

© Copyright 2015 - Tutti i diritti riservati
Timeo Editore, Bologna (Italy)

Manuale di Microchirurgia

Dalle tecniche di base a quelle avanzate

ed. Società Italiana di Microchirurgia

ed.res. *Pierluigi Tos, Alessio Pedrazzini*

1ª edizione, ottobre 2015

ISBN: 978-88-97162-41-4

Il presente volume è edito da
TIMEO Editore s.r.l.
Via G. Rossini, 10 - 40067 Rastignano - Bologna (Italy)
info@timeoeditore.it - www.timeoeditore.com

Impaginazione, stampa e confezione:
Officine Grafiche LITOSEI s.r.l. - Rastignano - Bologna (I) - www.litosei.com

MANUALE
di
Microchirurgia
Dalle tecniche di base
a quelle avanzate



DIRETTIVO SIM 2013-2015

Presidente onorario
G. Brunelli - Brescia

Presidente
P. Tos - Torino

Past President
R. Cipriani - Bologna

Next President
F. Moschella - Palermo

Segretario
S. D'Arpa - Palermo

Consiglieri
Z. Arnez - Trieste
A. Baccarani - Modena
R. Baraziol - Udine
L. Calabrese - Milano
F. Contedini - Bologna
S. D'Arpa - Palermo
A. Pagnotta - Roma
M. Riccio - Ancona
F. Senes - Genova

Tesoriere
I. Marcoccio - Brescia

Probiviri
L. Delcroix - Firenze
N. Felici - Roma
F. Santanelli di Pompeo - Roma

Segretario alla presidenza
A. Crosio - Torino

Revisori dei conti
A. Antonini - Pietra Ligure
C. Garusi - Milano
A. Panunzi - Roma

Delegato internazionale
M. Innocenti - Firenze

COMITATO EDITORIALE

Pierluigi Tos
Alessio Pedrazzini
Ignazio Marcoccio
Lara Lazzaro

**COMMISSIONE
STANDARDIZZAZIONE
CORSI BASE SIM 2013-15**

Coordinatori
Roberto Baraziol - Pierluigi Tos

E. Fraccalanza, M. Schiavon - Udine
B. Panero, A. Crosio, B. Battiston - Torino
L. Moccia, A. Soldati - Napoli
A. Pedrazzini - Parma
F. Boriani - Bologna
A. Occhini - Pavia
A. Poggetti - Pisa
S. D'Arpa, F. Toia - Palermo
M. Baronetti - Bari
E. Cigna - Roma
M. Riccio, P. Pangrazi - Ancona

**COMMISSIONE
FORMAZIONE SIM 2013-15**

Presidenti
Pierluigi Tos - Francesco Moschella

Roberto Baraziol
Ignazio Marcoccio
Marco Pignatti
Mauro Schiavon
Salvatore D'Arpa

**CORSO AVANZATO
di MICROCHIRURGIA**

Responsabili scientifici
Santolo Cozzolino
Roccardo Luchetti
Fabrizio Malan
Pierluigi Tos

Comitato scientifico
Antonio Apolito
Francesco D'Andrea
Guglielmo Lanni
Alessia Pagnotta

Coordinatore
Ignazio Marcoccio

INDICE

| | | |
|--|--------|-----|
| Elenco degli Autori | pagina | 7 |
| Introduzione | " | 17 |
| Prefazioni | " | 21 |
| PARTE PRIMA - TECNICHE DI BASE | | |
| 1) Generalità | | |
| 1.1) Storia della microchirurgia | " | 29 |
| 1.2) Mezzi ottici e strumentario | " | 35 |
| 1.3) Regole generali, ergonomia e stile di vita | " | 47 |
| 1.4) Regole generali delle suture vascolari | " | 53 |
| 1.5) Regole generali delle suture nervose | " | 71 |
| 2) Progressione didattica corsi base di microchirurgia SIM | | |
| 2.1) Progressione didattica nell'apprendimento della microchirurgia | " | 81 |
| 2.2) Maneggiare gli strumenti chirurgici, l'ago, il filo, fare i nodi | " | 91 |
| 2.3) Progressione didattica al microscopio con materiale inerte | " | 101 |
| 2.4) La valutazione della sutura vista dall'interno | " | 111 |
| 3) Dissezione di modelli animali | | |
| 3.1) La dissezione dei vasi, regole generali | " | 117 |
| 3.2) Il cuore di maiale - Dissezione ed esercizi | " | 121 |
| 3.3) La coscia e la gamba del pollo - Dissezione ed esercizi | " | 131 |
| 3.4) Tecnica di sutura su nervo femorale di pollo | " | 143 |
| 3.5) L'ala di pollo - Dissezione ed esercizi | " | 149 |
| 3.6) Esercizio di base di tecnica supermicrochirurgica su ala di pollo | " | 169 |
| 3.7) Il collo del pollo - Dissezione ed esercizi | " | 173 |
| 3.8) Analisi dei principali errori di tecnica | " | 179 |
| 3.9) Valutazione della capacità microchirurgica prima dell'impiego di un modello vivente | " | 191 |
| PARTE SECONDA - TECNICHE AVANZATE | | |
| Indice delle Schede Pratiche | " | 204 |
| Introduzione | " | 205 |
| Regola delle 3R per minimizzare l'impatto sull'animale da laboratorio | " | 207 |

| | | |
|----------------------------|---|------------|
| Coscia | | |
| S.1) | Anastomosi termino-terminale e termino-laterale della vena e arteria femorale | pagina 213 |
| S.2) | Anastomosi termino-terminale dell'arteria femorale con innesto di vena femorale o vena epigastrica | " 217 |
| S.3) | Leombo inguinale trasferito all'inguine opposto con sutura termino-terminale o termino-laterale sui vasi femorali | " 221 |
| | Leombo inguinale con tunnellizzazione del peduncolo vascolare | " 225 |
| S.4) | Esercizi di tecnica supermicrochirurgica nel ratto: | |
| | leombo inguinale basato su vasi epigastrici superficiali | " 229 |
| | Leombo libero cervicale cutaneo-linfonodale trasferito su vasi femorali | " 232 |
| Collo | | |
| S.5) | Anastomosi termino-terminale della carotide e della vena giugulare esterna | " 237 |
| S.6) | Anastomosi termino-terminale della carotide con innesto del ramo profondo della vena giugulare esterna | " 241 |
| S.7) | Anastomosi termino-laterale della carotide sulla vena giugulare esterna (fistola artero-venosa) | " 245 |
| S.8) | Pontaggio della carotide con vena femorale | " 249 |
| S.9) | Leombo inguinale trasferito al collo in termino-laterale sulla carotide e vena giugulare esterna | " 253 |
| Addome | | |
| S.10) | Sutura termino-terminale dell'aorta sottorenale | " 259 |
| S.11) | Pontaggio dell'aorta con innesto di vena giugulare esterna | " 263 |
| S.12) | Autotrapianto del rene sinistro in situ | " 269 |
| Coda | | |
| S.13) | Anastomosi termino-terminale dell'arteria caudale | " 271 |
| Coaptazione nervosa | | |
| S.14) | Nervo sciatico e sue branche: anatomia, suture e innesti | " 273 |
| S.15) | Nervi mediano e ulnare: anatomia e sutura termino-terminale e termino-laterale | " 277 |
| APPENDICE | | |
| | Schede di valutazione | " 285 |
| | Tavole a colori | " 289 |

Elenco degli Autori



Roberto Adani

MD, Direttore UOC di Chirurgia della Mano, Ospedale Borgo Roma, Azienda Ospedaliero Universitaria Integrata di Verona



Maurizio Altissimi

MD, Prof. Associato, Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Università di Perugia; Direttore di S.C. di Chirurgia della Mano e Microchirurgia, Ospedale "Santa Maria", Terni



Matteo Amoroso

MD, Assistente in formazione in Chirurgia Plastica, Ricostruttiva ed Estetica - Scuola di Specializzazione. "Sapienza" Università di Roma c/o Azienda Ospedaliera Sant'Andrea, Roma



Andrea Antonini

MD, Dirigente Medico, S.C. di Malattie Infiammatorie Osteoarticolari del Centro multispecialistico di Malattie Infettive e Ortopedia Settica Ospedale di Albenga e Centro Regionale di Chirurgia della Mano dell'Ospedale S. Paolo di Savona



Antonio Apolito

MD, Dirigente Medico, UOS di Microchirurgia Chirurgia Plastica e CGU AO Cardarelli, Napoli



Stefano Artiaco

MD, PhD, Dirigente Medico, Ortopedia e Traumatologia, Dipartimento di Ortopedia, Traumatologia e Riabilitazione (GIM), Azienda Ospedaliero Universitaria Città della Salute e della Scienza, PO CTO, Torino



Alessio Baccarani

MD, Dirigente Medico esperto, S.C. Chirurgia Plastica Ricostruttiva Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena



Carla Baldrighi

MD, Dirigente Medico, Chirurgia Plastica Ricostruttiva e Microchirurgia, dipartimento di Oncologia AOU-Careggi Ospedale CTO, Referente Chirurgia della Mano Pediatrica e Microchirurgia Ricostruttiva, AOU-Meyer, Ospedale Pediatrico Meyer, Firenze



Roberto Baraziol

MD, Dirigente Medico - SOC Chirurgia Plastica, Azienda Ospedaliero-Universitaria Santa Maria della Misericordia, Udine



Marco Baronetti

MD, Dirigente Medico, Ospedale Generale Regionale "F. Miulli", Acquaviva delle Fonti - Bari


Bruno Battiston

MD, Ph.D, Direttore Unità Complessa di Ortopedia e Traumatologia, Dipartimento di Ortopedia Traumatologia e Riabilitazione. Azienda Ospedaliera Universitaria Città della Salute e della Scienza. P.O. C.T.O. – Torino.


Alberto Bedogni

MD, Ricercatore Confermato, Chirurgia Maxillofaciale, Dipartimento di Neuroscienze, Università di Padova


Monia Bellan

MD, Dirigente Medico, Unità Operativa Ortopedia e Traumatologia, Azienda Istituti Ospitalieri di Cremona


Marco Benazzo

MD, Prof. Direttore SC di Otorinolaringoiatria, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Università di Pavia


Teresa Benigno

MD, Dirigente Medico, UOC di Ortopedia e Traumatologia, UOD Microchirurgia, Dipartimento di Ortopedia Traumatologia e Riabilitazione. Azienda Ospedaliera Universitaria Città della Salute e della Scienza. P.O. C.T.O. - Torino


Giulia Bertino

MD, Dirigente Medico, Unità Complessa di Otorinolaringoiatria, Università di Pavia, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia


Giorgio Matteo Berto

MD, Dirigente Medico, Responsabile "Microchirurgia d'urgenza" U.F. Chirurgia della Mano, IRCCS Multimedica, Milano


Maddalena Bertolinii

MD, Dirigente Medico SC Chirurgia della Mano (GLM), Dipartimento di Ortopedia Traumatologia e Riabilitazione. AOU Città della Salute e della Scienza. P.O. CTO, Torino.


Filippo Boriani

MD, Ph.D St Alma Mater Studiorum, Università di Bologna - Chirurgia Plastica Ricostruttiva ed Estetica & della Mano, Istituto Ortopedico Rizzoli, Bologna


Elena Boux

MD, Dirigente Medico, SC Ortopedia Oncologica e Ricostruttiva, Dipartimento di Ortopedia Traumatologia e Riabilitazione. Azienda Ospedaliera Universitaria Città della Salute e della Scienza. P.O. CTO, Torino


Luca Braghiroli

MD, Dirigente Medico, UO di Chirurgia della mano e microchirurgia, Azienda Ospedaliera Santa Maria, Terni


Luca Calabrese

MD, Direttore Unità Neoplasie Orali Faringee, IEO Istituto Europeo di Oncologia, Milano

**Sigismondo Castaldo**

Specialista in scienze e medicina degli animali da laboratorio, veterinario designato, Centro di Biotecnologie AORN A Cardarelli

**Mario Cherubino**

MD, Ricercatore Universitario, Chirurgia Plastica Ricostruttiva ed Estetica, Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita, Università degli Studi dell'Insubria, Varese

**Davide Ciclamini**

MD, Dirigente Medico, Unità Dipartimentale di Microchirurgia, (GIM), Dipartimento di Ortopedia Traumatologia e Riabilitazione. Azienda Ospedaliera Universitaria Città della Salute e della Scienza di Torino. P.O. CTO, Torino

**Emanuele Cigna**

MD, Ph.D, Dirigente Medico, "Sapienza" Università di Roma, Dip. di Chirurgia "Pietro Valdoni", U.O.C. di Chirurgia Plastica, Roma

**Michele Cillino**

MD, Assistente in formazione in Chirurgia Plastica, Ricostruttiva ed Estetica - Chirurgia Plastica e Ricostruttiva. Dipartimento di Discipline Chirurgiche, Oncologiche e Odontostomatologiche. Università degli Studi di Palermo, Palermo

**Riccardo Cipriani**

MD, Direttore Unità Operativa di Chirurgia Plastica, Ospedale S. Orsola Malpighi, Bologna

**Giulia Colzani**

MD, Dirigente Medico, SOC Ortopedia e Traumatologia Ospedale Cardinal Massaia, Asti

**Maurizio Corradi**

MD, Specialista in Ortopedia e Chirurgia della Mano, Professore a contratto di Chirurgia della Mano e Microchirurgia presso l'Università di Parma, Unità Funzionale di Ortopedia, casa di cura Città di Parma, Parma

**Paolo Cortese**

MD, Dirigente Medico, Responsabile servizio microchirurgia ricostruttiva - Ospedale San Giuseppe, Milano

**Santolo Cozzolino**

Farmacista, Ph.D, Coordinatore del Centro di Biotecnologie A.O.R.N. "A. Cardarelli", Napoli

**Francesco Croce**

MD, Direttore UOSD di Chirurgia della Mano, CTO, Napoli

**Erika Crosetti**

MD, Ph.d st, Dirigente Medico, S.C. di Otorinolaringoiatria Ospedale San Luigi Gonzaga Università di Torino, Ospedale Martini e consulente c/o Fondazione IRCSS Candiolo, Torino


Alessandro Crosio

MD, Assistente in formazione - Scuola di Specializzazione in Ortopedia e Traumatologia dell'Università di Torino - UO Microchirurgia - AOU Città della Salute e della Scienza di Torino, PO CTO - Maria Adelaide, Torino


Salvatore D'Arpa

MD, Ph.D, Department of Plastic and Reconstructive Surgery Ghent University Hospital, Gent, Belgium - Chirurgia Plastica e Ricostruttiva Dipartimento di Discipline Chirurgiche, Oncologiche e Stomatologiche Università degli Studi di Palermo - Palermo


Francesco D'Andrea

MD, Prof. Ordinario di Chirurgia Plastica, Direttore della Scuola di specializzazione in Chirurgia Plastica Ricostruttiva ed Estetica, Seconda Università di Napoli, Napoli


Massimo Del Bene

MD, Direttore UOC Chirurgia Plastica, chirurgia della mano e microchirurgia ricostruttiva, Ospedale San Gerardo, Monza


Gabriele Delia

MD, Ph.D, Ricercatore confermato, Cattedra di Chirurgia Plastica Università degli Studi di Messina, Messina


Pasquale De Marinis

MD, Dirigente Medico, UOSC Neurochirurgia A.O.R.N. "A. Cardarelli", Napoli


Daniele Di Napoli

Medico Veterinario - Centro di Biotecnologie A.O.R.N. "A. Cardarelli", Napoli


Giorgio De Santis

MD, Prof. Ordinario e Direttore della Scuola di Specializzazione di Chirurgia Plastica Ricostruttiva ed Estetica Università di Modena e Reggio Emilia


Rocco De Vitis

MD, Dirigente medico I livello, Complesso Integrato Columbus, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma


Nicola Felici

MD, Direttore ad interim UOC di Chirurgia Plastica e Chirurgia della Mano - Azienda Ospedaliera "San Camillo - Forlanini" - Roma


Matteo Ferrero

MD, Dirigente Medico SC Chirurgia della Mano (GIM), Dipartimento di Ortopedia Traumatologia e Riabilitazione. Azienda Ospedaliera Universitaria Città della Salute e della Scienza. P.O. CTO, Torino


Eugenio Fraccalanza

MD, Dirigente Medico, Alta professionalità per la Microchirurgia Ricostruttiva e Riparativa, SOC di Chirurgia Plastica, AOU S. Maria della Misericordia, Udine

**Laura Frontero**

MD, Assistente in formazione, Scuola di Specializzazione in Chirurgia Plastica Ricostruttiva ed Estetica, Università degli Studi di Milano, c/o IRCCS Multimedica, Milano

**Armando Fonzone**

MD, Dirigente Medico, Chirurgia della Mano Ospedale dei Pellegrini, Napoli

**Cristina Garusi**

MD, Dirigente Medico, Vice Direttore senior, Divisione di Chirurgia Plastica, Istituto Europeo di Oncologia, Milano

**Stefano Geuna**

MD, Prof. Associato, Dipartimento di Scienze Cliniche e Biologiche, Scuola di Medicina, Università degli Studi di Torino, Torino

**Ali Ghanem**

MD, Ph.D, MRCS, MD, PHD Barts and London School of Medicine and Dentistry, Academic Plastic Surgery, GB

**Thomas Giesen**

MD, Consultant Hand Surgeon at University Hospital of Zurich, (CH)

**Alberto Grammatica**

MD, Dirigente Medico, Dipartimento di Otorinolaringoiatria Università di Brescia, Spedali Civili, Brescia

**Matteo Guzzini**

MD, Dirigente Medico, UOC Ortopedia e Traumatologia Università "La Sapienza" Az. Ospedaliera S. Andrea, Roma

**Akitatsu Hayashi**

MD, Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

**Marco Innocenti**

MD, Prof. Associato, Direttore UO Chirurgia Plastica Ricostruttiva e Microchirurgia, Università degli Studi di Firenze, AOU CTO Careggi, Firenze

**Luca Lancerotto**

MD, Department of Plastic Surgery and Hand Surgery, NHS Lothian, Edinburgh, Scotland UK

**Guglielmo Lanni**

MD, Dirigente Medico, Chirurgia della Mano Ospedale dei Pellegrini, Napoli

**Lara Lazzaro**

*MD, Ph.D, Dirigente medico,
UOC di Chirurgia Plastica e
Chirurgia della Mano,
Azienda Ospedaliera
'San Gerardo' di Monza,
Monza*

**Josette Legagneux**

*Research Engineer, Secieur
Microchirurgie & Chirurgie
Expérimental, Ecole de Chirurgie
- APHP - 7 Rue du Fer à Moulin,
Paris*

**Riccardo Luchetti**

*MD, Responsabile Centro di Riabi-
litazione e Chirurgia della mano e
dell'arto superiore di Rimini; Con-
sulente per la patologia del polso
presso Chirurgia della Mano,
Clinica di Chirurgia Plastica e Ri-
costruttiva, Università di Milano*

**Francesca Maggiulli**

*MD, Assistente in formazione,
Scuola Specializzazione Ch.
Plastica, Ricostruttiva ed Estetica
Università dell' Insubria, Ospedale
di Circolo Fond.ne Macchi, Varese*

**Fabrizio Malan**

*MD, Diregente Medico Il livello,
Direttore Chirurgia Plastica e
Ricostruttiva, P.O. CTO, AOU
Città della Salute e della Scienza
di Torino*

**Gerardo Malzone**

*MD, Department of Reconstructive
Microsurgery
Royal Free Hospital University
College of London, London*

**Antonio Mancini**

*Farmacista, Ph.D., UOS Centro
di Biotecnologie A.O.R.N.
'A. Cardarelli', Napoli*

**Ignazio Marcoccio**

*MD, Dirigente Medico, Centro
di Chirurgia della Mano e
Microchirurgia Ortopedica, Istituto
Clinico Città di Brescia - Gruppo
Ospedaliero San Donato, Brescia*

**Luigi Stefano Moccia**

*MD, Dirigente Medico, SSD
di Chirurgia Plastica Presidio
Ospedaliero del Levante Ligure
A.S.L.5 Spezzino, La Spezia*

**Gabriele Molteni**

*MD, Dirigente Medico, UOC di
Otorinolaringoiatria, Dipartimento
di chirurgia specialistiche Testa-
Collo, Azienda Ospedaliero
Universitaria Policlinico di Modena*

**Eleonora Morandini**

*MD, Dirigente Medico, UO di
Ortopedia e Traumatologia,
Azienda Ospedaliera Carlo Poma,
Mantova*

**Francesco Moschella**

*MD, Ph.D, Professore Ordinario di
Chirurgia Plastica Università degli
Studi di Palermo*

**Chiara Novelli**

MD, Dirigente Medico, Aiuto UOC di Chirurgia della Mano - Policlinico MultiMedica IRCCS, Ospedale San Giuseppe, Milano

**Antonio Occhini**

MD, Dirigente Medico, Unità Complessa di Otorinolaringoiatria, Fondazione IRCCS Policlinico "San Matteo", Pavia

**Sebastiano Oieni**

MD, Assistente in formazione, Scuola di Specializzazione di Chirurgia Plastica, Estetica e Ricostruttiva, Università degli Studi di Palermo, Policlinico "Paolo Giaccone", Palermo

**Rosaria Orsini**

Capo Sala, Centro di Biotecnologie A.O.P.N.: "A. Cardarelli", Napoli

**Alessia Pagnotta**

MD, Dirigente Medico, Responsabile UOSD Chirurgia della Mano, Microchirurgia e chirurgia dell'arto superiore, Ospedale Israelitico, Roma

**Emanuele Pamelin**

MD, Dirigente Medico, Centro Regionale di Chirurgia della Mano, Ospedale San Paolo, Savona

**Bernardino Panero**

MD, Dirigente Medico, Unità Dipartimentale di Microchirurgia (GIM), Dipartimento di Ortopedia Traumatologia e Riabilitazione, Azienda Ospedaliera Universitaria Città della Salute e della Scienza, P.O. CTO, Torino

**Pier Paolo Pangrazi**

MD, Dirigente Medico, SOD Complessa di Chirurgia Ricostruttiva e Chirurgia della Mano, AOU "Ospedali Riuniti" di Ancona, Ancona

**Andrea Panunzi**

MD, Dirigente Medico, U.O.C. di Microchirurgia Generale e Chirurgia della Mano, Casa di Cura Fabia Mater di Roma

**Giorgio Pajardi**

MD, Prof. Direttore U.O.C. di Chirurgia della Mano - Ospedale San Giuseppe - IRCCS MultiMedica Milano, Scuola di Specializzazione in Chirurgia Plastica - Università degli Studi di Milano

**Alessio Pedrazzini**

MD, Dirigente Medico, Responsabile ambulatorio della mano e del polso, Professore a contratto di Traumatologia della mano, Clinica Ortopedica e Traumatologica, Azienda Ospedaliera Universitaria di Parma

**Sara Penco**

MD, Dirigente Medico, Dipartimento di Otorinolaringoiatria Università di Genova, IRCCS Ospedale S. Martino, Genova



Giorgio Pivato
MD, Dirigente Medico,
Responsabile Servizio di Chirurgia
della Mano e Microchirurgia
Ricostruttiva, Clinica San Pio X,
Milano



Andrea Poggetti
MD, Dirigente Medico, UO
Ortopedia e Traumatologia
ASL3/ESTAR Pescia, con la
partecipazione dell'AOUP I Clinica
Ortopedica Universitaria Pisa



Alessandro Pozzi
MD, Dirigente Medico, Unità
di Chirurgia della Mano e
Microchirurgia Clinica S. Pio X,
Milano - Clinica Cellini, Torino



Pierfrancesco Pugliese
MD, Dirigente Medico Unità di
Microchirurgia CTO di Torino e
Servizio di Chirurgia della mano,
Presidio Ospedaliero Gradenigo,
Torino



Raffaele Rauso
MD, Libero Professionista,
Chirurgia Plastica Estetica e
Maxillo-Facciale, Casa di Cura Villa
Luisa, Roma



Michele Riccio
MD, Direttore SOD Complessa di
Chirurgia Ricostruttiva e Chirurgia
della Mano, AOU "Ospedali
Riuniti" di Ancona



Carlo Rossello
MD, Assistente volontario, Centro
Chirurgia Mano Renzo Mantero,
Ospedale San Paolo Savona.,
MIOS Ospedale Santa Maria di
Misericordia, Albenga, Chirurgia
Maxillo Facciale Ospedale Galliera,
Genova



Mario Igor Rossello
MD, Direttore Centro regionale
di Chirurgia della mano "Renzo
Mantero", Ospedale S. Paolo,
Savona



Antonia Russomando
MD, Dirigente Medico, UOC
Chirurgia della Mano, Azienda
Ospedaliero-Universitaria di
Modena



Marzia Salgarello
MD, Prof. Dipartimento di
Chirurgia Plastica e Ricostruttiva,
Ospedale Universitario "Agostino
Gemelli", Università Cattolica del
Sacro Cuore, Roma



Fabio Santanelli di Pompeo
MD, Prof., Cattedra di Chirurgia
Plastica, "Sapienza" Università di
Roma, Facoltà di Medicina e Psico-
logia - Scuola di Specializzazione
in Chirurgia Plastica, Ricostruttiva
ed Estetica - Resp. dell'U.O. di
Chirurgia Plastica, Az. Ospedaliera
S. Andrea



Adriano Santorelli
MD, Dirigente Medico, Resp. me-
dicina e chirurgia estetica cliniche
Health Park e unità di chirurgia
plastica, dermatochirurgia e flebo-
logia, Clinica A. Grimaldi, S. Gior-
gio a Cremano, Napoli



Leonardo Sartore
MD, Direttore Unità Operativa
Complessa di Chirurgia Plastica,
Ospedale Sant'Anna, Como



Mauro Schiavon
MD, Direttore Struttura Operativa
Complessa Chirurgia Plastica
Azienda Ospedaliero-Universitaria
"S. Maria della Misericordia",
Udine



Francesco Smeraglia
MD, Università degli Studi di
Napoli Federico II, Ortopedia e
Traumatologia, Napoli



Alessandra Soldati
MD, Dirigente Medico Ospedale
Pellegrini, Napoli



Ombretta Spingardi
MD, Dirigente Medico, Centro
Regionale di Chirurgia della
Mano, Ospedale San Paolo,
Savona



Elena Taglieri
MD, Dirigente Medico, Chirurgia
della Mano, dell'arto superiore
e microchirurgia, Ospedale
Israelitico, Roma



Federico Tamborini
MD, Dirigente Medico, UO
Chirurgia Plastica e Ricostruttiva,
Ospedale di Circolo - Fondazione
Macchi - Varese



Cesare Tiengo
MD, Dirigente Medico, UOC
Chirurgia Plastica e Ricostruttiva
Azienda Ospedaliera Università
degli Studi di Padova



Paolo Titolo
MD, Dirigente Medico, Unità
Dipartimentale di Microchirurgia
(GIM), Dipartimento di Ortopedia
Traumatologia e Riabilitazione,
Azienda Ospedaliera Universitaria
Città della Salute e della Scienza.
P.O. CTO, Torino



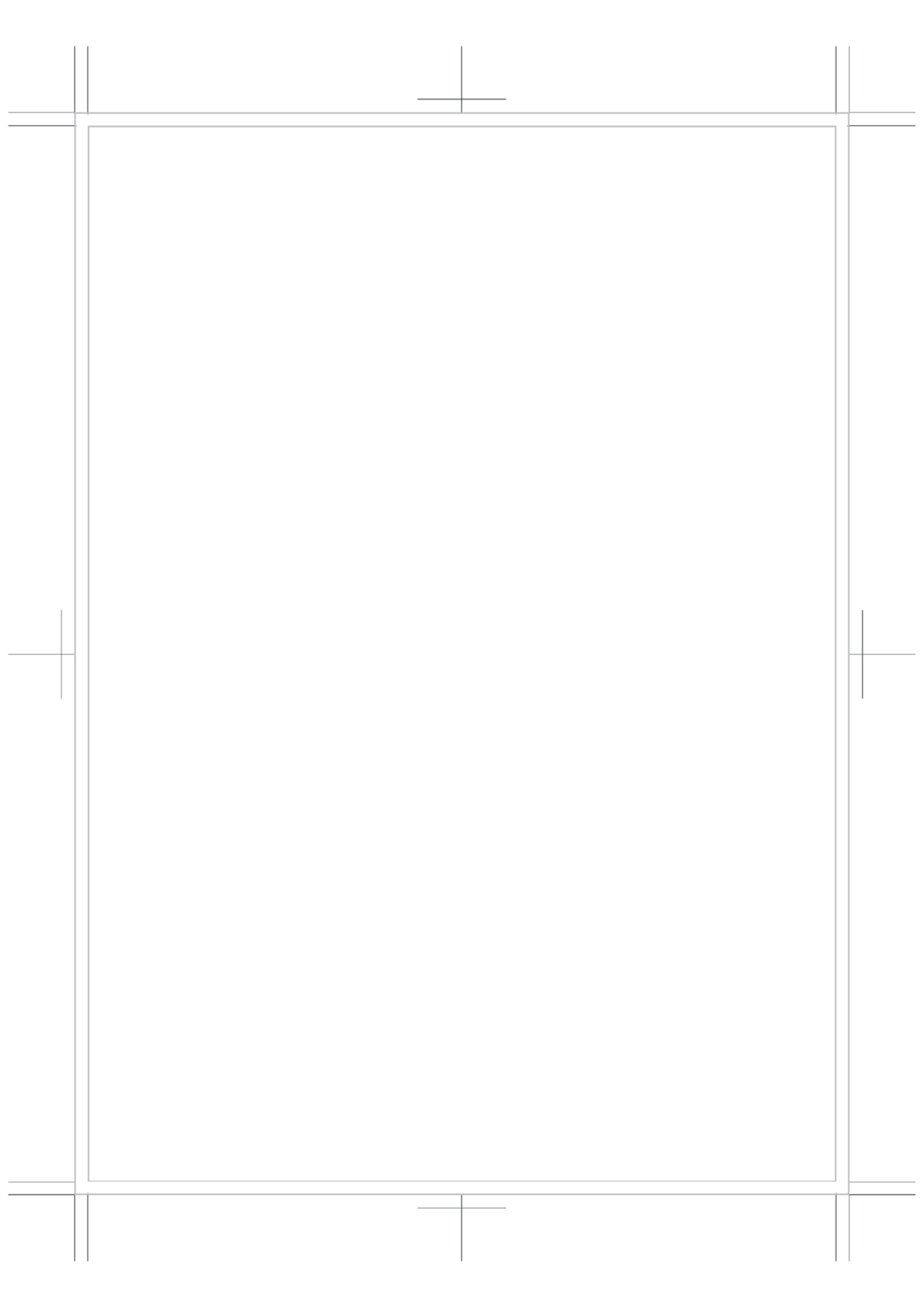
Francesca Toia
MD, Dottoranda di ricerca in "On-
cologia e Chirurgia Sperimentali"
- Chirurgia Plastica e Ricostruttiva.
Dipartimento di Discipline Chi-
rurgiche, Oncologiche e Odonto-
stomatologiche. Università degli
Studi di Palermo



Pierluigi Tos
MD, Ph.D, Direttore Unità Diparti-
mentale di Microchirurgia (GIM),
Dipartimento di Ortopedia Trau-
matologia e Riabilitazione, Azien-
da Ospedaliera Universitaria Città
della Salute e della Scienza. P.O.
CTO, Torino.



Giuseppe Visconti
MD, Assistente in formazione,
Dipartimento di Chirurgia
Plastica e Ricostruttiva, Ospedale
Universitario "Agostino Gemelli",
Università Cattolica del Sacro
Cuore, Roma



Introduzione

Questo manuale nasce dalla volontà di raccogliere le esperienze didattiche che gli Autori hanno maturato negli anni di insegnamento in corsi base e avanzati e disegnare un metodo didattico che possa avvicinare con facilità i giovani chirurghi alla pratica microchirurgica.

La Società Italiana di Microchirurgia in questi anni ha profuso un grande impegno nel disegnare un percorso formativo di ampio respiro che parte dalle tecniche di base, passa attraverso quelle di dissezione e giunge all'esposizione del discente alla pratica clinica. Diversi corsi permanenti annuali sono stati creati nei vari ambiti e questo testo costituisce la guida per i corsi di base e i corsi avanzati.

Il volume è suddiviso in due parti, la prima parte raccoglie gli insegnamenti base con esercizi su materiale ex-vivo e la seconda le tecniche "avanzate" con esercizi su modello vivente.

Per quanto riguarda i corsi base la SIM ha istituito una apposita commissione, che riuniva i referenti dei centri formatori nazionali, con lo scopo di confrontare i vari modelli d'insegnamento, trovare una sintesi condivisa e giungere a uno standard minimo di progressione didattica condiviso da tutti. Rendere omogeneo il percorso di base facilita l'apprendimento della tecnica e permette agli allievi di accedere, per mezzo di corsi certificati, ai corsi avanzati con basi consolidate.

I vari formatori hanno nel tempo notato come sia indispensabile la gradualità nell'apprendimento della tecnica e come sia utile avvalersi di modelli viventi solo allorché la tecnica chirurgica è perfezionata e si ha la completa padronanza del gesto. Questo non solo per il rispetto dell'animale, ma per evitare frustrazione nell'allievo che si deve confrontare con vasi di dimensioni molto ridotte e una tecnica non affinata; questo porta, nella maggioranza dei casi, al fallimento delle anastomosi e rischia addirittura di allontanare dalla pratica microchirurgica facendo definire la tecnica troppo "difficile".

La prima parte del volume oltre a raccogliere la progressione didattica dei classici testi di microchirurgia, vede l'aggiunta di una vasta gamma di esercizi su modelli diversi che possono portare l'allievo a lavorare più di 60-80 ore su modello non vivente prima di passare a quello vivente.

La progressione didattica segue un modello originale, sviluppato dalla commissione della società scientifica, che indica dei criteri minimi per l'accREDITAMENTO della SIM ai corsi base.

Grande importanza viene data non solo alla valutazione del prodotto finale della sutura, ma anche al modo in cui l'allievo procede nell'esecuzione degli esercizi, dalla dissezione alla gestione dell'ago, del filo, degli strumenti, del campo chirurgico; un capitolo è dedicato proprio ai diversi metodi di valutazione e un altro a quali sono gli errori e come riconoscerli (l'autovalutazione e il confronto con la valutazione del docente al termine degli esercizi facilita la crescita progressiva).

La seconda parte del volume raccoglie gli esercizi del Corso Avanzato di Microchirurgia che al momento si svolge annualmente al Centro di Biotecnologie di Napoli per iniziativa della Società Italiana di Microchirurgia e della Società Italiana di Chirurgia della Mano alle quali si è aggiunta di recente, nell'organizzazione, la Società Italiana di Chirurgia Plastica ed Estetica. Il Corso nasce dall'esigenza di avere anche in Italia un percorso avanzato sul ratto, come accade in altri stati, con più di 100 ore di pratica e un percorso fatto di moltissimi esercizi differenti. Questo modello mutuato dall'esperienza dell'*Ecole de Chirurgie* di Parigi, permette di fornire allo studente, attraverso la crescente complessità di esercizi, una completa padronanza di tutte le variabili di questa affascinante tecnica.

Gli Autori del volume sono coloro che negli anni si sono avvicinati all'insegnamento della tecnica microchirurgica nei corsi base, sono i docenti del Corso Avanzato di Microchirurgia di Napoli, sono tutti coloro che hanno permesso la costruzione di questo percorso formativo, del corso avanzato di microchirurgia e coloro che lo stanno rendendo possibile.

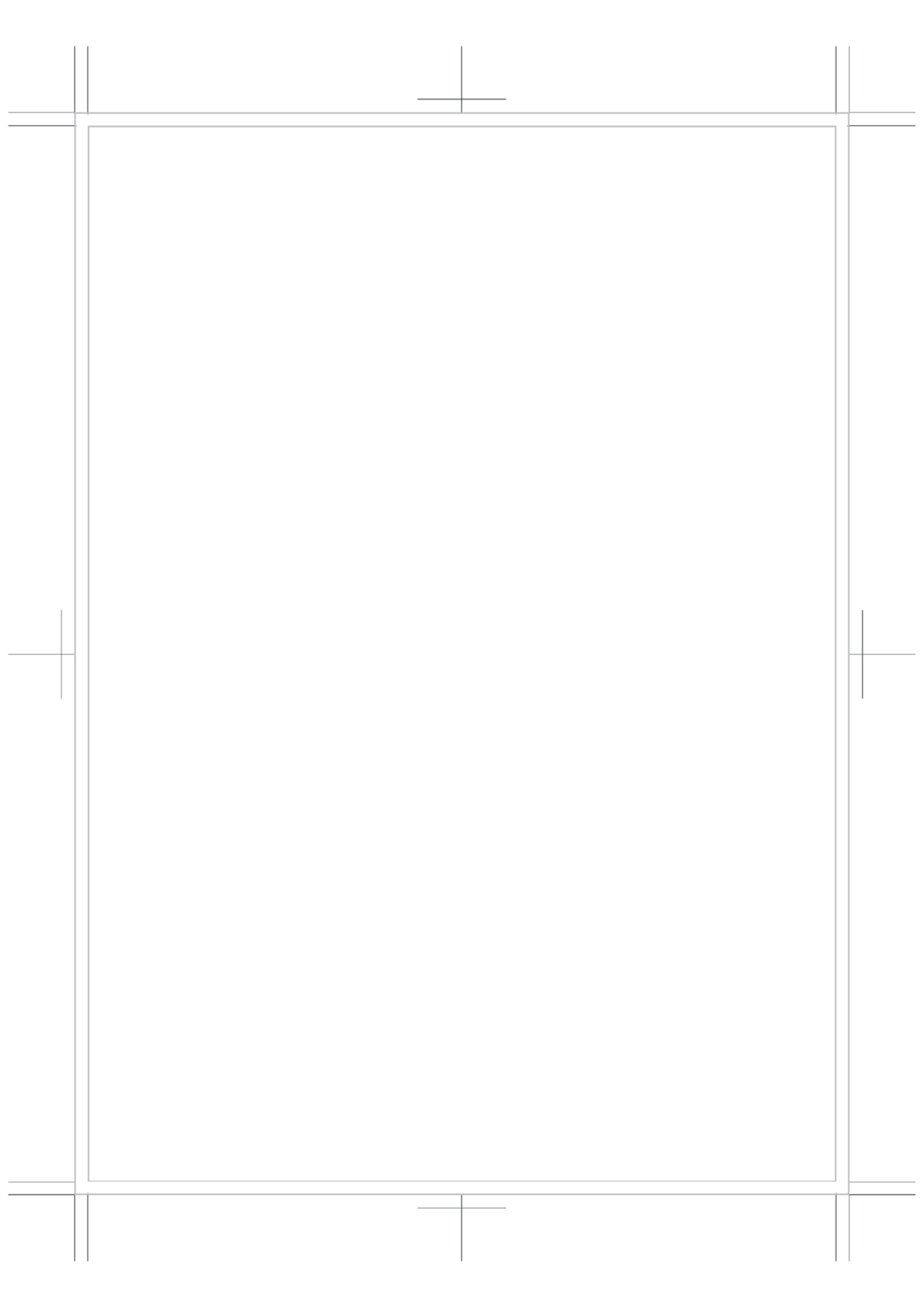
Ringraziamo il Professor Francesco Ceccarelli e la ditta Zimmer Biomet che hanno voluto dare fiducia alla nostra società scientifica permettendoci di portare a termine questo importante progetto editoriale che ci auguriamo possa consolidare nelle scuole di specialità delle varie discipline chirurgiche questa affascinante tecnica.

A questo scopo, nella convinzione che questa tecnica rappresenti un insostituibile mezzo di apprendimento per ogni chirurgo, oltre che una imprescindibile metodica ricostruttiva, abbiamo chiesto a esimi Professori Universitari delle varie specialità che maggiormente impiegano questa tecnica di scrivere una prefazione al testo; nel ringraziarli per le bellissime parole espresse ci auguriamo che questo possa favorire l'insegnamento nelle scuole di specialità e quindi la diffusione tra i giovani colleghi in formazione.

Tutti noi sappiamo come l'impiego di mezzi ottici d'ingrandimento e la manipolazione di strutture molto fini durante la formazione chirurgica possa sviluppare il senso visivo, raffinare il gesto chirurgico, aumentare la destrezza e la manualità anche per l'arto non dominante, insegnare il rigore e la pazienza e non ultima l'umiltà.

Ringraziamo tutti gli autori dei vari capitoli, e più in generale del manuale, per l'altissimo valore scientifico dei testi e dell'iconografia, che rende questo testo unico nel panorama editoriale.

Pierluigi Tos, Alessio Pedrazzini
e il *Consiglio Direttivo* della Società Italiana di Microchirurgia



Prefazioni

Fino ad oggi sono stati pubblicati numerosi testi di Microchirurgia in Italia e nel mondo, da singoli Autori o anche da gruppi di Autori, esperti del settore.

Potrebbe dunque sembrare superflua la pubblicazione di un nuovo libro ma non è così. La Microchirurgia infatti, nonostante la sua non più giovane età, è una tecnica ancora in piena fase evolutiva e, di anno in anno, nuove idee e soluzioni ne rendono il campo di azione sempre più ampio, variegato e interessante. La Microchirurgia è anche una filosofia di pensiero prima ancora che di azione perchè apre la mente e consente di riconsiderare le indicazioni e le tecniche chirurgiche già consolidate nel tempo alla luce delle nuove possibilità che la stessa offre nel risolvere difficoltà davanti alle quali nel passato si sarebbe detto “non c’è più nulla da fare”. Questo in campo oncologico, traumatologico, ginecologico, urologico, di chirurgia plastica e ricostruttrice ed altre specialità ancora.

La Microchirurgia è una tecnica chirurgica time consuming: per le ore di impegno chirurgico dell’operatore e degli assistenti, per l’anestesia, per la stessa sala operatoria con tutto ciò che ne segue a livello di economia di reparto ed aziendale ma, soprattutto, è un intervento che coinvolge totalmente il paziente per la chirurgia, per il post-operatorio e, non da ultimo, per le aspettative di guarigione. Ecco perché la scelta di intervenire con tecnica microchirurgica va sempre pesata e decisa con il paziente e i suoi famigliari. Questo, senza nulla togliere alla discrezionalità del chirurgo che in scienza e coscienza deve comunque valutare attentamente il caso e quindi consigliare il trattamento più idoneo a risolverlo. Anche a costo di andare incontro a difficoltà tecniche, magari imprevedibili, che richiedono destrezza e prontezza di azione che potranno essere tali solo se basati su una solida preparazione teorico-pratica.

La pratica microchirurgica preclinica, cioè tutta quella condotta prima di arrivare al paziente, è il pilastro sul quale poggia ogni speranza di progresso per la cura delle malattie che ancora oggi affliggono l’Umanità e la Microchirurgia si rivela ogni giorno di più come la tecnica vincente per la cura di numerose patologie acute e croniche dei vari organi e tessuti. Complimenti dunque agli Autori del Manuale di Microchirurgia “Dalle tecniche di base a quelle avanzate” per lo sforzo editoriale nel divulgare i metodi e le tecniche necessarie per attuare la Microchirurgia tra i giovani chirurghi. Ed è proprio a loro, ai giovani che si

avvicinano a questa Chirurgia avanzata desidero ricordare che la Microchirurgia comporta grande responsabilità e disponibilità a un impegno notevole, spesso totalizzante. Il pensiero costante al paziente e ai suoi problemi, il fatto che i successi, spesso dati per scontati, alla fine non danno soddisfazioni in grado di compensare la frustrazione e il dolore che si prova per i casi che non è possibile risolvere.

Ma ai giovani dico anche: avvicinatevi alla Microchirurgia, frequentate i Corsi, tenetevi sempre aggiornati con libri come questo che state iniziando a leggere (pur non trascurando di rivedere ed approfondire la ricerca bibliografica) e, soltanto se vi appassiona, decidete di viverla, dopo aver scelto il campo che meglio si adatta a quello che intendete fare della vostra vita professionale e personale. Non ve ne pentirete perché la ricompensa è grande; il paziente che esce guarito da un intervento di solito assai complesso quale è quello microchirurgico ha la sensazione di aver ricevuto qualcosa di molto vicino ad una seconda vita, da qualcuno che in quel momento lo ha rigenerato con sentimenti vicini a quelli genitoriali.

auguri a Tutti

Giorgio Brunelli

Questo manuale è dedicato agli specializzandi e specialisti di varia estrazione chirurgica che desiderano avvicinarsi al mondo affascinante della microchirurgia. Il manuale è impostato in modo semplice e completo e tratta tutti gli aspetti di base della microchirurgia: dai mezzi ottici d'ingrandimento allo strumentario, ai fili e agli esercizi per l'apprendimento delle tecniche. Particolare risalto è stato dato proprio alla descrizione delle tecniche di allenamento in laboratorio, che prevedono esercitazioni su simulatori, dissezioni su modelli animali, fino alle tecniche più avanzate alle quali il giovane chirurgo deve progressivamente arrivare solo dopo avere raggiunto adeguata manualità.

In questo campo, esercizio e costanza non mancheranno di dare grandi soddisfazioni, permettendo al microchirurgo completo la soluzione di casi clinici complessi e aprendo un mondo di soluzioni innovative ed entusiasmanti, una volta fatto proprio quell'intuito che solo un chirurgo formato in modo completo sa applicare. La padronanza delle tecniche microchirurgiche, insieme all'intuito dell'operatore, daranno forma e sostanza ad un risultato che mi piace definire "opera d'arte".

Ritengo sia un'opera di alto valore didattico, un'unica nel suo genere tra quelle scritte in lingua italiana, un'antologia della esperienza delle maggiori Scuole che in Italia si sono affermate nella microchirurgia e per questo motivo sono molto orgoglioso, in qualità di Presidente del Collegio dei Professori di Chirurgia Plastica, di avviarne alla lettura con questa breve presentazione.

Francesco Moschella

*Professore Ordinario di Chirurgia Plastica e Ricostruttiva
Università di Palermo
Presidente del Collegio dei Professori di Chirurgia Plastica*

In qualità di Presidente Collegio dei Docenti di Ortopedia e Traumatologia, ma soprattutto di Professore, Medico e uomo di Scienza, desidero congratularmi con il Dottor Tos e con tutti gli Autori di questa preziosa opera. L'alta qualità scientifica, ma soprattutto il valore didattico rendono questo vero e proprio manuale indispensabile per la formazione di tutti gli Specialisti e non, che desiderano avvicinarsi alla affascinante ma complessa disciplina della Microchirurgia. La precisione e la completezza con cui vengono trattati tutti gli ambiti della Microchirurgia, nonché la ricchezza dell'iconografia e la bibliografia sempre aggiornata, denotano la grande competenza ma soprattutto la smisurata passione degli autori per questa disciplina, che viene trasmessa al lettore pagina dopo pagina.

