使用が必須である。**

**鑷子、ハサミ、持針器などの手術器械は市販されているもので十分である。現在、一般的に市販されているマイクロサージャリーの縫合糸は、8-0から12-0までであり、吻合する血管の口径に応じて縫合糸を選択する。2mm以上では8-0、1〜2mmでは9-0、1mm前後では10-０の使用を目安にしている。スーパーマイクロサージャリーと呼ばれる0.5mm前後では11-0もしく12-0の使用を必要とする。**

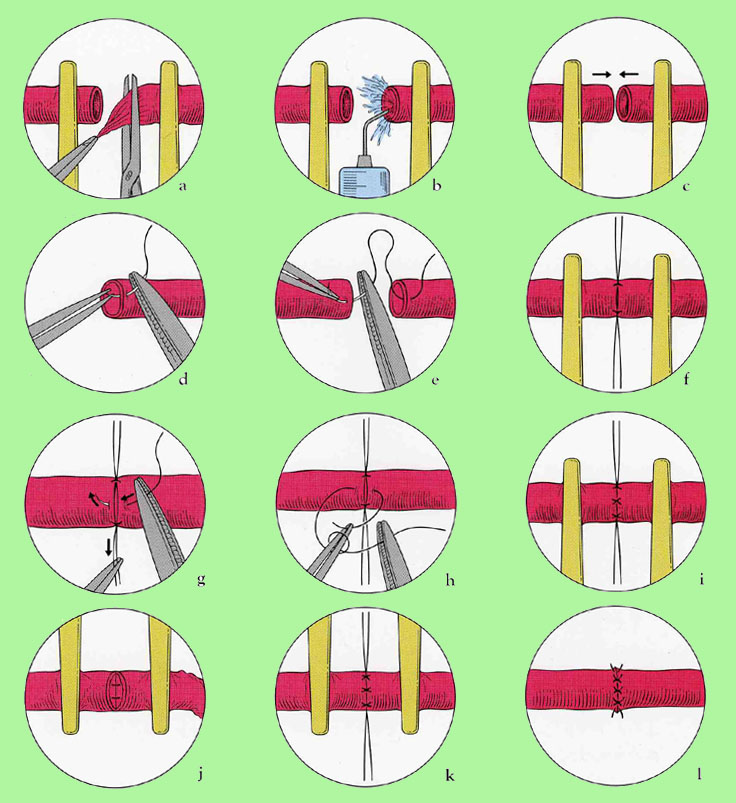
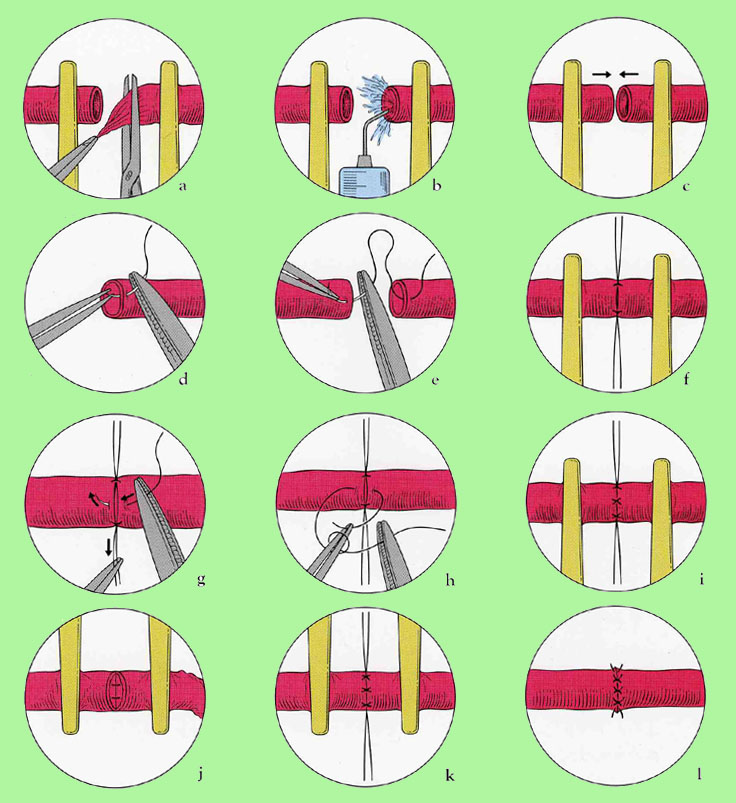
**マイクロサージャリーの手術器械に関しては、適切な顕微鏡の光源や焦点の調節、高品質の器具の使用など常に器械のメンテナンスを行なっておくことが手術を成功させる鍵の一つである。**