La struttura dell'opera inoltre, ben si presta ai fini didattici e alla formazione degli apprendisti Micro-chirurghi, che sono guidati nel lungo ma appassionante cammino verso l'acquisizione delle conoscenze teoriche e degli skills pratici attraverso una serie di esercizi di grado crescente di difficoltà.

Tutti questi pregi, raramente individuabili tutti insieme in una unica opera, collocano questo manuale in una posizione di rilievo nel panorama editoriale medico-scientifico della Microchirurgia.

In ultimo, la Multidisciplinarietà della Microchirurgia la rende una disciplina trasversale con campi di applicazione in numerose Specialità, non da ultima l'Ortopedia e la Traumatologia. Pertanto l'augurio è che la lettura di questa opera possa essere d'aiuto e di stimolo a tutti quei Medici che desiderano implementare la propria attività clinica e chirurgica con la preziosa conoscenza delle tecniche Microchirurgiche, con il fine ultimo di migliorare la salute di tutti i nostri pazienti.

Maurilio Marcacci

*Professore Ordinario di Ortopedia e Traumatologia
Università degli Studi di Bologna
Presidente Collegio dei Docenti di Ortopedia e Traumatologia*

Con grande entusiasmo ho ricevuto e apprezzato il nuovo “Manuale di Microchirurgia” che gli Autori hanno sottotitolato “Dalle tecniche di base a quelle avanzate”, per evidenziarne l’obiettivo di agevolare un percorso di crescita a fianco del lettore.

È un testo semplice, di fortissimo valore didattico, proprio perché messo a punto con evidente passione da Autori che hanno fatto della Microchirurgia una precisa scelta di crescita culturale e professionale.

In ambito otorinolaringoiatrico la Microchirurgia in poco più di trent’anni ha avuto un impatto di valore incalcolabile, che ha investito la possibilità di estensione chirurgica oncologica, la prognosi di alcuni pazienti oncologici, ma soprattutto la qualità della vita di pazienti che in passato subivano un mortificante destino per demolizioni che ne offendevano funzioni ed estetica.

La microchirurgia non è per contro una chirurgia a basso costo, essa richiede un impegno totale del chirurgo, il quale, come correttamente descritto nel testo, deve unire allo sforzo culturale e a quello lavorativo, reali scelte comportamentali di vita. I costi materiali non sono elevati in termini di tecnologia (rispetto ad altri strumentari), ma lo sono in termini di tempo da dedicare alle procedure e possono essere gravemente dilatati da complicità e fallimenti di queste procedure chirurgiche. Nel rispetto che è dovuto ad una disciplina così preziosa, talvolta complessa e sicuramente in continuo divenire, un testo che in modo piano e pratico conduca il lettore in una curva di apprendimento cadenzata da insegnamenti chiari, ma rigorosi, attraverso buoni suggerimenti bibliografici e pure attraverso i principi che regolano la valutazione di tale crescita, costituisce uno strumento di straordinario spessore.

Sicuro di interpretare il pensiero di tutti i colleghi che nelle scuole di Otorinolaringoiatria formano nuovi specialisti, auguro a questo testo la diffusione che merita: è un libro chiaro, insolitamente in lingua italiana, che mostra come la attuale Microchirurgia sia una disciplina (un’arte) difficile e non priva di rischi, ma sicuramente capace di una evoluzione e di una crescita talmente vaste da non poterne oggi immaginare i limiti.

Mario Bussi

*Professore Ordinario di Otorinolaringoiatria
Università Vita-Salute San Raffaele
Presidente AUORL*

La Chirurgia Maxillo-Facciale è una disciplina relativamente giovane, almeno per come la conosciamo oggi. Si è infatti evoluta dal trattamento delle patologie traumatologiche, orali e malformative, fino ad occuparsi oggi di molti altri ambiti tra cui l'oncologia del distretto testa-collo, il trattamento delle paralisi facciali, la chirurgia estetica. In ambito oncologico vengono oggi affrontate neoplasie in stadi sempre più avanzati grazie al progresso delle tecniche resettive e, soprattutto ricostruttive. È in questo contesto che la microchirurgia ha trovato nella nostra disciplina maggiore applicazione. Il ricorso a lembi rivascolarizzati sia di tessuti molli che contenenti osso è oggi routinario e consente di eseguire demolizioni un tempo neanche immaginabili, perché è possibile attuare poi ricostruzioni complesse che portino a risultati funzionali e morfologici compatibili con una buona qualità di vita. Anche il trattamento delle paralisi facciali si avvale di procedure microchirurgiche, siano esse di riparazione ed innesto nervoso o di trapianto neuromuscolare. Assistiamo inoltre ad un continuo affinamento di queste tecniche e alla costante introduzione di nuove metodiche nella letteratura internazionale.

È proprio in questo ambito che troviamo fondamentale la collocazione di questo volume che affronta le problematiche delle tecniche microchirurgiche con un approccio completo, dalle basi teoriche alle applicazioni pratiche, dimostrandosi un eccellente strumento per chi voglia avvicinarsi al vasto e complesso mondo della microchirurgia.

È estremamente importante l'approccio razionale e didatticamente ineccepibile del volume che parte dall'analisi dello strumentario (e della cura dello stesso!) per poi portare il neofita "mano nella mano" in un percorso formativo tecnico estremamente approfondito che consentirà al giovane microchirurgo di acquisire competenze (e di appassionarsi alla metodica anche vedendo i propri miglioramenti!) indispensabili per il suo lavoro futuro.

Ringraziamo perciò gli autori, a nome della Chirurgia Maxillo Facciale, di aver fornito anche ai nostri Specializzandi uno strumento così importante.

Luigi Califano

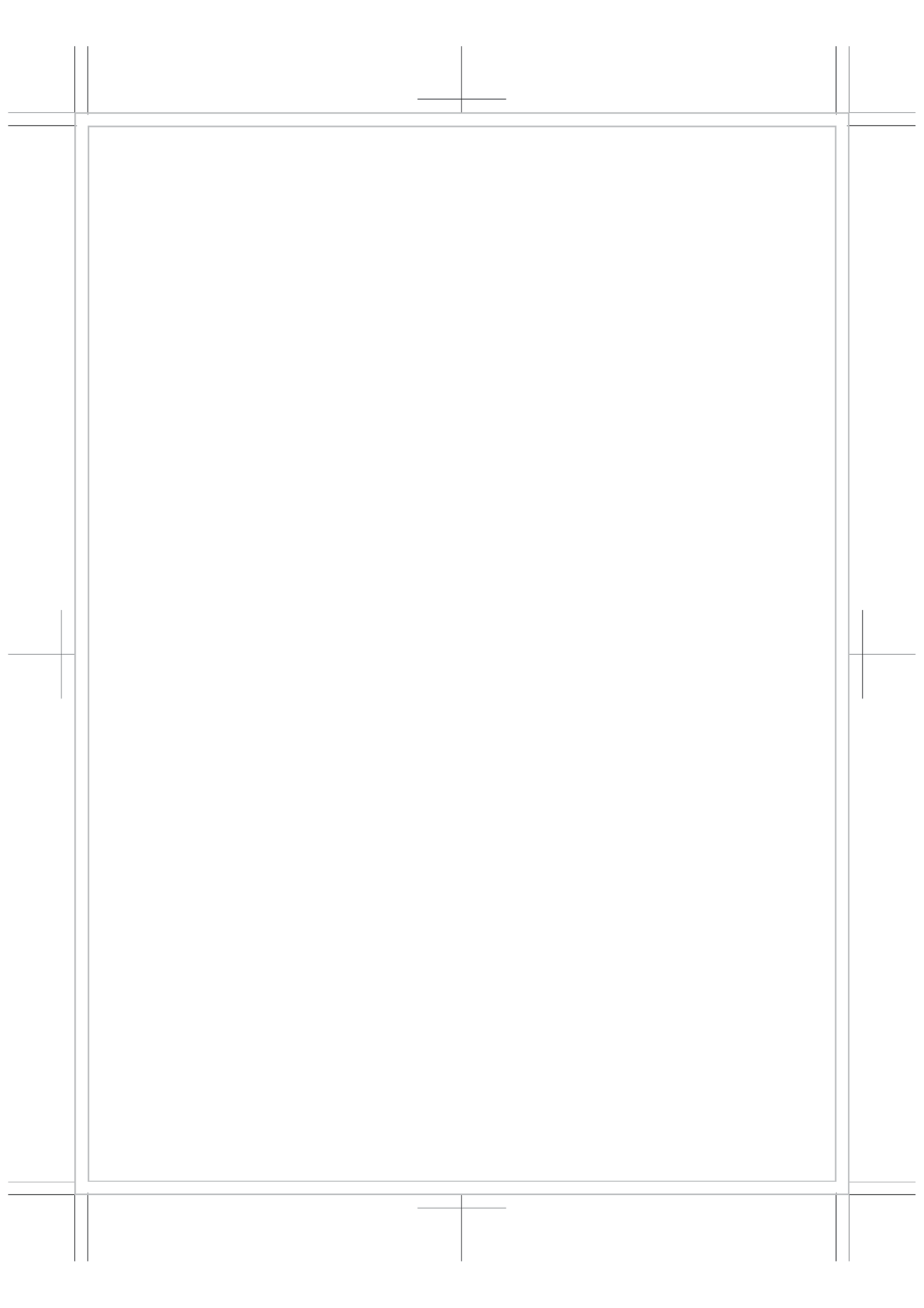
*Professore Ordinario di Chirurgia
Maxillo-Facciale, Università di Napoli, Federico II
Presidente Collegio dei docenti di Chirurgia
Maxillo Facciale*

Enrico Sesenna

*Professore Ordinario di Chirurgia
Maxillo-Facciale, Università degli Studi di Parma
Segretario Collegio dei docenti di Chirurgia
Maxillo Facciale*

PARTE PRIMA

**TECNICHE
DI BASE**



STORIA DELLA MICROCHIRURGIA

La storia della microchirurgia passa attraverso numerose specialità, importanti invenzioni ed almeno un paio di premi Nobel.

Il primo reimpianto della storia è descritto nel Vangelo di Luca (22, 14-23, 56): Gesù reimpianta l'orecchio a Malco, guardia del sinedrio a cui Pietro lo aveva reciso durante l'arresto di Gesù, ma Egli non ebbe bisogno della microchirurgia.

Furono tre le scoperte fondamentali che gettarono le basi per la nascita della microchirurgia.

La prima va attribuita a Carrel, il primo premio Nobel che incontriamo nella storia della microchirurgia: egli descrisse la tecnica della triangolazione – ancora oggi utilizzata, soprattutto per l'insegnamento della microchirurgia vascolare – nel 1902¹, spianando la strada al primo reimpianto effettuato da Höpfner su un cane². In seguito fu un fervente collaborazionista del regime nazista in Francia e promotore dell'eugenetica e dell'eutanasia con il gas per i criminali. Per questo motivo, anche se solo nel 1991, in Francia venne cambiata denominazione a tutte le strade e le piazze a lui intitolate.

La seconda scoperta fu quella dell'eparina nel 1906 ad opera di uno studente della Johns Hopkins: McLean³.

Per ultimo venne il microscopio. Dapprima monoculare e usato per l'Otologia⁴⁵ e poi per la chirurgia oftalmica⁶.

La prima anastomosi vascolare venne eseguita a New York nel 1896 da John Benjamin, che riparò con successo un'arteria femorale lesionata da un colpo d'arma da fuoco.

Il termine Microchirurgia venne coniato da Jules Jacobson, un chirurgo vascolare dell'Università del Vermont che nel 1960 eseguì la prima anastomosi su vasi di calibro inferiore a 1,4mm utilizzando un microscopio da otorino ed una sutura 7/0⁷.

Il primo reimpianto al mondo sembra sia stato fatto al Massachussets General Hospital a Boston, nel 1962 ma è stato pubblicato solo nel 1964⁸. Si trattava di un reimpianto di braccio in un bambino di dieci anni: i chirurghi eseguirono anastomosi vascolari, ma non vennero utilizzate tecniche microchirurgiche.

Nel frattempo era stato pubblicato un altro reimpianto effettuato in Cina⁹, non citato da Malt e McKhann – autori del primo reimpianto – nella pubbli-

cazione del 1964⁸, forse perché pubblicato solo in cinese. Nel 1963 Kleinert e Kadsan eseguirono con successo la prima rivascolarizzazione di un pollice sub-amputato¹⁰. Sempre nel 1963, Tamai eseguì il primo reimpianto di pollice¹¹, dopo aver provato a reimpiantare senza successo un arto inferiore nel 1958. Contemporaneamente, in Italia, il Prof. Scaglietti eseguì il primo tentativo di reimpianto di mano, fallito per mancanza di anastomosi venose.

Il primo lembo libero pubblicato è stato un lembo di digiuno per la ricostruzione di un esofago cervicale¹², di Seidenberg e coll.

Nakayama e coll. ne pubblicarono la prima serie di 21 casi di cui 16 funzionanti ad un anno¹³.

La microchirurgia era agli albori e la sua sperimentazione iniziò in laboratorio e in clinica con casi altrimenti insolubili, come le amputazioni traumatiche.

Mentre Komatsu e Tamai effettuavano il loro primo reimpianto, Buncke studiava su modelli sperimentali le tecniche di reimpianto e trapianto di tessuti^{14, 15, 16} coi quali si guadagnò la fama di padre fondatore della microchirurgia¹⁷; fu il primo ad eseguire una microanastomosi su vasi di diametro inferiore ad 1 mm. Fu suo il merito di aver fatto assemblare i primi fili di sutura microchirurgici (8/9, 9/0, ecc) e di aver costruito (nel suo garage) i primi strumenti per microchirurgia.

Agli inizi degli anni '70 Buncke utilizzò un lembo di omento per la ricostruzione di uno scalpo, sostenendo che ancora non erano noti lembi liberi cutanei¹⁸. In realtà Antia e Buck qualche anno prima avevano già utilizzato un lembo adipocutaneo peduncolato sui vasi epigastrici superficiali¹⁹.

Nel 1968 Cobbet eseguì il primo trapianto di alluce pro pollice²⁰. Tamai e coll, nel 1970, trasferirono per la prima volta un lembo libero muscolare innervato nel cane²¹, gettando le basi per le prime applicazioni cliniche dei trapianti muscolari innervati che arrivarono nel 1973 in Cina²² e Giappone²³.

Il 1973 fu un anno molto prolifico poiché furono pubblicati anche i primi lembi inguinali^{24, 25} e Ueba e Nakajima utilizzarono per la prima volta un lembo di perone, la cui prima descrizione appartiene però a Taylor²⁶ poiché i primi pubblicarono il caso solo nel 1983, con 9 anni di follow-up²⁷.

La microchirurgia nervosa iniziò nel frattempo con Millesi nel 1972²⁸ e nel 1980 veniva descritta da Brunelli la tecnica di neurotizzazione muscolare diretta²⁹, e nel 1976 Taylor e Ham descrissero il primo "innesto" nervoso vascolarizzato³⁰.

In Italia fu Brunelli ad eseguire il primo reimpianto di arto nel 1973 cui poi seguirono Morelli, Santoni Rugiu, Bedeschi, Moschella ed altri^{31, 32, 33}.

Nel 1970 viene fondata la International Microsurgical Society: il primo congresso si svolse a Rijswijk (Olanda) sotto la presidenza del Prof. Sun Lee, pioniere della microchirurgia sperimentale, il primo ad eseguire uno shunt porta-cava sul ratto.

Nel 1978 fu fondato il Club Italiano di Microchirurgia che nel 1981 è diventato la Società Italiana di Microchirurgia (SIM).

Questi sono gli albori della microchirurgia, da qui in poi si susseguirono le varie descrizioni di numerosi lembi che sarebbe noioso elencare.

Qui di seguito sono riassunti i progressi fondamentali della microchirurgia negli anni successivi: i lembi perforanti, la cosiddetta *supermicrosurgery* e l'allotripianto di tessuti composti.

Il primo lembo perforante fu descritto da Koshima e Soeda nel 1989³⁴, l'attuale DIEAP, ma l'applicazione dei lembi perforanti si limitò inizialmente a pochi sporadici *case reports*.

Fu Blondeel³⁵ che intuì le enormi potenzialità dei lembi perforanti e ne fece oggetto di ricerca, portando a termine un PhD dimostrandone la superiorità sui lembi muscolocutanei³⁶, convincendo così la comunità scientifica, e che ne definì successivamente la terminologia con la *Gent consensus*³⁷, per dare ordine alla confusione generatasi con i numerosi lembi perforanti descritti dopo il 1989.

Si aprì così una nuova era quando si comprese che non era necessario includere in un lembo il muscolo sottostante ma che è tecnicamente possibile isolare i vasi dal muscolo che attraversano.

Nel 1998, ancora Koshima³⁸, introdusse il concetto di *supramicrosurgery*, spianando la strada ai lembi *free-style* descritti nel 2004 da Wei³⁹, un termine impiegato per la prima volta da Sirpa Asko-Seljavaara⁴⁰. A differenza della Asko-Seljavaara, che partiva dal vaso principale per isolare il lembo, quindi con un approccio anterogrado, Wei descrisse un approccio retrogrado, quindi partendo dal perforante per raggiungere il vaso principale, l'approccio che viene attualmente utilizzato. Messe assieme, queste due scoperte sono una rivoluzione perché dimostrano che è possibile prelevare un lembo in qualsiasi regione corporea e trasferirlo col solo sacrificio di un'isola cutanea e del suo peduncolo vascolare ed al prezzo (biologico) di una semplice cicatrice cutanea.

La *supramicrosurgery* ha anche permesso la diffusione della microchirurgia dei linfatici, introdotta da O'Brien e coll nel 1977⁴¹ aprendo la strada al trattamento del linfedema, a cui si è poi aggiunto il trapianto di linfonodi vascolarizzati⁴².

Il secondo premio Nobel su cui poggia la microchirurgia è quello conferito nel 1990 a Murray per il primo trapianto di rene effettuato nel 1954⁴³ e tutti i suoi studi successivi sugli allotripianti che hanno permesso a Dubernard e coll. di portare a termine con successo, nel 1998, il primo allotripianto di mano⁴⁴ (un precedente tentativo fallimentare risale al 1964, quando in Ecuador fu trapiantata una mano che venne rigettata dopo 15 giorni) e a Devauchelle e coll. di effettuare nel 2005 il primo trapianto di faccia⁴⁵.

Lo scopo di questa introduzione storica è di fornire un riassunto dei principali eventi che hanno portato la microchirurgia al punto in cui si trova

adesso, riportando soltanto alcune tappe fondamentali. Ci scusiamo con tutti coloro – non certo meno meritevoli – che non abbiamo citato soltanto perché, per brevità, ci siamo limitati a citare alcune tra le tappe e le innovazioni più significative e lasciamo a voi lettori ulteriori approfondimenti.

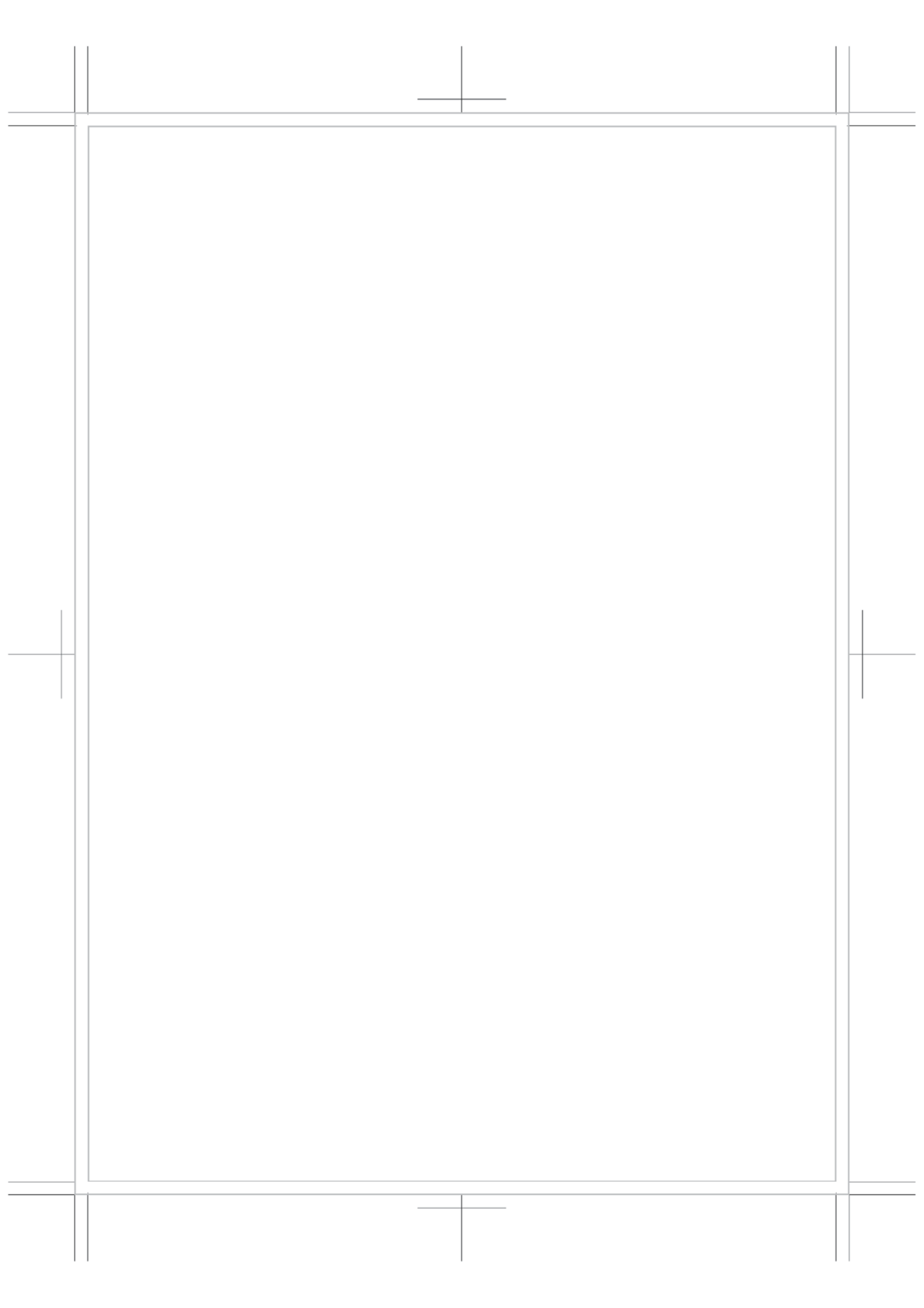
The microscope can see things the naked eye cannot, but the reverse is equally true. (*Hans Selye; From dream to discovery*).

*Questo capitolo è stato redatto da
Salvatore D'Arpa e Nicola Felici*

BIBLIOGRAFIA

- 1 Carrel A. La technique operatoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des visceres. Lyon Med. 1902; 98: 859-863.
- 2 Höpfner E. Über Gefässnaht, Gefäßstransplantation und Replantation von amputierten Extremitäten. Arch Klin Chir. 1903; 70:417-471.
- 3 McLean J. The thromboplastic action of cephalin. Am J Physiol. 1916; 41:250-257.
- 4 Holmgren G. Some experiences in surgery of otosclerosis. Acta Otolaryngol. 1923; 5:460-466.
- 5 Nylen CO. The microscope in aural surgery: Its first use and later development. Acta Otolaryngol Suppl. 1954; 116:226-240.
- 6 Barraquer J. The microscope in ocular surgery. Am J Ophthalmol 1956; 42(6):926
- 7 Jacobson JH, Suarez EL. Microsurgery in the anastomosis of small vessels. Surg Forum 1960; 11:243-245
- 8 Malt RA, McKhann CF. Replantation of severed arms. JAMA. 1964; 189:716-722.
- 9 Chen ZW, Chien YC, Bao YS. Salvage of the forearm following complete traumatic amputation: Report of a case. Chin Med J. 1963; 82:632.
- 10 Kleinert HE, Kasdan ML. Anastomosis of digital vessels. J Ky Med Assoc. 1965; 63:106-108.
- 11 Komatsu S, Tamai S. Successful replantation of a completely cut-off thumb. Plast Reconstr Surg. 1968; 42:374-377.
- 12 Seidenberg, B., Rosenak, S.S., Hurwitt, E.S., and Som, M.L.: Immediate reconstruction of the cervical esophagus by a revascularized isolated jejunal segment. Ann. Surg. 149:162, 1959.
- 13 Nakayama K et al: Experience with free autografts of the bowel with a new venous anastomosis apparatus. Surgery 55:796, 1964.
- 14 Buncke HJ Jr, Schulz WP. Experimental digital amputation and replantation. Plast Reconstr Surg. 1965; 36:62-70.
- 15 Buncke HJ Jr, Buncke CM, Schulz WP. Immediate Nicoladoni procedure in the Rhesus monkey, or hallux-to-hand transplantation, utilising microminiature vascular anastomoses. Br J Surg. 1966;19:332-337
- 16 Buncke HJ, Schulz WP. Total ear reimplantation in the rabbit utilising microminiature vascular anastomoses. Br J Plast Surg. 1966; 19:15-22.
- 17 Tamai, S. "History of microsurgery." Plastic and reconstructive surgery 124.6S (2009): e282-e294.
- 18 McLean DH, Buncke HJ Jr. Autotransplant of omentum to large scalp defect with microsurgical revascularization. Plast Reconstr Surg. 1972; 49:268-274.
- 19 Antia NH, Buch VI: Transfer of an abdominal dermo-fat graft by direct anastomosis of blood vessels. Br J Plast Surg 24:15, 1971
- 20 Cobbett JR: Free digital transfer. Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb. J Bone Joint Surg 51B:677, 1969.

- 21 Tamai S, Komatsu S, Sakamoto H, Sano S, Sasauchi N. Free muscle transplants in dogs, with microsurgical neurovascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg*. 1970; 46:219-225.
- 22 Research Laboratory for Replantation of Severed Limb, Shanghai Sixth People's Hospital. Free muscle transplantation by microsurgical neurovascular anastomoses: Report of a case. *Chin Med J (Engl.)* 1976; 2:47-50
- 23 Harii K, Ohmori K, Torii S. Free gracilis muscle transplantation, with microvascular anastomoses for the treatment of facial paralysis. *Plast Reconstr Surg*. 1976; 57:133-143
- 24 Daniel RK, Taylor GI: Distant transfer of an island flap by microvascular anastomoses. A clinical technique. *Plast Reconstr Surg* 52:111, 1973.
- 25 O'Brien BM et al: Successful transfer of a large island flap from the groin to the foot by microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg* 52:271, 1973.
- 26 Taylor GI, Miller GD, Ham FJ. The free vascularized bone graft: A clinical extension of microvascular technique. *Plast Reconstr Surg*. 1975; 55:533-544.
- 27 Ueba Y, Fujikawa S. Vascularized fibula graft to neurofibromatosis of the ulna: A 9-year follow up. *Orthop Surg Traumatol*. 1983; 26:595-600.
- 28 Millesi H, Meissl G, Berger A. The interfascicular nerve grafting of the median and ulnar nerves. *J Bone Joint Surg (Am.)* 1972; 54:727-750.
- 29 Brunelli G, Brunelli LM: Direct neurotization of severely damaged denervated muscles. *Intern. Surgery* 1980, 65
- 30 Taylor GI, Ham FJ, The free vascularized nerve graft. *Plast Reconstr Surg* 1976; 57: 413-426;
- 31 Brunelli G.: I reimpianti di arto. *Rivista Italiana di Chirurgia della Mano*, 1980, 7: 23-46
- 32 Moschella F: Ruolo della microchirurgia nel trattamento delle lesioni neuro vascolari periferiche. *Minerva Chirurgica*, Vol. 37, pag. 433-440, 1982.
- 33 Moschella F: Valutazione critica su dieci casi di reimpianti di arti e segmenti di arti. *Archivio e Atti del XIX Congresso della Società Siciliana di Chirurgia*, pag. 233-239, 1982.
- 34 Koshima, I. and S. Soeda (1989). "Inferior epigastric artery skin flap without rectus abdominus muscle". *Brit J Plast Surg* 42: 645.
- 35 Blondeel, P. N. and W. D. Boeckx (1994). "Refinements in free flap breast reconstruction: the free bilateral deep inferior epigastric perforator flap anastomosed to the internal mammary artery." *Br J Plast Surg* 47(7): 495-501.
- 36 Blondeel, N., G. G. Vanderstraeten, et al. (1997). "The donor site morbidity of free DIEP flaps and free TRAM flaps for breast reconstruction". *Br J Plast Surg* 50(5): 322-30.
- 37 Blondeel, P.N., K.H. Van Landuyt, et al. (2003). "The 'Gent' consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions". *Plast Reconstr Surg* 112(5): 1378-83;
- 38 Koshima, I., K. Inagawa, et al. (1998). "Paraumbilical perforator flap without deep inferior epigastric vessels". *Plast Reconstr Surg* 102(4):1052-7.
- 39 Wei FC, Mardini S. Free-style free flaps. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 114:910-916.
- 40 Asko Seljavaara S. In: Abstracts of the Seventh Congress of the International Society of Reconstructive Microsurgery; June 19 - 30, 1983; New York, NY.
- 41 O'Brien BM, Sykes P, Threlfall GN, Browning FS. Microlymphaticovenous anastomoses for obstructive lymphedema. *Plast Reconstr Surg* 1977; 60(2): 197-211
- 42 Becker C, Assouad J, Riquet M, Hidden G. Postmastectomy lymphedema: long-term results following microsurgical lymph node transplantation. *Ann Surg* 2006; 243(3): 313-315;
- 43 Murray, J. E., Merrill, J. P. and Harrison, J. H.: Renal Homo-transplantation in Identical Twins. *Surg. Forum*, 6:432, 1955
- 44 Dubernard JM, Owen E, Herzberg G, et al. Human hand allograft: Report on first 6 months. *Lancet* 1999; 353:1315- 1320.
- 45 Devauchelle B, Badet L, Lengele B, et al. First human face allograft: Early report. *Lancet* 2006; 368:203-209.
- G Brunelli: *Microchirurgia*, 1978, Edito da Fondazione Pelizza
- Delaria G, Abbiati G, Bonacina R. *Manuale di microchirurgia sperimentale*. Ciba-Geigy Edizioni. 1991. ISBN 88-7645-086-6



MEZZI OTTICI E STRUMENTARIO

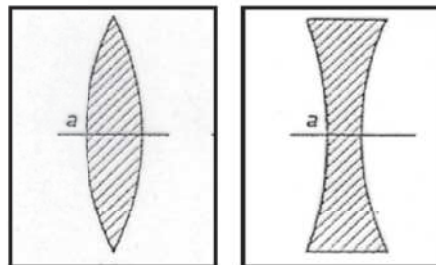
Come in precedenza espresso, la microchirurgia è la chirurgia che si avvale di mezzi ottici d'ingrandimento.

Gli **occhiali da microchirurgia** (Loupes) possono fornire ingrandimenti variabili (2x, 4x o più), utili soprattutto nelle prime fasi della dissezione o nella chirurgia di vasi e nervi di maggiori dimensioni.

Il **microscopio**, che consente maggiori ingrandimenti, è un sistema di lenti convergenti atto a produrre delle immagini ingrandite, rendendo osservabili particolari non visibili ad occhio nudo.

La **lente** è un sistema ottico composto da materiale trasparente racchiuso tra superfici piane o curve che ha la proprietà di deviare i raggi luminosi. Solitamente per gli usi in microscopia le lenti sono sferiche, simmetriche rispetto all'asse di rotazione, che viene detto "asse ottico".

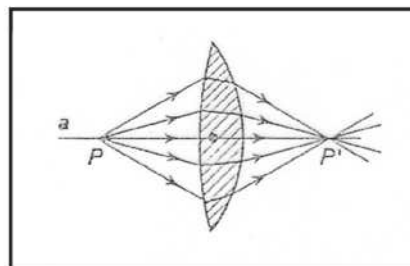
Si possono suddividere in **lenti convergenti** con lo spessore maggiore sull'asse ottico, o in **lenti divergenti** con lo spessore maggiore sui bordi.



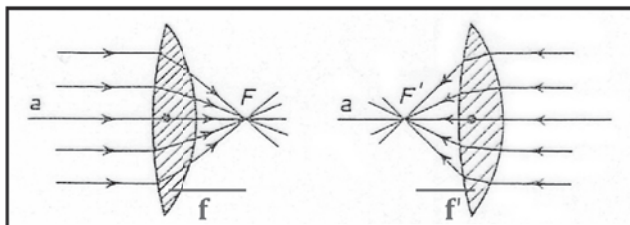
Lente convergente

Lente divergente

Secondo le leggi di rifrazione della fisica i raggi provenienti da un punto P dell'asse vengono rifratti in modo da convergere in un punto P' dal lato opposto della lente; per cui, chiamato P l'**oggetto**, P' viene chiamato **immagine di P**.



Se P tende a distanza infinita, l'immagine di P sull'asse ottico dal lato opposto della lente, chiamata "F", viene detta **fuoco principale** della lente.



Allo stesso modo i raggi paralleli in senso opposto convergono verso un **fuoco secondario F'**.

Le distanze f ed f' dei fuochi (F ed F') dal centro O della lente vengono chiamate **distanze focali**.

Il valore di F dipende dai raggi di curvatura e dall'indice di rifrazione "n" del materiale di cui è composta la lente secondo una relazione che viene chiamata **relazione dei fabbricanti di lenti**:

$$1/f = (n-1) (1/r_1 - 1/r_2)$$

Dove "n" è l'indice di rifrazione del materiale e r_1 ed r_2 sono i raggi delle superfici sferiche.

Viene chiamato potere diottrico della lente la quantità $P = 1/f$, la cui unità di misura è la **diottria**. (Se f viene misurato in metri, una lente con f di 20 cm ha un potere diottrico di +5 diottrie).

INGRANDIMENTO

Sull'asse ottico si conviene che P è positivo se si trova a sinistra della lente, mentre è negativo se si trova a destra della stessa. La relazione tra p e p' viene espressa dalla formula di Gauss:

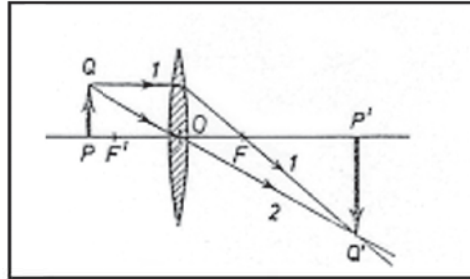
$$1/p + 1/p' = 1/f$$

Se un oggetto **P** ha una dimensione **d** trasversa all'asse ottico, l'immagine **P'** ha una dimensione **d'** tale che l'ingrandimento **I** dell'immagine è definito $I = d'/d$, e secondo la formula di Gauss:

$$I = -p'/p \text{ e quindi } I = pf/p-f,$$

che serve a calcolare p' e I, una volta note p ed f

I , può essere positivo o negativo: positivo quando l'immagine è diritta, negativo quando è capovolta.



In questo caso due raggi escono dal vertice Q dell'oggetto: il primo (1) passa per il fuoco, il secondo (2) per il centro della lente, non subendo di fatto cambi di direzione. L'immagine ottenuta ($P'Q'$) è reale, ingrandita e capovolta.

Nel microscopio operatorio sono presenti quattro sistemi di lenti: **l'obiettivo principale, i tubi binoculari, gli oculari e lo zoom, o variatore d'ingrandimento.**

L'ingrandimento totale nel microscopio è dato da questa relazione:

$$I = f_t / f_{ob} \times I_{oc}$$

Dove f_t è la distanza focale dei tubi binoculari, f_{ob} è la distanza focale dell'obiettivo principale e I_{oc} è l'ingrandimento degli oculari.

Pertanto, con tubi binoculari da 180 mm ed un obiettivo da 200 mm ed oculari da 10X si hanno:

$$I = 180/200 \times 10 = 9 \text{ ingrandimenti.}$$

L'aggiunta dello zoom richiede l'integrazione nella formula di un fattore di ingrandimento V :

$$I = f_t / f_{ob} \times V \times I_{oc}$$

Per cui con uno zoom da 0,4 a 2,0 nell'esempio precedente si possono passare da:

un minimo di $I = 180/200 \times 0,4 \times 10 = 3,6$ ingrandimenti

ad un massimo di $I = 180/200 \times 2 \times 10 = 18$ ingrandimenti.

GLOSSARIO

Campo visivo: è l'ampiezza dell'area ingrandita. All'aumentare dell'ingrandimento si riduce il campo visivo.

Distorsione: è la modifica della forma dell'immagine ingrandita dovuta all'aberrazione di sfericità della lente; le lenti di scarsa qualità distorcono le immagini in senso curvilineo alle estremità. L'indice di rifrazione dipende dalla lunghezza d'onda della luce, per luce di più colori una lente potrà dare un'immagine diversa per ogni lunghezza d'onda (aberrazione cromatica).

Lunghezza (distanza) focale: è il punto di fuoco dove l'immagine percepita è più precisa; è particolarmente importante in chirurgia in quanto si traduce nella distanza di lavoro.

MICROSCOPIO OPERATORIO

Il corpo del microscopio è formato da:

Sistema di illuminazione

Ottiche

Stativo



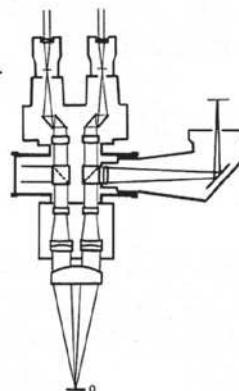
Le **ottiche** sono formate da:

Oculari

Tubi binoculari

Zoom – variatore di ingrandimento

Obiettivo.



Microscopio operatorio

Parfocalità: è la proprietà di mantenere il fuoco al variare dell'ingrandimento, può capitare su microscopi meno recenti che al variare dell'ingrandimento l'immagine non risulti più a fuoco.

Profondità di campo: è la distanza entro la quale un oggetto rimane a fuoco senza compenso da parte dell'occhio dell'operatore, all'aumentare dell'ingrandimento, si riduce la profondità di campo.

Risoluzione: è la capacità di una lente di differenziare tra due punti.

Visione stereoscopica: il sistema binoculare del microscopio fornisce al cervello due immagini dello stesso campo da angolazioni differenti che permette la percezione della profondità ed una visione tridimensionale (le immagini devono essere allineate per prevenire la visione doppia); se per problemi di rifrazione un occhio diventa dominante si possono avere problemi di visione stereoscopica.

Gli **oculari** sono un sistema di lenti che a seconda delle preferenze dell'operatore possono avere un ingrandimento variabile (10X, 12,5X).

Hanno la caratteristica di permettere un campo visivo massimo ad una determinata distanza, per questo sono forniti di una ghiera di regolazione solitamente in gomma che può essere estratta per chi non porta gli occhiali ed abbassata per chi preferisce invece mantenerli durante la microchirurgia (Fig. di seguito).



Particolare degli oculari del microscopio operatorio. La tacca posizionata tra + e - deve essere mossa solo se vi sono delle differenze diottriche tra un occhio e l'altro; si mette a fuoco prima un occhio e poi se l'altro non è a fuoco si corregge spostando in senso orario o antiorario la ghiera con la tacca bianca finché non si è a fuoco con entrambe gli occhi. La ghiera che allontana l'occhio dalla lente può essere utilizzata (si noti come a destra è più vicina all'ottica e come a sinistra sia più lontana per mostrarne l'escursione) per trovare la migliore distanza ed eventualmente appoggiarsi all'oculare con o senza occhiali.

I **tubi binoculari** permettono la regolazione della distanza interpupillare e vi è anche la possibilità di una regolazione dell'angolo dei tubi binoculari rispetto all'asse principale delle ottiche, per favorire una migliore postura all'operatore.

Il **variante di ingrandimento o zoom** può essere di vari tipi: recentemente funziona con una variazione di distanza tra gli elementi ottici, meno frequente è il sistema, per microscopi più datati, di una combinazione di lenti. Il controllo può essere manuale, ma ormai è quasi universalmente utilizzato quello a pedale.

L'**obiettivo principale** è la lente principale del microscopio, fornisce l'ingrandimento, e di questa lente è particolarmente importante la distanza focale in quanto determina la distanza di lavoro, che potrà ovviamente variare a seconda delle specialità. Solitamente è di 200 - 250 mm.

Fonte luminosa l'ingrandimento richiede molta luce e la necessità di maggior illuminazione aumenta all'aumentare dell'ingrandimento. La fonte può essere esterna o interna al corpo. La luce può essere condotta tramite un sistema di lenti (light transmission guide) o delle fibre ottiche. In microscopi meno recenti vi può essere anche un sistema di focalizzazione della luce

Lo **stativo**: è il sostegno del microscopio, la sua base può essere mobile o fissa, a pavimento, a soffitto oppure a parete. Spesso il sistema mobile è preferito per questioni di praticità e mobilità del microscopio (utilizzabile in più sale operatorie). È fornito di un braccio verticale e di un braccio orizzontale oscillante, snodabile; è provvisto di sistemi di regolazione e blocco alle giunzioni che possono essere meccanici o, più recentemente elettromagnetici.

Gli **accessori** possono essere molteplici; si va dalla **pedaliera multifunzione**, al **terzo oculare** (beam splitter) ormai presenti su quasi tutti i microscopi, agli **adattori** per macchine fotografiche e telecamere, per riprese video o foto.

In laboratorio vengono utilizzati microscopi binoculari unici a controllo manuale dell'ingrandimento e della messa a fuoco, mentre nella pratica clinica i microscopi a doppio binoculare e con controllo a pedaliera (zoom e messa a fuoco) consentono a due operatori di lavorare agevolmente, senza dover staccare le mani dal campo operatorio per regolare il microscopio.

STRUMENTARIO

Lo strumentario microchirurgico è molto ampio ma nella pratica sperimentale ed in quella clinica i dispositivi essenziali per l'esecuzione di procedure microchirurgiche sono limitati.

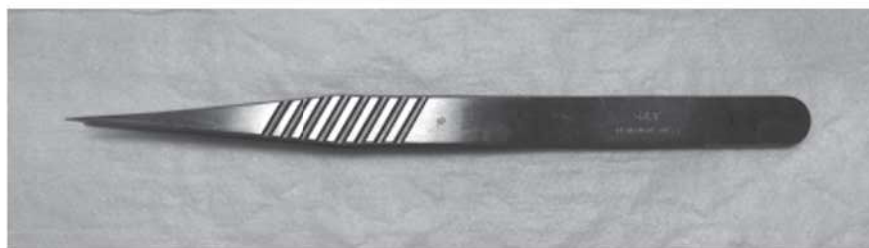
I requisiti fondamentali degli strumenti microchirurgici sono la maneggevolezza, la precisione e la delicatezza nella manipolazione dei tessuti. La maneggevolezza dipende dalla forma e dal peso dello strumento. Esistono strumenti a forma piatta o curva. La forma piatta è consigliabile per le pinze ed i dilatatori, mentre la forma curva può essere preferibile per forbici e porta-ago che richiedono movimenti rotatori fini. La distribuzione del peso è un elemento altrettanto importante. Il peso dello strumento microchirurgico deve essere correttamente distribuito in modo da mantenere il centro di gravità compreso nello spazio tra il pollice e l'indice della

mano dell'operatore. Gli strumenti bilanciati rispetto a quelli non bilanciati presentano migliori caratteristiche di maneggevolezza. Una opportuna resistenza elastica consente allo strumento di restare aperto se non utilizzato e poter essere chiuso con la minima forza per evitare eccessivo affaticamento e tremori della mano. Al contrario se la forza necessaria alla chiusura è troppo debole è possibile la perdita di presa dello strumento. La forma dello strumento può infine variare sia nella lunghezza che nella curvatura. Relativamente alla lunghezza questa può oscillare in genere tra gli 11 cm e 18 cm in base alla profondità del campo operatorio. La curvatura dell'estremità può invece facilitare la manipolazione ed il gesto microchirurgico adattandolo alla posizione della mano e del campo operatorio.

Il set di strumentario microchirurgico può essere adattato alla tipologia di intervento da eseguire ma richiede una struttura di base che comprende: pinze, porta-ago, forbici, dilatatori vascolari, micro clamp libere ed approssimatori.

Pinze. Le pinze da orologiaio sono uno degli strumenti più utilizzati per manipolare i tessuti e facilitare la dissezione. Da alcuni chirurghi sono inoltre impiegate anche in sostituzione del porta-ago. Le pinze adoperate in microchirurgia sono la numero 3 e la numero 5 rette (anche se sono disponibili varietà angolate e curve). Esse devono offrire una buona presa sulla punta ma non essere taglienti per evitare di danneggiare il filo o ledere i tessuti.

Le pinze di Pierse, con punta ad anelli, sono meno traumatiche, hanno una presa migliore e sono utili per effettuare la contro pressione alla penetrazione dell'ago nel corso delle anastomosi vascolari. Le pinze di Banis, con punta leggermente angolata, sono utilizzate nelle suture termino-laterali per favorire l'eversione dei margini del vaso e, come le precedenti, per esercitare una contro pressione interna al vaso nel passaggio della sutura per l'anastomosi.



Pinza n. 3



Pinza n. 5

Dilatatori vascolari. I dilatatori vascolari sono pinze con le punte arrotondate e non traumatiche che si usano per allargare il lume del vaso senza danneggiare la tonaca intima. Esse consentono di superare lo spasmo vascolare mantenendo con l'estremità dello strumento un diametro uniforme di dilatazione del vaso. Inoltre possono essere impiegate per facilitare il passaggio dell'ago durante la sutura evitando di intrappolare la parete posteriore del vaso.



Dilatatore vascolare

Porta-ago. I porta-ago sono strumenti disponibili in commercio con differenti forme e caratteristiche. Essi possono essere tuttavia sostituiti nella pratica clinica dalle pinze da orologiaio numero 5 che risultano più semplici da maneggiare anche se provviste di due soli punti di contatto per il mantenimento dell'ago.

I porta-ago possono variare per forma dell'estremità (retta o curva), per forma della superficie di presa (retta o curva) e per tipologia di tenuta (con o senza fermo). Relativamente alla forma dell'estremità e dell'impugnatura sono generalmente preferiti i porta-ago a punta e superficie di presa curva perché più maneggevoli. Dal punto di vista ergonomico infatti essi consentono una rotazione più omogenea nel movimento di penetrazione e rotazione dell'ago prima della presa con la pinza. Se la punta del porta-ago è conformata con una superficie concavo-convessa presenta tre punti di contatto con l'ago anziché due impedendo all'ago di ruotare sul proprio asse. In questo modo è quindi più facile passare i due capi dell'anastomosi in un solo tempo. Relativamente alla possibilità di fermo dell'ago questa è intesa per facilitare il parcheggio ed il passaggio allo strumentista del porta-ago e non per il mantenimento dell'ago durante la sutura. Infine, sono anche disponibili porta-ago combinati con lame tagliafilari che come tutti i precedenti non devono essere utilizzati con aghi da macrochirurgia per il rischio di danno allo strumento.



Porta aghi

Forbici. Nello strumentario microchirurgico esistono due tipologie di forbici: forbici da dissezione e forbici da avventiziectomia. Le forbici microchirurgiche da dissezione sono utilizzate per l'esposizione e l'isolamento delle strutture neuro vascolari. Essendo ideate per non procurare lesioni queste forbici presentano una punta smussa (con raggio di curvatura di circa 0.3 mm) e delle lame con margine lievemente arrotondato.



Forbici microchirurgiche curve da dissezione



Forbici microchirurgiche rette da avventiziectomia

Le forbici da avventiziectomia sono utilizzate per il taglio dell'avventizia, per la regolarizzazione delle strutture neuro vascolari e per i tagli dei fili di sutura di calibro inferiore a 8.0. Pertanto esse dispongono di punte e lame dritte ed affilate. Forbici specifiche con una lama dentellata sono utilizzate per la regolarizzazione dei capi nervosi offrendo una tenuta ed un taglio controllato.

Infine, nello strumentario chirurgico è utile disporre anche di una classica forcipe ad anelli smussa utilizzabile nelle prime fasi della dissezione.

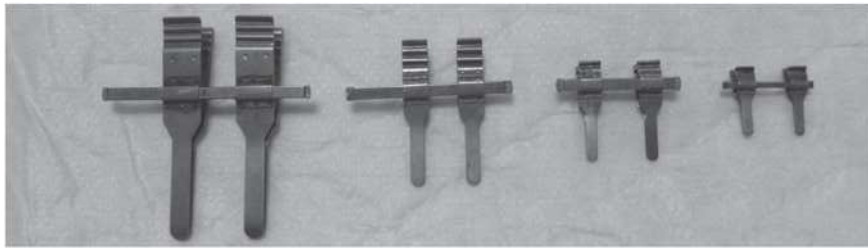


Forbici ad anelli da dissezione

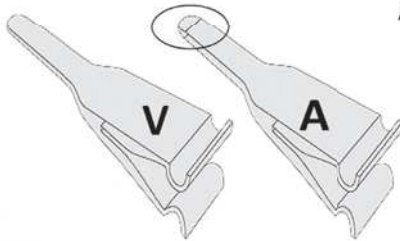
Come altri strumenti anche le forbici da microchirurgia possono essere disponibili in diverse lunghezze, con corpo piatto o arrotondato e con struttura a molla per aumentare la maneggevolezza. Una forbice adeguata deve applicare una forza laterale che mantenga il contatto delle lame tale da minimizzare il movimento di torsione nel taglio. Se le lame sono troppo grossolane si riducono le forze laterali mentre se sono troppo deboli ed elastiche permettono la interposizione di tessuto che rende irregolare il taglio. Le forze laterali adeguate nelle forbici a molla vengono fornite da una buona articolazione delle lame (pivot).

Clamp ed approssimatori. Clamp ed approssimatori sono necessari per fissare ed avvicinare l'estremità dei vasi da sottoporre ad anastomosi. La caratteristica principale di questi dispositivi è che devono offrire tenuta adeguata in modo da interrompere il flusso e non scivolare senza danneggiare la parete vasale. Clamp ed approssimatori sono disponibili in varie misure a seconda del calibro del vaso e della tipologia del vaso (arteria o vena).

Alcuni tipi di dispositivi sono applicabili con le apposite pinzette. La scelta della misura della clamp deve essere adeguata al calibro del vaso per evitare che una eccessiva pressione di chiusura sulla superficie danneggi la parete. Insieme alle classiche clamp ed approssimatori metallici in commercio risultano disponibili analoghi dispositivi monouso.



Approssimatori



L'approssimatore da arteria e vena sono differenti. L'approssimatore da arteria ha i rebbi che hanno un precontatto nella parte più distale per evitare che il vaso (più spesso della vena) venga compresso durante la sutura.



Pinza da clamp o approssimatori

ALTRI DISPOSITIVI

Nella preparazione del campo e nell'esecuzione dell'intervento alcuni dispositivi sono utilizzabili per facilitare la procedura microchirurgica. **Uncini e divaricatori** sono spesso sostituiti nella microchirurgia sperimentale da graffette ripiegate trattenute da elastici. Sempre in campo sperimentale piccoli batuffoli di cotone possono essere impiegati nella dissezione di strutture anatomiche particolarmente delicate. Il **microbisturi** a punta può essere utile nella chirurgia nervosa per la epinevriotomia.

Il **coagulatore** deve essere bipolare, più delicato, che consente anche la coagulazione dei rami collaterali senza trasmettere al vaso principale la scarica elettrica che ne danneggerebbe l'intima. La **legatura dei vasi** rappresenta comunque un utile esercizio che migliora la destrezza ed è da preferirsi alla elettrocoagulazione. Per l'isolamento e la migliore identificazione delle strutture anatomiche comprese nel campo microchirurgico è molto utile collocare dei laccetti o delle strisce colorate. In particolare queste ultime sono adoperate al di sotto dei vasi da sottoporre ad anastomosi.

Per evitare l'essiccamento dei tessuti è utile **irrigare** con fisiologica eparinata o con lidocaina (per contrastare la vasocostrizione), utilizzando cateteri venosi da 22G (ago cannula), aghi da insulina con la punta smussata o microaghi bottonuti. Secondo recenti studi queste soluzioni non offrirebbero vantaggi rispetto all'utilizzo di semplice fisiologica. È utile infine ricordare che in alcune circostanze a livello sperimentale la irrigazione permette mediante la tecnica di idrodissezione di separare con sicurezza strutture anatomiche particolarmente delicate.

Cura degli strumenti. La cura dello strumentario microchirurgico è essenziale per la qualità della chirurgia. La manipolazione, la pulizia e la conservazione degli strumenti richiedono una grande attenzione poiché il danneggiamento dei dispositivi in questa fase è sempre possibile. Residui ematici e tissutali vanno preventivamente rimossi dopo l'uso con un lavaggio e trattamento con soluzione disinfettante. Gli strumenti dovrebbero poi essere esaminati dopo la pulizia per osservare eventuali danni come incrinature o rotture in particolare delle delicate estremità. In tal caso lo strumento dovrebbe essere rimosso dal set e sostituito. Dispositivi con superfici interne non direttamente esposte come le clamp dovrebbero essere lavate in soluzione detergenti emolitiche inserendole a branche aperte per qualche istante in modo da permetterne la pulizia. Infine, le estremità dei dispositivi possono essere prima della conservazione protette con tubi di silicone.

I **fili di sutura** più utilizzati in microchirurgia sono di nylon o polipropilene (la seta non viene utilizzata perché spesso responsabile di reazioni da corpo estraneo). Questi fili hanno una superficie liscia, consentono una facile chiusura dei nodi e generano reazioni tissutali limitate. I diametri dei fili sono variabili da

8.0 a 12.0 ma i fili più comunemente utilizzati sono i 9-0, 10-0, e 11-0 (da 26 a 18 micron di diametro). Gli aghi di 3/8 di cerchio possono avere differenti sezioni – la lunghezza dell'ago del 10-0 è di circa 3.8/4 mm. Quelli a sezione cilindrica sono meno traumatici per le pareti vascolari e nervose in modo da determinare la minima interferenza con i tessuti circostanti. Gli aghi con punta triangolare hanno una maggiore facilità di ingresso nei tessuti più resistenti ma non vengono molto utilizzati. In generale gli aghi utilizzati nella sutura vascolare non devono avere un calibro maggiore del filo per non danneggiare la parete del vaso durante il passaggio.

*Questo capitolo è stato redatto da
Eugenio Fraccalanza e Stefano Artiaco*

BIBLIOGRAFIA

- R.D. Acland. Practice manual for microvascular surgery. Second edition. The C.V. Mosby Company Ed. St. Louis. Washington D.C. Toronto, 1989
- S. Shurey, C. Green. Basic microsurgical techniques. A laboratory manual. Surgical Research Department, Northwick Park Hospital, Harrow, Middlesex, U.K.

REGOLE GENERALI ERGONOMIA E STILE DI VITA

L'obiettivo principale della formazione e dell'apprendimento microchirurgico è acquisire l'abilità e la destrezza sufficiente per poter affrontare la tecnica con sicurezza e ottenere buoni risultati. Altri obiettivi sono quelli di altre tecniche, ma amplificati, e si basano sulla premessa chirurgica di "minimizzare i traumatismi e massimizzare i risultati". Per ottenere buoni risultati e la corretta esecuzione della tecnica microchirurgica sono necessari degli accorgimenti ergonomici, come l'ottenimento di un *corretto e confortevole posizionamento*, con il fine di diminuire la stanchezza, lo scoraggiamento e i tremori.

Il microchirurgo deve affrontare una serie di problematiche causate dalla lunghezza degli interventi (spesso di diverse ore), dall'uso di strumenti speciali e dalla necessità di mantenere la stessa posizione durante tutto l'intervento, cosa che può causare lombalgia, cervicalgia o altro⁽¹⁾. A tal fine, in letteratura, ritroviamo numerose raccomandazioni riguardanti il modo di star seduti e le tipologie di posizioni, il design e l'altezza del tavolo operatorio, e il modello di microscopio. Tali fattori sono tutti correlati e i chirurghi devono elaborare un sistema che, in base alle diverse situazioni, soddisfi le personali esigenze e desideri. Ciò può essere ottenuto solo con la pratica e la comprensione delle diverse apparecchiature utilizzate.⁽²⁾ Solo attraverso la pratica continua si può acquisire la dimestichezza necessaria a migliorare l'affinamento dei sensi, la percezione della profondità di campo, il feedback sensoriale e la propriocezione. Non meno importante è la scelta dell'ambiente lavorativo, che dovrebbe essere silenzioso, rilassato e senza elementi di disturbo.

TREMORE Il tremore ha un impatto negativo sulla qualità del gesto microchirurgico con conseguente possibilità di errore e danneggiamento dei tessuti. Il tremore fisiologico è un fenomeno del tutto spontaneo e può essere amplificato da affaticamento muscolare, sforzo eccessivo, ansia, freddo, fame, uso di stimolanti, uso di bevande alcoliche, oppure da oscillazioni metaboliche o dall'ipertiroidismo.

Pertanto alcune regole per il controllo del tremore sono le seguenti⁽¹⁾:

- evitare la disperazione e l'avvilimento
- abbandonare il nervosismo e il malumore
- non andar di fretta, compiere un passo alla volta e dinanzi ad una difficoltà fermarsi e ragionare

- sicurezza in sè stessi
- concentrazione
- evitare carenza di sonno e sforzi fisici prolungati
- evitare tabacco, caffè, alcool in misura diversa dal consumo abituale
- durata ragionevole del lavoro
- cercare di non acquisire vizi nell'esecuzione della tecnica

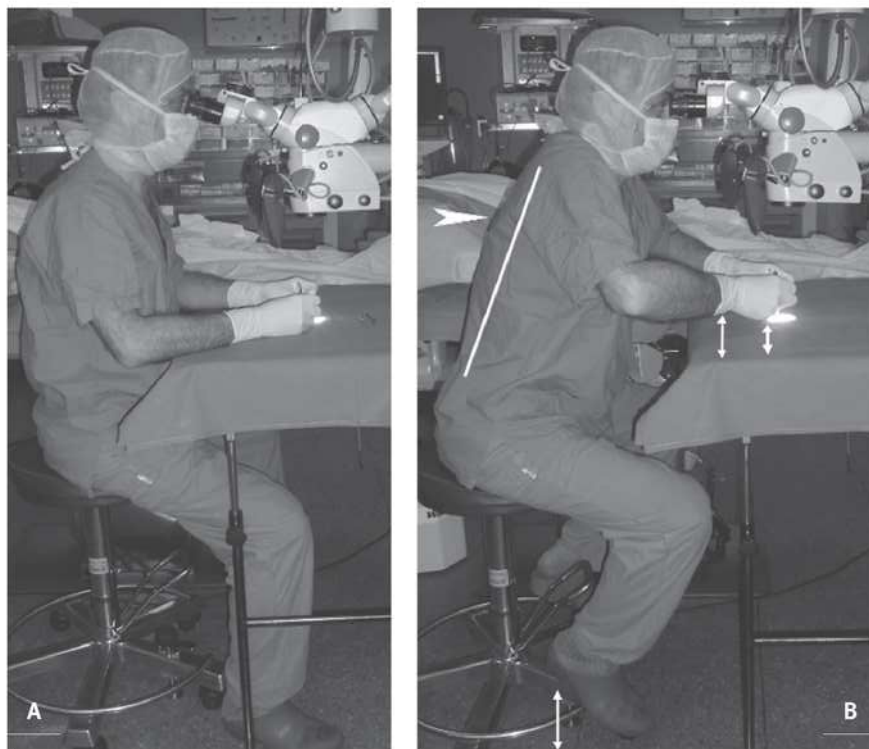
Il nervosismo e l'ansia sono forti promotori del tremore. È molto importante abbandonare le distrazioni che possono compromettere non solo la destrezza ma anche la concentrazione mentale. Durante l'apprendimento insorge spesso un senso di frustrazione che aumenta l'irritabilità. L'ansia, invece, insorge quando i progressi compiuti non sono all'altezza delle iniziali aspettative. La privazione di sonno peggiora il tremore basale, l'abilità di concentrarsi e la capacità di apprendere. L'esercizio fisico della parte superiore del corpo, nelle 24 ore precedenti l'intervento microchirurgico, potrebbe compromettere il controllo muscolare e in particolare il movimento delle dita. Il solo trasportare una borsa pesante o altri oggetti pesanti a poche ore di distanza dalla chirurgia potrebbe compromettere la performance.⁽³⁾

Il fumo di sigaretta può peggiorare la concentrazione e la performance per circa 30 minuti con aumento del tremore, basterebbe pertanto ridurre l'assunzione di nicotina immediatamente prima della pratica microchirurgica. La caffeina, essendo uno stimolante, aumenta il tremore fisiologico, anche se in letteratura è riportato che non aumenta nei chirurghi che fanno normalmente uso di caffè. È consigliabile comunque la moderazione con un consumo di una o due tazze al giorno e comunque non modificare le proprie abitudini. Inoltre, lo stress psicologico, la mancanza di sonno e la stanchezza possono essere fonte di tremore oltre ad influire sulla concentrazione, la precisione del gesto e la performance.

POSIZIONAMENTO Questi fattori sono molti importanti ma non meno della posizione. Il chirurgo deve stare ben seduto con la testa leggermente flessa (30° circa), la schiena deve star dritta e non curvata, le braccia devono essere poggiate fino ai polsi e bordo ulnare della mano, i piedi ben poggiati al suolo. La sedia e il tavolo devono essere adeguati per assumere una posizione corretta. Anche l'impugnatura degli strumenti è importante.

Ci sono 2 usuali posture in microchirurgia. La prima è quella in cui ci si appoggia allo schienale della sedia, curvando leggermente la parte superiore della schiena e non poggiando i piedi completamente sul pavimento.

La seconda viene assunta spostandosi in avanti sulla sedia, quindi senza appoggiarsi sullo schienale, con schiena e collo dritti, e poggiando bene i piedi al pavimento. Tuttavia ciascuna di queste posizioni potrebbe essere scelta in base al comfort del chirurgo, in base all'altezza del tavolo e al tipo di microscopio (comandi a pedali).⁽³⁾



**Figura 1. A) La posizione deve essere “rilassata” senza tensioni con avambracci appoggiati e piedi appoggiati al pavimento.
B) Postura scorretta. Il busto è proteso in avanti, i piedi sollevati da terra, gli avambracci e le mani sollevati dal tavolo operatorio**

La posizione più confortevole per star seduti per lungo tempo è quella con i piedi ben poggiati al pavimento con le anche e ginocchia flesse a 90° (perpendicolari). L'altezza della sedia andrà regolata in base alle abitudini del chirurgo. Per ridurre l'affaticamento andrebbero utilizzati sedili con braccioli e schienali. I gomiti dovrebbero essere flessi a 90° con avambracci e mani poggiati per ridurre il tremore e ciò comporta che l'altezza del tavolo sia inferiore all'altezza di lavoro per questo vanno considerati diversi fattori come l'imbottitura del tavolo, i teli e lo spessore del segmento su cui si sta operando (Fig. 1 a-b).⁽²⁾

Molti dei tavoli utilizzati e presenti in commercio non sono adatti per gli interventi di microchirurgia, per vari motivi, come la scarsa stabilità, il piano di lavoro troppo ridotto e l'impossibilità di regolare l'altezza. La distanza tra il piano di lavoro e gli oculari del microscopio dovrebbe corrispondere alla distanza verticale tra le mani e gli occhi del chirurgo (hand-eye distance). Il chirurgo può modificare questa distanza flettendo o estendendo la schiena, in alternativa può cambiare

l'angolo di flessione dei gomiti; nel primo caso l'affaticamento sopraggiunge rapidamente, nel secondo caso il cambiamento dell'altezza è limitato.

Inoltre, se l'inclinazione degli oculari è regolabile (e non fissa), questa può essere modificata per incontrare gli occhi del chirurgo. Infine, selezionando l'apposita lunghezza focale della lente, saranno quindi posizionati gli oculari alla giusta altezza.⁽²⁾ Molti microscopi hanno lenti intercambiabili e ciascuna consente una determinata distanza dal piano di lavoro⁽⁴⁾. La distanza solitamente utilizzata in microchirurgia è 20 cm, corrispondente a una focale di 200-250 mm, ed essa consente agli operatori la corretta posizione con avambracci e margine ulnare delle mani ben appoggiati al tavolo.

POSIZIONE DELLE MANI Una volta regolato il microscopio ed aver assunto una posizione confortevole, le braccia devono essere posizionate in modo confortevole sul piano operatorio, evitando che esse sorreggano il peso del corpo. Il bordo ulnare delle mani deve essere posizionato comodamente sul tavolo operatorio. Gli strumenti microchirurgici sono impugnati come una penna con la punta del pollice, indice e medio a una distanza di 3,5 cm dalla punta dello strumento per controllare il movimento. Se lo strumento è abbastanza lungo, per controllare la stabilità, andrà appoggiato sul dorso del primo spazio interosseo. (Fig. 2)

Il ruolo del mignolo e dell'anulare è quello di dare stabilità e ridurre i tremori, per quanto possibile. Ciò può essere ottenuto poggiando il versante ulnare delle unghie di queste dita sul tavolo. Il medio a questo punto rimane al di sopra

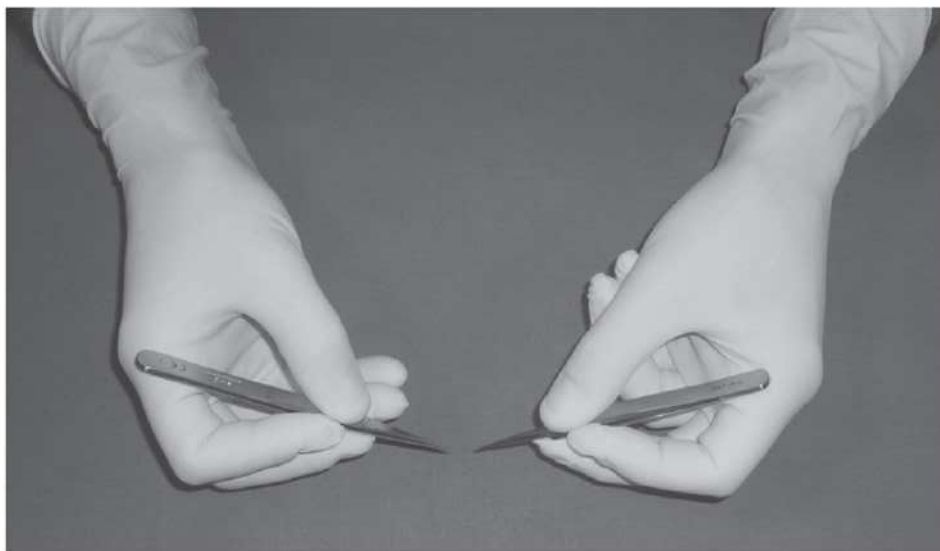


Figura 2. Posizione degli strumenti nelle mani come una penna, pollicci ed il bordo ulnare della mano è appoggiata al tavolo di lavoro.

dell'anulare che gli dà supporto. In alternativa, qualora fosse necessario estendere il polso, si possono estendere anche il mignolo e l'anulare per creare una base di supporto più ampia per la mano. Quando le due mani sono molto ravvicinate, il versante radiale dei pollici, in particolare le interfalangee, possono entrare in contatto per creare maggiore stabilità.

Ovviamente l'esatta posizione dipende anche dalle preferenze del chirurgo, ma anche dal sito di lavoro, dalle dimensioni del microscopio, dagli oculari al punto focale del campo, e dall'inclinazione del microscopio. Per ottenere comfort e stabilità spesso si adoperano traverse o pacchi di garze da posizionare al di sotto degli avambracci o del bordo ulnare della mano. ⁽³⁾

REGOLAZIONE MICROSCOPIO È molto importante, dopo aver effettuato la preparazione delle strutture da suturare, ad occhio nudo o con occhiali, sistemare il microscopio adattandolo anche al secondo operatore (nel caso di microscopi con doppia postazione), ricercando la situazione ottimale dei mezzi diottrici in modo da non doverla modificare nel corso dell'intervento, verificando

Tabella I

CHECK LIST DI PREPARAZIONE ALLA MICROCHIRURGIA

1. posizionare il microscopio alla distanza di lavoro
2. controllare la postura
3. posizionare la pedaliera con piede appoggiato in posizione neutra
4. accendere le luci
5. estrarre la ghiera degli oculari, nel caso non si indossino gli occhiali, o abbassarla in caso contrario per avere il massimo campo visivo.
6. regolare la scala diottrica secondo eventuali difetti visivi
7. regolare la distanza interpupillare fino ad ottenere un singolo campo visivo
8. guardare dentro gli oculari e, con la punta di uno strumento, cercare il centro del campo visivo
9. portare a massimo ingrandimento e mettere a fuoco con ambedue gli occhi separatamente
10. portarsi ad ingrandimento di lavoro

la corretta visione all'escursione dello zoom e della messa fuoco, che in genere vengono manovrate con la pedaliera.

I Microscopi provvedono ad una visione binoculare stereoscopica del campo operatorio con ingrandimenti che vanno dagli 8X ai 25X. Nel *corso dell'intervento è importante variare gli ingrandimenti*. Per esempio nel dare un punto si utilizzano ingrandimenti maggiori, per fissare il nodo si diminuiscono gli ingrandimenti per ottenere un campo visivo più ampio. Occorre ricordare che aumentando gli ingrandimenti viene a diminuire la profondità di campo e questo fa sì che, per minimi spostamenti in senso verticale, l'oggetto non sia più a fuoco con maggiori difficoltà di manovra. Dapprima, posizionando il microscopio sull'ingrandimento maggiore, viene regolata la messa a fuoco sul punto centrale del campo, successivamente viene ripetuta la procedura all'ingrandimento più basso. La messa a fuoco dovrebbe essere effettuata per ogni occhio alla massima distanza interpupillare. Se, prima di iniziare l'intervento microchirurgico, il fuoco non è adeguato per entrambi i chirurghi, la procedura deve essere ripetuta. Inoltre, soprattutto quando ci sono due chirurghi al microscopio, è molto importante la regolazione diottrica per ciascun occhio. Molti oculari hanno un range diottrico che va da -5 a +5. Deve essere poi regolata la distanza interpupillare. Le due immagini provenienti dagli oculari devono essere allineate con le pupille dell'operatore per ottenere una singola immagine del campo operatorio. Può essere utile a tal fine avvicinare e allontanare il capo dagli oculari per rendere la manovra più semplice.⁽³⁾

*Questo capitolo è stato redatto da
Teresa Benigno, Andrea Panunzi, Antonio Apolito*

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Microchirurgia Vascular y Nerviosa 2a Edicion - J Uson Gargallo, MC Calles Vasquez, FM Sanchez Margello, JM Uson Casaus - Centro de Chirurgia Mininvasiva Jesus Uson - ISBN-13: 978-84-612-9403-9 Caceres Espana.
2. Pederson WC. Principles of Microvascular Surgery. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH. Green's Operative Hand Surgery (VI ed). Pag. 1555-1584. Churchill Livingstone, Elsevier.
3. Cooley BC. Indroduction: Preparation for Microsurgery Training. In: A Laboratory Manual for Microvascular and Microtubal Surgery, Pag. 1-4.

REGOLE GENERALI DELLE SUTURE VASCOLARI

1) ARCHITETTURA DELLA SUTURA VASCOLARE TERMINO-TERMINALE

La preparazione dei vasi rappresenta una fase fondamentale e prevede i seguenti passaggi:

1. Reperimento ed isolamento delle due estremità per un tratto sufficiente ad assicurare un agevole posizionamento senza trazione sui capi.
2. Regolarizzazione delle estremità da affrontare, con microforbici rette, eliminando eventuali tratti di parete contusa.
3. Irrigazione con soluzione fisiologica eparinata (1000 UI in 100 ml) per la rimozione di eventuali coaguli.
4. Reperimento del piano di clivaggio tra tunica media ed avventizia, che va eliminata nel tratto adiacente all'anastomosi per circa 3 mm (avventiziectomia). Tale operazione si esegue inserendo nel clivaggio la forbice in senso longitudinale per liberare dal vaso l'avventizia, che successivamente si rimuove con la forbice stessa, o più rapidamente esercitando una leggera trazione sulla tunica esterna e sezionando poi il tratto estroflesso, lasciando poi che si retragga liberamente (Fig. 1).
5. Qualora il lume dei vasi rimanga collabito, è necessario ripristinarne la beanza esercitando una trazione "equatoriale" con due pinze atraumatiche, utilizzando poi la punta dei due morsi della pinza per dilatare il lume irrigando poi con soluzione eparinata (Fig. 2).
6. Posizionamento dei due capi su un approssimatore, con le due clamp alla massima distanza possibile, in modo che avvicinandole si possano far combaciare i vasi beanti. L'anastomosi non deve mai essere realizzata sotto tensione.

Il successo nella realizzazione di un'anastomosi microchirurgica è strettamente legato ad alcuni importanti fattori che vanno sempre tenuti in considerazione:

1. La tensione dei nodi deve essere moderata allo scopo di ottenere un'anastomosi che non sia né stenosante né troppo lenta.

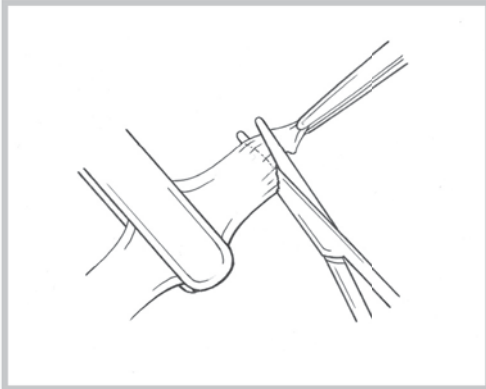


Figura 1. Avventiziectomia

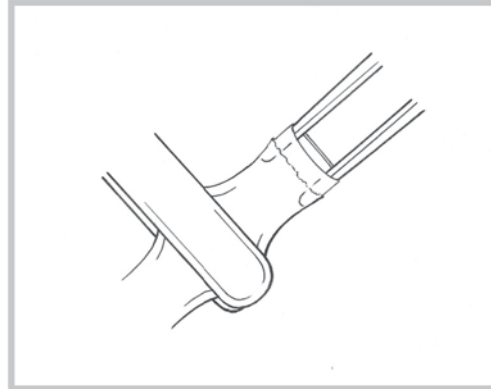


Figura 2. Dilatazione del lume

2. I punti devono essere posti in modo equidistante tra di loro.
3. Evitare ripiegamenti della parete assicurando una distanza dal margine identica in tutti i punti.
4. La tonaca media ed intima devono essere sempre coinvolte nel passaggio del punto evitando l'interessamento dell'avventizia.

2) TECNICHE DI REALIZZAZIONE DI UN'ANASTOMOSI TERMINO-TERMINALE

Il confezionamento di un'anastomosi termino-terminale può avvenire attraverso diversi metodi la cui scelta è strettamente dipendente dalle preferenze dell'operatore¹⁻². La tecnica tradizionale (con ago e filo) risulta la più largamente impiegata.

- **Sutura con punti staccati**
- **Sutura Continua**
- **Sutura "Open loop"**

2.1. Sutura Con Punti Staccati

È il metodo più largamente utilizzato per semplicità di esecuzione, affidabilità ed appropriatezza per la maggior parte dei vasi arteriosi e venosi. Per eseguire questo tipo di anastomosi possono essere usate diverse tecniche:

- *Tecnica della Biangolazione*
- *Tecnica della Triangolazione*
- *Tecnica "Posterior-wall-first" - "Saline blow-assisted vein anastomosis"*

2.1.1. Biangolazione (Punti a 180°):

Afferrato l'ago di un filo di misura congrua al lume del vaso con un portaaghi o con una pinza numero 5, nella parte centrale e perpendicolarmente al suo asse, lo si fa progredire con una rotazione del polso per attraversare perpendicolarmente il tessuto del vaso (out-in), aiutandosi a contrapporre una certa resistenza con l'aiuto dei due morsi della pinza introdotta nel lume; ciò evita di pinzare nel punto la parete posteriore del vaso ed evita di toccare direttamente la parete del vaso (Fig. 3).

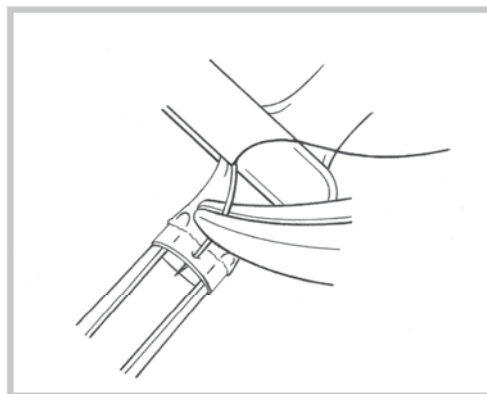


Figura 3: 1° punto, fase "out-in"

Passaggio dell'ago attraverso l'altro moncone del vaso (in-out). Durante i passaggi dell'ago assicurarsi che la distanza dai margini (di solito non più di 0,5 mm – anche calcolata nel doppio dello spessore dell'ago, per evitare che la parete possa introflettersi) sia la stessa nei due capi ed il punto possa risultare, una volta chiuso, perpendicolare ai bordi dei monconi (Fig. 4).

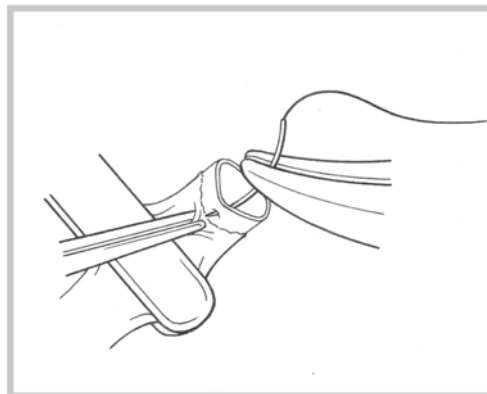


Figura 4: 1° punto, fase "in-out"

Dopo aver fatto scorrere il filo per tutta la sua lunghezza, posizionare l'ago all'interno del campo visivo del microscopio, per ritrovarlo in seguito alla chiusura del punto. Controllare, dando il primo punto, di non aver determinato movimenti di torsione su uno dei due monconi, per evitare poi trazioni irregolari sulle due pareti. (Vedere a pagina 95 la modalità di dare il nodo).

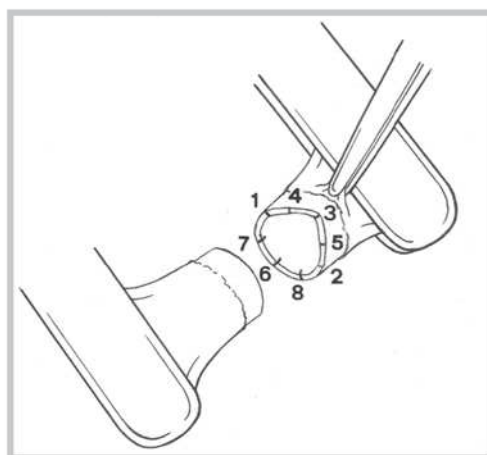


Figura 5: Sequenza nell'apposizione dei punti partendo da 180°

Il secondo punto viene posto con tecnica analoga dal lato opposto, cioè a 180° rispetto al primo (Fig. 5).

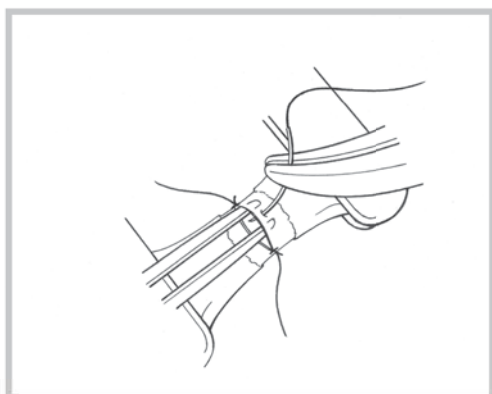


Figura 6. 3° punto della parete anteriore

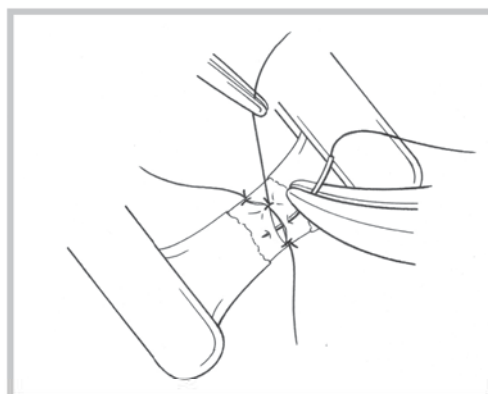


Figura 7. 4° punto della parete anteriore

Gli altri punti (da 6 a 8 in totale), sono posizionati di metà in metà, in modo da venire apposti equidistanti, sempre tra altri due punti mantenuti in trazione. In questo modo viene completata la sutura della faccia anteriore. È importante assicurarsi del coinvolgimento dell'intima ad ogni passaggio dell'ago e questo può essere garantito prendendo i due margini separatamente (Fig. 6). Il quarto punto potrà essere dato tra il 2° e 3° o tra il 1° e 3°. Una leggera trazione sul punto precedente favorisce il reperimento della corretta distanza tra i 2 punti (Fig. 7).

Quando la sutura della metà anteriore è completata, si ruota l'approssimatore di 180°, in modo da esporre la parte posteriore del vaso. Attraverso la visualizzazione della parete interna del vaso è possibile effettuare il controllo del corretto posizionamento dei primi punti (dall'interno). In alternativa, si lascia lungo un capo del filo dei primi punti, agendo su questo per ruotare in modo idoneo il vaso per posizionare i punti successivi. Si procede quindi con la sutura della parete posteriore (Fig. 8).

La parte posteriore dell'anastomosi viene suturata seguendo la stessa metodica utilizzata per la sutura della parete anteriore con la sequenza riportata in figura 5.

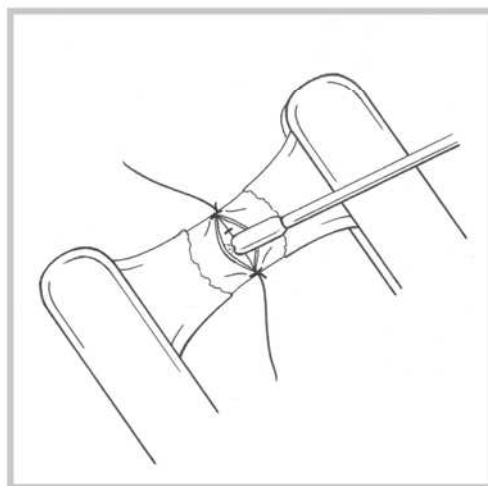


Figura 8. Irrigazione del vaso per rimuovere eventuali coaguli prima di iniziare la sutura della parete posteriore

2.1.2. Triangolazione

Nella tecnica della triangolazione, descritta da Carrel nel 1902³, dopo il posizionamento del primo punto cardine, il secondo deve essere posizionato ad $1/3$ di distanza oppure a 120° gradi dal primo.

Gli altri punti della parete anteriore sono posizionati tra i due punti cardine mantenuti in trazione, in modo da venire apposti equidistanti tra di loro. In questo modo viene completata la sutura della parte anteriore. L'approssimatore viene ruotato e la parte posteriore non ancora suturata viene visualizzata.

Mantenendo in tensione le due prime due suture cardine, è possibile posizionare sulla parte posteriore la terza sutura cardine girando l'approssimatore. È importante che questo terzo punto cardine venga posizionato esattamente a metà strada tra i primi due posti a 0° e 120° . Questa sutura divide in due metà uguali la porzione di vaso non ancora suturata.

Mettendo in tensione il terzo punto cardine, viene completata la sutura del vaso (Fig. 9).

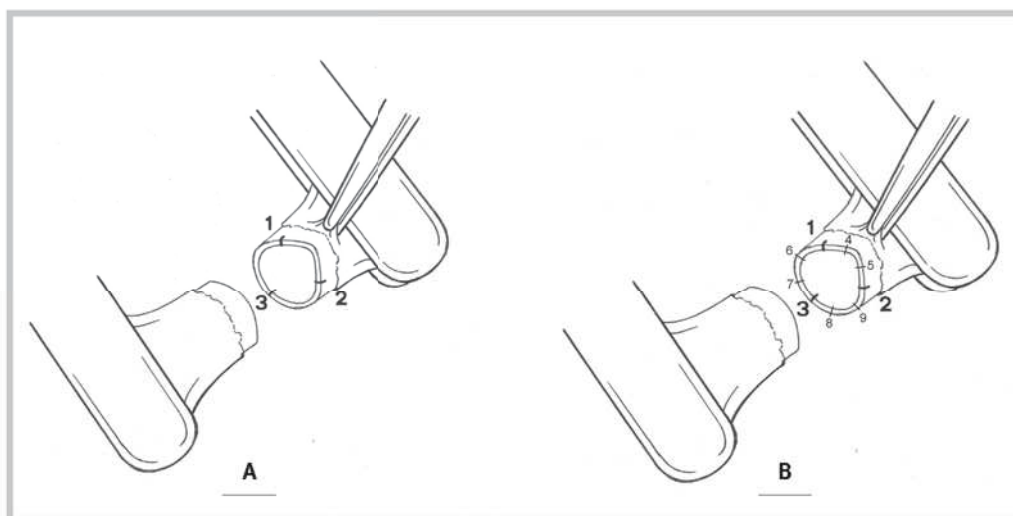


Figura 9. A) Sequenza nell'apposizione dei punti a 120° con tecnica della "triangolazione";
B) sequenza completa in un vaso di piccole dimensioni (9 punti)

Per vasi molto grossi, utilizzando il metodo della triangolazione la sequenza dei punti può essere schematizzata dai disegni qui di seguito (Fig. 10 a-g). Solamente 9 punti sono invece necessari per un vaso di dimensioni inferiori.

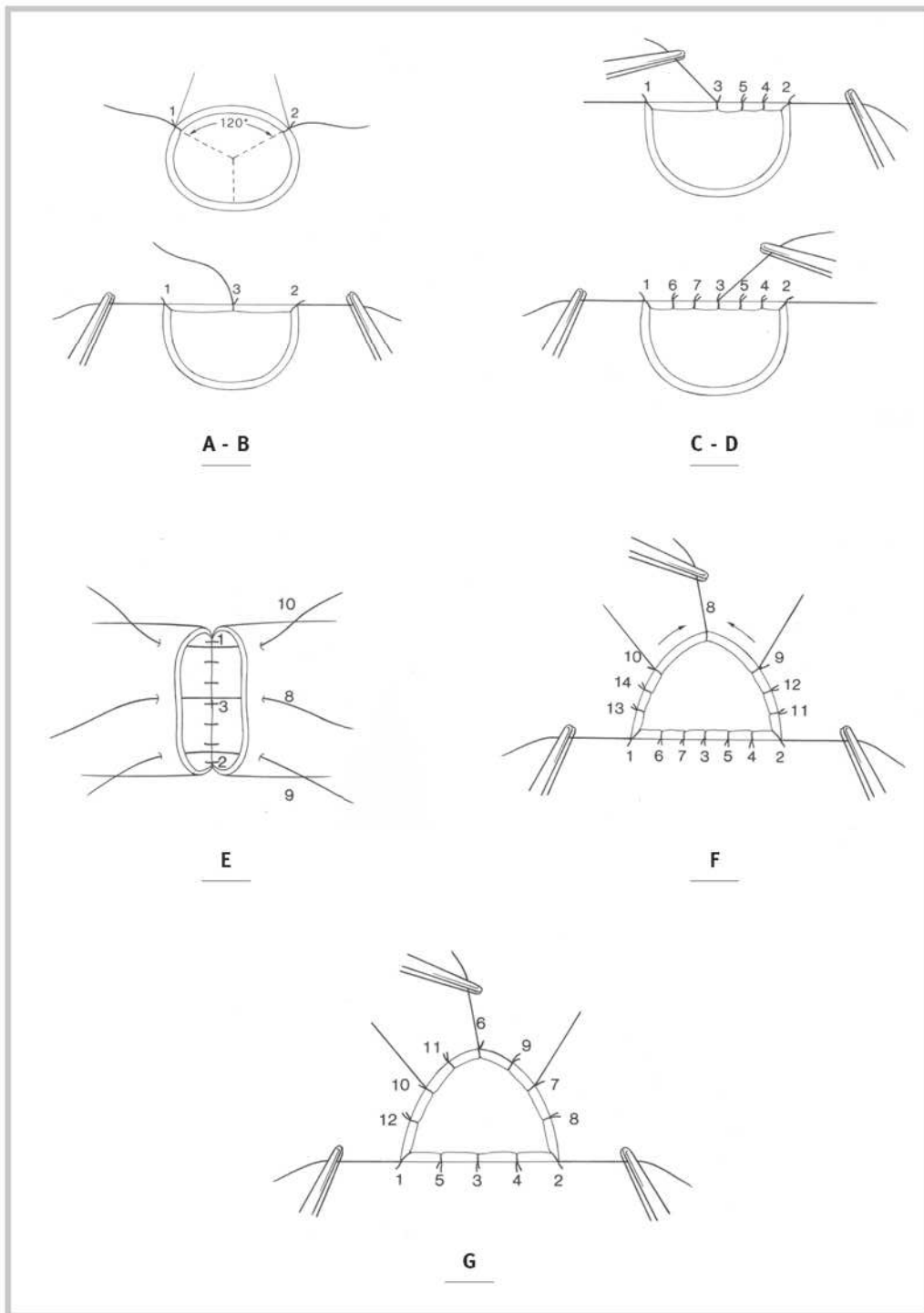


Figura 10 (A-G). Sequenza nell'apposizione dei punti con tecnica della triangolazione su un vaso di diametro maggiore

2.1.3. Tecnica a partenza dalla parete posteriore **- Posterior wall first**

Impiegata di norma quando non è possibile girare l'approssimatore o per comodità dell'operatore; descritta da Harris e Bunke nel 1981⁴

Consiste nel posizionare la prima sutura al centro della parete posteriore con punto semplice inverso, in modo che il nodo sia sempre all'esterno del lume. Il corretto posizionamento di questo punto è cruciale; se posizionato correttamente l'intera parete posteriore dell'anastomosi può essere visualizzata.

Gli altri punti della parete posteriore sono posizionati equidistanti tra di loro, in modo alterno (un punto a monte ed uno a valle del primo) sino a completare la parete posteriore. Una volta completata la sutura della parete posteriore, si procede con la sutura dalla parete anteriore (Fig. 11 a, b, c).

Una evoluzione di questa tecnica descritta dall'autore⁵ (Saline blow-assisted vein anastomosis) consiste nel distendere le pareti del vaso durante la sutura della parete anteriore, attraverso una irrigazione ad alta pressione con soluzione fisiologica eparinata all'interno del lume. La pressione idrostatica così generata permette un'adeguata visualizzazione del lume e della parete posteriore, permettendo un monitoraggio continuo del corretto posizionamento dei punti, rendendo la sutura della parete anteriore agevole e rapida anche per chirurghi meno esperti.

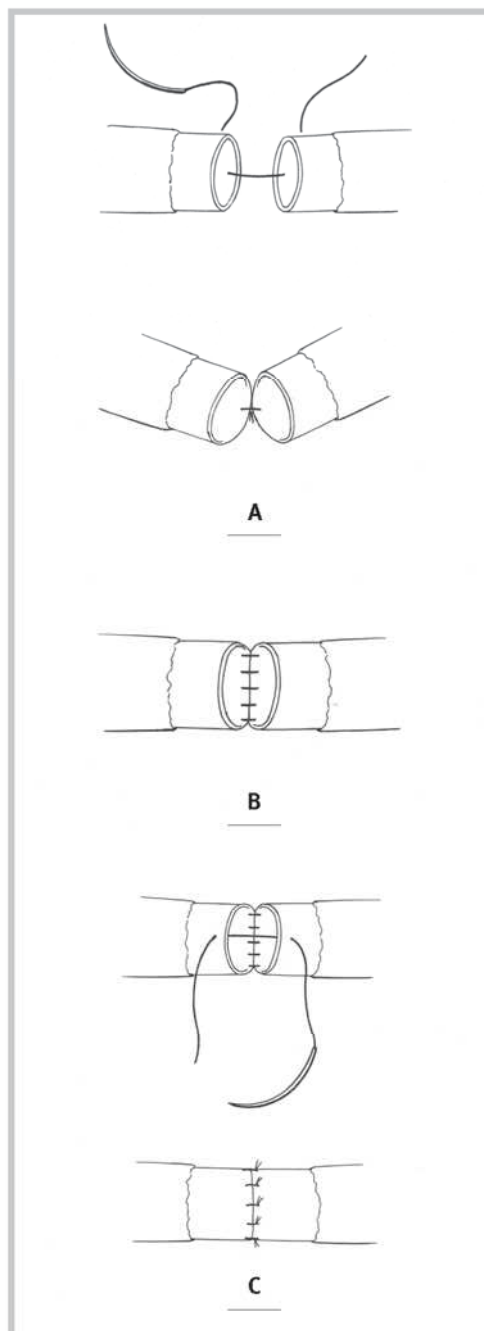


Figura 11. "Posterior-wall-first".