**基本手技**

* **血管吻合術**

**基本的な血管吻合方法を以下に示す。**

1. **血管固定鉗子で血管の両断端を固定する。血管内腔にはみ出ない程度まで十分に外膜を切除する。**
2. **血管内腔の凝血塊をヘパリン入り生食で洗浄する。**
3. **血管固定鉗子を操作して血管断端を寄せる。**
4. **第1針の挿入を行なう。**
5. **針は内膜を必ず貫通させるように挿入することが重要であり、内膜が内反していないことを確認する。**
6. **第2針の挿入は、第1針に対して120度の角度で挿入するeccentric stay sutureもしくは180度の角度で挿入するsymmetric stay sutureとする。前者は、後壁を縫い込むことが少ない方法として推奨されているが、口径差のある血管吻合の場合は後者の方がバランスよく吻合できる。**
7. **第１針と2針のstay sutureの間に第3針をかける。**
8. **第3針を吻合する。**
9. **前壁の吻合を行なう。**
10. **血管固定鉗子を180度反転する。**
11. **前壁と同様に後壁を吻合する。**
12. **吻合終了。**

****

**上記の基本的な技術は必須であるが、実際の臨床例で血管吻合を確実に成功させるためには、いくつかの応用技術を習得しておく必要がある。Back-wall first techniqueと180-degrees techniqueは後壁から吻合を開始する方法であるが、術野が狭くて深いため血管吻合鉗子が反転できない際に繁用される。Open techniqueは、血管固定鉗子を使用せずに血液を流出させながら吻合する方法である。血液を流出させることにより内腔の確認が容易になるため、指尖部切断再接着術の静脈吻合やリンパ管静脈吻合の際などの非常に細い血管を吻合する際に使用することがある。**

* **神経縫合術**

**神経縫合術の成績に影響を与える因子には、患者の年齢、受傷部位、**

**受傷から手術までの期間、神経断端の瘢痕の有無、神経縫合の手術手技など多くのことが挙げられる。神経縫合法には、神経外膜縫合、神経外膜周膜縫合、神経周膜縫合の３種類の縫合法があり、その優劣に関して過去には多くの論争が行なわれてきた。手関節レベルの正中神経や尺骨神経の修復では、神経外膜縫合と神経周膜縫合ではその成績に差はないとされている。よって、単純な外傷による神経断裂では手技の容易な神経外膜縫合で十分と考えられる。しかし、神経束間神経移植術や神経交差縫合術では神経外膜縫合は不可能であり、神経周膜縫合をせざるを得ない。よって、神経縫合術では神経外膜縫合とともに神経周膜縫合の技術も必須である。**

**神経縫合術の目的は、神経線維束のアライメントを整えることであり縫合糸には抗張力を求めないのが原則であり、縫合糸の刺入位置で断端の適合性の良否が決まる。縫合の緊張は緩めにすること、神経断端を決して保持しないことも重要である。**

* **組織の剥離操作**

**組織の剥離操作は手外科のみではなく外科手術の基本であり、ハサミ**

**による剥離と切離の単純動作の連続である。神経血管の剥離、皮弁の挙上、神経原性腫瘍の摘出など、手外科では顕微鏡（拡大鏡）下での操作が必須である。**

**トレーニング方法**

**マイクロサージャリーのトレーニング方法に関しては、すでに多くの成書に記載されている。以前は、ラットなどの大腿動脈や頸動脈を使用していたが、現在では生きている動物を使用できる施設は限られている。最近の報告では、鶏の手羽先などの代用品の有用性が報告されている。吻合後の開存性が確認できない欠点はあるが、動物を使用する際のコストや準備にかかる手間を考慮すると、鶏の手羽先でもトレーニングには十分である。いずれにしても、トレーニングの段階で1mm程度の血管を確実に吻合できる技術と自信をつけてから臨床例に臨んでいただきたい。トレーニングでは、上述の血管吻合や神経縫合の基本的技術以外に様々な応用技術を試みるべきである。**