Sequenza nell'apposizione dei punti:
A) primo punto posteriore; B) i punti seguono accanto al precedente, uno da una parte e uno dall'altra e così via; C) il primo punto è centrale nella parete anteriore

2.2. Sutura Continua

La tecnica di sutura continua in microchirurgia viene utilizzata da alcuni operatori in condizioni di discrepanza di calibro ed ha il vantaggio di ridurre significativamente il tempo di confezionamento dell'anastomosi. Tuttavia questa tecnica presenta un rischio di stenosi dell'anastomosi maggiore della tecnica a punti staccati. Inoltre presenta delle difficoltà tecniche legate alla visualizzazione del filo in tutta la sua lunghezza ed alla difficoltà nel ricominciare la sutura in caso di rottura del filo (Fig. 12 a-e).

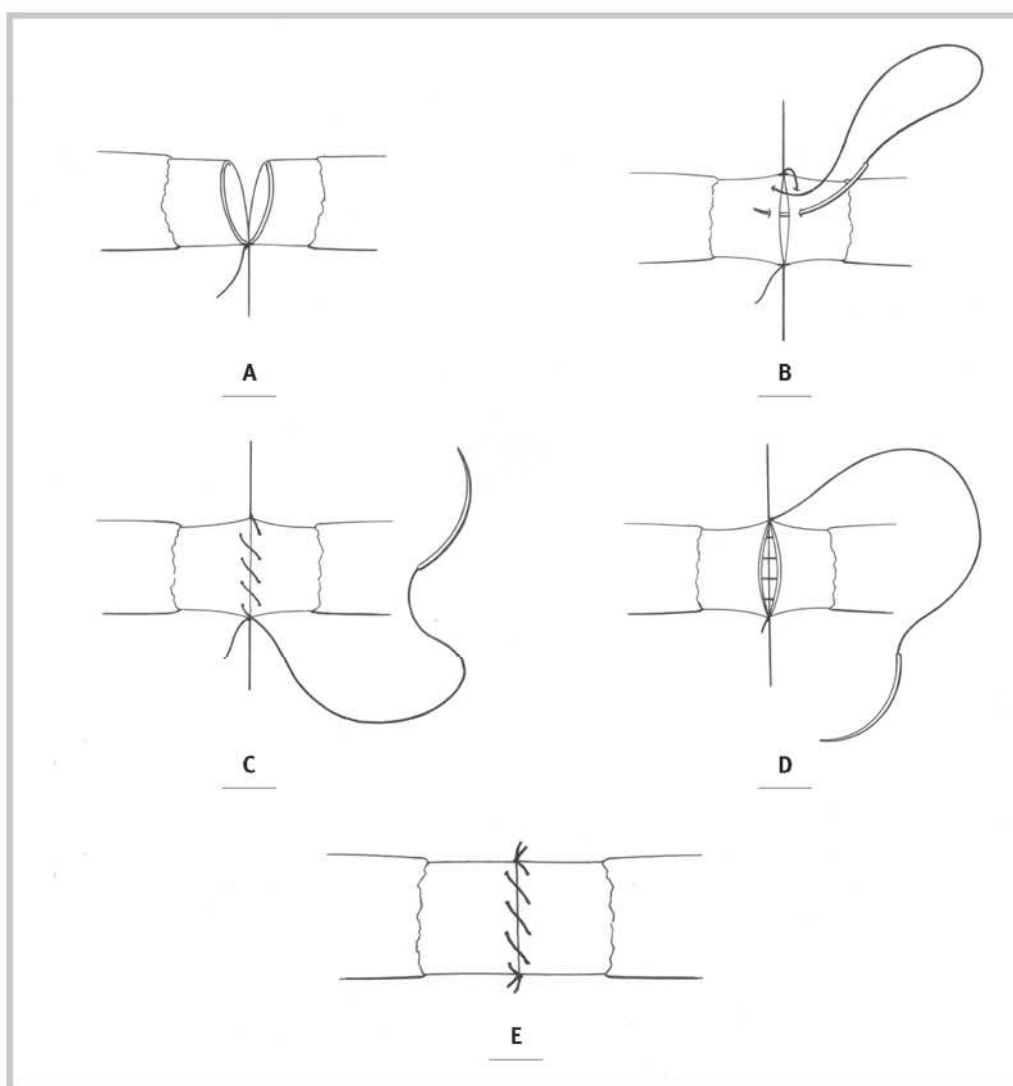


Figura 12. Sutura Continua: sequenza nell'apposizione dei punti - notare che i punti all'interno sono paralleli

Bisogna fare molta attenzione a come si stringe l'ultimo punto per non stenotizzare la sutura. Di norma si utilizza su vene di grosso calibro ma alcuni autori la utilizzano anche per le arterie. Anche due suture emicontinue possono essere fatte per facilitare la tecnica di sutura e la tensione al termine.

2.3. Sutura "Open loop"

Questa tecnica, descritta da Chen and Chiu, 1986⁶, combina la rapidità di esecuzione della tecnica con sutura continua alla sicurezza della tecnica con punti staccati. È infatti una tecnica di sutura bifasica. In una prima fase viene eseguita una sutura continua assicurandosi di lasciare aperte le asole del filo ad ogni passaggio dell'ago. Successivamente la spirale ottenuta viene interrotta in modo da ottenere in una serie di suture staccate che vengono annodate individualmente. In questo modo è possibile ottenere una buona visualizzazione del lume evitando il rischio di stenosi dell'anastomosi (Fig. 13 a, b, c).

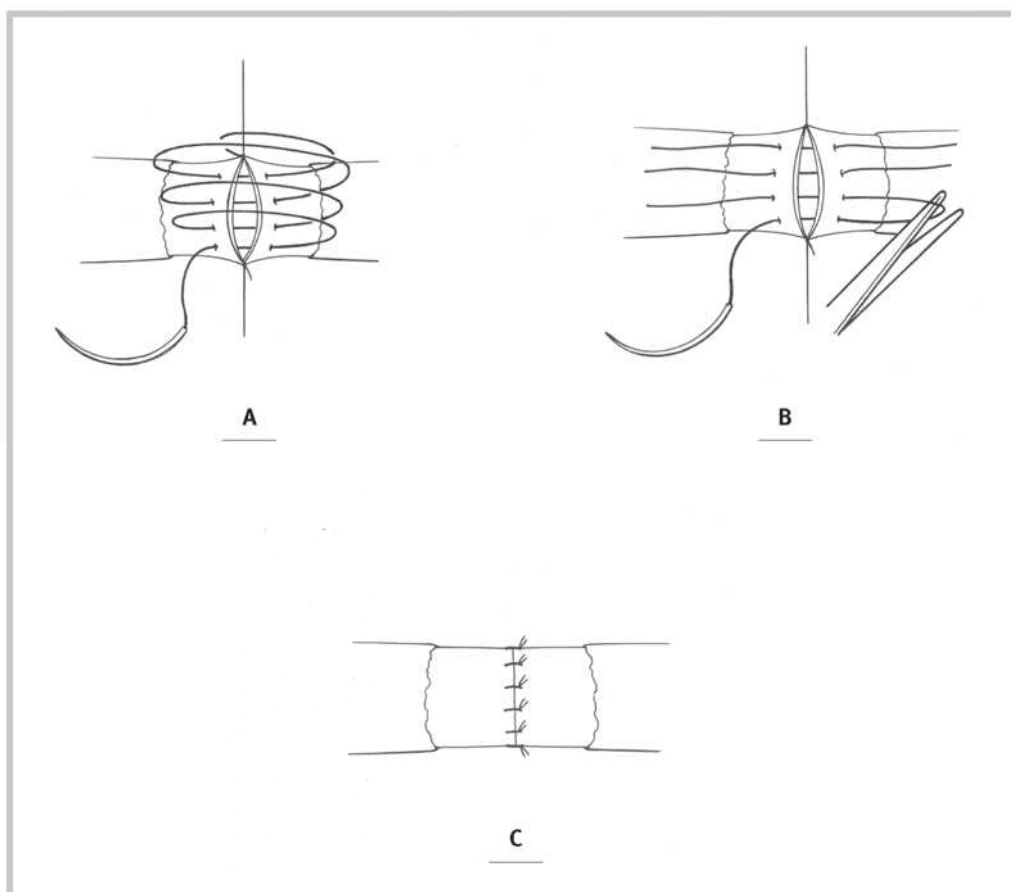


Figura 13. Sutura "Open loop": Sequenza nell'apposizione dei punti

3) TEST DI PERVIETÀ

In vivo, dopo aver aperto le clamp dell'approssimatore (prima sempre quella a valle del flusso!) per verificare la validità dell'anastomosi, si effettua la prova di pervietà: consiste nello svuotare un tratto di arteria o vena a valle dell'anastomosi svuotando il vaso nel senso del flusso con le due pinzette; rilasciando successivamente la pinza più vicina all'anastomosi il vaso deve riempirsi per l'afflusso di sangue attraverso il tratto suturato.

Se il vaso rimane collabito all'apertura della pinza prossimale o se il sangue impiega più di un secondo nel giungere alla pinza distale attraversando l'area dell'anastomosi, il test va considerato negativo e sarà necessario revisionare o riconfezionare l'anastomosi. (Fig. 14 a-c). Il test, se eseguito nel ratto deve essere eseguito immediatamente e dopo 20 minuti dalla fine dell'anastomosi (dei trombi endoluminali si possono formare nel tempo intercorso).

Attenzione a non eseguire il test in maniera scorretta spingendo il sangue verso la sutura.

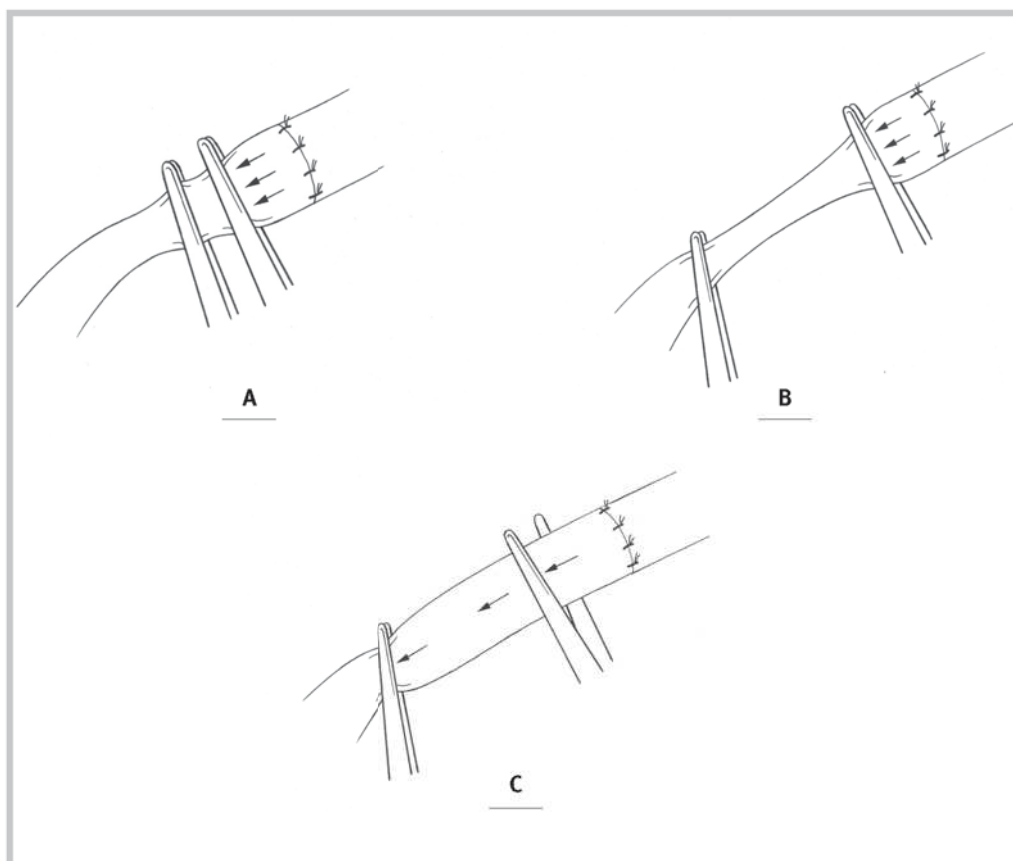


Figura 14. Test di pervietà dell'anastomosi

ARCHITETTURA DELLA SUTURA VASCOLARE TERMINO-LATERALE

1) PRINCIPI GENERALI E TECNICA CHIRURGICA

Si tratta di una tecnica utilizzata molto nelle esercitazioni pratiche sia su modello sia in vivo.

Nella pratica clinica viene utilizzata ogni qualvolta non si voglia “sacrificare” il vaso donatore o dove ci sia una grossa discrepanza di calibro con vasi riceventi molto grossi.

In letteratura non si osservano differenze significative nei flussi ematici tra anastomosi termino-terminale e termino-laterale. Alcuni dati sembrerebbero supportare una superiorità delle anastomosi termino-laterali.

La tecnica chirurgica tradizionale prevede i seguenti passaggi principali (oltre all'approssimatore è necessaria per l'esecuzione della sutura una clamp singola):

1. Chiusura con clamp del vaso donatore per arrestarne il flusso e stabilire il punto dell'innesto.
2. Arteriotomia: può essere effettuata direttamente con microforbici curve, od utilizzando un punto transfisso nella parete del vaso che trazione la parete (Fig. 15 a e b); la finestra creata deve essere regolare e congrua con il vaso da impiantare, evitando assolutamente di creare un'apertura troppo larga.

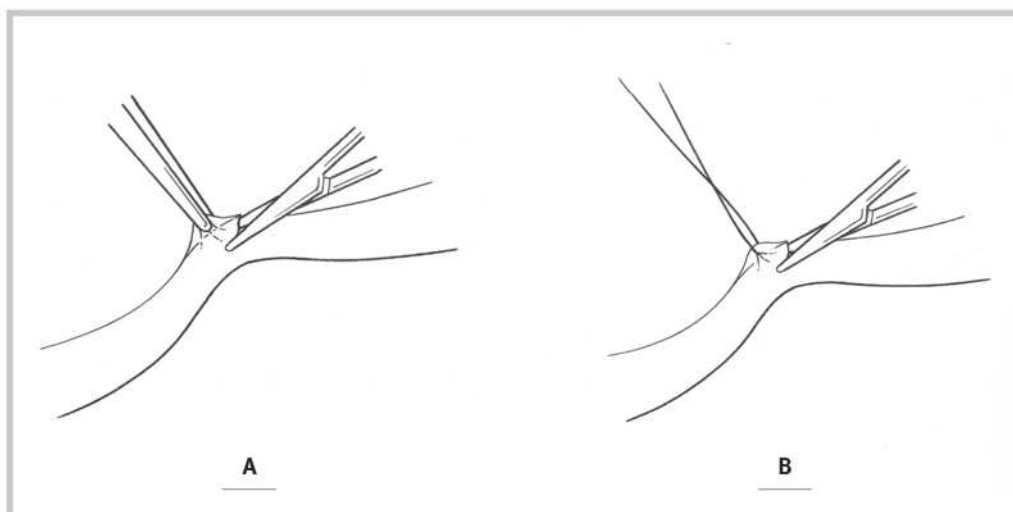


Figura 15. A) Arteriotomia con forbici; B) Arteriotomia con punto di trazione

3. Eseguita l'avventiziectomia, si procede con il posizionamento del primo punto angolare (Fig. 16 a, b).

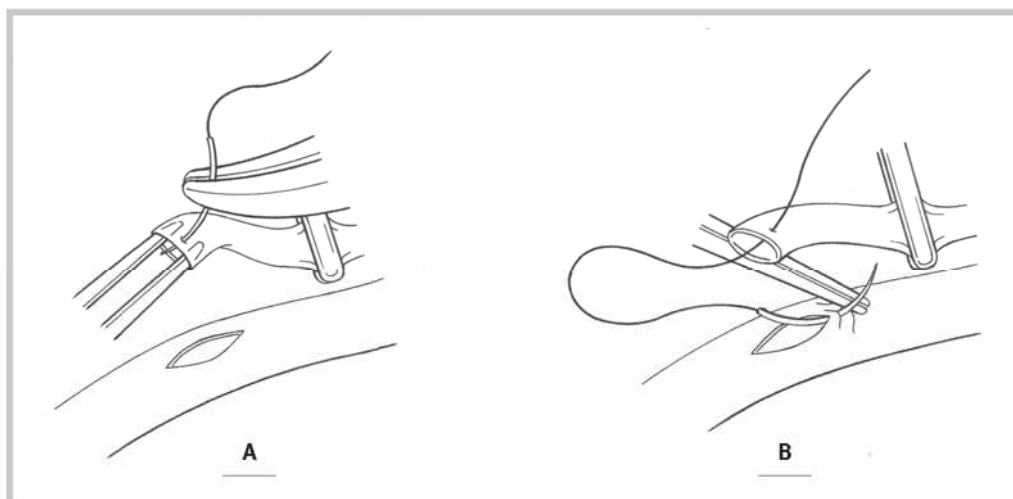


Figura 16. 1° punto angolare nella sutura termino-laterale

4. Trasportato in basso il vaso da anastomizzare, si realizza l'emisutura posteriore con punti che si susseguono come per la sutura a partenza posteriore. È necessario però posizionare i punti non parallelamente ma radialmente, per meglio seguire la morfologia dell'anastomosi (Fig. 17 a); non è corretto dare punti che non seguono la morfologia della parete vascolare come nella figura 17 b. Se l'anastomosi può essere "girata" allora si potrà eseguire il secondo punto a 180° e completare prima una parete e poi l'altra.

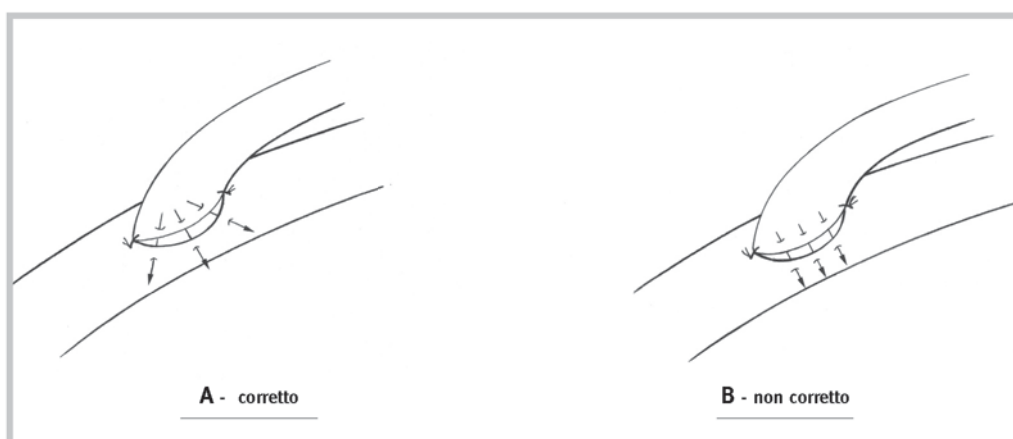
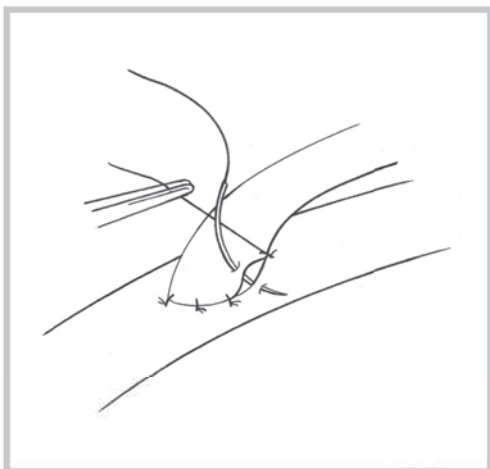
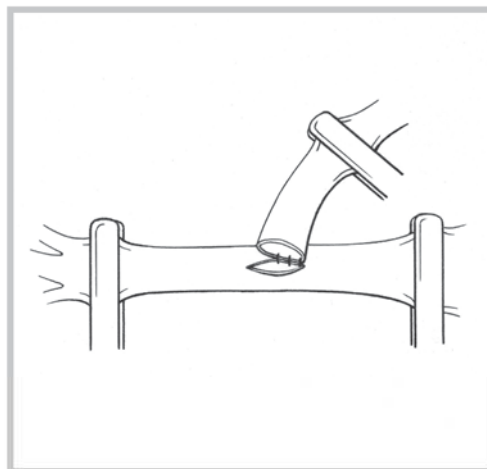


Figura 17. Sutura termino-laterale. Orientamento dei punti: A) corretto; B) scorretto



**Figura 18. Sutura termino-laterale.
Emisutura anteriore**



**Figura 19. Sutura termino-laterale a partenza
posteriore senza poter girare il vaso.**

5. Risollevato il vaso ricevente, dopo aver controllato dall'interno la sutura della parete posteriore, si realizza l'emisutura anteriore con la consueta modalità (Fig. 18).
Se non è possibile girare l'anastomosi (ad esempio l'esercizio "carotide su vena giugulare esterna" nel ratto) si deve partire dal punto più posteriore dalla parete posteriore.

6. La prova di pervietà deve essere eseguita sia sul vaso ricevente sia a valle della sutura del vaso donatore (non vi deve essere un ipoafflusso distalmente alla sutura o un trombo che potrebbe poi contribuire al fallimento dell'anastomosi). (Fig. 19).

SUTURE VENOSE

Le vene hanno struttura simile alle arterie, ma proporzionalmente con lume più grande e pareti più sottili; l'avventizia è più delicata e fragile e vi è la tendenza delle pareti a collassare per maggiore flaccidità. Per questi motivi la tecnica di sutura, sostanzialmente analoga a quella per le arterie, deve tenere conto della diversa consistenza delle pareti.

L'utilizzo di lavaggio a pressione con soluzione fisiologica o l'esecuzione della sutura "in immersione" consente un'adeguata distensione delle pareti del vaso durante la sutura.

INNESTO VENOSO

Nei casi in cui vi sia perdita di sostanza arteriosa o venosa che generi tensione a livello dei monconi da anastomizzare. Si può colmare il 'gap' vascolare attraverso l'interposizione di una porzione di vena.

Per l'esecuzione pratica, una volta prelevato l'innesto ed irrigato con fisiologica eparinata, si eseguono i punti di sutura da una parte e dall'altra dell'innesto per mantenerlo in sede. Si danno quindi i due punti polari contrapposti e quindi si proseguono le due suture della parete anteriore e poi della parete posteriore. In presenza di valvole l'innesto venoso deve essere posizionato in direzione opposta al flusso sanguigno. (Fig. 20).

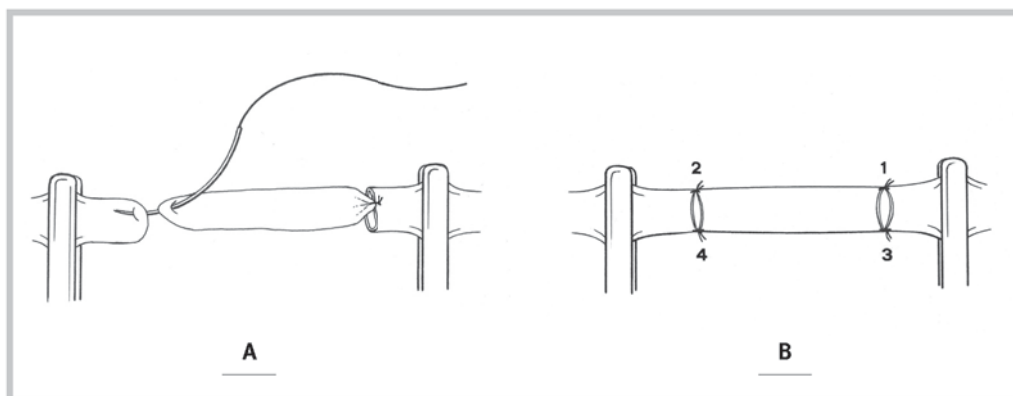


Figura 20. A) Posizionamento approssimatore e iniziale sutura dell'innesto venoso; B) sequenza dei primi 4 punti

SUTURE CON CALIBRI DIVERSI

Vasi con calibro diverso sono frequentemente incontrati in microchirurgia. Il cambio improvviso di calibro dei vasi può generare turbolenze nel flusso che predispongono alla trombosi. Esistono diversi metodi utilizzati per approssicare diversità di calibro tra i vasi utilizzando suture in termino-terminale a punti staccati:

- Nelle discrepanze tra i vasi con rapporto inferiore a 2:1 è possibile utilizzare la semplice dilatazione meccanica del vaso con diametro minore.
- Nelle discrepanze tra i vasi con rapporto tra 2:1 e 3:1 è possibile effettuare una incisione obliqua (a becco di flauto) sul vaso di calibro minore, con un'angolazione non superiore a 30° per evitare inginocchiamenti del vaso (Fig. 21 a-d). Questo comporterà una conformazione ellittica nel moncone del vaso minore, aumentandone le dimensioni ed agevolando la sutura.

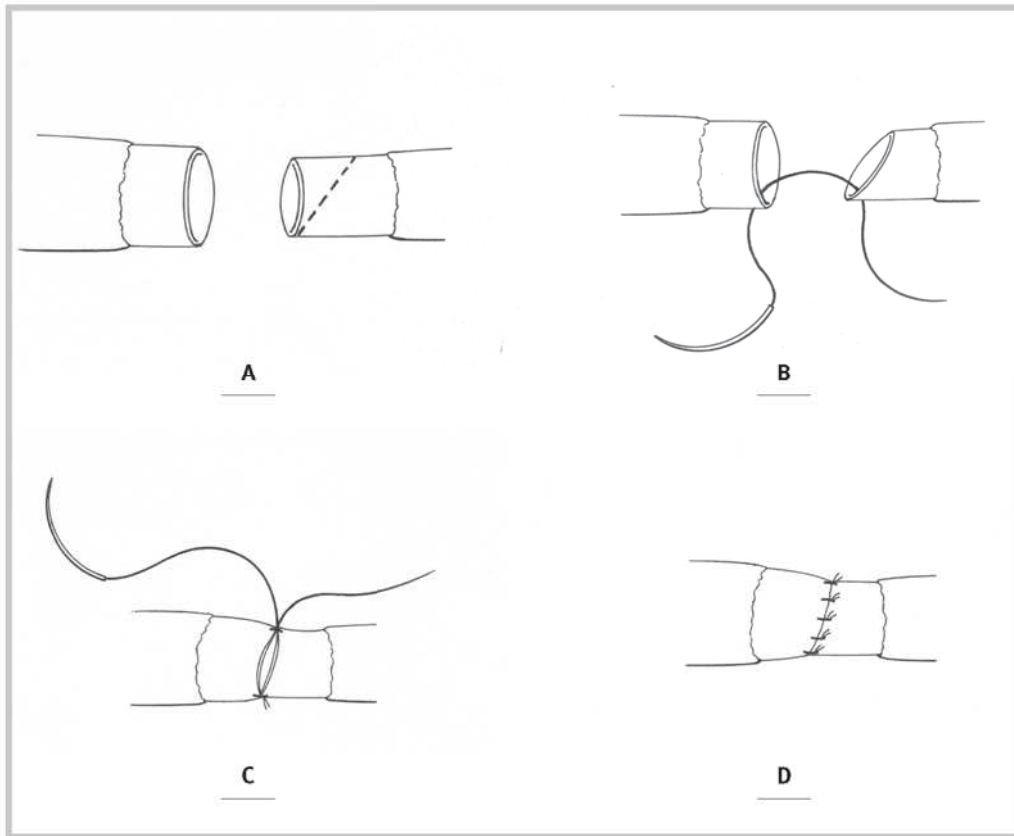


Figura 21. Tecnica di incisione obliqua del vaso con diametro minore

- Un ulteriore metodo utilizzato consiste nell'espandere il vaso di calibro minore attraverso la creazione di un'apertura sul vaso stesso detta "Fish-mouth" (Harashina, 1980)⁷. Questa apertura è ottenuta effettuando due incisioni longitudinali della stessa lunghezza a 180° l'una dall'altra. Questo comporterà una conformazione quadrata nel moncone di calibro minore, aumentandone la superficie (Fig. 22).

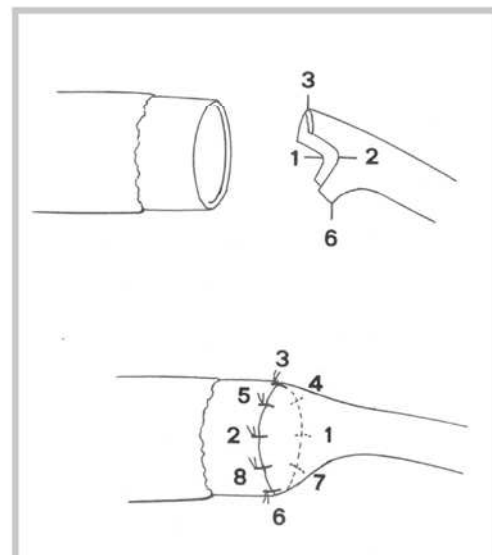


Figura 22. Tecnica "Fish-mouth"

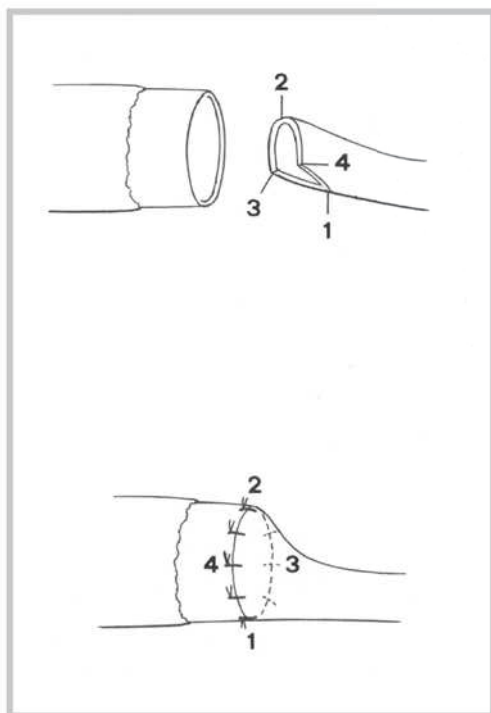


Figura 23. Tecnica di incisione longitudinale del vaso con diametro minore

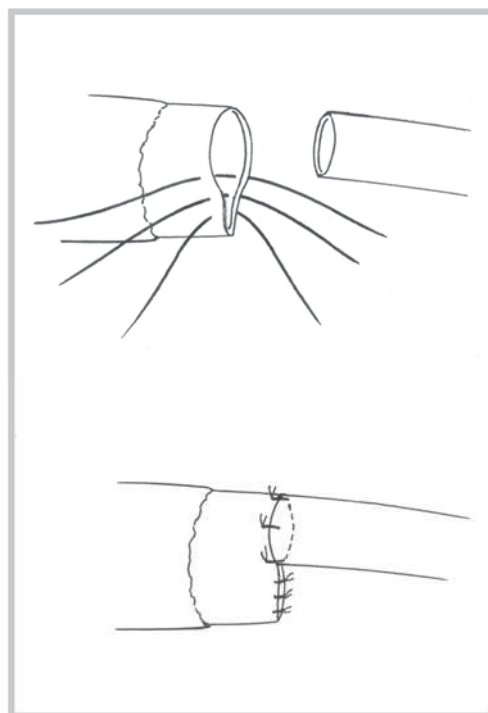


Figura 24. Riduzione di diametro del vaso maggiore

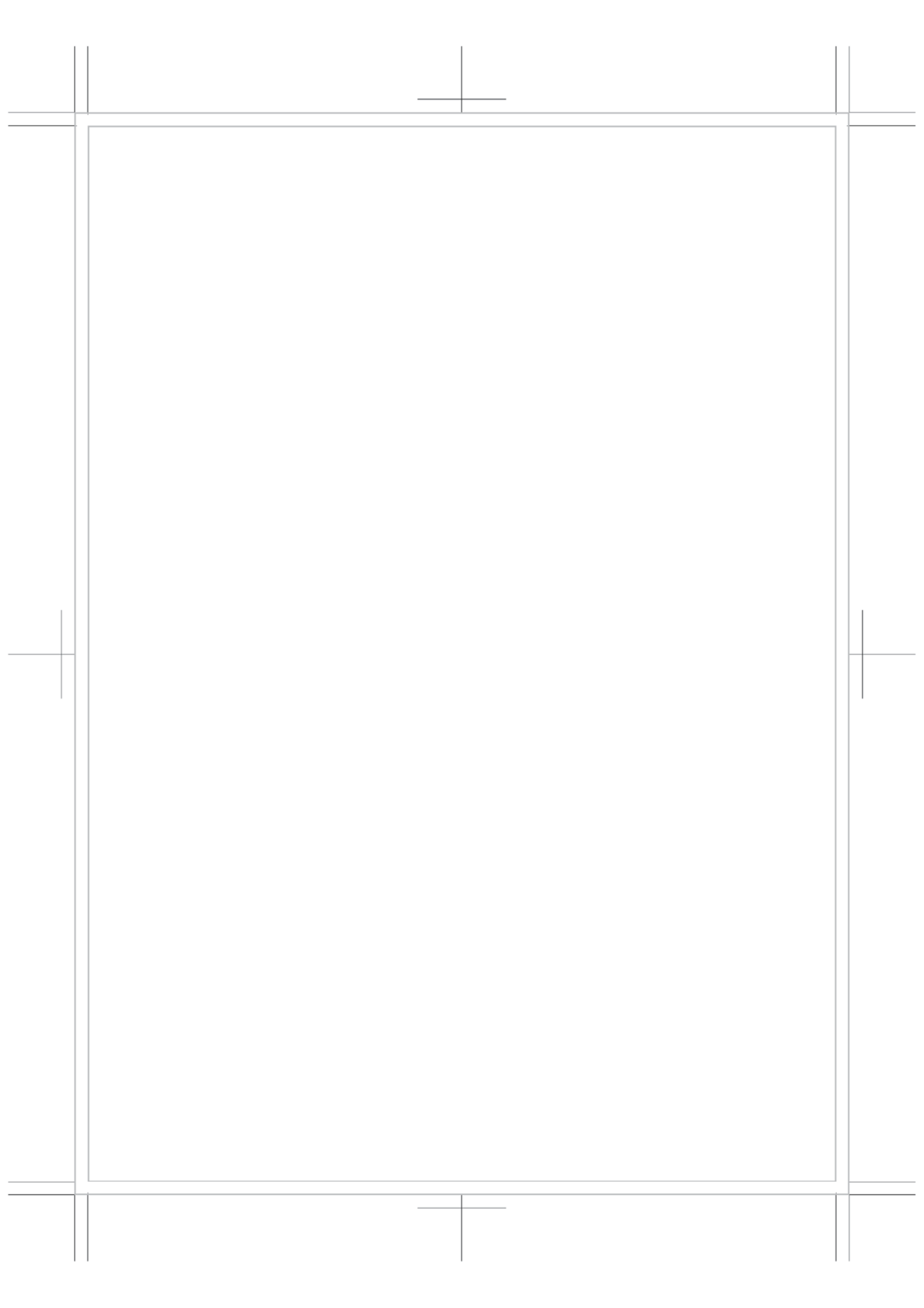
- Risultati simili possono essere ottenuti utilizzando una tecnica che prevede una singola incisione longitudinale del vaso con diametro minore, ottenendo in questo modo una apertura a forma di "V" sulla parete del vaso. Il moncone di diametro minore, anche in questo caso, presenterà una superficie maggiore (Fig. 23).
- Un ulteriore metodo per anastomotizzare vasi con diametro diverso, consiste in una prima fase in cui viene dilatato il più possibile il vaso di diametro minore e suturato, per quanto possibile, con punti staccati sul vaso di diametro maggiore. Successivamente viene ridotto il diametro del vaso maggiore, suturando la porzione eccedente del moncone su se stessa. Delle clip chirurgiche possono essere posizionate in modo obliquo per minimizzare i fenomeni di turbolenza del flusso (Fig. 24).

*Questo capitolo è stato redatto da
Fabio Santanelli di Pompeo e Matteo Amoroso*

Disegni di Rita Castellini

BIBLIOGRAFIA

1. MacDonald JD. Learning to perform microvascular anastomosis. *Skull Base* 2005; 15:229–240.
 2. Alghoul MS, Gordon CR, Yetman R, Buncke GM, Siemionow M, Afifi AM, Moon WK. From simple interrupted to complex spiral: A systematic review of various suture techniques for microvascular anastomoses. *Microsurgery* 2011; 31:72–80.
 3. Carrel A. Anastomose bout a` bout de la jugulaire et de la carotide primitive. *Lyon Me ´dical* 1902; 99: 114.
 4. Harris FF, Buncke HJ. Posterior-wall-first microvascular anastomotic technique. *BrJ Plast Surg.* 1981; 34: 47–9
 5. F. Santanelli Di Pompeo, R. Laporta, M. Sorotos, B. Longo. Saline blow-assisted vein anastomosis. *Microsurgery* 2014, 34 (7): 588.
 6. Chen L, Chiu DT. Spiral interrupted suturing technique for microvascular anastomosis: a comparative study. *Microsurgery.* 1986; 7(2):72-78
 7. Harashina T., Irigaray A. Expansion of smaller vessel diameter by fish-mouth incision in microvascular anastomosis with marked size discrepancy. *Plast reconstr. Surg.* 1980; Apr; 65(4):502-3
- B Battiston, PTos: *Manuale Corso Base di Microchirurgia Torino - 1996-2015*
 - BC Cooley: *A Laboratory Manual for Microvascular and Microtubal Surgery - Angiotech 2009.*



REGOLE GENERALI DELLE SUTURE NERVOSE

COAPTAZIONE NERVOSA TERMINO-TERMINALE E TERMINO-LATERALE

INTRODUZIONE

La ricostruzione dei nervi periferici è essenziale nella chirurgia ricostruttiva degli arti.

In caso di rivascularizzazione o reimpianto, un ripristino vascolare non porta ad un risultato utile se non si ottiene anche una re-innervazione con recupero della funzione motoria e sensitiva.

Naturalmente notevoli sono stati i progressi ottenuti dalle prime suture nervose eseguite nel 1850.

Infatti i risultati della chirurgia dei nervi periferici sono migliorati negli ultimi anni grazie all'impiego di mezzi ottici sempre più sofisticati, materiali di sutura più sottili, nuove conoscenze sulla rigenerazione dei tronchi nervosi⁽¹⁾.

CENNI DI ANATOMIA

Il nervo è un organo formato da una componente nobile, gli assoni, e una componente di sostegno rappresentata dalle cellule di Schwann e dai tessuti connettivali^(1, 2).

Gli assoni sono organizzati in fasci che, nel loro decorso, formano anastomosi molto complesse all'origine del nervo periferico e via via si sfoltiscono procedendo distalmente.

Si distinguono assoni afferenti ed efferenti a seconda della funzione (motoria somatica, motoria autonoma, sensitiva); a seconda della composizione assonale si distinguono nervi motori, sensitivi o misti.

Gli assoni sono avvolti dalle cellule di Schwann, responsabili del rivestimento mielinico. Si distinguono assoni mielinizzati e non mielinizzati. I primi sono caratterizzati dal completo avvolgimento da parte del citoplasma delle cellule di Schwann; i secondi invece hanno un rivestimento solo parziale. Il rivestimento mielinico ha un ruolo fondamentale nel determinare la velocità di propagazione dell'impulso nervoso.

Gli assoni, con il loro rivestimento mielinico, vengono raggruppati in funicoli nervosi, più funicoli insieme costituiscono i fascicoli. Un nervo è costituito da un numero variabile di fascicoli.

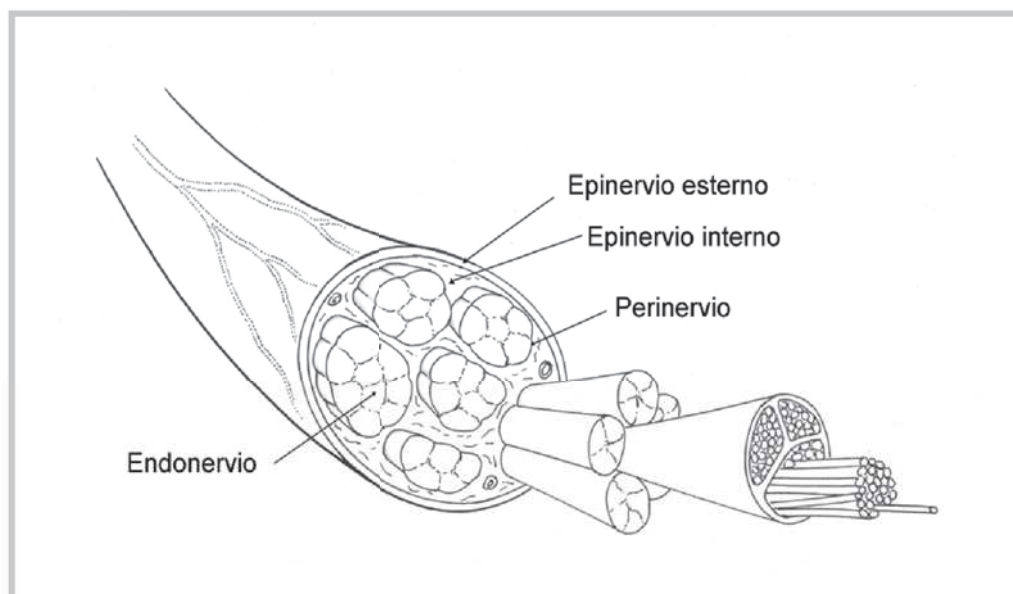


Figura 1. Schema di un nervo periferico. L'epinervio è il connettivo più esterno e si divide in epinervio esterno ed interno; il perinervio circonda i fascicoli e l'endonervio è rappresentato dal tessuto nobile assonale all'interno dei fascicoli

Il calibro, il numero e la disposizione dei fascicoli variano molto nei differenti nervi ed in tratti diversi del decorso dei singoli nervi. Inoltre i differenti fascicoli costituenti un nervo si uniscono e si separano lungo tutto il loro decorso con interscambi fra fascicoli differenti. Sono più numerosi a livello prossimale e meno a livello distale del tronco nervoso.

Ad esempio il nervo mediano a livello del cavo ascellare presenta una intricatissima struttura tri-dimensionale; al polso invece presenta una serie di fascicoli paralleli tra loro con pochissimi interscambi⁽³⁾.

Le strutture connettivali di sostegno sono deputate a raggruppare gli assoni in funicoli e i funicoli in fascicoli così come sono schematizzate nella figura 1.

Dall'interno verso l'esterno si distinguono:

ENDONERVIO: è formato da tessuto connettivo lasso che circonda gli assoni, formando i funicoli. È ricco di fibre collagene longitudinali, laminina e proteine della membrana basale. Ha una importante funzione protettiva e svolge un ruolo fondamentale nella rigenerazione nervosa⁽⁴⁾. Non è una struttura suturabile chirurgicamente.

PERINERVIO: raggruppa più funicoli, delimitando i fascicoli. È formato da fibre collagene (longitudinali, oblique e circolari), che conferiscono una partico-

lare resistenza e robustezza. Assume quindi una funzione protettiva meccanica e chimica, avendo proprietà di barriera semipermeabile.

Può essere identificato mediante mezzi ottici di ingrandimento e può essere suturato, specialmente a livello dei tronchi nervosi più grandi.

EPINERVIO: è il rivestimento più esterno, costituito da tessuto connettivo di protezione dalle forze meccaniche esterne trasmesse al nervo; si distingue una parte più esterna circonferenziale (epinevrio esterno) ed una parte più interna nello spazio interfascicolare.

È presente in notevole quantità nei punti di maggior sollecitazione nervosa (articolazioni o in presenza di scarso rivestimento sottocutaneo), così da funzionare come tessuto ammortizzatore nei confronti delle sollecitazioni esterne ed è una importante interfaccia di scorrimento rispetto ai tessuti circostanti. Il danneggiamento dell'epinevrio, da neurotmesi, da compressione protratta o da insulto iatrogeno durante la manipolazione chirurgica, causa la formazione di tessuto cicatriziale che connette il nervo alle strutture circostanti, riducendone lo scorrimento e riducendone la funzionalità per un danno ischemico cronico⁽⁵⁾.

L'epinevrio esterno è facilmente identificabile e suturabile anche con occhiali a basso ingrandimento, specialmente per quel che riguarda i maggiori tronchi nervosi.

TECNICHE DI COAPTAZIONE NERVOSA

A seconda del tipo di lesione, delle dimensioni del tronco nervoso e della struttura tri-dimensionale del nervo si possono impiegare diverse tecniche di sutura.

La sutura più semplice è la neurorrafia **termino terminale** in cui si connettono due monconi nervosi. Questo tipo di sutura viene divisa in **epinevriale**, **perinevriale** o fascicolare, **epi-perinevriale**.

La neurorrafia **termino laterale** consiste invece nel connettere un moncone nervoso con un segmento di nervo integro previa creazione di una finestra epinevriale; si tratta di una procedura con indicazioni più ristrette.

NEURORRAFIA TERMINO TERMINALE EPINEVRIALE

È la tipologia di neurorrafia più semplice, indicata per nervi di piccole dimensioni con ridotto numero di fascicoli (nervi digitali).

Si deve mobilizzare i monconi nervosi fino ad avere un buon affrontamento, evitando un'eccessiva tensione nella sede di sutura. Attenzione a non liberare eccessivamente i monconi dai tessuti molli, gesto che causa una eccessiva devascularizzazione del nervo.

Ottenere dei limiti netti e precisi regolarizzando i monconi tramite un bisturi.

Orientare i monconi nervosi osservando i vasi epinevriali e facendoli combaciare il più possibile.

Si esegue la sutura con fili monofilamento non riassorbibili (nylon, monolene, prolene), 9/11-0⁽⁶⁾.

Il primo punto viene posizionato ad un'estremità dei due monconi, passando l'ago solo attraverso l'epinevrio esterno (Fig. 2). La tecnica di esecuzione è la stessa utilizzata per le suture microvascolari. Avere massima cura nel non comprimere o pinzare il tronco nervoso.

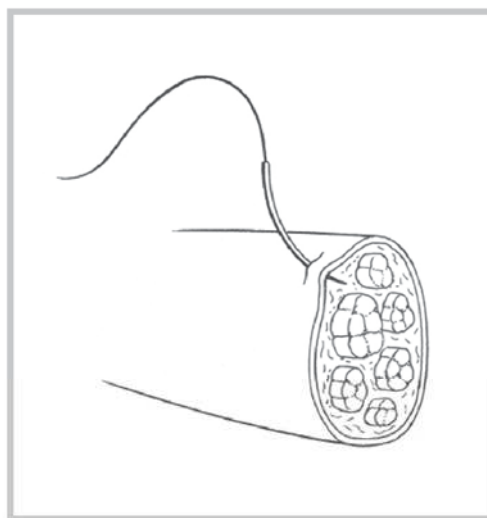


Figura 2. Sutura epinevriale

Il secondo punto viene dato a 180° rispetto al primo per completare l'affrontamento dei due monconi o a 120 se si desidera usare la tecnica della triangolazione; si completa quindi la parete anteriore con uno o due punti a seconda delle dimensioni del nervo (nella coaptazione nervosa i punti non devono essere molto fitti, devono essere pochi e possono essere anche lassi, non è come avviene per la sutura vascolare). La sequenza dei punti è dettagliata nella figura 3 (a-e).

Tagliare una coda lunga così da utilizzarla per ruotare l'intero nervo, completando così la sutura sulla parete posteriore con un ulteriore punto.

I punti non devono essere troppo serrati per evitare la formazione di ernie, né troppo numerosi in quanto rappresentano comunque dei microtraumi favorenti la formazione di tessuto fibroso cicatriziale, negativo per la rigenerazione nervosa.

NEURORRAFIA TERMINO TERMINALE PERINEVRIALE O FASCICOLARE

Consiste nella sutura diretta dei fascicoli nervosi. È indicata durante la sutura di nervi dove i funicoli sono ben distinti e paralleli, come ad esempio nei segmenti terminali di grossi tronchi nervosi (come mediano e ulnare al polso).

La tecnica di esecuzione è la medesima descritta precedentemente. Avere cura di non creare una eccessiva tensione tra i fascicoli e mantenere il numero di punti contenuto (2-3 max). Il filo in questo tipo di sutura deve essere il più fine possibile (10-0 e 11-0) e va evitata la manipolazione eccessiva dei funicoli altrimenti la precisione viene vanificata dall'eccessiva reazione cicatriziale che

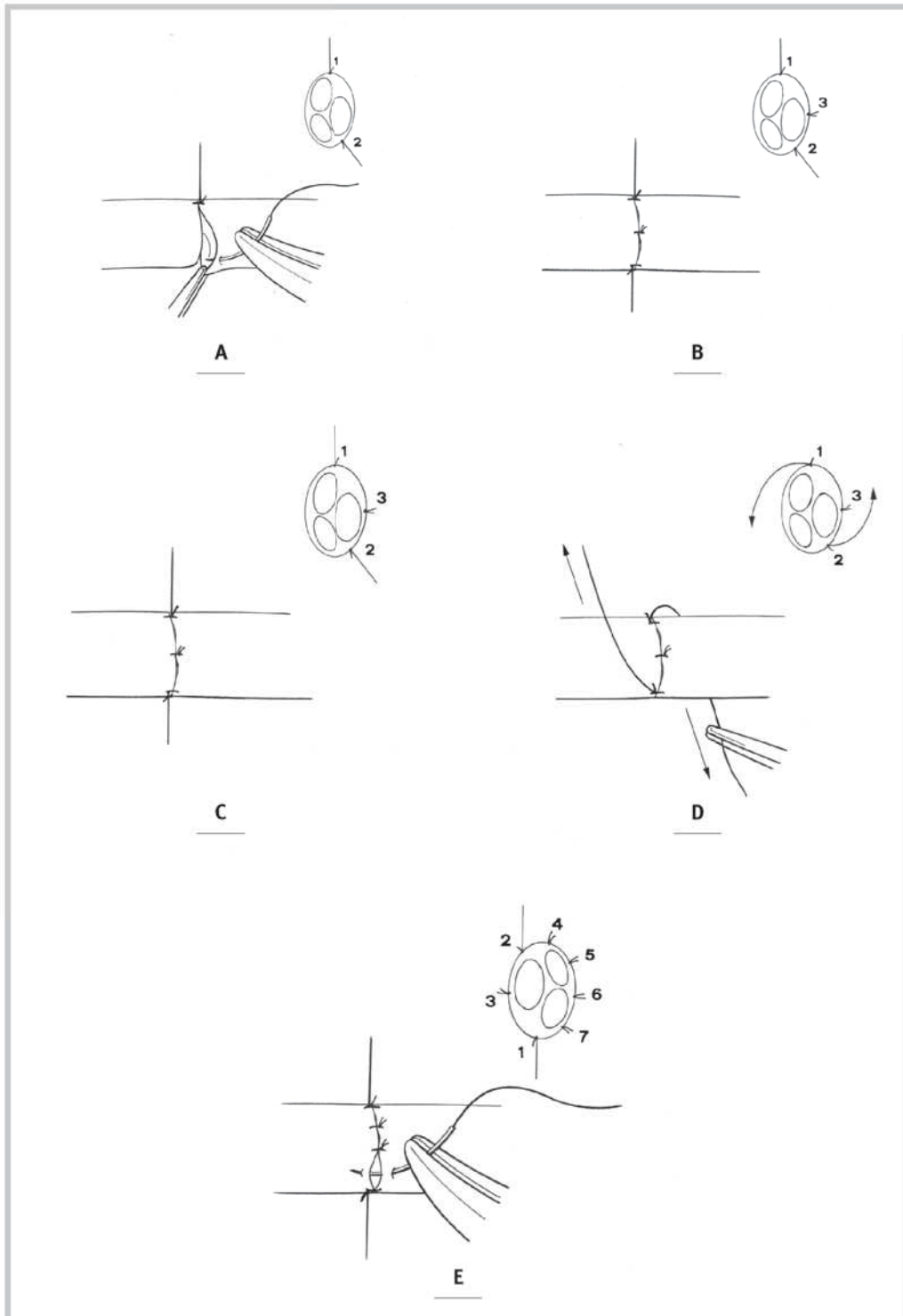


Figura 3. A - E

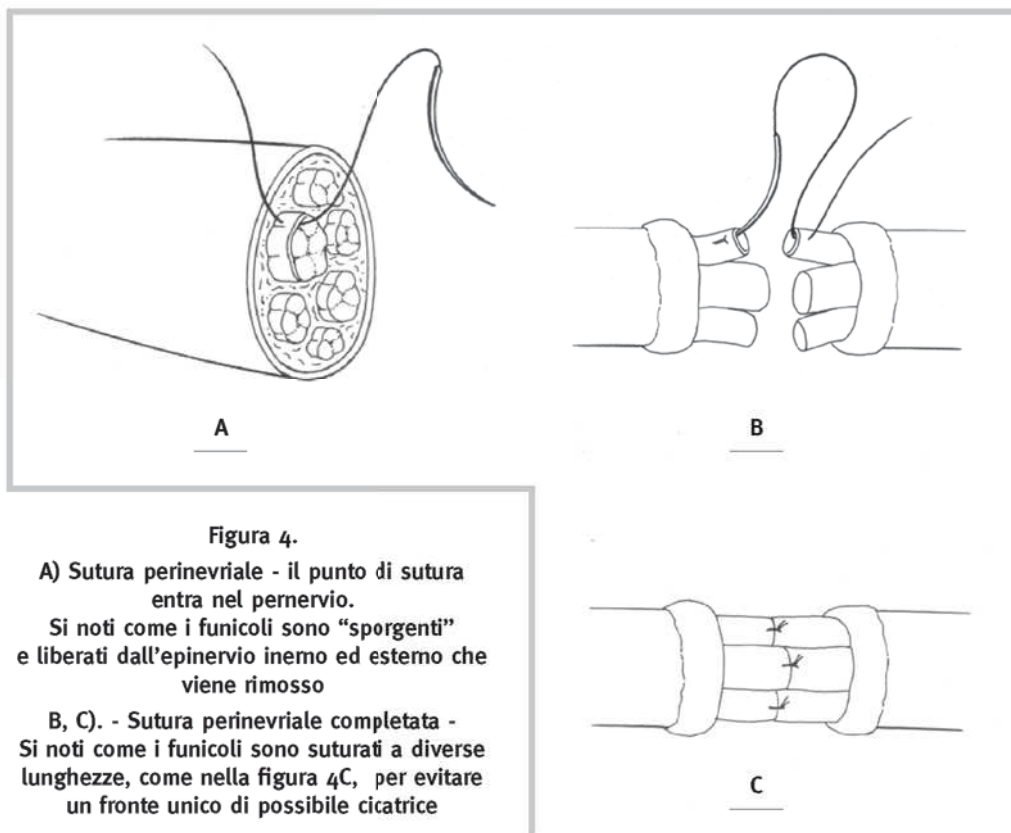


Figura 4.

A) Sutura perinevriale - il punto di sutura entra nel perineurio.

Si noti come i funicoli sono "sporgenti" e liberati dall'epineurio inerno ed esterno che viene rimosso

B, C) - Sutura perinevriale completata -
Si noti come i funicoli sono suturati a diverse lunghezze, come nella figura 4C, per evitare un fronte unico di possibile cicatrice

si induce (Fig. 4). È consigliato suturare i funicoli a diversa altezza per evitare un fronte unico cicatriziale che può rendere più difficile la rigenerazione nervosa.

NEURORRAFIA TERMINO TERMINALE EPI-PERINEVRIALE

Nella sutura epiperinevriale invece la dissezione e l'isolamento è limitata soltanto ai fascicoli periferici (non è assolutamente necessario l'isolamento dei fascicoli centrali) ed il passaggio del filo avviene attraverso l'epineurio e contemporaneamente del perineurio (Fig. 5). Per il resto le due tecniche seguono gli stessi principi della sutura perinevriale.

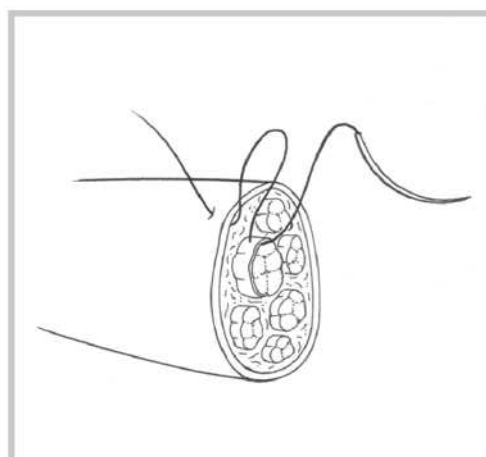


Figura 2. Sutura epiperinevriale

NEURORRAFIA TERMINO LATERALE

La sutura termino-laterale rappresenta un'altra opzione in tutti quei casi in cui non sia possibile effettuare una riparazione convenzionale a carico di un tronco nervoso.

Questo tipo di sutura funziona sfruttando il *collateral sprouting* che gli assoni mettono in pratica in seguito a una lesione. Si esegue infatti una epineurotomia sul nervo sano, su cui viene suturato il moncone distale del nervo danneggiato.

Gli assoni che vengono lesionati con l'epineurotomia emetteranno dei rami collaterali che verranno convogliati all'interno del moncone distale del nervo lesionato e re-innervano così l'organo bersaglio.

La prerogativa indispensabile da rispettare in questo tipo di tecnica è quella di connettere tra di loro strutture sicuramente compatibili, ovvero rami sensitivi con sensitivi o rami motori che controllino muscoli sinergici (anche se in campo sperimentale la innervazione di "nervi antagonisti" ha dato buoni risultati a lungo termine) ⁽⁷⁾.

Attualmente le applicazioni cliniche della sutura nervosa termino-laterale per il trattamento di patologie dell'arto superiore includono: (a) lesioni estese non riparabili del nervo ulnare e mediano; (b) neuromi dolorosi di rami sensitivi del nervo radiale; (c) lesioni nervose del plesso brachiale e (d) lesioni dei nervi collaterali digitali della mano ^(8, 9).

L'epineurotomia viene eseguita con un piccolo colpo di forbice sulla superficie del nervo sano (Fig. 6 a). Si abbocca quindi il nervo ricevente al pic-

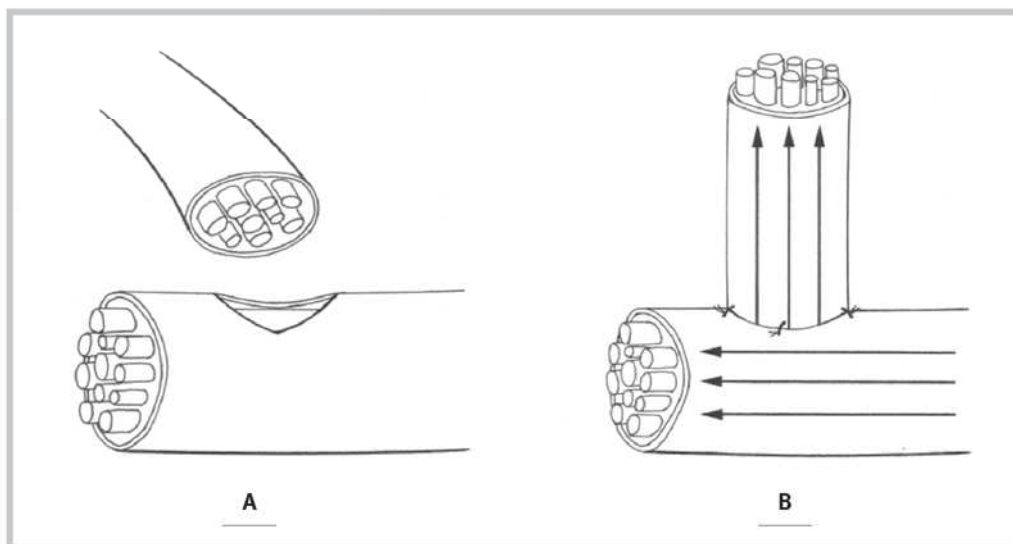


Figura 6. Sutura termino-laterale A) si esegue di norma una epineurotomia sul nervo "donatore"; B) sutura ultimata - le frecce indicano il senso della rigenerazione assonale

colo sportello (Fig. 6 b). La sutura si esegue prima con 2 punti alle estremità e poi con altri 2 punti posti a 90° rispetto ai primi due così da completare la sutura.

A tutt'oggi non vi sono dimostrati danni al nervo donatore. Allo stato attuale l'indicazione è da riservarsi a quelle situazioni dove non è possibile utilizzare un'altra tecnica.

GLI INNESTI NERVOSI - PERDITE DI SOSTANZA NERVOSA: PRINCIPI CLINICI E SIMULAZIONE SU MODELLO EX VIVO

Nel caso di una lesione di un tronco nervoso con perdita di sostanza, spesso non è possibile procedere ad una sutura diretta e si deve ricorrere all'utilizzo di innesti, che consentono di ripristinare la continuità fra i due monconi del nervo lesionato, dando supporto fisico alla rigenerazione degli assoni, proteggendo il nervo dalla invasione cicatriziale dei tessuti circostanti e consentendo di evitare suture nervose in tensione.

L'innesto nervoso autologo è ancora oggi considerato il "gold standard" per la riparazione delle lesioni del sistema nervoso periferico, in particolare quando sia necessario riparare lunghe perdite di sostanza, mentre per perdite di sostanza fino a 3 cm molti studi ormai dimostrano la validità dei sistemi di tubulizzazione sintetica o biologica per la ricostruzione di nervi sensitivi. Per ciò che riguarda i nervi misti il *gold standard* rimane l'innesto nervoso autologo e la tubulizzazione si riserva a casi, in urgenza, nei quali non si vogliono "sprecare" innesti nervosi in casi di lesioni non nette. ^(10, 11, 12, 13)

L'innesto autologo ha elevata efficacia perché ricco di cellule di Schwann che sono la guida per la rigenerazione assonale. Tuttavia il prelievo di un innesto porta con sé una serie di potenziali complicanze (ulteriore accesso chirurgico, danno di una regione potenzialmente sana).

Il grande vantaggio della tubulizzazione rispetto all'innesto tradizionale è quello di non avere un danno iatrogeno per il prelievo di un innesto nervoso. La tecnica del "muscolo in vena" o della vena semplice (per piccole perdite di sostanza) permette di reperire gli elementi necessari sul campo operatorio stesso senza costi aggiuntivi.

Non è al momento stata dimostrata su piccoli nervi sensitivi diversa efficacia tra i tubuli sintetici e quelli biologici.

Nella formazione microchirurgica il pollo può essere impiegato per simulare la riparazione di perdite di sostanza nervosa sia mediante innesto autologo sia mediante vena, sia mediante muscolo in vena (il muscolo evita il collabimento della vena e permette alle fibre rigeneranti di crescere sulle proprie membrane basali ricche di laminina e fibronectina).

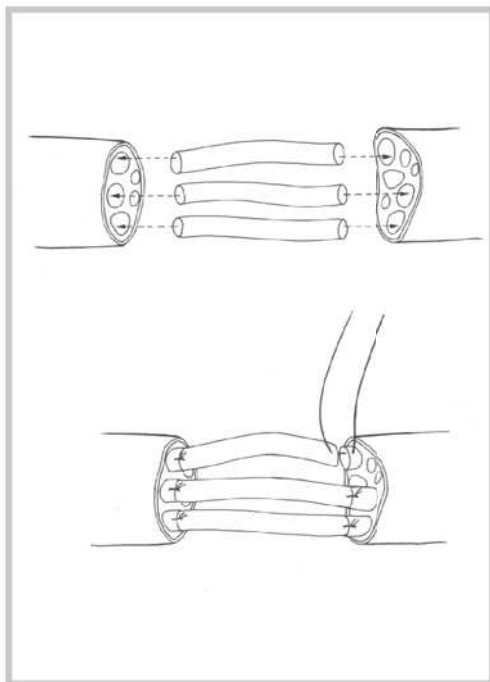


Figura 7. Allestimento di un innesto fascicolare.
Per permettere di suturare i funicoli

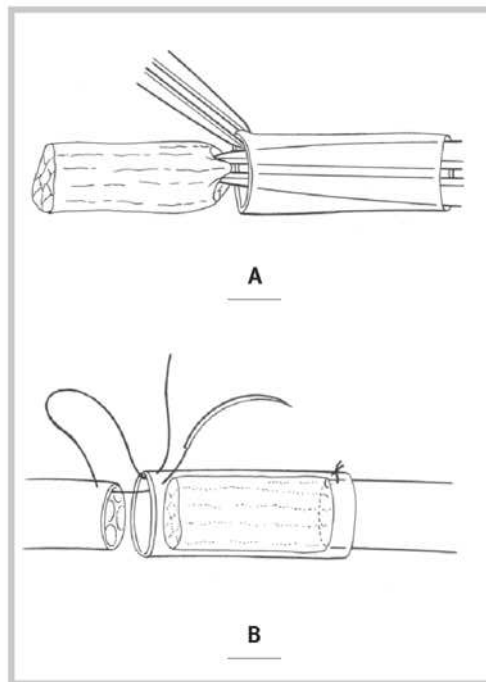


Figura 8. A) allestimento del tubulo con muscolo e vena; B) punto che permette al nervo di "entrare" all'interno della vena evitando la dispersione assonale.

L'innesto nervoso tradizionale si allestisce come nella Figura 7. L'epinervio dell'innesto deve essere suturato al perinervio del tronco nervoso. È sempre raccomandabile liberare i funicoli dall'epinervio interno ed esterno.

Per quanto concerne la tubulizzazione, nella Figura 8 è riportata la tecnica del "muscolo in vena" ma il principio di sutura è uguale che si tratti di tubuli biologici o sintetici. Lo scopo è far entrare 1-2 millimetri il nervo all'interno del tubulo. Nella Figura 8 è mostrata la tecnica di introduzione del muscolo nella vena. Nella Figura 8 b un particolare per permettere al nervo di entrare all'interno della vena.

Questi esercizi rappresentano un ottimo diversivo e possono essere eseguiti in diversi modelli animali; permettono di affinare la destrezza e consentono di utilizzare tutto il preparato anatomico.

*Questo capitolo è stato redatto da
Alessandro Crosio e Maiteo Ferrero*

Disegni di Rita Castellini

LETTURE CONSIGLIATE

1. Geuna, S., Raimondo, S., Ronchi, G., Di Scipio, F., Tos, P., Czaja, K., & Fornaro, M. International Review of Neurobiology. International Review of Neurobiology, Vol. 87, 27-46, 2009;
2. Key A, Retzius G. Studien in der Anatomie des Nerven System und des Bindegewebes. Stockholm, Samson and Wallin, 1876;
3. Sunderland S, Bradley KC. The cross-sectional area of peripheral nerve trunks devoted to nerve fibers. Brain;72,428-449, 1979;
4. Lundborg, G. Nerve Injury and Repair, Elsevier, Philadelphia, 2004;
5. Crosio A, Valdatta L, Cherubino M, Izzo M, Pellegatta I, Pascal D, Geuna S, Tos P. A simple and reliable method to perform biomechanical evaluation of postoperative nerve adhesions. Journal of Neuroscience Methods; 233C, 73-77, 2014;
6. Shurey S, Green C. Peripheral Nerve repair, in Shurey S, Green C, Basic Microsurgical Technique, a laboratory manual. Surgical Research Department, Northwick Park Hospital, Harrow, Middlesex UK.
7. Papalia I, Geuna S, Tos P, Boux E, Battiston B, Stagno D'Alcontres F: Morphologic and functional study of rat median nerve repair by terminolateral neurorrhaphy of the ulnar nerve; Journal of Reconstructive Microsurgery; 19, 257-263, 2003;
8. Papalia I, Geuna S, Stagno D'Alcontres F, Tos P. Origin and history of end-to-side neurorrhaphy. Microsurgery; 27, 56-61, 2007.
9. Tos P, Colzani G, Ciclamini D, Titolo P, Pugliese P, Artiaco S. Clinical applications of end-to-side neurorrhaphy: an update. Biomed Res Int. 2014; 2014:646128.
10. Tos P, Battiston B, Ciclamini D, Geuna S, Artiaco S. "Primary repair of crush nerve injuries by means of biological tubulization with muscle-vein-combined grafts" Microsurgery. 2012 Mar 16. doi: 10.1002/micr.21957.
11. Manoli T, Schulz L, Stahl S, Jaminet P, Schaller HE. Evaluation of sensory recovery after reconstruction of digital nerves of the hand using muscle-in-vein conduits in comparison to nerve suture or nerve autografting. Microsurgery. 2014 Nov; 34(8):608-15
12. Battiston B, Tos P, Cushway T, Geuna S. Nerve repair by means of vein filled with muscle grafts. I. Clinical results. Microsurgery 2000; 20:32_36.
13. Marcoccio I, Viggasio A. Muscle-in-vein nerve guide for secondary reconstruction in digital nerve lesions. J Hand Surg 2010; 35A:1418-1426.

PROGRESSIONE DIDATTICA NELL'APPRENDIMENTO DELLA MICROCHIRURGIA

La motivazione principale nella costruzione di un percorso uniforme per tutti i centri di formazione è quello di far giungere con gradualità l'allievo partendo da modelli non viventi per poter affrontare meglio il modello vivente nel rispetto della normativa vigente (3R). La progressione disegnata garantisce una crescita progressiva che rende peraltro più agevole l'insegnamento di tale disciplina.

L'impiego di materiale *ex vivo* è di fondamentale importanza per una progressione graduale che non dia frustrazione e senso di inadeguatezza. Troppo spesso si è osservato in corsi base anche internazionali la volontà di cimentarsi immediatamente con la pratica chirurgica sul modello animale che nella maggior parte dei casi, se la tecnica di base non è assodata e certa, risulta molto complesso e scoraggia gli allievi per i risultati deludenti. L'impiego dell'animale vivente è utile **SOLTANTO** quando la manualità è acquisita e questo sempre nel rispetto delle regole delle 3R (vedi capitolo relativo); l'impiego dell'animale, a parer nostro, è utile di norma dopo almeno 40-60 ore di esercizio su modelli.

In questi due anni che hanno portato alla realizzazione di questo manuale e delle varie iniziative formative della Società Italiana di Microchirurgia ci siamo confrontati sul miglior modo di poter insegnare ed apprendere attraverso una metodologia ripetibile con metodi di valutazione standardizzati. È stata creata una Commissione a questo scopo che raccoglie tutti i formatori nazionali a conoscenza della Società Italiana di Microchirurgia in questo momento.

Il percorso è stato condiviso e certamente sarà nel tempo suscettibile di miglioramenti e rivalutazioni, ma è da noi considerato un inizio per poter meglio progredire nella metodologia d'insegnamento.

L'utilità di questo percorso è quella di dare all'allievo attraverso diversi steps di difficoltà crescente la possibilità non solo di crescere ma la capacità di valutarsi costantemente.

Il rapporto tutor/allievo con il costante impiego di modelli di valutazione e il continuo giudizio condiviso al termine e durante l'esercizio permette di implementare questa capacità critica che è alla base della crescita personale in questa rigorosa disciplina.

Abbiamo quindi deciso di standardizzare almeno le prime 10 ore di corso, ma crediamo che si possa tranquillamente arrivare a più di 50 ore di pratica attraverso esercizi diversi su modelli diversi.

In questo piccolo manuale sono raccolti tutti i passaggi della progressione didattica e sono stati illustrati molti modelli diversi (garza, tubo di silicone, cuore di suino, coscia, ala e collo del pollo) che certamente potranno far crescere non solo nella tecnica di base di sutura ma anche nella dissezione che rappresenta certamente una parte fondamentale della disciplina microchirurgica.

Quando il gesto sarà corretto, rapido, sicuro ed esperto allora varrà la pena di impiegare modelli più avanzati che al momento sono ancora necessari per un corretto apprendimento delle tecniche avanzate.

Di seguito il documento di Standardizzazione ed i requisiti minimi per l'accreditamento di un corso di microchirurgia dalla Società Italiana di Microchirurgia.

Nel Capitolo seguente verrà illustrata punto per punto la progressione e mostrato il materiale didattico.

All'interno di questo manuale troverete un tubicino in silicone ed una piastra da esercitazione che potrà essere richiesta per corsi alla segreteria della Società Italiana di Microchirurgia.

STANDARDIZZAZIONE DEI CORSI BASE IN MICROCHIRURGIA SIM 2013-15



ACCREDITAMENTO CORSI BASE DI MICROCHIRURGIA

Gli organizzatori dei corsi base di Microchirurgia che desiderano essere accreditati e patrocinati dalla Società Italiana di Microchirurgia dovranno fare richiesta al coordinatore della commissione formazione della Società (segreteria@microchirurgia.org) e dichiarare che il corso rispetta non solo i requisiti minimi ma anche la progressione didattica fornita dalla commissione standardizzazione corsi base qui di seguito esposta.

Lo standard dovrà essere seguito almeno per le e prime 10 ore di insegnamento ed ogni corso base dovrà essere di almeno 20 ore.

Audit annuali della commissione standardizzazione corsi base miglioreranno e modificheranno eventualmente nel tempo lo standard d'insegnamento a seconda dei feedback dei docenti e degli studenti seguendo i modelli di qualità utilizzati dalla SIM in questi anni.

Controlli a campione dei membri della commissione verranno eseguiti durante i vari corsi per valutare il rispetto delle regole.

PREREQUISITI PER CORSO BASE DI MICROCHIRURGIA

- **Ogni studente** deve avere a disposizione **1 microscopio** per lavorare.
- Il corso base deve essere **almeno di 20 ore di pratica per ciascuno studente**.
- **Strumentario microchirurgico base: 2 pinzette, 1 portaaghi, 1 forbice micro, 1 approssimatore, 1 clamp singola, fili 8/0, 9/0 e oltre.**
Almeno 10 ore su materiale ex vivo prima di passare, eventualmente, sul modello vivente con il percorso che segue (3R) - meglio se si arriva al modello in vivo con 50 ore di pratica microchirurgica.
- **1 tutor per ogni 3 allievi.**

Materiale necessario: GARZA, PIASTRA, TUBICINO, POLLO

LEZIONI FRONTALI INTRODUTTIVE SULLA TECNICA E LA MODALITÀ D'INSEGNAMENTO

La pratica al microscopio verrà preceduta da lezioni frontali che verteranno su principi di ottica, strumentario, fili di sutura loro impiego, ergonomia della sutura e della posizione al microscopio operatoria, modalità d'esecuzione del punto di sutura, modalità d'esecuzione di suture vascolari e nervose.

Verrà introdotto il metodo di valutazione finale ed i vari steps del GRS – vedi allegato.

Il GRS esteso in 20 punti può diventare uno strumento didattico per la miglior comprensione dei passaggi sui quali si viene giudicati (vedi Fig. 1 e 2). Il GRS a 6 punti deve essere utilizzato nella valutazione dell'allievo al termine del percorso.

MODALITÀ E METODICHE DI INSEGNAMENTO - scaricare presentazione dal sito e utilizzarla per l'introduzione al corso base

<http://www.microchirurgia.org/documents/Progressione%20didattica%20corsi%20Microchirurgia%20SIM.pdf>

al sito: www.microchirurgia.org

Fase 1 Macro e fase 2 a) b) c) 5 ore; Fase 2 d) 5 ore

FASE 1 MACROSCOPICA, fuori dal microscopio per chiarire i gesti

COME **FARE IL NODO** SU UNA GARZA – FILO seta 3-0, o similare, e strumentario MICRO (pinzette e porta-ago o pinzette 3 e 5)

- pollici rivolti verso l'alto, lato ulnare della mano appoggiato
- nodo piano in 4 mosse e cambio di mano per nodo successivo

Passare step successivo/requisito minimo: dopo almeno 20 nodi consecutivi cambiando mano (catenelle) o finché il tutor non lo ritiene necessario

(Slide e video dimostrativo SIM)

- COME TENERE L'AGO, COME ENTRARE E CON CHE DISTANZA DALLA PARETE

FASE 2 AL MICROSCOPIO

- ERGONOMIA, visione singola, messa a fuoco di entrambi gli occhi, messa a fuoco a massimo ingrandimento e poi scendere d'ingrandimento, trovare gli strumenti senza spostare il capo dal microscopio.

a) Esercizio su garza con filo 8/0:

- Dare punti mantenendo la coda corta (2 quadratini)

Passare step successivo/requisito minimo: 20 punti su quadratini con 5 nodi per punto (3 nodi consecutivi devono essere eseguiti in 15-20 secondi max) o finché il tutor non lo ritiene necessario

b) Esercizio su piastra su 4 posizioni differenti con piastra SIM o lattice (-\|/):

Dimostrazione pratica con aiuto Global Rating Score (GRS) da mostrare per punti (PRS - Partial Rating Score, solo i 2-3 punti che interessano in quel momento) ed esposizione degli errori da non commettere su:

- Come prendere l'ago in 3 mosse
- Come entrare nella parete del vaso
- Quanto stringere il punto

Passare step successivo/requisito minimo: 8 punti (3 nodi) per ogni taglio sulla piastra da esercitazione nelle 4 direzioni o finché il tutor non lo ritiene necessario.

c) Esercizio su TUBO IN SILICONE:

- Lezione sulla successione e l'architettura di una sutura vascolare
- Posizionamento dell'approssimatore ed errori

Passare step successivo/requisito minimo: 2-3 suture su materiale in silicone (8 punti per sutura) o finché il tutor non lo ritiene necessario

d) Esercizio su MODELLO EX VIVO (SUINO cuore, POLLO coscia e sovracoscia, ala, collo):

vedi capitolo 3 descrizione degli esercizi su diversi modelli - importanza deve essere data anche alla fase di dissezione macroscopica oltre che alla fase microchirurgica;

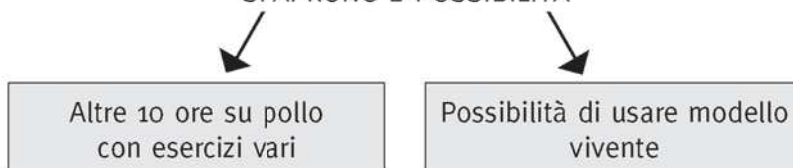
- **errori** nella manipolazione dei tessuti, nell'esecuzione della sezione del vaso, nel posizionamento dei punti; vedi capitolo 3.8 e 2.4 (valutazione dei punti all'interno del vaso) e valutazione degli errori di tecnica.

Durante questa fase eseguire Global Rating Score BREVE (Fig. 1) a 6 domande da 5 punti ciascuno per valutazione allievo sulla prima anastomosi e valutazione dell'interno del vaso.

È obbligatorio, ogni volta che si termina un esercizio valutare la qualità dell'anastomosi tramite soluzione fisiologica colorata e apertura del vaso con valutazione dei punti interni.

Passare step successivo/requisito minimo: dopo 3-4 suture arteriose o venose o finché il tutor non lo ritiene necessario

A QUESTO PUNTO PER L'ESERCITAZIONE SUCCESSIVA
SI APRONO 2 POSSIBILITÀ



Al termine del corso valutazione finale, a tempo, di una anastomosi con GRS short in 6 punti o test pervietà per chi usa il modello vivente.

NOTE:

- Il passaggio a punto successivo di esercizio avviene dopo aver raggiunto i requisiti minimi in termini di tempo e/o n nodi e solo quando il tutor lo ritiene sufficiente.
- Obbligatorio esercizio su anastomosi TT; TL facoltativa e comunque solo per chi raggiunge un determinato punteggio.

Necessaria valutazione post corso da parte degli studenti e da parte dei tutors per audit annuale.

Il Corso base che sarà stato patrocinato dalla SIM avrà sul certificato finale la dicitura "corso accreditato SIM" ed il logo della società unito a quello rappresentativo dei corsi base.



GLOBAL RATING SCORE E PROGRESSIONE DIDATTICA

Di seguito il modello di valutazione che raggruppa tutti i modelli sviluppati nel tempo della Queen Mary University di Londra sviluppato dal Prof. Simon Mayer e dal Dr. Ali Ghanem (Fig. 1 e 2).

Il Global Rating Score o Scale diventa importantissimo ausilio soprattutto nella fase introduttiva poiché mostra i vari aspetti su cui l'allievo verrà valutato e quindi sui quali dovrà prestare attenzione.

Per la valutazione finale e del percorso formativo potrà essere usato il modello completo che viene riportato qui sotto oppure quello ristretto che viene allegato al termine.

Riportiamo brevemente i vari momenti del GRS sottolineando gli aspetti fondamentali.

- S 1: PREPARAZIONE DEL CAMPO OPERATORIO: l'ordine con cui vengono posizionati gli strumenti e lo sfondo, l'ordine con cui si prepara la sutura e si mantiene il campo "pulito".
- S 2-3-4: DESTREZZA NEL MANEGGIARE GLI STRUMENTI: **impugnatura dello strumento, modalità di prendere l'ago (in 3 mosse) e nel posizionamento dell'ago sul portaaghi.**
- S 5-6-7-8: GESTIONE DELL'AGO DURANTE LA SUTURA: **angolo di ingresso dell'ago nella parete vascolare e distanza dalla parete, passaggio dell'ago nella parete, guida dell'ago e del filo successivamente, danneggiamento dell'ago.**
- S 9-10: MANIPOLAZIONE DEI TESSUTI: **Manipolazione del vaso** (capacità di rispettare il tessuto) e **qualità della sutura** (distribuzione omogenea dei punti, equidistanza nell'ingresso delle pareti vascolari, perpendicolarità dei punti, raffrontamento dei margini).
- S 11-12-13: GESTIONE DELLA SUTURA: **valutazione della qualità dei punti e della quadratura** (nodi piani) **della sutura dati con 4 passaggi.**
- S 14-15-16-17-18: FLUSSO OPERATIVO: **uso dell'ingrandimento** (nella normale pratica clinica si utilizza un ingrandimento maggiore per passare il punto ed un ingrandimento minore per fare e stringere il nodo; nella pratica di laboratorio, dove si può mantenere un ingrandimento intermedio questo aspetto va tenuto in considerazione).

Avventiziectomia e posizionamento dell'approssimatore (questi sono due momenti fondamentali e vanno curati con particolare attenzione).

Flusso operativo: sarebbe auspicabile un'organizzazione del lavoro che percorre sempre le stesse procedure senza interruzioni.

Irrigazione: molto importante quando si giunge sui modelli animali.

Tempo di Anastomosi: una anastomosi vascolare dovrebbe essere eseguita, al termine del percorso formativo (questo tempo varia molto a seconda degli allievi) in meno di 20 minuti.

S 19-20: QUALITÀ DEL PRODOTTO FINALE: **Qualità dell'anastomosi:** equidistanza tra punti, valutazione di eventuali distorsioni (come al punto S 10) - **La SIM ha sostituito questo punto con la valutazione dei punti all'interno del vaso (vedi capitolo "La valutazione della sutura all'interno del vaso"). Prova di pervietà:** prova che può essere solo valutata in vivo.

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

Ex vivo sarebbero nel GRS originale solo i primi 18 poichè i punti 19 e 20 riguardavano il modello "in vivo" (la prova di pervietà è l'unica valutazione oggettiva della funzionalità e della "bontà del prodotto finale).

Nella modifica del GRS della SIM al punto 19 si valuta "l'interno del vaso" e quindi si valuteranno i primi 19 punti nella valutazione ex vivo.

La valutazione deve essere eseguita quando l'allievo passa al modello animale per poter valutare la dissezione, la manipolazione dei tessuti e l'irrigazione del campo operatorio.

Il tutor da un punteggio da 0 a 5; il punteggio viene sommato al termine dell'esercizio (punteggio massimo 95 o 100 (vedi giudizio sul tempo che può dare fino a 10 punti).

LA SOCIETÀ ITALIANA DI MICROCHIRURGIA INSERISCE al posto dello SCORE 19 (che sembra molto simile al punto 10) la valutazione dell'interno dell'anastomosi.

QUEEN MARY UNIVERSITY LONDON MICROSURGERY GLOBAL RATING SCALE

NOME ALLIEVO

DATA

| STEP | Sequenza | Procedura | Errori (se si verifica uno dei seguenti il punteggio attribuito sarà 0) | Punteggio | | | TOTALE | NOTE |
|-------------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--------|------|
| | | | | 1 | 3 | 5 | | |
| Preparazione del campo operatorio | S1 | Preparazione e organizzazione del campo operatorio | Inizia senza adeguato allestimento del campo operatorio, campo ostruito o disordinato. No sfondo | Perdita di visione centrale. Sfondo mal posizionato | Campo operatorio adeguatamente preparato, sfondo adeguato, non riorganizzazione del campo durante la procedura (non rimuove i fili tagliati) | Continua ottimizzazione organizzazione del campo operatorio | | |
| Destrezza/tenuta dello strumento | S2 | Impugnatura dello strumento e tremore | tremore persistente | Corretto uso degli strumenti, ma tremore frequente | Corretta impugnatura degli strumenti, mani non stabili, tremore occasionale | gestione corretta e sicura degli strumenti con minimo tremore | | |
| | S3 | Tecnica di raccolta e montaggio dell'ago | tentativo di impugnare l'ago con le dita O impugnare l'ago con 2 strumenti contemporaneamente O montare l'ago oltre il terzo medio | Insegue l'ago nel campo operatorio, tentativi infruttuosi di raccogliere l'ago direttamente con il porta aghi O >5tentativi di raccogliere e montare l'ago | gestisce correttamente la raccolta dell'ago e lo monta nella mano dominante in 2-5 tentativi | raccoglie l'ago con le pinze con mano non dominante e lo monta correttamente nel porta aghi in 1 tentativo | | |
| | S4 | Angolo dell'ago nel porta aghi (piano orizzontale e verticale) | posizionamento non corretto sul piano verticale (punta in basso) o su quello orizzontale (angolo troppo acuto o ottuso) per più di 5 tentativi | posizione corretta dell'ago e buona direzione in 4-5 tentativi | direzione e posizione dell'ago corretta in 2-3 tentativi O l'ago è diretto verso l'alto durante il tragitto | posizione e direzione corretta dell'ago al primo tentativo: ago orizzontale lungo la traiettoria. Angolo corretto rispetto ai rebbi del portaghi | | |
| Gestione dell'ago durante la sutura | S5 | Angolo di Ingresso dell'ago nella parete vascolare | Incapacità nell'inserire l'ago nella parete vascolare, caduta dell'ago o passaggio eccessivamente cruento attraverso la parete | approccia la parete vascolare con un angolo troppo acuto | Occasionalmente appropria la parete del vaso con un angolo troppo acuto | passa l'ago perpendicolarment e al vaso con contropressione. | | |
| | S6 | Passaggio dell'ago nella parete | tutti i tentativi effettuati sono senza contropressione | 5 o più tentativi di inserzione dell'ago/uso della contropressione saltuaria | 2-4 tentativi/utilizzo adeguato della contropressione | contropressione efficace al primo tentativo | | |
| | S7 | Guida dell'ago | lesione della parete vascolare | spinge l'ago attraverso una linea retta senza seguire la curvatura dell'ago O spinge la sutura verso l'alto senza usare una pinza o la contropressione | segue la curva dell'ago ma esegue il passaggio attraverso la parete senza contropressione | segue la curvatura dell'ago E esegue un passaggio parallelo alla direzione del vaso mentre usa l'altro strumento per contropressione | | |
| | S8 | Danneggiamento dell'ago | rottura dell'apice dell'ago o del corpo | afferra la punta dell'ago | ago piegato o appiattito | no danni o piegature dell'apice dell'ago | | |
| Gestione dei tessuti | S9 | Manipolazione del vaso | lacerazione della parete vascolare durante la sutura | lesione dei margini vascolari O brusca o eccessiva dilatazione vascolare | Gestione dei tessuti con attenzione MA afferra i margini del vaso | non lesiona i margini del vaso, gestisce i margini dall'interno del lume mediante contropressione o attraverso l'avventizia | | |
| | S10 | Sutura | distorsione del vaso a termine della sutura per distanza diseguale tra ingresso e uscita del filo e tensione del nodo | affrontamento dei tessuti non eguale alla opposizione dei margini E tra i punti senza distorsione vascolare | occasionalmente rimane troppo largo o troppo stretto nell'opporre i margini O spazio ineguale tra i punti | inserzione e uscita ago perfetti: distanza dal bordo pari a 2-3 volte lo spessore dell'ago con spazio adeguato tra i punti | | |

Figura 1 ▲ - Figura 2 ►

| STEP | Sequenza | Procedura | Errori (se si verifica uno dei seguenti il punteggio attribuito sarà 0) | Punteggio | | | TOTALE | NOTE |
|---|----------|---|--|--|---|--|--------|------|
| | | | | 1 | 3 | 5 | | |
| Gestione della sutura | S11 | Danneggiamento della sutura | rottura della sutura | piegamento della sutura | punti troppo stretti o spiralizzazione dei capi del punto | no danno | | |
| | S12 | Nodo in 4 passaggi: prendere, girare, prendere, stringere | Esecuzione del loop non libera, ripetuto slittamento del loop dallo strumento | loop o margini liberi troppo lunghi O troppo corti per stretta non ottimale del nodo O nodi ingarbugliati con eccessiva tensione superficiale | preparazione ed esecuzione della sutura ottima, ma non riesce a dare il nodo in 4 movimenti fluidi | campo adeguato, esecuzione ottima del loop, nodo efficace in 4 movimenti fluidi. | | |
| | S13 | Tenuta del nodo e quadratura | MAI nodi piani | non esegue nodi piani O nodi sono troppo lassi o troppo stretti | nodi piani, ma margini leggermente evertiti verso l'esterno | nodi piani, tensione perfetta con margini appena accostati | | |
| Flusso operativo | S14 | Uso dell'ingrandimento | non cambia ingrandimento | a volte usa ingrandimento diverso | modifica l'ingrandimento in modo non significativo O tende a utilizzare lo stesso ingrandimento per l'inserzione dell'ago e l'esecuzione del nodo | Uso del massimo ingrandimento per passaggio dell'ago e gestione dei tessuti, minimo ingrandimento per gestire i punti ed eseguire il nodo. | | |
| | S15 | Preparazione del vaso per l'anastomosi | Non esegue una adeguata avventiziectomia. Estremità dei vasi >1mm. Approssimatore posizionato in modo non adeguato. | adventiziectomia incompleta. Manipolazione rozza del vaso una volta applicato l'approssimatore. Approssimazione dei margini con sovrapposizione. | Tenta di avvicinare i margini del vaso a 1mm tra loro, approssimatore correttamente posizionato, ma esegue uno stripping avventiziale eccessivo. | dilatazione delicata del vaso, avventiziectomia adeguata, estremità da suturare approssimate a 1mm, perfetto posizionamento della clamp | | |
| | S16 | Flusso operativo | Non completamento del lavoro O lunghe pause tra le fasi del lavoro con movimenti stentati O non controlla la presenza di punti trasfissi | Completa la procedura, ma non controlla la presenza di punti trasfissi | esegue le manovre in modo o troppo frettoloso o troppo lento rispetto al ritmo ideale | non si interrompe, conosce bene gli step E controlla sempre punti trasfissi | | |
| | S17 | Irrigazione | No irrigazione dei tessuti. I tessuti sono secchi. | campo operatorio allagato (fluido in eccesso) | uso occasionale dell'irrigazione dei tessuti | uso dell'irrigazione adeguato e appropriato | | |
| | S18 | Tempo per anastomosi (fino a 10 punti) | >60min | <= 60min | <= 40min | <= 20min | | |
| Qualità del prodotto finale | S19 | Qualità dell'anastomosi ** | Inaccettabile: punti troppo lassi, va in pezzi O evidenti segni di lesione vascolare O significativa distorsione vascolare | Scarsa: punti non ben eseguiti e spazio molto irregolare tra loro, no distorsione vascolare | Accettabile: punti spazati ma disordinati/trasandati (margini non paralleli o punti attraverso il lume) | Eccellente: punti equamente spazati, code corte, margini vascolari perfettamente opposti e no distorsioni | | |
| | S20 | Pervietà* | Non pervia O punti trasfissi O coaguli | | | Pervia | | |
| **Il punteggio di S19 dipende da S20. Se non c'è pervietà verrà attribuito il punteggio 0. *In modelli biologici | | | | PUNTEGGIO TOTALE | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| Qualità del Prodotto finale | S 19 | Valutazione interna dell'anastomosi | Inaccettabile: Punti mal disposti, trasfissioni, code che aggettano nel lume, flap intimali | Scarsa : molti errori e disordine strutturale | Accettabile: non rispettata la linea verticale, alcuni errori, nel complesso discreto | Eccellente: punti ben distribuiti, rispetto della linea verticale, non errori, regolarità nella successione | | |
|-----------------------------|------|-------------------------------------|---|---|---|---|--|--|

Global Rating Scale e variazione al punto 19 della Società Italiana di Microchirurgia con valutazione della qualità della sutura all'interno del vaso

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| TEMPO E MOBILITÀ | Molti movimenti inutili, confusione nell'organizzazione, tempi lunghi | | Tempo adeguato, ma ancora molti movimenti | | Movimenti minimi e massima efficienza |
| GESTIONE STRUMENTI | Plurimi tentativi infruttuosi di raccogliere gli strumenti | | Uso adeguato degli strumenti, ma a tratti rigido | | Movimento fluido |
| GESTIONE FILO-AGO-APPROSSIMATORE | Frequente perdita, danno o rottura del filo, approssimatore "storto" | | Occasionale perdita, danno o rottura del filo | | Gestione continua e accurata del filo, corretto utilizzo |
| GESTIONE TESSUTI e DISSEZIONE | Impiega forza eccessiva nella gestione dei tessuti, danno dei tessuti – dissezione inadeguata | | Gestione accurata dei tessuti con danni saltuari | | Gestione accurata con danno minimo, dissezione pulita |
| CAPACITÀ TECNICHE (ANASTOMOSI) | Punti mal disposti e inadeguato uso di irrigazione | | Sufficiente distribuzione dei punti e uso non adeguato di irrigazione | | Punti ben disposti e irrigazione adeguata |
| FLUSSO OPERATIVO | Interruzioni frequenti e insicurezza nel gesto | | Progressione adeguata del flusso operativo, pianificazione | | Movimenti e pianificazione fluida del flusso operativo |
| PROVA PERVIETA' | Non pervio | | | | Pervia |
| VALUTAZIONE STURA INTERNA | Punti mal disposti, trasfissioni, code all'interno, flap intimi, etc | | Saltuari errori ma nel complesso discreta successione e dei punti | | Equidistanza punti senza interruzioni della linea di sutura |

GRS "ristretto" a 6 punti per la più rapida valutazione della qualità del prodotto finale.

Anche in questo caso la SIM ha preferito sostituire l'ultimo punto che valutava in vivo la pervietà del vaso con la "valutazione della qualità della sutura interna" come già fatto per il punto 19 del GRS completo.

*Questo capitolo è stato redatto da
Pierluigi Tos e Francesco Moschella*

MANEGGIARE GLI STRUMENTI CHIRURGICI, L'AGO, IL FILO e FARE I NODI

Questa fase rappresenta proprio la base e l'inizio del percorso e deve essere eseguita in maniera macroscopica con pinzette e filo 3-0 di seta o altro materiale.

L'esecuzione del punto di sutura e più in generale dei gesti microchirurgici richiede fermezza e precisione, possibili quando i movimenti sono limitati alle sole dita. Gli avambracci, i polsi e il bordo ulnare delle mani devono essere appoggiati sul tavolo di lavoro, con l'obbiettivo di eliminare i tremori e i movimenti involontari. Gli strumenti devono essere impugnati con una pinzetta tridigitale: il pollice e l'indice generano il movimento mentre il dito medio stabilizza lo strumento (Fig. 1).



Figura 1. Posizione corretta della mano, l'anulare ed il mignolo appoggiano sul piano

È possibile eseguire il punto di sutura utilizzando una pinzetta e il porta-ago o due pinzette (numero 3 e 5), a seconda della preferenza del chirurgo; è tuttavia consigliabile esercitarsi ed acquisire entrambe le tecniche. Le due pinzette danno il vantaggio di poter utilizzare gli strumenti per agire sui tessuti prima di dare il punto ma rendono più difficoltoso il gesto di "dare il punto" poichè costringono a muovere e ruotare il polso. Il porta-ago è di norma preferibile ed è più semplice soprattutto se con manico "tondo" che permette di sfruttare la destrezza delle dita per assecondare e far girare l'ago. I pollici devono essere rivolti verso l'alto con la mano in prono supinazione neutra. (Fig. 2 a, b, c, d)

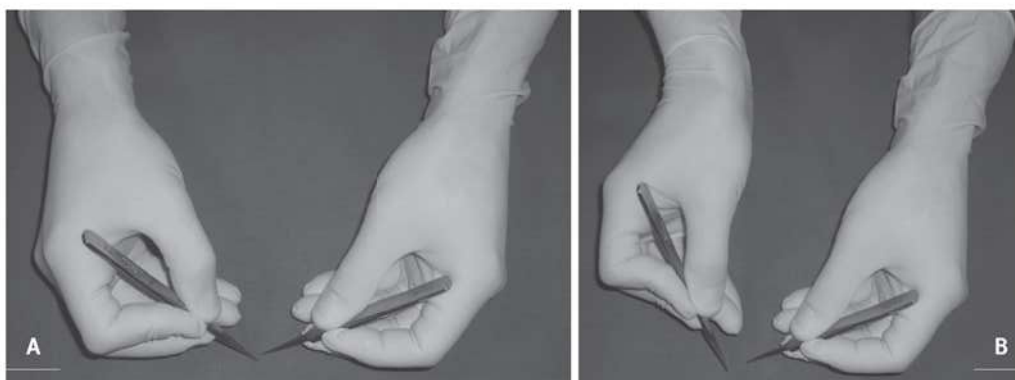


Figura 2. A), B) posizione delle mani con le pinzette. a) posizione di riposo e dissezione; b) il polso deve aiutare ad assecondare la curvatura dell'ago poiché la pinzetta è piatta e non ruota tra le dita.

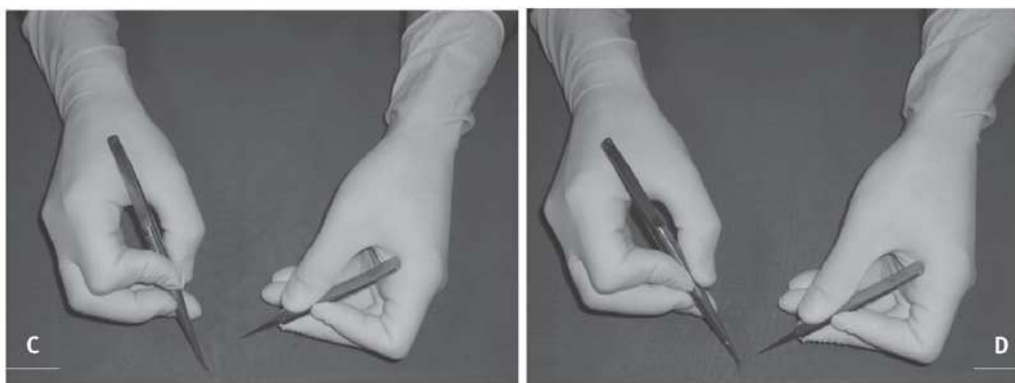


Figura 2. C), D) posizione delle mani con il portaaghi. a e b) si noti come il portaaghi può "girare" tra le dita e assecondare la curvatura dell'ago senza necessità di muovere il polso

MANIPOLAZIONE DELL'AGO - S₃ GRS

La prima difficoltà è rappresentata dalla corretta manipolazione dell'ago, la cui presa diventa stabile se impugnato con un orientamento di 90° rispetto ai rebbi del porta-aghi.

Per semplificarne l'apprendimento è utile esercitarsi nella seguente metodica: prendere il filo con la pinzetta a circa 2-3 cm dall'ago, appoggiare l'ago sulla superficie di lavoro in modo che sia stabile e ruotarlo sino a ottenere l'orientamento desiderato, afferrandolo quindi con il porta-aghi.

L'ago deve essere preso in tre mosse come bene illustrato da Acland (S₃ GRS – Fig. 3).

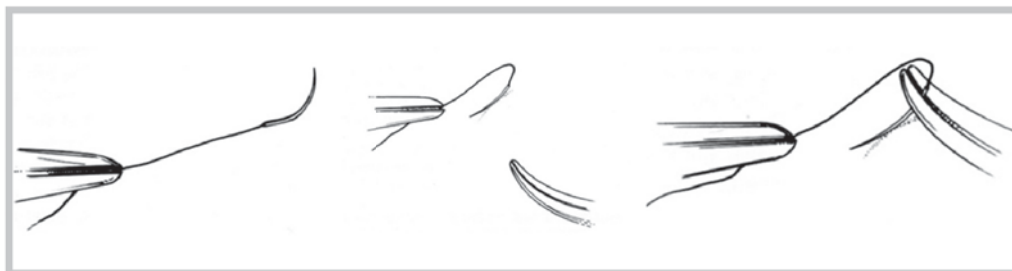


Figura 3. La manipolazione dell'ago in tre mosse.

Una tecnica alternativa è rappresentata da una serie di manipolazioni e passaggi dell'ago tra i due strumenti fino ad ottenere l'orientamento desiderato; in questo caso è sconsigliato afferrare l'ago contemporaneamente con i due strumenti perché ciò può determinarne la deformazione o nei casi peggiori la rottura. In entrambe le tecniche è possibile perfezionare l'orientamento diminuendo leggermente la presa e appoggiando la punta dell'ago contro un punto fermo o tramite piccoli tocchi con l'altra pinzetta.

Il *punto di presa dell'ago* è idealmente tra il terzo medio e il terzo posteriore, con il porta-aggi ruotato in modo che la punta sia orientata orizzontalmente rispetto alla superficie.

La *forza di presa* deve essere la minima necessaria per consentire la manipolazione stabile dell'ago, al fine di evitare un rapido affaticamento della mano.

ATTRAVERSAMENTO DELLA PARETE

La *distanza* tra il punto di penetrazione dell'ago e il limite della parete del vaso da suturare è di fondamentale importanza. Utilizzando il diametro dell'ago come unità di misura, la distanza del punto di ingresso dal limite deve essere di circa 1.5-2 volte il diametro dell'ago.

Un'altra possibilità è utilizzare come misura di riferimento il doppio dello spessore della parete del vaso. La distanza del punto di ingresso e di uscita dell'ago sulle due pareti deve essere la stessa per evitare introflessioni di una parete sotto l'altra.

L'ago deve attraversare la parete con un'*inclinazione* di 90° (Fig. 4a). Questo passaggio è facilitato con la pinzetta che everte il margine da attraversare, inserendo la punta dello strumento sotto la parete, aprendo leggermente la punta e esercitando una leggera contropressione mentre l'ago attraversa la parete (Fig. 4b).

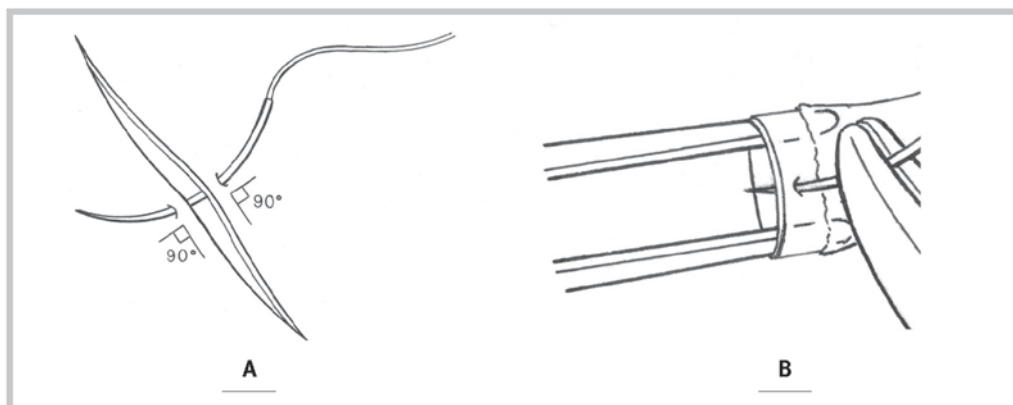


Figura 4. A) L'ago deve attraversare la parete con un'inclinazione di 90° e i punti di ingresso e di uscita devono essere equidistanti; B) Le pinzette della mano destra esercitano una leggera contropressione all'ingresso dell'ago nel vaso o nel materiale sintetico.

È **assolutamente VIETATO** pinzare la parete del vaso perché così facendo si crea un danno all'intima con il rischio di trombosi vascolare.

Durante l'attraversamento della parete non bisogna determinare una spinta orizzontale dell'ago per non lacerare la parete, ma assecondare la curvatura dell'ago con una progressiva rotazione del porta-aghi. A questo punto l'ago viene recuperato con l'altra pinzetta e passato nuovamente nel porta-aghi per attraversare la seconda parete.

Anche la seconda parete va attraversata con l'ago a 90° : in questo caso è possibile evertere la parete pinzando esclusivamente l'avventizia per favorire il passaggio dell'ago, oppure afferrando e tirando delicatamente un punto adiacente quando è presente.

Questa tecnica permette il passaggio dell'ago in due tempi, è più lenta ma più sicura perché riduce il rischio di dare punti transfissi, cioè che attraversano contemporaneamente la parete anteriore e posteriore chiudendo il lume del vaso.

Con il migliorare della tecnica è possibile il passaggio dell'ago attraverso le due pareti con un gesto singolo: in tal caso è necessario assicurarsi che la punta dell'ago si possa muovere liberamente sotto la parete anteriore e non abbia attraversato anche la parete posteriore del vaso.

A questo punto è importante controllare che il filo sia orientato a 90° rispetto al margine da suturare e non obliquo, per evitare torsioni sulla parete del vaso.

Dopo che l'ago ha attraversato completamente la parete si continua la trazione per permettere il passaggio di tutto il filo, fino a lasciare pochi mm di coda a livello della prima parete. Per eseguire questa manovra in sicurezza occorre:

- 1) ridurre l'ingrandimento del microscopio; questo permette sia di avere sotto controllo il filo evitando che si impigli determinando una pericolosa trazione sia di controllarne la lunghezza effettiva per non sfilarlo accidentalmente dalla parete. Consente infine di posizionare l'ago in sicurezza all'interno del campo operatorio.
- 2) Posizionare il porta-ago sotto il filo all'uscita dalla seconda parete, in modo che agisca come puleggia (Fig. 5); questo permette uno scorrimento sempre orizzontale del filo proteggendo la parete da una trazione obliqua che può allargare il foro di ingresso o nel peggiore dei casi lacerare la parete.

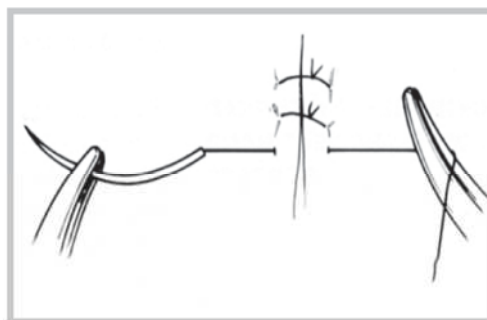


Figura 5. Posizionamento del porta-ago come puleggia.

IL NODO MICROCHIRURGICO

Esistono differenti tecniche per eseguire i nodi microchirurgici. Quella che presentiamo presenta il vantaggio di non dover mai incrociare gli strumenti per tirare il nodo o cambiare direzione per girare il filo intorno alla pinzetta, risultando più semplice in particolare per i principianti.

L'esecuzione del **nodo microchirurgico** è rappresentata da 4 fasi differenti:

- 1) prendere il filo con il porta-ago;
- 2) creare un loop con il filo intorno alla pinzetta;
- 3) prendere la coda del filo;
- 4) tirare il filo.

L'ago, una volta attraversati i tessuti, dovrebbe essere lasciato in una zona all'interno del campo visivo (Fig. 6), così da non doverlo ricercare al termine del punto e distogliere lo sguardo dal microscopio (cosa che se ripetuta troppe volte può causare cefalea).

L'esempio nelle pagine seguenti mostra come fare in una **fase MACROSCOPICA** d'insegnamento su come eseguire i nodi con filo di seta 3-0 e due pinzette o una pinzetta e il porta-ago.

Questi nodi possono essere dati ripetutamente e la fase macroscopica permette di vedere bene come l'allievo si muove.

Questa fase verrà poi eseguita con filo congruo (8/0) sotto il microsco-

pio, dopo la fase di avvicinamento al microscopio e l'insegnamento dell'ergonomia.

- 1) **Prendere il filo:** in questa fase il porta-ago o la pinzetta della mano dominante (qui sotto la destra) prende la parte più lunga del filo a una distanza di circa 3 volte la lunghezza della coda. Si crea così un'ansa nel filo aperta verso il lato dominante (si può spiegare che la mano dominante scende in basso e a destra facendo fare al filo un angolo di 45° circa rispetto alla soluzione di continuo da suturare). La coda (che dovrà essere lasciata corta) è "mirata" dalla pinzetta di sinistra che in questo momento passa al davanti del filo (Fig. 7).

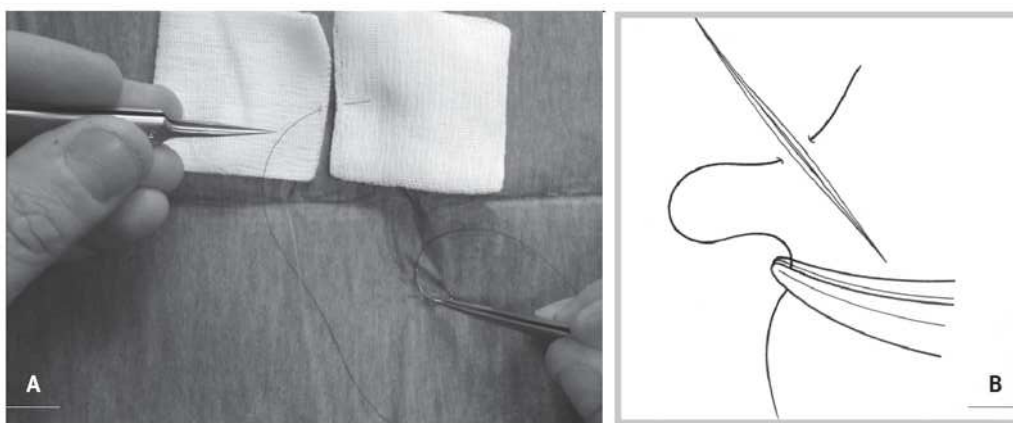


Figura 6. A) Posizionamento dell'ago all'interno del campo visivo;
B) il capo lungo viene portato verso il basso

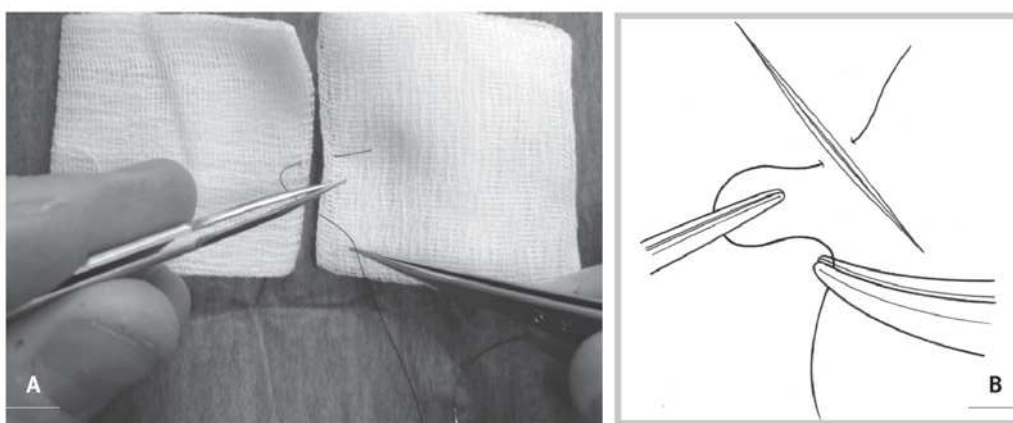


Figura 7. La pinzetta destra forma un'ansa con la parte lunga del filo mentre la sinistra passa davanti al filo e punta verso la coda.

- 2) Creare un loop** e girare intorno alla pinzetta sinistra che “guarda la coda”: una volta posizionata la pinzetta sinistra sull'ansa bisogna girarle intorno con il porta-ago/pinzetta destra in senso orario: è importante non farlo troppo vicino alla punta dello strumento e non stringere troppo, altrimenti il filo cadrà facilmente dalla pinzetta. Questa fase va eseguita il più vicino possibile alla coda del filo in modo da non dover eseguire grossi spostamenti per prenderla.

In questa fase è possibile girare una volta (Fig. 8a) o due volte il filo (Fig. 8b): è più semplice creare un singolo loop, poiché due loop potrebbero stringersi prima che i due margini si avvicinino obbligando a tagliare e ridare il nodo. Il doppio loop si eseguirà solo in situazioni particolari, nella pratica clinica, poiché di norma non ci deve essere tensione tra i due margini da affrontare. Questa è una regola importante soprattutto per gli esercizi del corso avanzato.

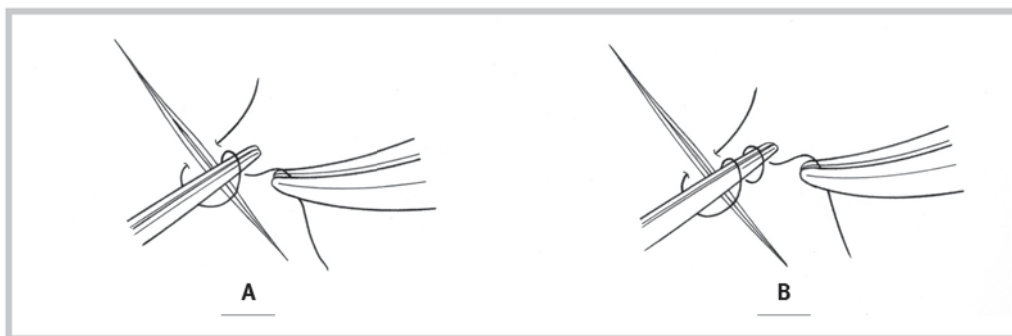


Figura 8. A) Singola rotazione del porta-ago intorno alla pinzetta (singolo loop); B) doppia rotazione del porta-ago o della pinzetta (doppio loop) - non è di norma necessario e se lo dovesse essere è per l'eccessiva tensione tra i due margini - un solo loop è da preferirsi nelle situazioni standard

- 3) Prendere la coda del filo:**

se si è creato il loop vicino alla coda non risulterà difficile aprire la pinzetta sinistra e prendere la coda (Fig. 9). Tuttavia anche in questa fase possono presentarsi alcune difficoltà:

– La coda è troppo corta: questo in genere è dovuto al fatto che si è generata un'ansa troppo corta che, girando intorno alla

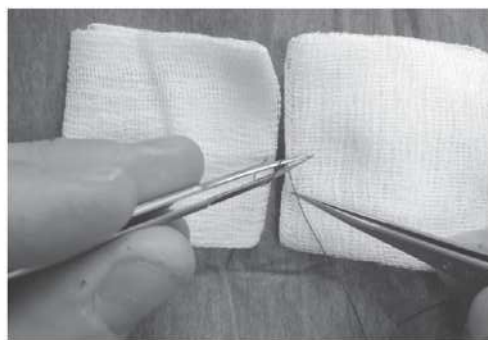


Figura 9. Aprire la pinzetta e prendere la coda del filo.

pinzetta, esercita una trazione sul filo. Prestare quindi attenzione a creare un'ansa della lunghezza sufficiente a girare intorno alla pinzetta senza determinare trazioni sul filo.

– La coda è angolata in modo non favorevole alla presa: il problema si risolve ruotando la pinzetta in modo da orientarlo in modo favorevole alla presa. Ciò risulta più facile da eseguire prima di aver girato il filo intorno alla pinzetta; è utile quindi osservare la direzione della coda prima di eseguire il loop e orientare lo strumento in modo favorevole alla presa.

– La coda è adagiata sui tessuti: è possibile cercare di sollevare la coda con la pinzetta. Spesso tuttavia è meglio lasciar cadere il loop e utilizzare tutti e due gli strumenti per allungare la coda e posizionarla in modo più favorevole.

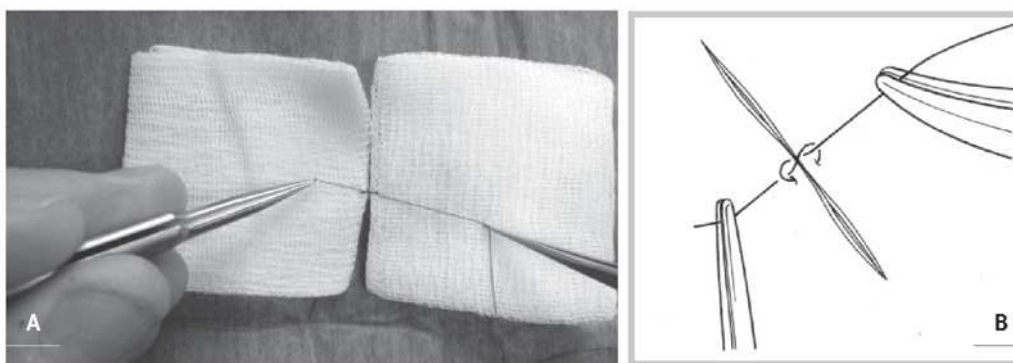


Figura 10. A) Tirare uniformemente i due capi del filo per creare la prima parte del nodo piano (singolo loop); B) disegno esplicativo

- 4) **Tirare il nodo:** esercitando una trazione delicata sulle due parti del filo si determina il passaggio del loop dalla pinzetta sinistra intorno alla coda e la chiusura della prima parte del nodo piano. (Fig. 10 a, b - Fig. 11)

La tensione corretta è la minima che permette il PERFETTO contatto tra i due margini del tessuto da suturare (i due margini non si devono sovrapporre e non devono essere troppo distanti).

A questo punto si esegue un cambio di mano del capo lungo del filo che viene “ceduto” dal porta-ago/pinzetta destra alla pinzetta sinistra (Fig. 12) e

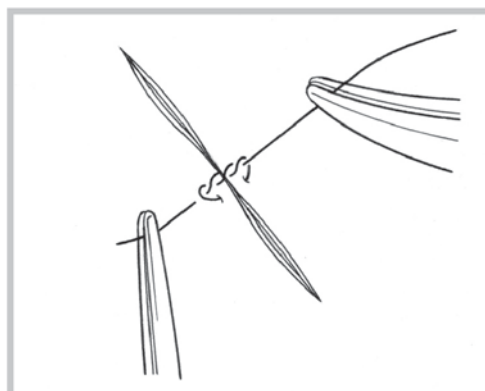


Figura 11. Disegno don doppio loop

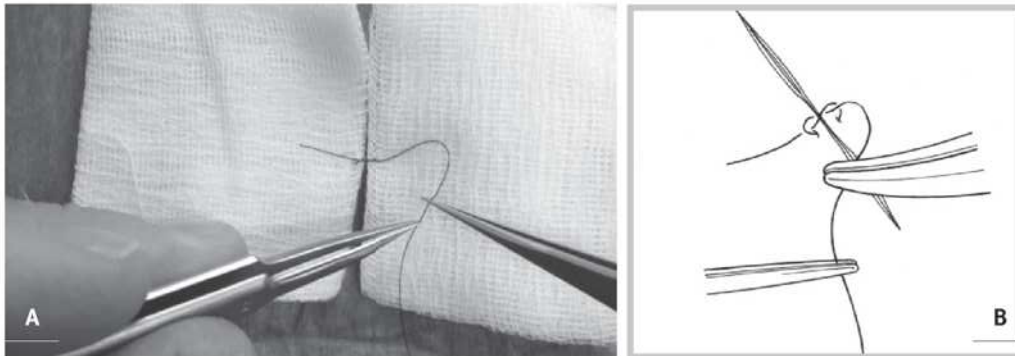


Figura 12. A) Passaggio del filo dalla pinzetta/portaaghi di destra alla pinzetta sinistra; B) disegno dove si nota che lo strumento di destra passa al davanti del filo lungo e si crea automaticamente un'ansa

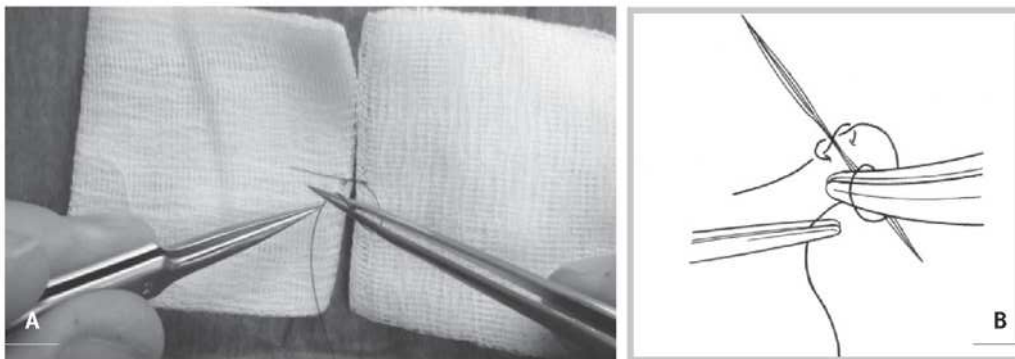


Figura 13. A) Ruotare la pinzetta sinistra intorno alla pinzetta/portaaghi di destra una volta in senso anti-orario; B) disegno esplicativo

si ripete la sequenza delle 4 fasi per ottenere la seconda parte del nodo.

In questa fase sarà la pinzetta sinistra a girare il filo intorno al porta-aghi /pinzetta di destra ruotando una volta in senso anti-orario (Fig. 13 a e b). Come prima lo strumento di destra (pinzetta nella foto e portaaghi nel disegno) "mira" la coda essendo immediatamente pronto a prenderla per chiudere il nodo. Come si vede bene nella figura successiva il nodo deve essere piano ed è per questo motivo che si cambia mano (Fig. 14)

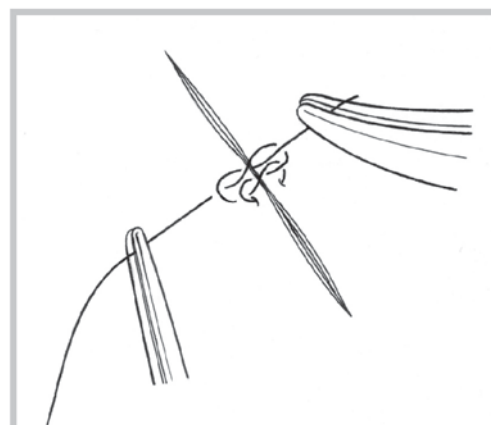


Figura 14. Tirare uniformemente i due capi del filo per creare la seconda parte del nodo piano.

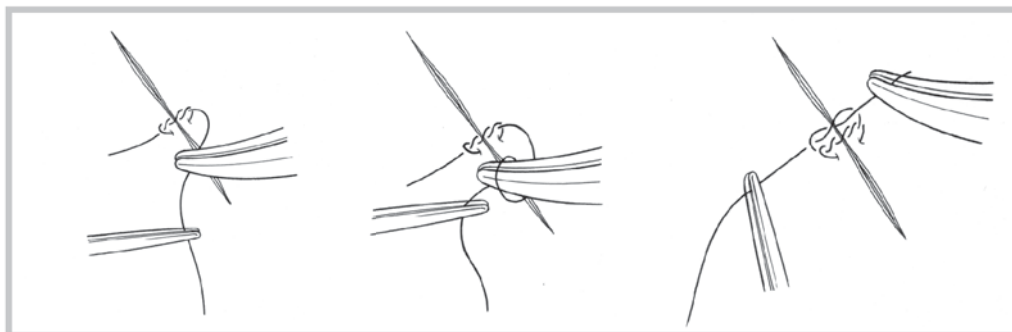


Figura 15 Sequenza del secondo nodo su un primo nodo doppio.
Si noti come al termine i nodi siano "piatti"

per non incrociare le mani. Nella figura 15 la sequenza del secondo nodo su un nodo iniziale doppio.

Se invece si desidera non cambiare mani, bisognerà incrociare la mani al termine del nodo per avere un nodo piano. Vi sono varie scuole a riguardo e riteniamo che ognuno sia libero di scegliere quella che più gli si addice. Il modello sopra descritto ci sembra più semplice ed ergonomico poiché la pinza che deve prendere la coda è già pronta per farlo e non si "aggira" per il campo alla ricerca di essa.

La terza e ultima parte del nodo si esegue passando nuovamente la parte lunga del filo dalla pinzetta sinistra al porta-ago/pinzetta destra e ripetendo la sequenza come nella prima parte del nodo.

Al termine occorre tagliare i due capi del filo in modo da lasciare le code lunghe non più di 1-4 volte il diametro dell'ago: in caso contrario possono intralciare la preparazione del nodo successivo o finire all'interno del lume del vaso. Se si desidera, durante una sutura vascolare, una coda può essere lasciata temporaneamente lunga per favorire le manovre di infissione dei restanti punti.

*Questo capitolo è stato redatto da
Bernardino Panero, Alessio Pedrazzini, Pierluigi Tos*

Disegni di Rita Castellini

BIBLIOGRAFIA

- Acland RD. Practice manual for microvascular surgery. Second Edition. The C.V. Mosby Company, St. Luis-Washington DC-Toronto, 1989.
- Cooley BC. A laboratory manual for microvascular and microtubal surgery. Surgical Specialties Corporation, 2001.

PROGRESSIONE DIDATTICA AL MICROSCOPIO CON MATERIALE INERTE

Le nozioni di ottica e di ergonomia devono essere impartite davanti al microscopio, gli allievi vengono “posizionati”, altezza sedia, distanza di lavoro, messa a fuoco, impiego degli ingrandimenti, visione unica e insegnamento della correzione di eventuali vizi della visione.

Se lo studente non riesce ad avere una visione singola si invita a riprovare ed eventualmente vengono indicati alcuni esercizi ortottici per migliorare e risolvere questo problema (questo si riscontra in circa 1 allievo su 20).

Tutti questi insegnamenti vanno dati personalmente in seguito ad una introduzione generale come dai capitoli iniziali del testo.

Di seguito vengono riportati una sequenza di esercizi che aumentano la destrezza e fanno migliorare progressivamente la tecnica chirurgica.

Grattare con le pinzette un foglio di carta fotocopiata: questo esercizio serve a coordinare i movimenti tra occhi e mani, le lettere possono essere cancellate con le pinzette della mano destra e sinistra (Fig. 1), oppure con un ago nella mano destra o un bisturi e con un cotton fioc si possono rimuovere i residui d’inchiostro (toner). Ciò aumenta le capacità spaziali nel rapportarsi agli ingrandimenti ed al microscopio.



Figura 1. Primi esercizi per comprendere la coordinazione dei movimenti sotto il microscopio rimuovendo il toner da carta fotocopiata.

Un altro esercizio che può conferire destrezza nel maneggiare l’ago e il filo è quello di passare un filo tra i vari quadratini della garza e formare delle lettere oppure rimuovere un filo singolo da una garza.

Esercizio su garza con filo 8/0: lo scopo di questo esercizio è ripetere quello che si è fatto macroscopicamente rapportandosi ai mezzi ottici, con movimenti

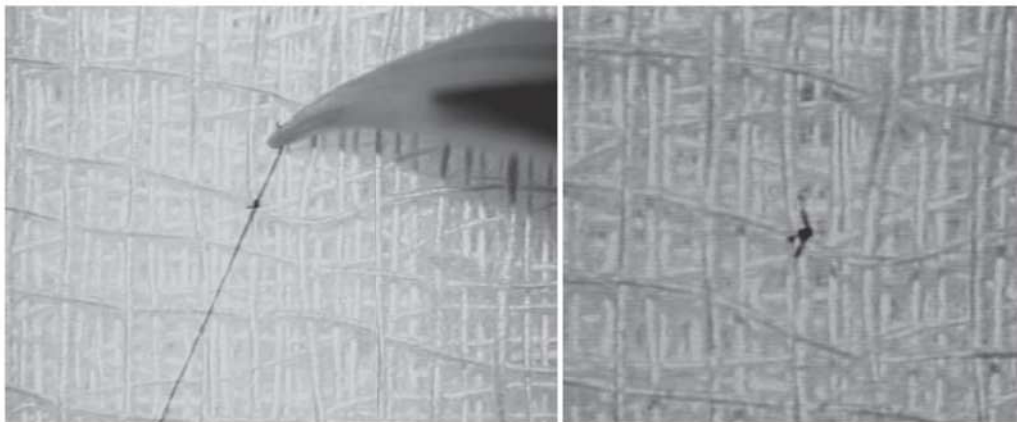


Figura 2. l'esercizio prevede anche il dare i nodi piani e cambiando di mano e tagliare corte le code al termine dei 3 punti - cosa di circa 1/2 quadretto

ridotti e filo delle dimensioni adeguate. La coda deve essere mantenuta "corta" per risparmiare il filo (non deve essere più lunga di 1-2 quadratini) (Fig. 2). Vengono fatti eseguire almeno 20 punti finché il gesto di dare il nodo non è sicuro e fluido.

Quando questa fase è terminata ed i movimenti sono fluidi si può passare a quella successiva sulla piastra da esercitazione.

Piastra da esercitazione:

In questa fase l'attenzione viene posta su come si prende l'ago in tre mosse, su come si passa l'ago attraverso il materiale da esercitazione, sulla sensibilità nel serrare il nodo per eseguire una corretta tensione per non sovrapporre i margini. Inoltre è molto importante la distribuzione dei punti (verrà, anche in questa fase, fatta una valutazione anche "interna" della sutura).

Una fase importante dell'addestramento microchirurgico, che deve precedere la parte pratica eseguita sul ratto in laboratorio, è costituita dal training su cosiddetta "piastra da esercitazione". Le piastre da esercitazione sono costituite da una struttura esterna in cartoncino rigido, comunemente di forma rettangolare, dentro la quale è fissato, nella porzione centrale, solitamente in forma circolare o rettangolare anch'esso, una struttura in gomma poliuretanic sottile, simile a un foglietto, sulla quale è possibile eseguire le suture microchirurgiche.

La tecnica di sutura è quella standard, come esemplificata nei capitoli precedenti dedicati. Le piastre da sutura vengono normalmente fornite agli studenti in tutti i corsi base di microchirurgia (Fig. 3).

Nel caso non si disponesse di una piastra da sutura standard come quelle in commercio (Fig. 4a), la si potrà in qualche modo simulare semplicemente uti-

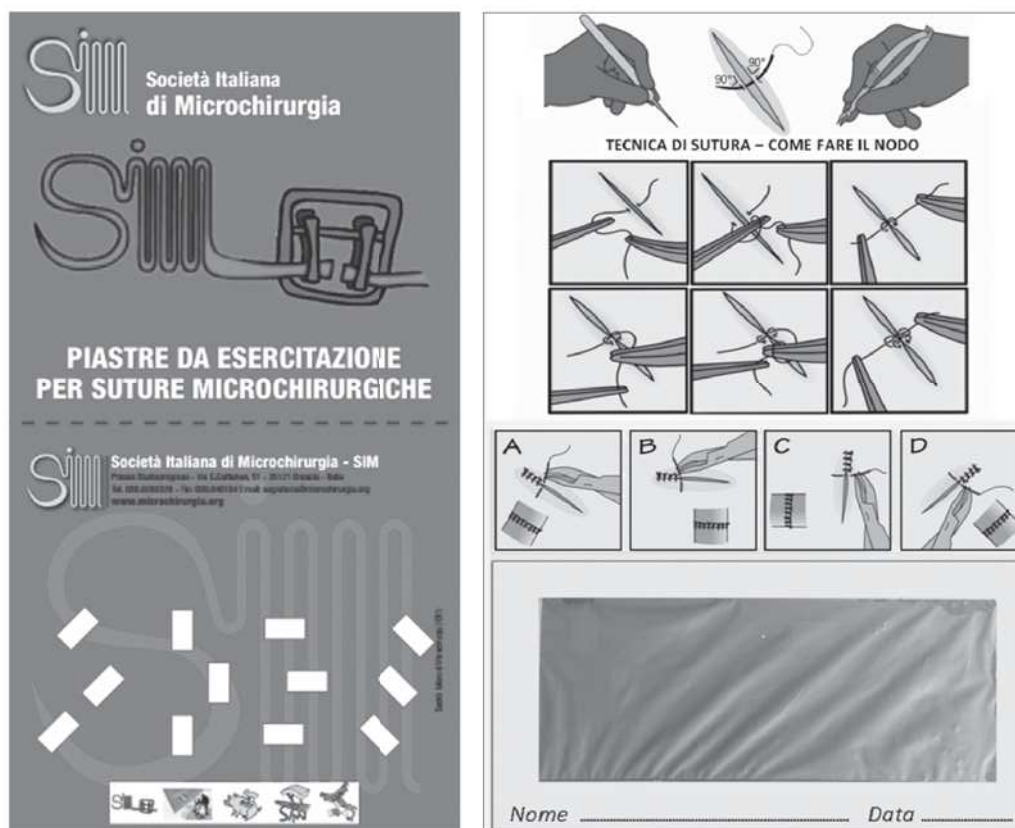


Figura 3. Piastra da microchirurgia fornita dalla Società Italiana di Microchirurgia per i corsi base. La parte in materiale plastico o in lattice può essere sostituita.

lizzando un guanto in lattice o in vinile (Fig. 4b). Ritagliando il guanto nella parte del palmo o del dorso mano, si otterrà una superficie piana di alcuni centimetri che verrà fissato sul tavolo da lavoro o su un supporto di cartoncino, in buona tensione, stabilizzandone i margini con un comune cerotto adesivo. Una volta posizionato il guanto in tensione, si potranno semplicemente eseguire i tagli con bisturi e procedere nell'esercizio.

La Società Italiana di Microchirurgia ha disegnato una piastra che troverete nel manuale appositamente strutturata per poter compiere l'esecuzione delle suture con orientamenti diversi. (Fig. 3). La piastra è stata mutuata da quella spagnola ideata dai formatori del Centro di Chirurgia Mininvasiva *Jesus Usón* a Cáceres.

L'esercizio su piastra si compone di 4 "fasi" o "posizioni" distinte, in difficoltà crescente, in base alla direzione del taglio che dovrà essere suturato. Si consiglia di eseguire almeno 8-10 punti di sutura in ognuna delle 4 fasi, cominciando dalla più semplice e passando alla successiva solo quando si sarà raggiunta una sufficiente sicurezza tecnica in quella determinata posizione.

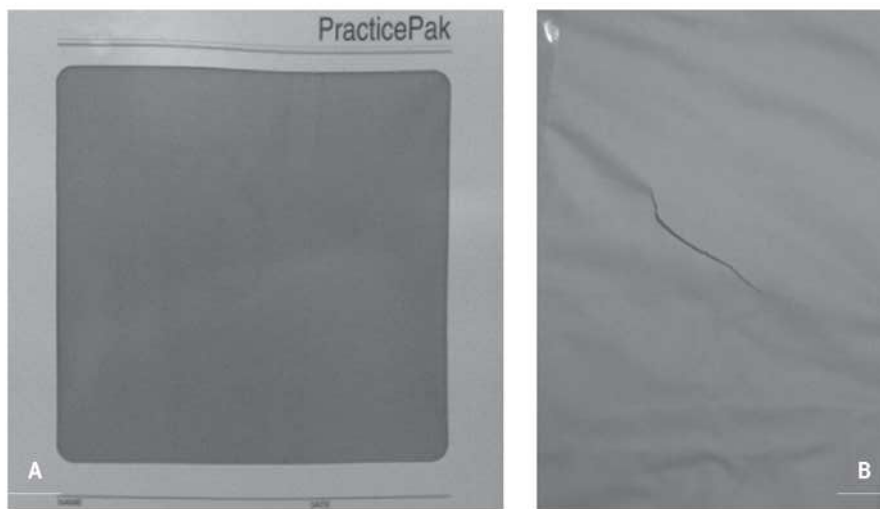


Figura 4. a) Piastra da esercitazione dove si possono eseguire tagli a piacimento nelle varie direzioni b) in mancanza di altro si possono impiegare guanti in lattice solidarizzati con il piano di lavoro. È importante non tirare troppo sui margini per evitare di dover approssimare con forza i margini creando tensione sul nodo.

Il filo da utilizzare dovrà essere idealmente un 9/0 o 10/0, ma si potrà cominciare con un filo 8/0 se non si dispone di altro. È cosa utile abituarsi fin dall'inizio a suturare indossando i guanti in lattice, in modo da simulare il più possibile la realtà clinica della sala operatoria.

Un altro esercizio utile sarà di abituarsi a suturare impugnando l'ago con entrambe le mani, in modo da sviluppare capacità di sutura equivalente sia con la mano destra che con la sinistra: questo trucco tornerà utile specialmente suturando nella posizione 4 della piastra, che simula molto una posizione di sutura assai frequente nella realtà clinica. Tenere presente, durante l'esercizio, che la piastra simula molto bene le posizioni di sutura, ma non simula la consistenza della struttura che si sta suturando e la sua risposta all'ago, che, in quanto prodotta da un materiale sintetico, è ovviamente diversa rispetto alle pareti dei vasi arteriosi e venosi; non è inoltre presente l'avventizia e non si riesce a "manipolare" il tessuto correttamente.

Lo spessore del materiale da esercitazione può far variare la sensibilità nello stringere in maniera differente i punti (i margini da suturare NON si devono sovrapporre – non si deve stringere troppo il nodo), un materiale più spesso può facilitare la migliore comprensione di questa abilità.

La direzione dei tagli nelle 4 fasi o posizioni dovrà seguire quest'ordine (considerando come riferimento la piastra circolare suddivisa nei 360° piani o le 12 ore dell'orologio – Come da Figura 5):

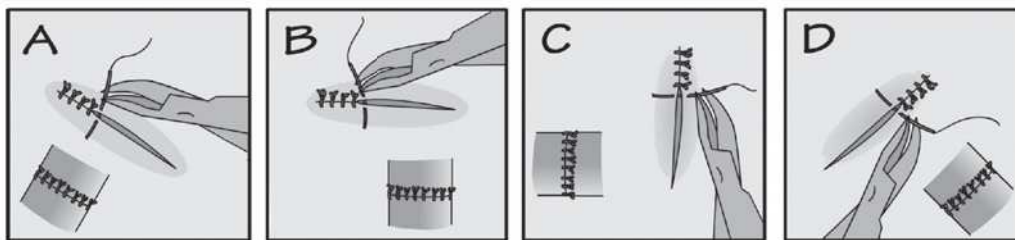


Figura 5 a, b, c, d. Progressione didattica su piastra da esercitazione.
Almeno 8-10 punti dovranno essere eseguiti per ogni posizione.

- Posizione 1: primo taglio con direzione 135° - 315°
(riferimento orario: obliquo tra ore 10 e ore 4);
- Posizione 2: secondo taglio con direzione 90° - 180°
(orizzontale - riferimento orario ore 3 ore 9);
- Posizione 3: terzo taglio con direzione 0 - 180°
(verticale - riferimento orario ore 12 ore 6);
- Posizione 4: quarto taglio con direzione 45° - 225°
(riferimento orario: obliquo tra ore 2 e ore 8).

I tagli potranno essere eseguiti utilizzando un comune bisturi a lama 11. Uno stesso taglio potrà anche essere utilizzato nelle 4 posizioni semplicemente ruotando la piastra da esercitazione fino ad ottenere la direzione desiderata.

Dopo aver correttamente eseguito il taglio desiderato, posizionare la piastra e mettere a fuoco il microscopio operatorio. È opportuno abituarsi fin da subito nell'eseguire le suture sotto adeguata magnificazione. Come sempre nella tecnica standard di sutura, la punta dell'ago dovrà attraversare perpendicolarmente il tessuto, e passarlo con un movimento rotatorio del polso in modo da evitare lacerazioni. Il passaggio dell'ago dovrà essere equidistante dai 2 margini. Inizialmente, evitare di fare un unico passaggio; meglio far attraversare completamente l'ago nel primo foro e poi procedere con il secondo passaggio. Eseguire il nodo "piano", con corretta sovrapposizione del filo, e stringere fino ad accostamento dei margini di sutura senza sovrapposizione o introflessione del tessuto, in modo da abituarsi a tensionare correttamente la sutura.

I punti di sutura in sequenza dovranno essere correttamente ripartiti ed equidistanti, esattamente come nella sutura di un vaso. Tagliare adeguatamente le code, senza eccedere in lunghezza e senza eccessivo accorciamento, cosa che mette a rischio la tenuta del nodo e le rende poco dominabili.

Una volta ottenuto una buona sutura e una buona manualità nella posizione 1 della piastra, passare alla successiva, eseguendo tutti gli esercizi con entrambe le mani. Arrivare alla posizione 4 solo quando si saranno dominate adeguatamen-

te le altre posizioni. Nella posizione 4, ci si renderà conto che la sutura sarà più agevole se si impugnerà l'ago con la mano sinistra, pur essendo possibile anche utilizzando al mano destra.

Si può ragionevolmente passare alla fase successiva sul "tubo si silicone" dopo che ogni allievo ha dato dato 8-10 punti (con 3 nodi per punto) per ogni taglio sulla piastra da esercitazione nelle 4 direzioni oppure come sempre quando il tutor non lo ritiene necessario.

SUTURA SU VASI DI SILICONE CON L'AUSILIO DELL'APPROSSIMATORE

Prima di procedere ad esercitarsi sulle suture microchirurgiche su modelli animali tipo cosce di pollo o arterie coronarie di suino, e comunque prima di procedere all'utilizzo del modello animale da esperimento (ratto), è opportuno eseguire alcune ore di training simulando le anastomosi vascolari mediante l'utilizzo di tubuli in silicone.

I tubuli in silicone sono prodotti dall'industria per vari utilizzi (per esempio per utilizzo nel campo alimentare, per canalizzare sostanze fluide). I più comuni diametri utilizzati variano da 2 x 4 (diametro interno lume / diametro esterno complessivo) a 3 x 5 millimetri, avvicinandosi quindi alle misure utili per il training microchirurgico. La consistenza dei tubuli è simile a quella della gomma poliuretanicca o del lattice dei guanti utilizzati nelle piastre da esercitazione, con la differenza che la struttura tubuliforme riproduce le caratteristiche morfologiche delle strutture vascolari da anastomizzare.

La SIM utilizza tubicini di silicone prodotti appositamente per l'insegnamento della microchirurgia dal centro di Chirurgia Mininvasiva Jesus Uson Caceres Spain. Il diametro è di circa 2 mm, lo spessore 0.3 e può essere suturato con un filo 7/0 o 8/0. (Fig. 6 a, b, c)

L'utilizzo di un approssimatore microvascolare consente di riprodurre le condizioni standard di anastomosi e di mantenere le due estremità del tubulo alla distanza ottima di anastomosi. Gli approssimatori microvascolari sono dispositivi sterili o non sterili, utilizzati per fare presa sui due monconi di un vaso sanguigno resecato, al fine di tenerli avvicinati in una posizione che ne permetta la riparazione. Sono costruiti in genere in acciaio inox o se monouso in materiale plastico. Sono strumenti generalmente costituiti da due clips con pressione di chiusura predeterminata (sono diverse tra vene e arterie con forma differente per non comprimere troppo le pareti dei vasi). Il morso è normalmente dentellato. La distanza tra i rebbi può variare per avvicinare i vasi; di norma si posizionano al massimo dell'apertura per poi avvicinarli per "approssimare" i segmenti vascolari. Possono avere dimensioni diverse, a seconda delle dimensioni del vaso. Normalmente, nei

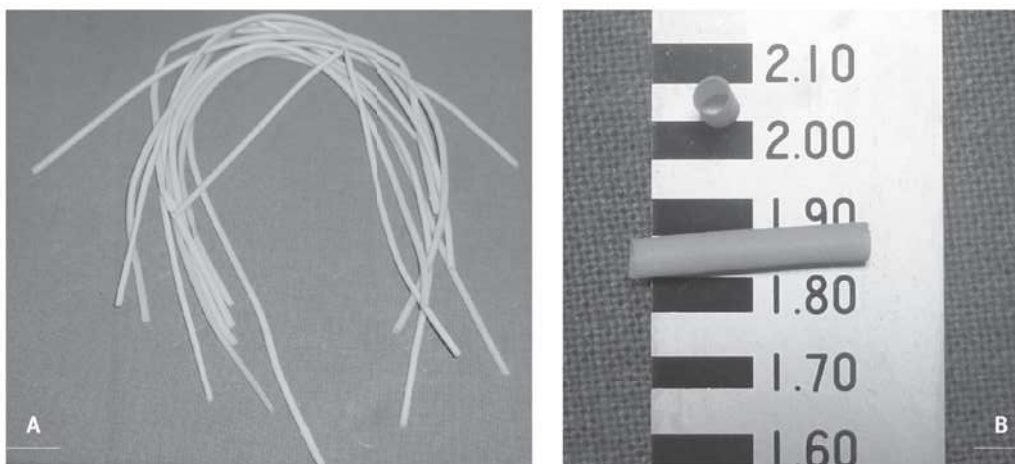


Figura 6. a) Tubicini in silicone prodotti per la pratica microchirurgica;
b) dimensioni di 2 mm circa

corsi base o avanzati di microchirurgia è sufficiente disporre di un solo approssimatore adatto alle dimensioni di pochi mm dei vasi oggetto di anastomosi, e di una clamp singola.

Regole di posizionamento dell'approssimatore:

l'approssimatore va sistemato con i rebbi al massimo della distanza ed il vaso o il tubicino deve essere posizionato nella parte più alta esattamente perpendicolare ai due rebbi a 1 millimetro circa dalla fine della clamp. Questo passaggio è importante perchè favorirà la sutura quando si dovrà girare il vaso, non si deve mai mettere il vaso "storto" sull'approssimatore o alla base dei rebbi. (Fig. 7).



Figura 7. Approssimatore posizionato correttamente, perpendicolare al vaso, a fondo corsa e con il vaso al fondo della clamp.

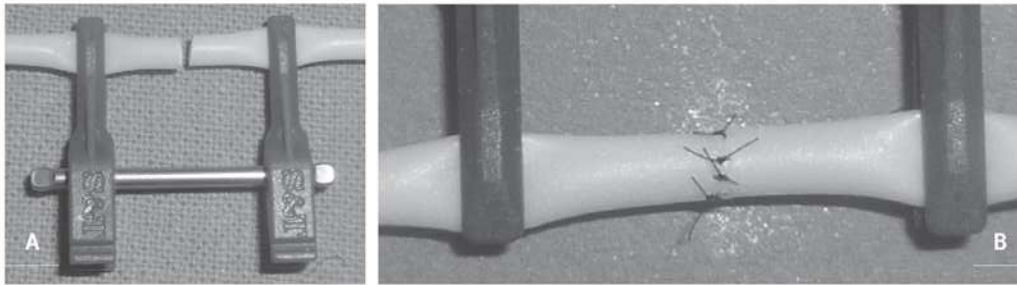


Figure 8. a) Posizione all'inizio della sutura; b) prodotto finale

Posizionare il tubicino sul tavolo e solidarizzarlo con del nastro adesivo e tagliarlo quindi in due parti utilizzando una forbice retta. Avere cura di eseguire il taglio in modo netto così da non avere frange o bordi irregolari che impedirebbero una buona anastomosi.

A questo punto posizionare il tubulo nell'approssimatore, ed accostare le due estremità in modo da non avere più di 1 mm tra le due pareti del vaso, per evitare tensione della sutura. L'approssimatore può anche essere posizionato prima di eseguire la sezione del vaso; questo rende meno reale la situazione ma semplifica la procedura evitando errori nell'affrontamento (posizionare affrontando bene le due parti senza rotazioni). Posizionare il modello sotto al microscopio o viceversa, con opportuna magnificazione (Fig. 8).

A questo punto è possibile procedere all'anastomosi, con le stesse regole e procedure descritte per le anastomosi termino terminali (cap 1.4), ricordando che la risposta del tessuto in silicone al passaggio dell'ago è diverso rispetto

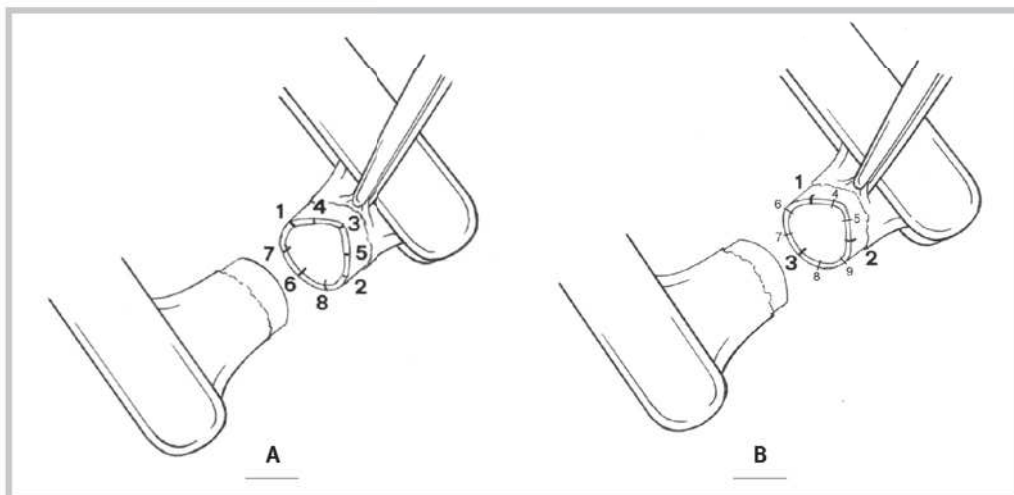


Figure 9. Successione dei punti: a) con i primi 2 punti a 180°; b) con i primi 3 punti a 120° (triangolazione)

alle strutture biologiche (Fig. 9). Utilizzare un filo da 7/0 a 8/0. Come sempre nella tecnica standard di sutura, la punta dell'ago dovrà attraversare perpendicolarmente il tessuto e trapassarlo con un movimento rotatorio del polso in modo da evitare lacerazioni. Il passaggio dell'ago dovrà essere equidistante dai 2 margini. Inizialmente, evitare di fare un unico passaggio; meglio far attraversare completamente l'ago nel primo foro e poi procedere con il secondo passaggio.

Eseguire il nodo "piano", con corretta sovrapposizione del filo, e stringere fino ad accostamento dei margini di sutura senza sovrapposizione o introflessione del tessuto, in modo da abituarsi a tensionare correttamente la sutura. I punti di sutura in sequenza dovranno essere correttamente ripartiti ed equidistanti, esattamente come nella sutura di un vaso.

Tagliare adeguatamente le code, senza eccedere in lunghezza e senza eccessivo accorciamento, cosa che mette a rischio la tenuta del nodo e le rende poco dominabili.

Con i tubuli in silicone è altresì possibile simulare la tecnica di sutura termino terminale, come descritta in precedenza nel testo. In questo caso, utilizzare due segmenti di tubulo, uno stabilizzato su approssimatore e l'altro, a 90° rispetto a questo, stabilizzato con clamp singola.

Eseguire l'arteriotomia standard per sutura termino laterale e procedere con l'anastomosi.

Al termine della procedura verrà aperto longitudinalmente il vaso per controllare e giudicare la parte interna come da protocollo. Si taglierà parallelamente alla sutura senza interrompere completamente il vaso per mantenere la sutura in sede e poi si taglierà longitudinalmente per aprire il vaso (Fig. 10

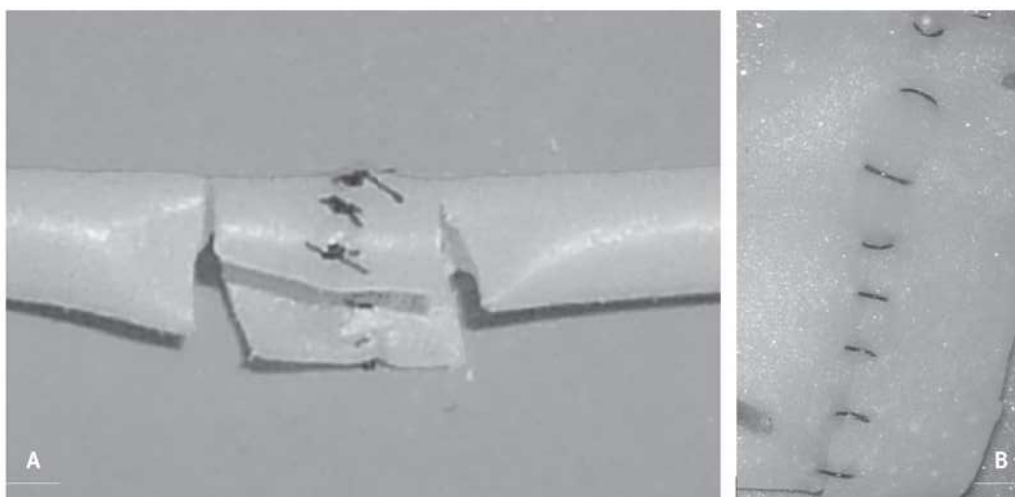


Figure 10. a) modalità di apertura della sutura per la valutazione della qualità dei punti. b) valutazione dei punti dall'interno del vaso (item 19 del GRS)



Figura 11. Sutura a partenza posteriore

a e b). Il giudizio sarà dato aprendo il vaso, come riportato nel capitolo 2.4 a seguire.

Si potrà passare ai modelli animali (cuore suino e pollo) solo dopo aver eseguito almeno 2-3 suture con 8 punti su tubicino in silicone eventualmente cambiando posizione o iniziando dalla parete posteriore come in Fig. 11.

*Questo capitolo è stato redatto da
Davide Ciclamini, Antonio Occhini e Pierluigi Tos*

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Usón J, Calles MC .Design of a new suture practice card for microsurgical training. Microsurgery. 2002; 22(8):324-8.
- SR, Froschauer S, Akelina Y, Tos P, Kim JT, Ghanem AM. Microsurgery training for the twenty-first century. Arch Plast Surg. 2013 Jul; 40(4):302-3.
- Leung CC, Ghanem AM, Tos P, Ionac M, Froschauer S, Myers SR. Towards a global understanding and standardisation of education and training in microsurgery. Arch Plast Surg. 2013 Jul; 40(4):304-11.
- Centro di Chirurgia mini invasiva Jesus Uzon, Caceres Spain. <http://www.ccmijesususon.com>

LA VALUTAZIONE DELLA SUTURA VISTA DALL'INTERNO

Il capitolo è dedicato alla valutazione delle anastomosi viste dalla parete interna (punto 19 del GRS *esteso* o al punto 6 del GRS *ridotto* (cap 2.1).

Per realizzare una sutura microchirurgica pervia, lo studente non può prescindere dall'abilità di saper imparare dai propri errori^[1].

Diversi modelli di simulazione vengono proposti durante l'apprendimento delle tecniche microchirurgiche per ricreare un ambiente simile alle esperienze che s'incontrano in sala operatoria.

Agli studenti sono suggeriti modelli pratici semplici (guanti in lattice, superfici di poliuretano, tubi in silicone, etc.), seguiti dall'utilizzo di materiale *ex-vivo* (cuore di maiale, coscia, ala, collo di pollo, etc.) e da modelli viventi introdotti poi nei corsi avanzati. La *ratio* è di sottoporre ai discenti esercizi di sempre maggiore difficoltà con lo scopo di giungere a valutare la pervietà del vaso. Imprescindibile è, infatti, il *feedback* ricavato dell'esito dell'anastomosi, che nei modelli *ex-vivo*, può essere valutata iniettando nel lume blu di metilene o altri materiali che simulino il flusso sanguigno^{[1],[2]}. Questa tecnica tuttavia dà soltanto una stima grossolana della pervietà del vaso e l'analisi critica della sutura rischia allora di essere poco efficace se l'interesse dello studente e del *tutor* si esaurisce con l'analisi della parte esterna dell'anastomosi.

Visualizzare la sutura dall'interno permette invece di scoprire errori altrimenti misconosciuti consentendo allo studente di apprendere più rapidamente dai propri errori (*self-assessment*) e al *tutor* di valutare i miglioramenti delle abilità dell'allievo generando un circolo virtuoso fatto da: errore-supervisione-*feedback*^[3].

Vale la pena di ricordare che i principi cardine da rispettare durante la realizzazione di un'anastomosi sono 5:

- la **DELICATEZZA** con cui si maneggiano i tessuti
- **COME** e **DOVE** l'ago entra nella parete del vaso
- l'**EQUIDISTANZA** e la **DISTRIBUZIONE** dei punti
- la **TENSIONE** di serraggio del nodo
- la gestione delle **CODE DEI FILI**

Una volta terminata l'anastomosi è necessario chiudere il vaso a monte e a valle ed aprire la sutura longitudinalmente con forbici rette, in questo modo risulta più agevole manipolare le pareti del vaso.

Utilizzando il microscopio operatorio x25 è possibile esaminare la regolarità e l'architettura strutturale dell'anastomosi riconoscendo e analizzando gli errori commessi.

Comunemente, le imprecisioni nell'esecuzione di una sutura vascolare possono essere semplificate in 10 errori ricorrenti riassunti come: errori sul **piano orizzontale (o)**, asse x-y e errori sul **piano verticale (v)**, asse z.

ERRORI SUL PIANO ORIZZONTALE (O):

Fig. 1 - Fig. 2 - Fig. 3 - Fig. 4 - Fig. 5 - Fig 6.

Vedere foto a colori a fondo testo



Figura 1. Errore 1 (O): Mancato rispetto della linea di anastomosi (linea di sutura non perfettamente parallela al bordo del vaso).



Figura 2. Errore 2 (O): Punti non equidistanti e/o distanza fra essi più del doppio dell'intervallo previsto.



Figura 3. Errore 3 (O): Punti di sutura non perpendicolari al bordo del vaso (il punto obliquo causa la distorsione della parete)



Figura 4. Errore 4 (O): Lacerazioni della parete (errata penetrazione dell'ago e/o gestione del filo).



Figura 5. Errore 5 (O): Eccessiva tensione del nodo che deforma la parete.



Figura 6. Errore 6 (O): Flap di avventizia all'interno del lume.

ERRORI SUL PIANO VERTICALE (V):

Fig. 7 - Fig 8 - Fig 9 - Fig 10. Vedere foto a colori a fondo testo



Figura 7. Errore 1 (V): Punti tranfissi (coinvolgimento della parete posteriore o delle pareti laterali del vaso).

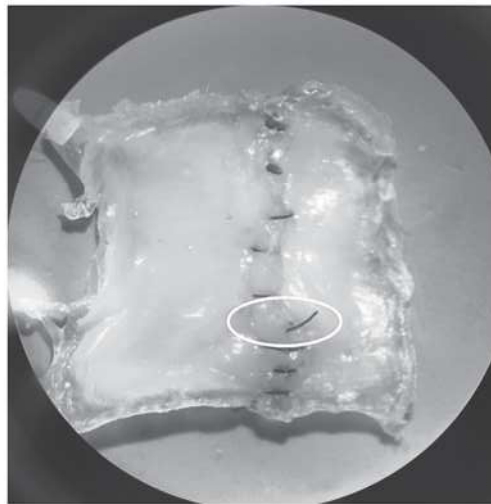


Figura 8. Errore 2 (V): Coda/e del filo all'interno del lume.

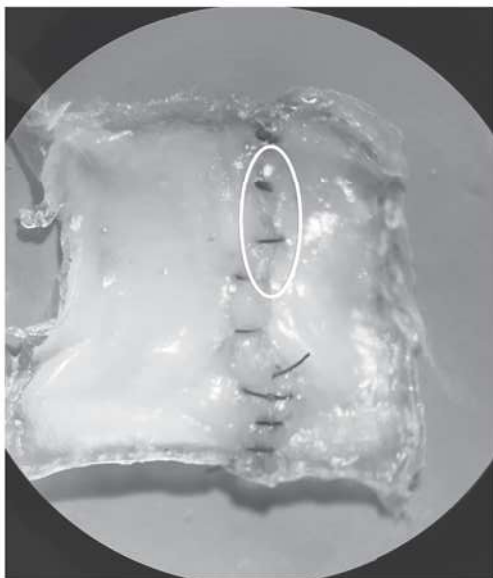


Figura 9. Errore 3 (V): Sovrapposizione di una parete sull'altra (punto dato prendendo troppa parete).

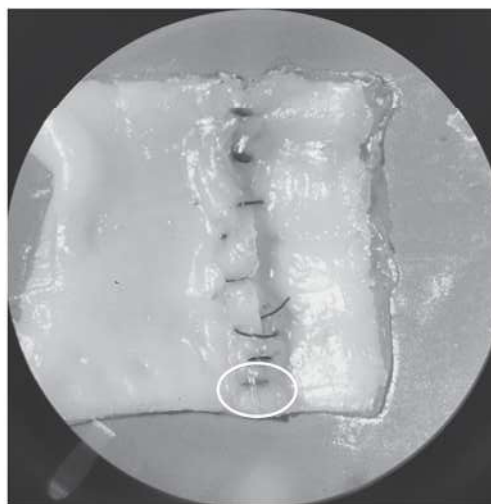


Figura 10. Errore 4 (V): Punto che non passa l'intero spessore della parete (l'intima nasconde una parte del punto).

Generalmente gli errori più frequenti sono nell'ordine:

- 1) l'alterazione della linea dell'anastomosi – errore 1 (O) –,
- 2) punti che non passano l'intero spessore della parete – errore 4 (V) –,
- 3) flap di avventizia all'interno del lume – errore 6 (O) – e
- 4) punti non perpendicolari al bordo del vaso – errore 3 (O) –^[4].

Approcciare l'anastomosi dall'interno permette dunque, di amplificare le informazioni ricavabili dalla sutura microchirurgica e, consentendo di quantificare il tipo e il numero degli errori commessi, dare una stima realistica della pervietà del vaso anche nei modelli *ex-vivo*.

Questo tipo di analisi può essere utilizzato anche per valutare le competenze microchirurgiche, come proposto da Ghanem et al., i quali hanno basato sugli errori (che compromettono la pervietà dell'anastomosi *in vivo*) un sistema (ALI: Anastomosis Lapse Index) in grado di valutare e quantificare il livello di apprendimento delle abilità tecniche^[4].

Tale valutazione oggettiva può essere poi integrata con altri metodi (più laboriosi ma completi) che valutano: il rispetto della gestione dei tessuti, la pertinenza della coordinazione durante la manipolazione dell'ago, la gestione dello strumentario, il tempo e l'analisi dei movimenti compiuti (GRS)^{[5], [6]}.

La Società Italiana di Microchirurgia ha integrato questo metodo di valutazione nelle versioni *esteso* e *ridotto* del GRS.

Guardare la sutura dall'interno è quindi un atto semplice, facilmente fruibile e riproducibile che aiuta l'apprendimento (simula la pervietà dell'anastomosi) e facilita la valutazione delle competenze acquisite (strumento semi-quantitativo) durante i corsi di formazione di microchirurgia. Tale aspetto è particolarmente utile per lo studente che può con maggiore autonomia incrementare abilità tecniche altrimenti difficilmente acquisibili.

Questo capitolo è stato redatto da

Andrea Poggetti, Ali Ghanem, Alessandra Soldati

LETTURE CONSIGLIATE

[1] K. C. Hui, F. Zhang, W. W. Shaw, Z. Kryger, N. S. Piccolo, A. Harper, and W. C. Lineaweaver, "Learning curve of microvascular venous anastomosis: a never ending struggle?", *Microsurgery*, vol. 20, no. 1, pp. 22–24, 2000.

[2] J. L. Atkins, P. U. Kalu, D. A. Lannon, C. J.

Green, and P. E. M. Butler, "Training in microsurgical skills: Does course-based learning deliver?", *Microsurgery*, vol. 25, no. 6, pp. 481–485, 2005.

[3] A. M. Ghanem, N. Hachach-Haram, C. C. M. Leung, and S. R. Myers, "A systematic review

- of evidence for education and training interventions in microsurgery.”, *Arch Plast Surg*, vol. 40, no. 4, pp. 312–319, Jul. 2013.
- [4] A.M. Ghanem, Y. Al Omran, B. Shatta, E. Kim; S. Myers. Oral presentation in the XII Congress of the European Federation of Societies for Microsurgery Barcelona, Spain, 3-5 April 2014.
- [5] C. C. M. Leung, A. M. Ghanem, P. Tos, M. Ionac, S. Froschauer, and S. R. Myers, “Towards a global understanding and standardisation of education and training in microsurgery.”, *Arch Plast Surg*, vol. 40, no. 4, pp. 304–311, Jul. 2013.
- [6] C. L. F. Temple and D. C. Ross, “A New, Validated Instrument to Evaluate Competency in Microsurgery: The University of Western Ontario Microsurgical Skills Acquisition/Assessment Instrument [Outcomes Article]”, *Plast. Reconstr. Surg.*, vol. 127, no. 1, pp. 215–222, Jan. 2011.

LA DISSEZIONE DEI VASI REGOLE GENERALI

Da questo punto in poi verranno descritti diversi modelli che possono essere impiegati per avvicinarsi al modello in vivo. Su questi modelli si possono eseguire moltissimi esercizi e la crescita può essere veramente importante; vi sono esercizi che devono essere eseguiti con fili 11-0 che mimano esercizi su modello vivente.

L'allievo può utilizzare tutte queste schede e suggerimenti a casa, tornato dal corso di 20 ore, per progredire nella sua pratica quotidiana.

Ben consci che non possano essere eseguiti tutti all'interno di un solo corso base, crediamo che possano però conferire sicurezza e destrezza sufficiente per poter affrontare con tranquillità un corso avanzato.

I consigli sulla dissezione dei vasi sono utili ed importanti sia per gli esercizi sull'animale ex vivo che per gli esercizi del corso avanzato.

LA DISSEZIONE, COME MANEGGIARE I VASI, AVVENTIZIECTOMIA, PREPARAZIONE DEI VASI, LEGATURA DEI VASI COLLATERALI

In microchirurgia, la prima regola è la preparazione accurata del campo operatorio. L'anastomosi microvascolare o micronervosa deve essere solo la ripetizione di un gesto ben appreso durante gli esercizi precedenti, ma è imprescindibile **preparare in maniera precisa le strutture da anastomizzare**, separandole dai tessuti circostanti, evitando ogni piccolo sanguinamento non controllato. Indipendentemente da quali siano i vasi scelti da anastomizzare, si deve sempre procedere attraverso un'accurata dissezione, con la separazione degli stessi. Esistono vari strati di tessuti lassi intorno ai vasi, che si riescono a separare facilmente fino a uno strato che è "più difficile da staccare". Questo è lo strato perivascolare, che ricopre l'arteria e la vena e li mantiene in prossimità l'una all'altra separandoli da un piccolo setto. Per disseccarlo in modo appropriato si possono utilizzare diversi sistemi di dissezione, a seconda delle caratteristiche dei tessuti e delle preferenze del chirurgo. Si può effettuare a forbice curva, con il taglio dei tessuti circostanti, mediante pinzatura o con idrodissezione.

Con una pinza microvascolare si solleva l'intero vaso senza mai toccare la parete dello stesso ma afferrandolo e tenendolo attraverso la propria avventizia (Fig. 1).

Attraverso il microscopio operatorio è possibile riconoscere l'avventizia come

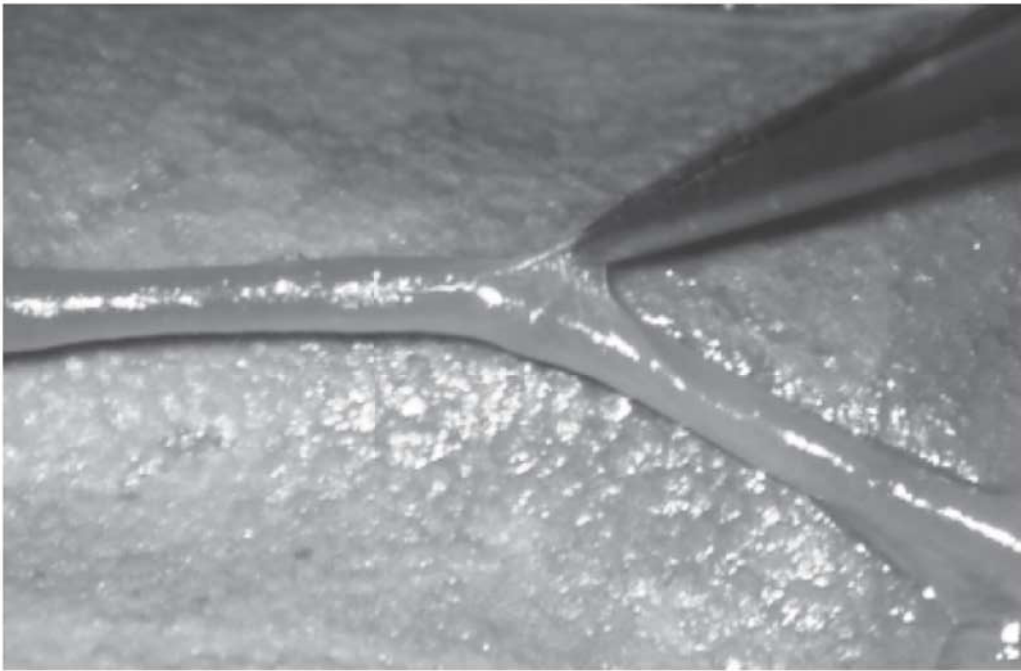


Figura 1. Il vaso può essere maneggiato SOLO attraverso l'avventizia con gli strumenti microchirurgici, il vaso NON DEVE MAI ESSERE "PINZATO" altrimenti una trombosi per un danno intimale è certa

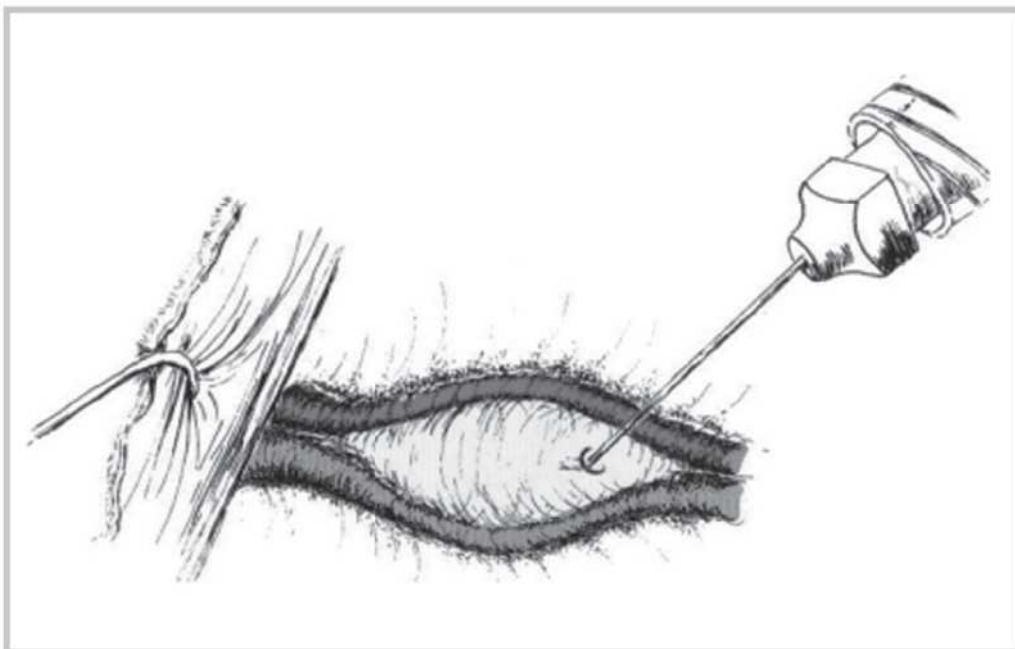


Figura 2 - Idrodissezione per facilitare la separazione dei vasi

il tessuto intorno alla parete vascolare dove si trovano i *vasa vasorum*. Ricordate che l'avventizia è trasparente e attraverso di essa s'intravede la tonaca media che è la parte del vaso che è suturabile. **Per nessuna ragione è giustificabile la pinzatura diretta dei vasi**, perché ogni trauma nei loro confronti potrebbe portare ad una lesione dell'intima, e quindi essere un fattore scatenante la trombosi vascolare, o dar origine ad un distacco dell'intima dalla tonaca media con conseguente formazione di un aneurisma del vaso o una trombosi.

Una volta pinzata l'avventizia intorno ad un vaso, si può quindi continuare a separare i vasi dal tessuto circostante con il sistema desiderato. Con l'utilizzo della forbice, si esegue un movimento di apertura delle due branche perpendicolarmente alle strutture che si desidera divaricare; si procede quindi sezionando il tessuto interposto tra i due vasi parallelamente all'asse del vaso stesso, fino ad ottenere la separazione desiderata.

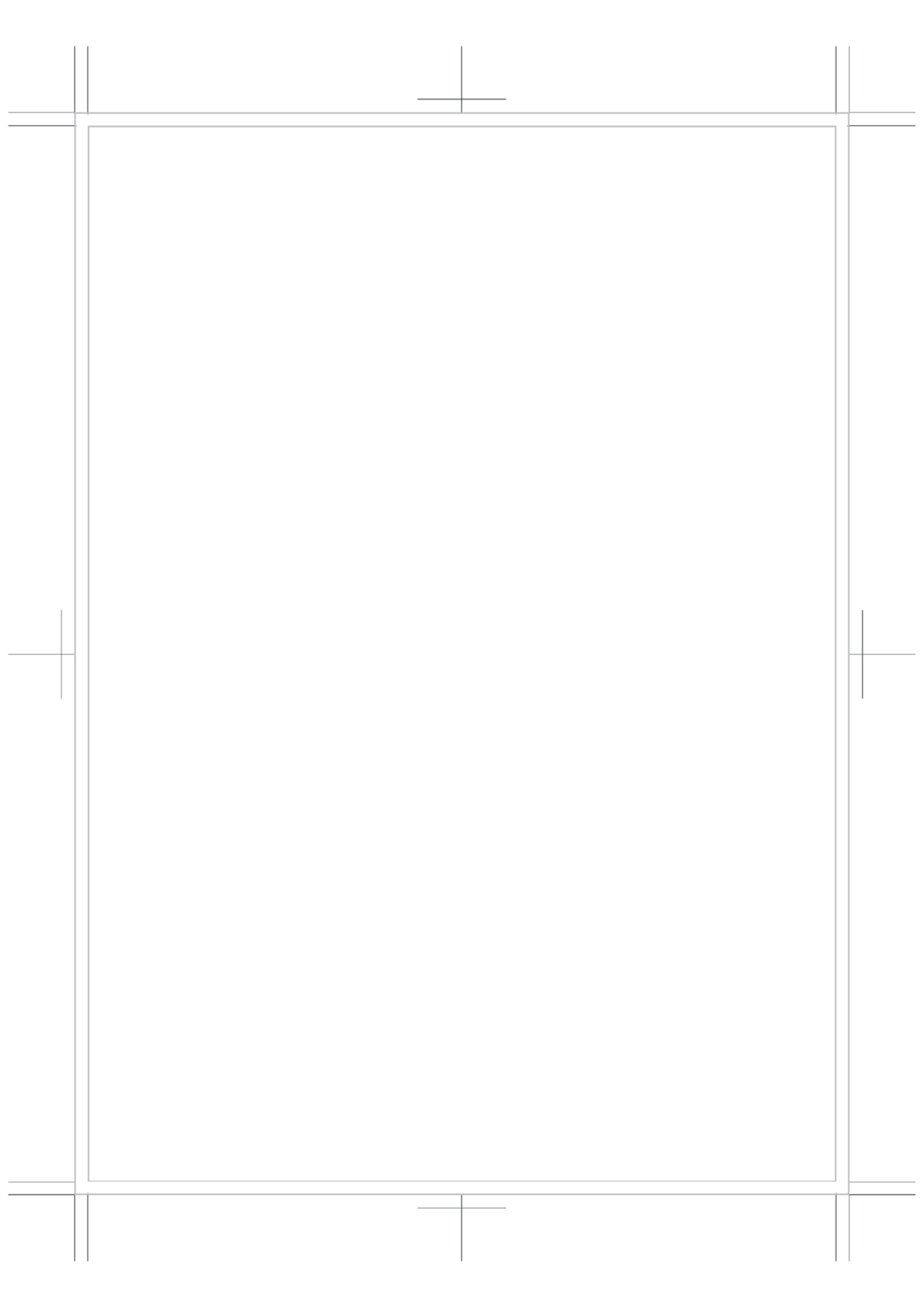
Come alternativa si possono utilizzare due pinzette microchirurgiche affermando i vasi, sempre attraverso l'avventizia, separandoli facilmente dai tessuti circostanti. Anche con le pinze, si può compiere un movimento di separazione dei vasi aprendole con un asse perpendicolare ai vasi una volta inserite dove si vuole eseguire la breccia.

L'idrodissezione è un ottimo sistema per essere ancor meno aggressivi nei confronti di strutture vascolari non aventi una parete solida (Fig. 2). Il classico esempio è la vena cava che nell'animale da esperimento è molto adesa all'aorta. Pertanto s'inserisce l'apice della cannula in uno spazio virtuale tra i due vasi e grazie alla pressione gentile che la soluzione fisiologica riceve dallo stantuffo della siringa si compie una separazione del vaso venoso da quello arterioso.

Lungo il decorso di ogni vaso possono essere presenti diversi "rami" collaterali, alcuni costanti altri estremamente variabili. Ricordiamo tra i più costanti, nel decorso dei vasi femorali del ratto, la branca di Murphy. È consigliabile legare ogni ramo collaterale come un unico vaso, separando il vaso arterioso da quello venoso, in modo da ottenere un controllo completo dell'emostasi.

Si deve utilizzare un calibro appropriato per legare una collaterale per evitare che il nodo si sciolga e comprometta il vostro lavoro in seguito. Un filo di sutura di calibro eccessivo non permetterà la tenuta del nodo nel tempo. Un filo di sutura troppo sottile, potrà essere di facile scioglimento se non si è ottenuto sufficiente spazio tra il punto in cui si pongono le legature e quello del taglio del vaso. Ogni vaso sanguigno deve essere legato in due punti e tagliata nel mezzo delle due legature lasciando sufficiente spazio. Per eseguire una rapida legatura dei vasi collaterali si può utilizzare la coda del filo.

*Questo capitolo è stato redatto da
Mario Cherubino e Emanuele Cigna*



IL CUORE DI MAIALE - DISSEZIONE ED ESERCIZI

INTRODUZIONE

Il cuore di maiale rappresenta un buon modello per chi inizia la pratica microchirurgica.

I vantaggi del cuore di maiale sono rappresentati dalla possibilità di eseguire delle anastomosi su vasi di calibro maggiore (le coronarie hanno un calibro di 4-5 mm) consentendo una maggiore confidenza nella tecnica di sutura. Non hanno vene comitanti e sono degli ottimi vasi per iniziare. Esiste tuttavia la possibilità di confrontarsi con le collaterali delle coronarie che hanno un calibro minore comparabile all'arteria femorale del pollo.

Il cuore può essere richiesto nelle macellerie locali dove spesso vi verrà consegnato con delle incisioni eseguite dai veterinari per i controlli secondo normativa CEE. Per questo motivo talvolta sarà necessario suturare il cuore per ricomporre l'anatomia originale prima di eseguire gli esercizi microchirurgici.

BASI DI ANATOMIA

Il riconoscimento delle strutture anatomiche (Fig. 1) è fondamentale per reperire correttamente i vasi.

La superficie esterna del cuore è segnata da due solchi: il solco coronario, che taglia l'organo in senso trasversale e quello interatriale (o longitudinale), che divide il cuore nella parte destra e sinistra.

Internamente il cuore è diviso in quattro cavità, appaiate funzionalmente a due a due. Ogni paio di cavità è costituito da un atrio (a parete sottile) e un ventricolo (a parete più spessa) collegati tramite una valvola cardiaca. Le due paia di cavità sono separate da un setto cardiaco.

Sotto al pericardio si trovano tre tonache, dall'esterno all'interno, l'epicardio, il miocardio e l'endocardio.

L'epicardio è costituito da tessuto connettivo, contenente capillari sanguigni, capillari linfatici e fibre nervose e consiste nel foglietto viscerale del pericardio sieroso. Subito sotto vi è il miocardio, formato da fibre muscolari cardiache costituito da uno scheletro mentre nella parte più interna del cuore si

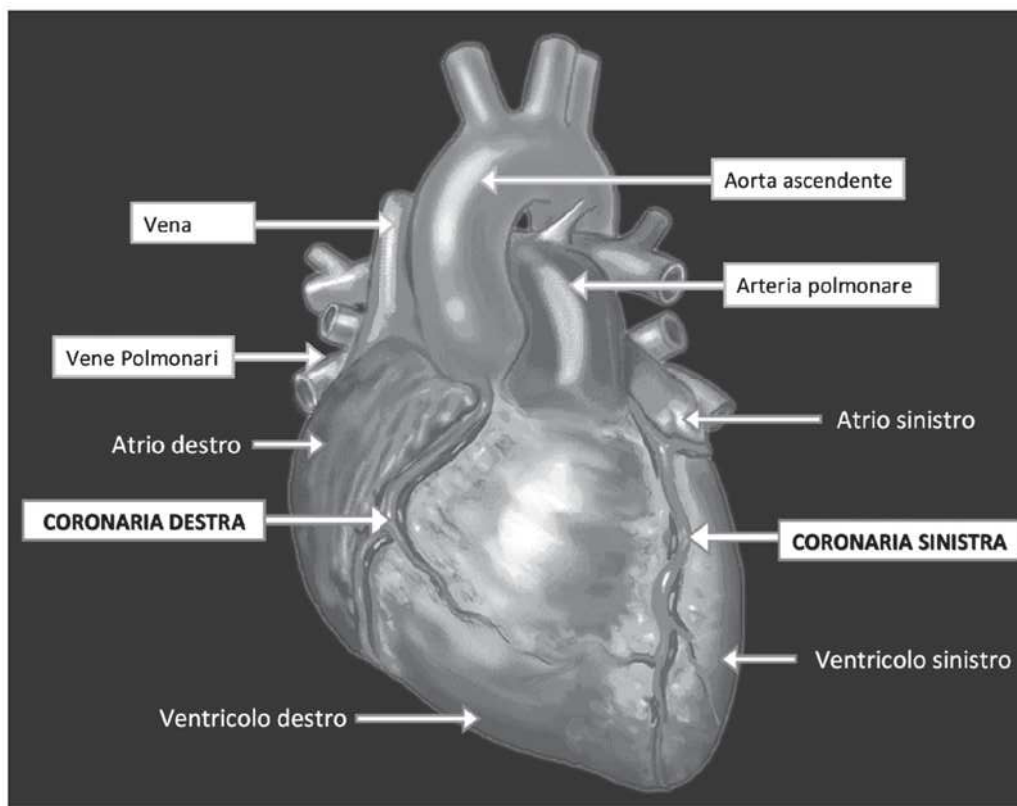


Figura 1. Le principali strutture anatomiche del cuore

trova l'endocardio che costituisce un rivestimento protettivo ed è strutturalmente simile all'endotelio che riveste internamente i vasi sanguigni.

Dalla porzione superiore della faccia anteriore del cuore si dipartono i due vasi arteriosi principali: l'aorta a sinistra e l'arteria polmonare o tronco polmonare a destra, che si divide in un ramo sinistro e in un ramo destro. Le basi di queste arterie sono abbracciate dalle auricole (così chiamate poiché la loro forma ricorda le orecchie pendule di un cane), che fanno parte degli atri.

Anche posteriormente sono presenti due vasi sanguigni che sfociano nell'atrio destro, le vene cave, distinte in vena cava superiore e vena cava inferiore.

Tra questi quattro vasi si trovano le vene polmonari, di destra e di sinistra, che sfociano nell'atrio sinistro.

Sulla superficie del cuore si possono osservare le **arterie coronarie di destra e di sinistra che originano dall'aorta ascendente**; le coronarie si diramano irrorando tutto il cuore fino all'apice.

La coronaria destra e i due rami della coronaria sinistra (discendente anteriore e circonflessa) sono considerati i tre vasi principali per l'irrorazione del cuore.

La coronaria sinistra è l'arteria principale del cuore e comprende l'arteria discendente anteriore (anche nota come interventricolare anteriore), l'arteria circonflessa e la più piccola, incostante, arteria intermedia.

La coronaria destra dà origine a monte all'arteria del nodo del seno e alle arteriole atriali, e a valle al ramo interventricolare posteriore, oltre ad alcuni vasi minori. Le arteriole che irrorano i ventricoli penetrano nel miocardio dove terminano formando dei piccoli ciuffi.

La coronaria sinistra irroro i due terzi del cuore infatti raggiunge quasi tutto il ventricolo sinistro, la parte anteriore del setto interventricolare e una piccola parte del ventricolo destro; la coronaria destra irroro la maggior parte del ventricolo destro, la parte posteriore del setto e buona parte della parete posteriore del ventricolo sinistro.

Le vene cardiache decorrono parallelamente ai rami delle arterie coronarie e confluiscono in un tronco venoso presente sulla faccia diaframmatica del cuore nel solco coronarico, il seno coronario per poi sfociare nell'atrio destro.

IDENTIFICAZIONE DELLE CORONARIE

Le coronarie hanno origine dall'aorta ascendente. Se avete difficoltà nell'identificarle potrete cercarle direttamente nel lume dell'aorta le loro divisioni.

Le principali arterie coronarie e i loro rami laterali devono essere identificati all'interno del tessuto adiposo perivascolare.

La coronaria sinistra è più facilmente individuabile e divide il ventricolo destro dal sinistro (Fig. 2 - Fig. 3).

La coronaria destra segue il margine inferiore dell'atrio destro (Fig. 4).

Per poter identificare la coronaria l'auricola dell'atrio destro deve essere ribaltata (Fig. 5).

Si rimuovono il tessuto adiposo e connettivo che circonda i vasi e si procede alla preparazione delle arterie con l'avventiziectomia (Fig. 6).

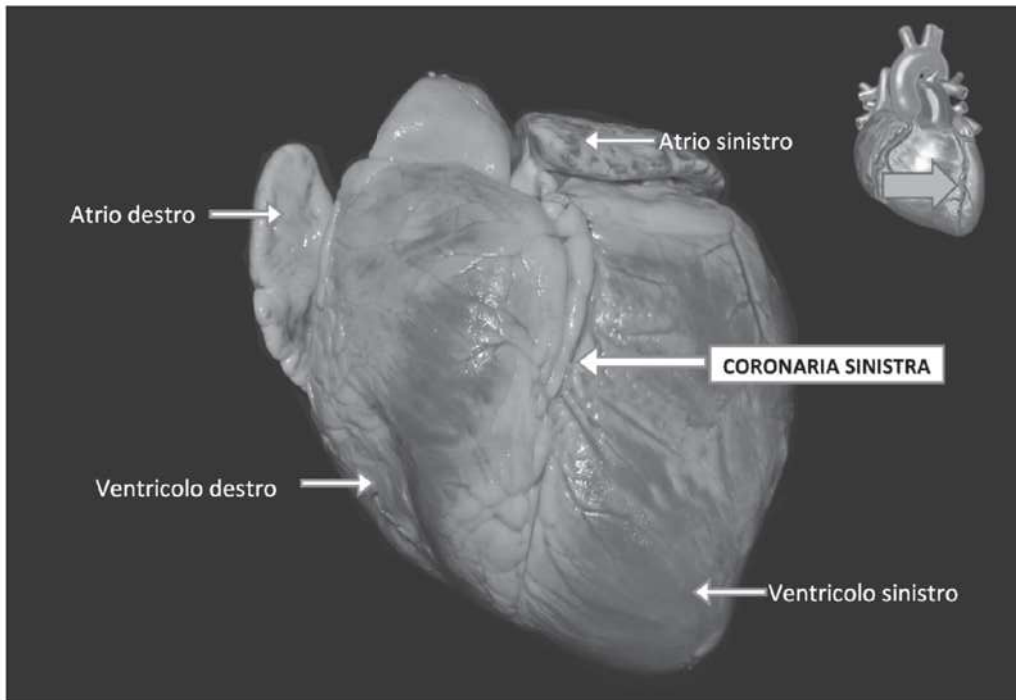


Figura 2. Visione anteriore del cuore

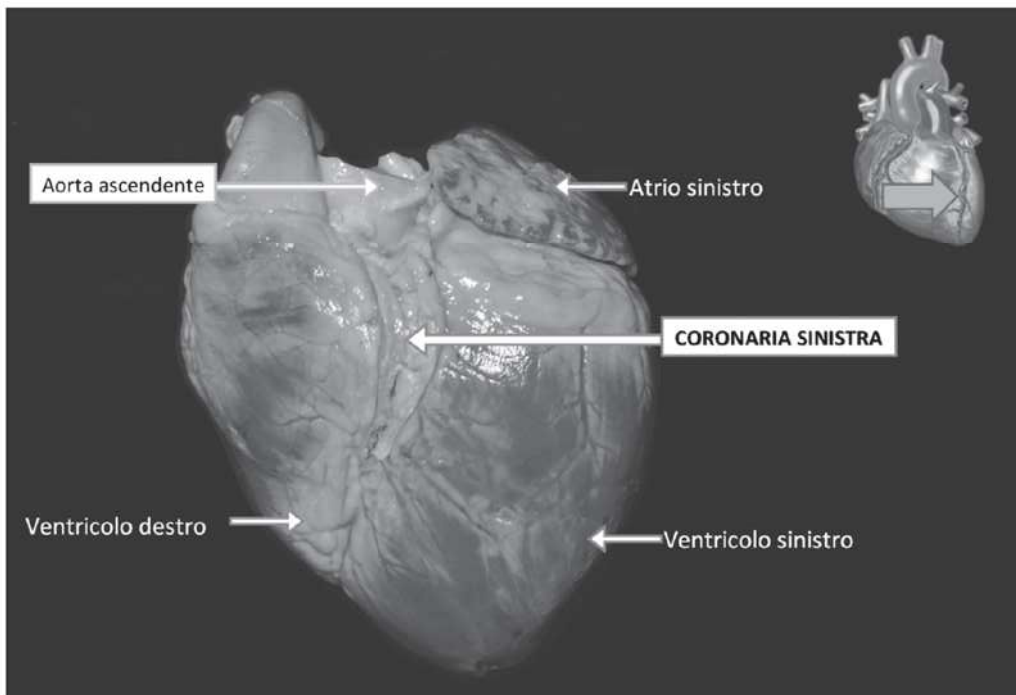


Figura 3. Coronaria sinistra dopo dissezione dal grasso perivascolare

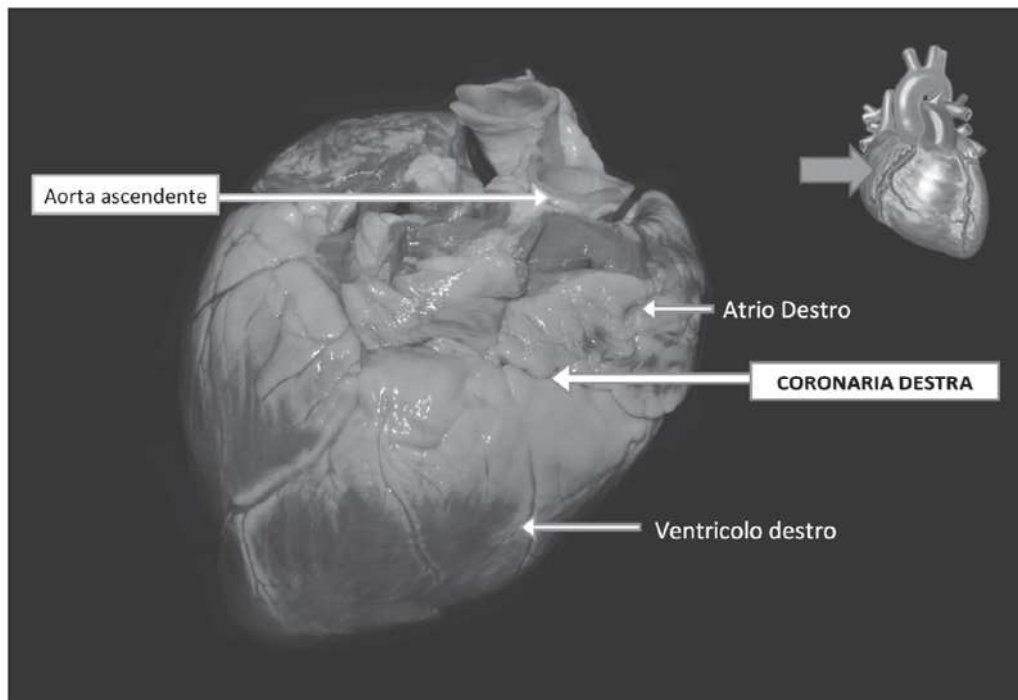


Figura 4. Coronaria destra

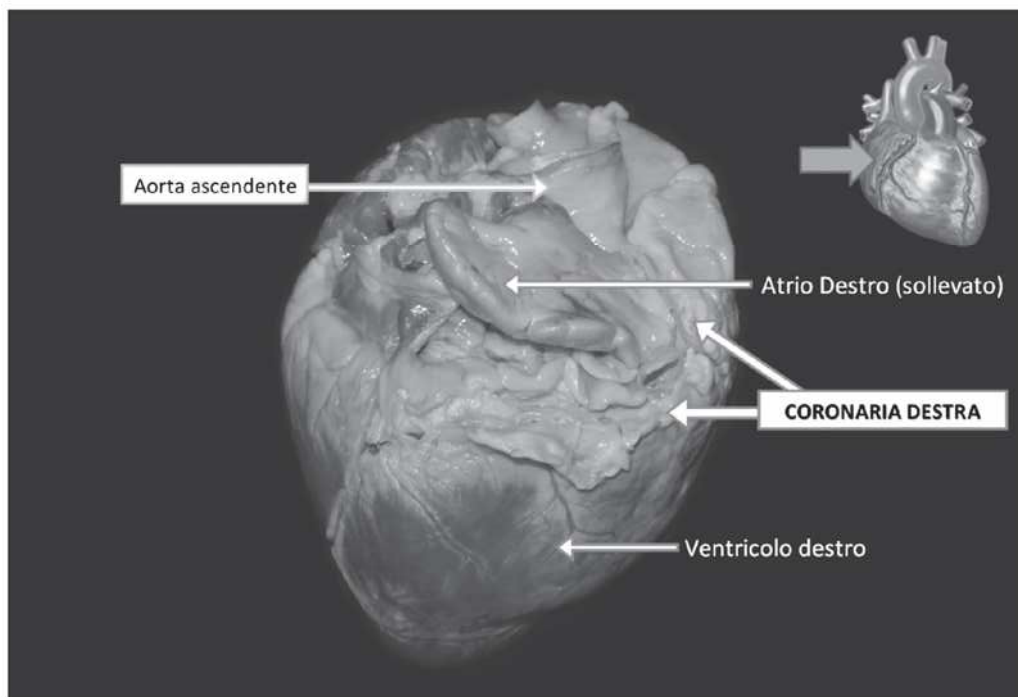


Figura 5. Coronaria destra dopo sollevamento auricola dell'atrio destro e dissezione dal grasso perivascolare

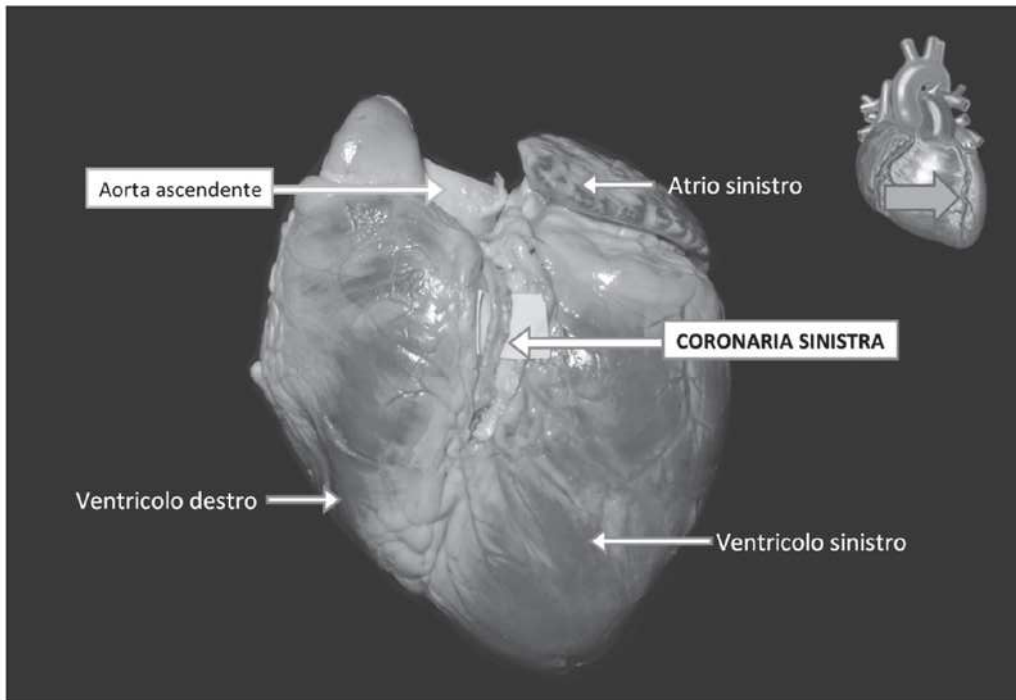


Figura 6. Preparazione del vaso. Vedere foto a colori a fondo testo

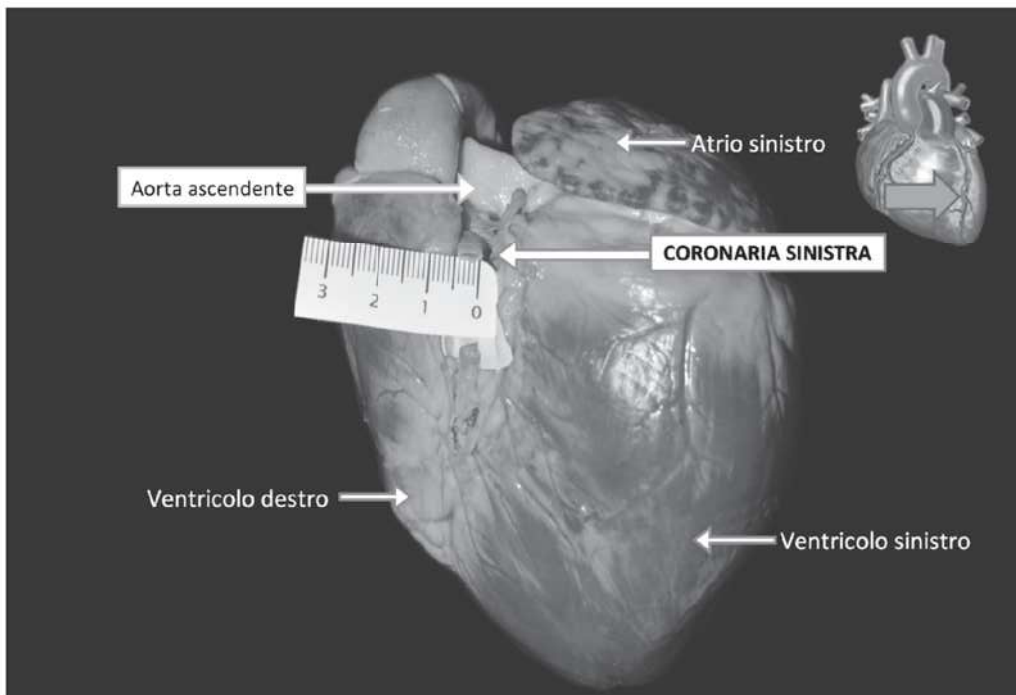


Figura 7. Valutazione del calibro del vaso

ESERCIZI

Vi descriveremo ora una serie di esercizi da eseguire sulle coronarie. Sullo stesso preparato possono essere eseguiti diversi esercizi.

1) Anastomosi termino-terminale della coronaria

Trattandosi di un modello non vivente, è possibile sezionare l'arteria prima di posizionare le clamps vascolari. Posizionate uno sfondo sotto la coronaria (Fig. 6). Se eseguite l'anastomosi a pochi centimetri dall'origine delle coronarie, il calibro del vaso sarà intorno ai 4-5 mm (Fig. 7) e consigliamo di utilizzare fili monofilamento 8-0 o 9-0. Se invece vi spingete sulle collaterali più distali si potrà utilizzare anche 10-0 o 11-0. Posizionate le clamps sui due monconi dell'arteria e avvicinateli chiudendo l'approssimatore (Fig. 8).

Eseguite l'avventiziectomia e lavate il lume del vaso. Eseguite l'anastomosi suturando dapprima la parete anteriore (Fig. 9), ribaltate l'approssimatore e controllate la sutura eseguita (Fig. 10) successivamente eseguite la sutura della parete posteriore (Fig. 11).

Rimuovete l'approssimatore (prima la clamp distale). Verificata la pervietà, sezionate le anastomosi vascolari per verificare dall'interno del vaso il corretto posizionamento dei punti e l'aspetto dell'intima (Fig. 12).

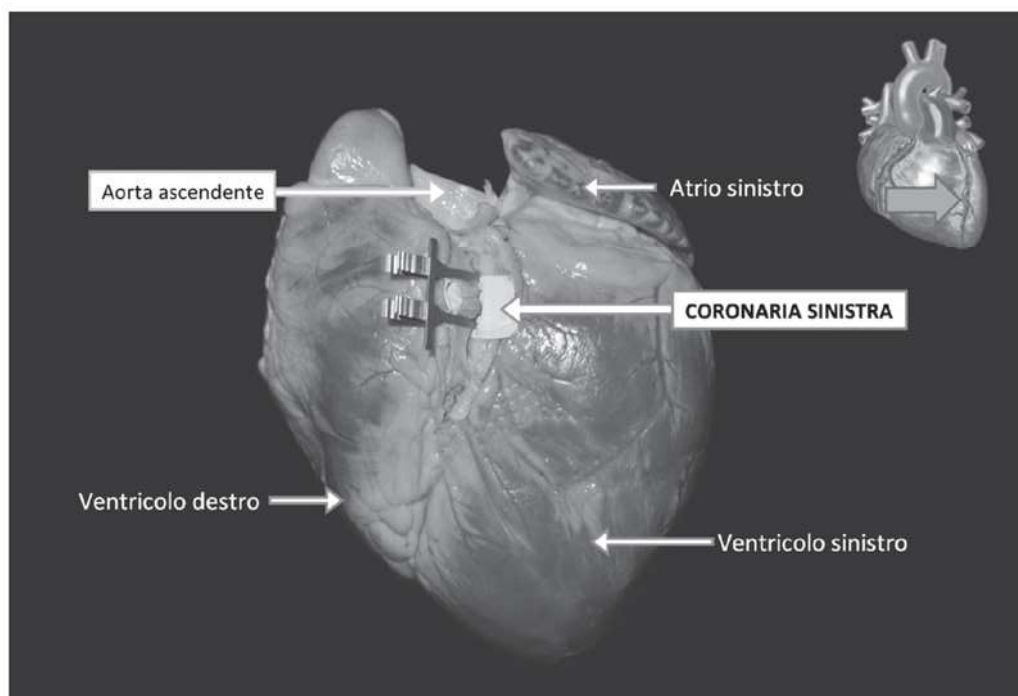


Figura 8. Posizionamento approssimatore. Vedere foto a colori a fondo testo

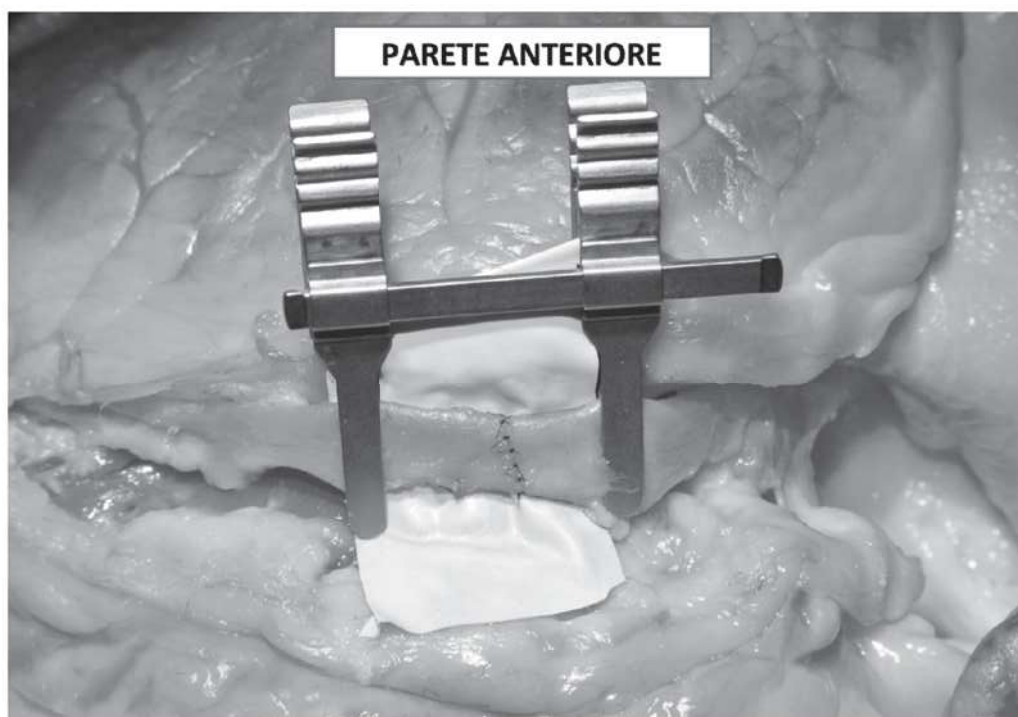


Figura 9. Sutura della parete anteriore

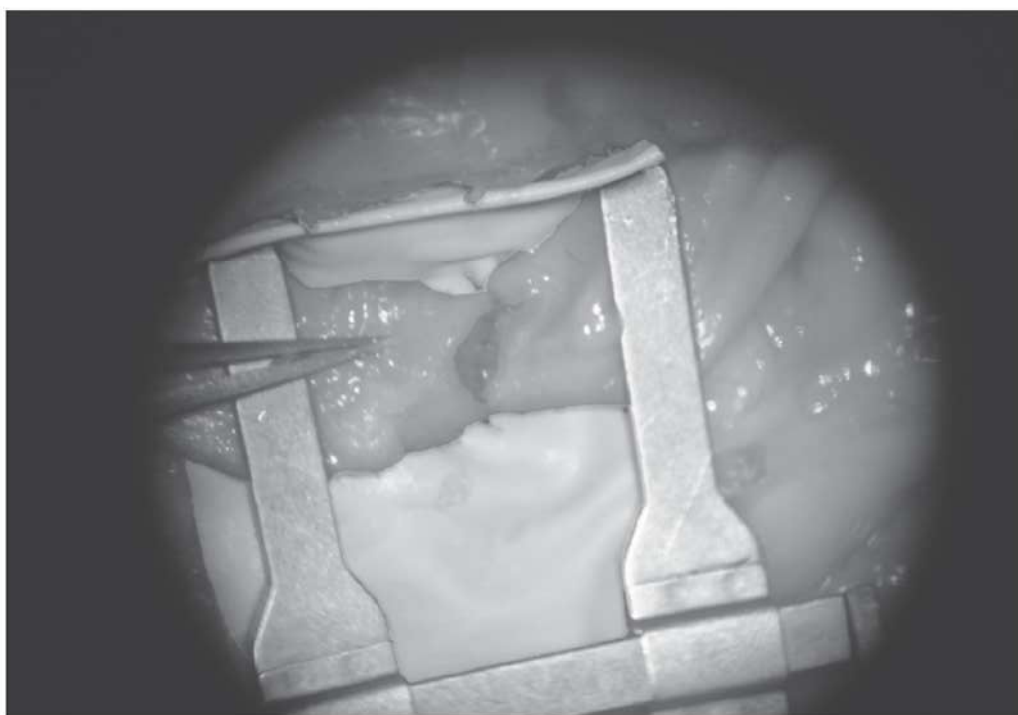


Figura 10. Ribaltamento dell'approssimatore e verifica della parete anteriore

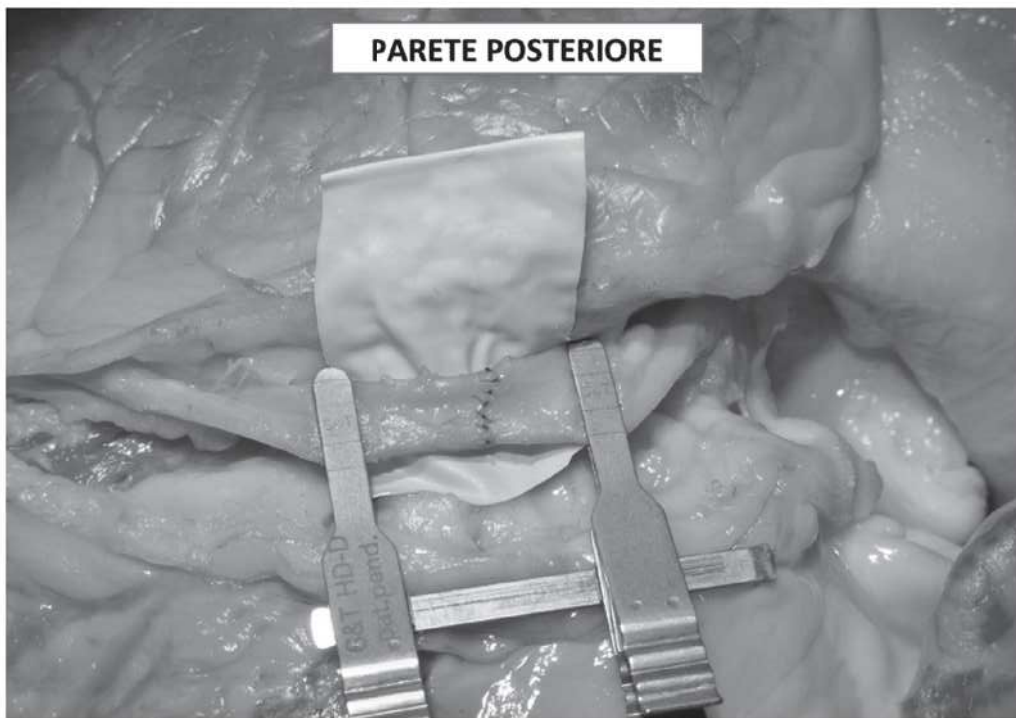


Figura 11. Sutura della parete posteriore

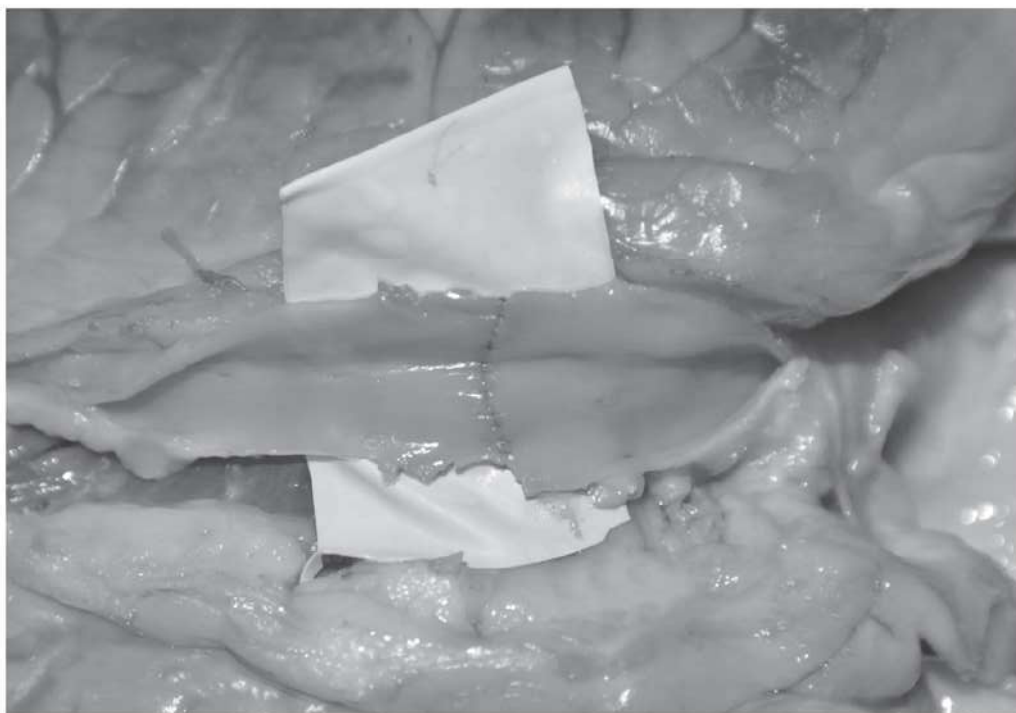


Figura 12. Sezione dell'anastomosi e verifica dei punti

Il livello di difficoltà successivo prevede l'anastomosi partendo dalla parete posteriore.

2) Anastomosi termino-laterale della coronaria destra su coronaria sinistra

L'esercizio prevede l'identificazione di entrambe le coronarie e la preparazione della coronaria destra che andrà dissecata e sezionata molto distale dalla sua origine con la legatura delle principali collaterali. Il vaso va ribaltato verso la coronaria sinistra. Trattandosi di un modello non vivente, l'esercizio può essere eseguito senza il posizionamento di clamps o approssimatore vascolare. Posizionate uno sfondo sotto la coronaria. Eseguite un'arteriotomia sulla parete della coronaria sinistra per creare una piccola apertura per l'anastomosi. Avvicinate il moncone della coronaria destra ed eseguite l'anastomosi, suturando prima la parete posteriore.

6) Innesto di coronaria su coronaria

Questo esercizio prevede l'identificazione di entrambe le coronarie. Si utilizza un innesto di coronaria (1-2 cm) sull'altra coronaria. La difficoltà può variare modificando il calibro dell'innesto rispetto alla coronaria. Posizionate gli approssimatori sui due monconi della coronaria ricevente, mantenendo aperto le clamps per dare spazio all'innesto vascolare. Posizionate l'innesto nello spazio tra le due clamps. Eseguite le due anastomosi in sequenza (prima una e poi l'altra), come più frequentemente indicato o simultaneamente (alternando i punti sull'anastomosi prossimale e su quella distale), suturando dapprima le pareti anteriori. Ribaltate l'approssimatore ed eseguite la sutura delle pareti posteriori. Rimuovete gli approssimatori. Verificata la pervietà, sezionate le anastomosi vascolari per verificare dall'interno del vaso il corretto posizionamento dei punti e l'aspetto dell'intima.

*Questo capitolo è stato redatto da
Paolo Titolo*

LETTURE CONSIGLIATE

1. Schöffl H1, Froschauer SM, Dunst KM, Hager D, Kwasny O, Huemer GM. Strategies for the reduction of live animal use in microsurgical training and education. *Altern Lab Anim.* 2008 May; 36(2):153-60.
2. Schoffl H, Hager D, Hinterdorfer C, Dunst KM, Froschauer S, Steiner W, Kwasny O, Huemer GM. Pulsatile perfused porcine coronary arteries for microvascular training. *Ann Plast Surg.* 2006 Aug; 57(2):213-6.
3. Kim, D.C., Hayward, P.G. & Morrison, W.A. Training model for microvessel anastomosis. *Microsurgery* 1994 - 15, 820-821.
4. Freys SM, Koob E. Education and training in microsurgery without experiments on live animals. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 1988 Jan; 20(1):11-6.

LA COSCIA E LA GAMBA DEL POLLO DISSEZIONE ED ESERCIZI

La coscia e la gamba del pollo vengono introdotte, come modello per esercitazioni microchirurgiche, da Sucur D. nel 1981. L'autore afferma che l'anatomia costante della regione femorale del pollo permette una facile preparazione di un preparato anatomico per esercitazioni microchirurgiche. ⁽¹⁾

Successivamente Marsh nel 2007, afferma che l'arteria femorale ed il nervo del pollo sono modelli utili per la pratica microchirurgica con vasi della lunghezza di circa 7-8 cm per ogni preparato anatomico. ⁽²⁾

Pertanto si può affermare che la coscia di pollo rappresenta un pratico modello biologico non vivente per la pratica delle suture microchirurgiche in laboratorio; è raccomandato per una buona parte del training microchirurgico (di base e intermedio), permettendo un'esposizione graduale ai modelli più complessi e limitando la necessità di impiego di modelli animali viventi al solo training avanzato. Inoltre, essendo facilmente accessibile ed economico, permette di continuare a esercitarsi regolarmente per mantenere le capacità acquisite durante i corsi e le varie fasi della formazione. ⁽³⁻⁵⁾

La coscia di pollo presenta vasi di dimensioni maggiori (l'arteria ha un diametro di 2.04 +/- 0.17 mm, la vena 1,45 +/- 0,06 mm, il nervo 1.24 +/- 0,08 mm.); mentre a livello della gamba i diametri diminuiscono. Questo permette ai discenti di apprendere in maniera facile le basi della microchirurgia prevenendo la frustrazione che si può avere all'inizio se si utilizzano vasi di calibro troppo piccolo. Istologicamente, avventizia a parte, hanno una struttura relativamente densa equivalente a quella umana. In pratica è un ottimo modello per le esercitazioni microchirurgiche sia per chi si avvicina per la prima volta sia per chi vuole esercitarsi prima di effettuare una microsutura. ⁽⁶⁾

Quindi il modello della coscia di pollo è un modello utile durante la fase intermedia delle esercitazioni di microchirurgia, dopo gli esercizi in modelli non animali, e prima di utilizzare animali vivi perché permette di acquisire precisione, destrezza, e riduce l'uso di animali vivi. La dissezione dei tessuti deve essere effettuata con attenzione, e questo permette a colui che ha poca esperienza di aver rispetto dei tessuti e di acquisire destrezza manuale tridimensionale. Un altro vantaggio è che chi si esercita può iniziare con vasi di diametro maggiore, quelli

della coscia e poi passare a vasi di diametro inferiore, quelli della gamba. Inoltre si possono utilizzare le perforanti per compiere esercizi di supermicrochirurgia.⁽⁷⁾

Il suo limite principale, come per tutti i modelli biologici non viventi, è dovuto all'inattività emodinamica, e può essere superato, almeno in parte, incanalando e perfondendo i vasi. Sono, infatti, stati descritti differenti sistemi di perfusione, alcuni dei quali facilmente riproducibili, che simulano un flusso continuo o pulsatile, permettendo un'esperienza di apprendimento ad alta fedeltà.⁽⁸⁾

Al termine della sutura il discente potrà aprire la sutura stessa e verificare il posizionamento dei punti di sutura. Tale manovra permette allo stesso di imparare e correggere eventuali errori.

ANATOMIA DEL POLLO

L'arteria ischiatica lascia la pelvi attraverso il forame ischiatico ed entra nella coscia dove decorre con il nervo femorale e la vena ricoperti dai muscoli Adductor Profundus e Flexor Cruris Medialis. (Fig. 1). All'estremità distale del femore l'arteria ischiatica si continua come arteria poplitea che si divide in tre



Figura 1. Visione del lato volare della coscia e della gamba del pollo, in nero la linea di incisione

branche: l'arteria tibiale mediale, l'arteria tibiale craniale e l'arteria tibiale caudale. I nervi fibulare e tibiale, costituiscono insieme il nervo femorale. Questo entra nella coscia attraverso il forame ischiatico e decorre insieme all'arteria e vena ischiatica. Normalmente i due fascicoli del nervo decorrono adesi l'uno dopo l'altro non di meno essi sono indistinguibili e possono essere separati facilmente incidendo l'epinevrio. In prossimità della regione poplitea il nervo femorale si divide in: nervo fibulare che decorre lateralmente nella gamba ed il nervo tibiale che decorre medialmente.⁽⁹⁾

VIE D'ACCESSO E DISSEZIONE DEL FASCIO VASCOLONERVOSO

È possibile effettuare sia un accesso ventrale che dorsale. Il disegno per l'accesso ventrale al peduncolo neurovascolare viene fatto sulla superficie interna della coscia, nel solco palpabile tra i muscoli Adductor Profundus e Flexor Cruris Medialis, proseguendo nella gamba tra i muscoli Gastrocnemius Pars Interna e Flexor Perforatus Digiti (Fig. 1). Mentre per l'accesso dorsale al peduncolo neuro vascolare viene fatto un disegno sulla superficie esterna della coscia, nel solco palpabile tra i muscoli Vastus Lateralis ed Extensor Iliotibialis Lateralis, proseguendo nella gamba tra i muscoli Peroneus Longus e Gastrocnemius Pars Externa. (Fig. 9)

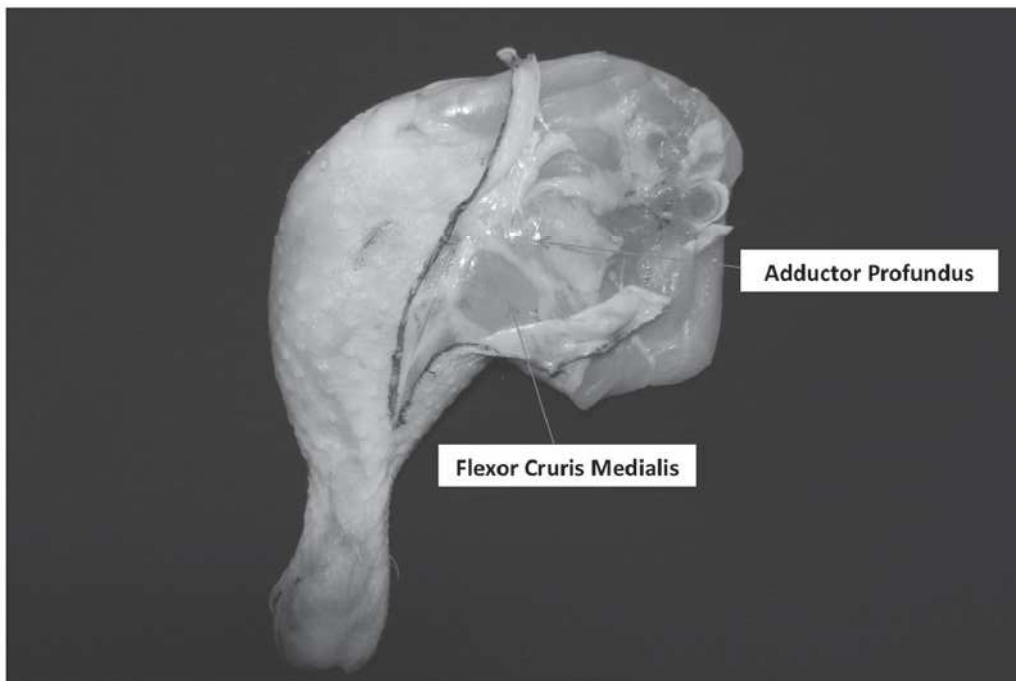


Figura 2. Incisione della cute, visibili il muscolo Adductor Profundus ed il Flexor Cruris Medialis

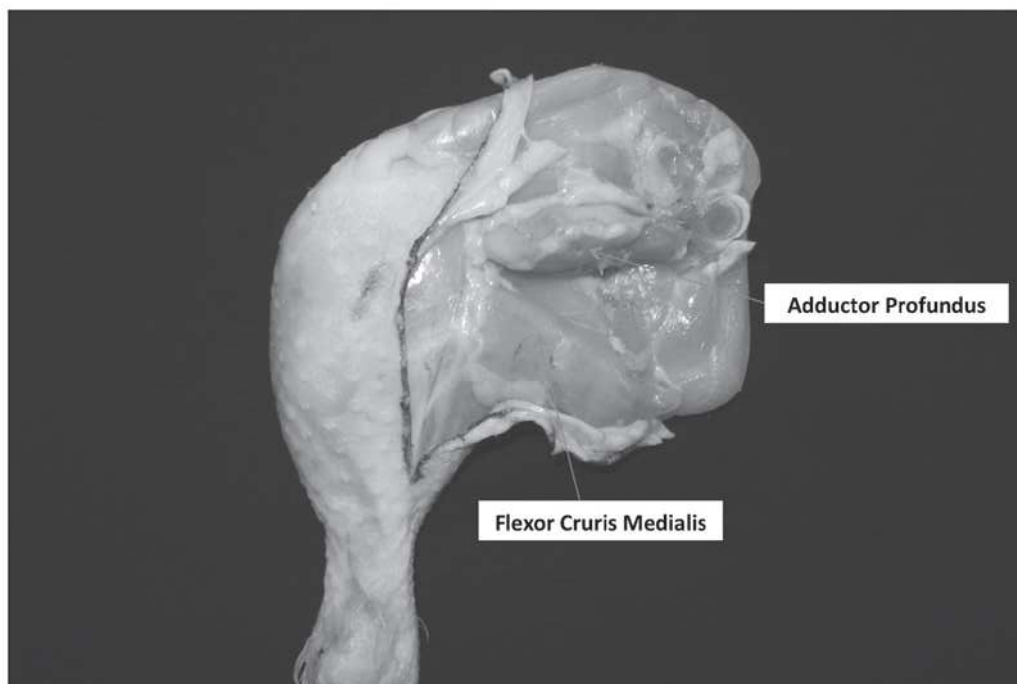


Figura 3. Incidendo il setto tra Flexor Cruris Medialis e l'Adductor Profundus ci si porta in profondità verso i Vasi Femorali

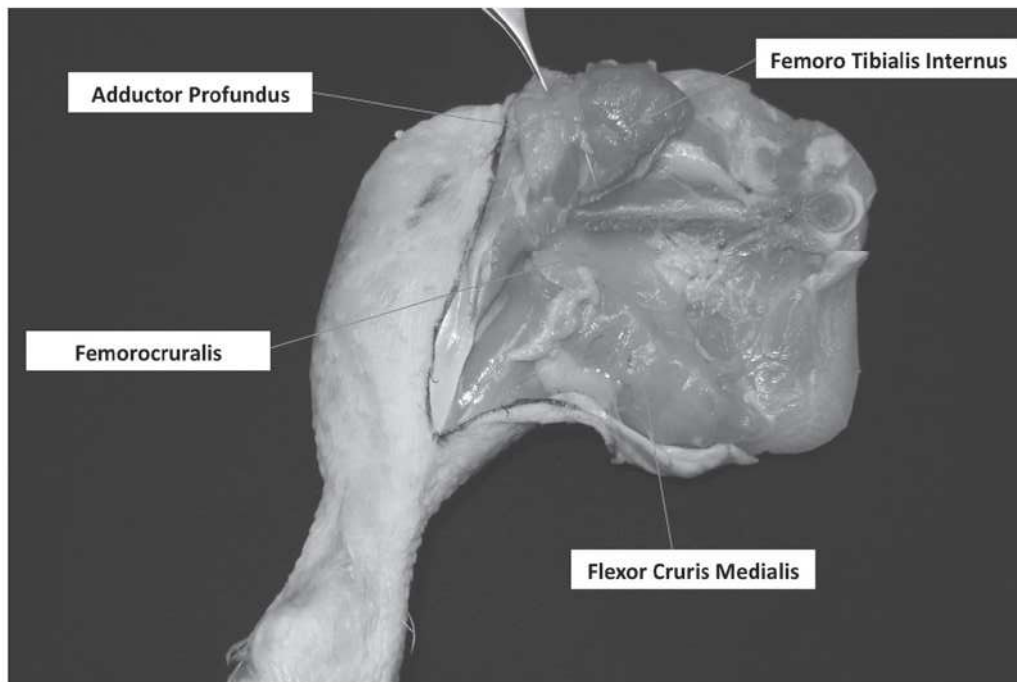


Figura 4. Disinserendo l'Adductor Profundus ed il Femoro Tibialis Internus si raggiunge il muscolo Femorocruralis

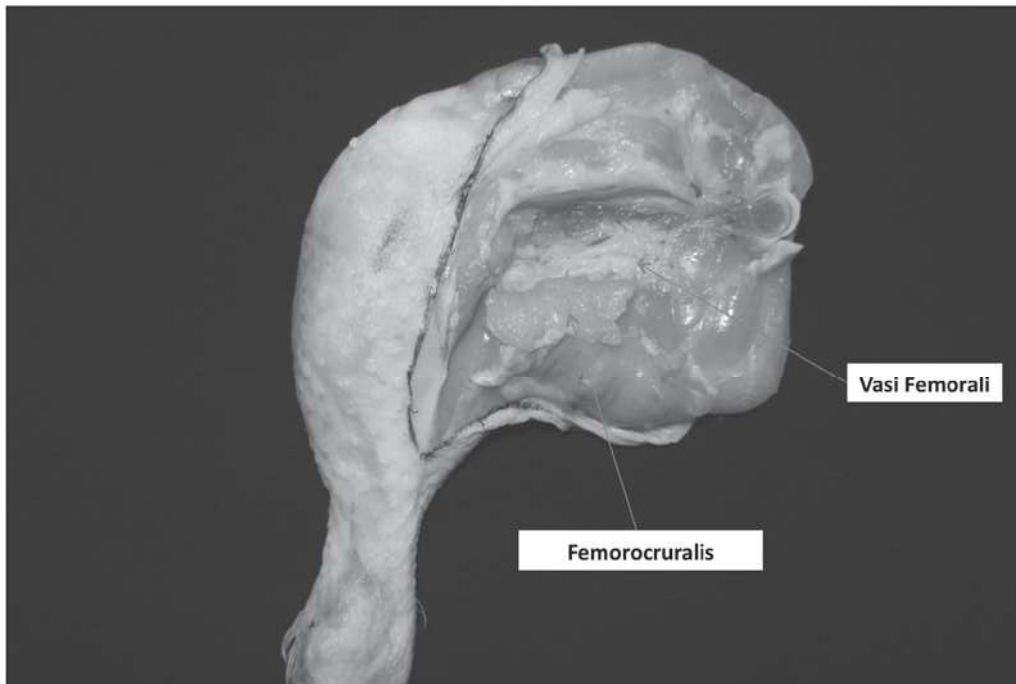


Figura 5. Al di sotto del muscolo femorocruralis, che viene asportato, si evidenzia il peduncolo Vascolo-Nervoso Femorale

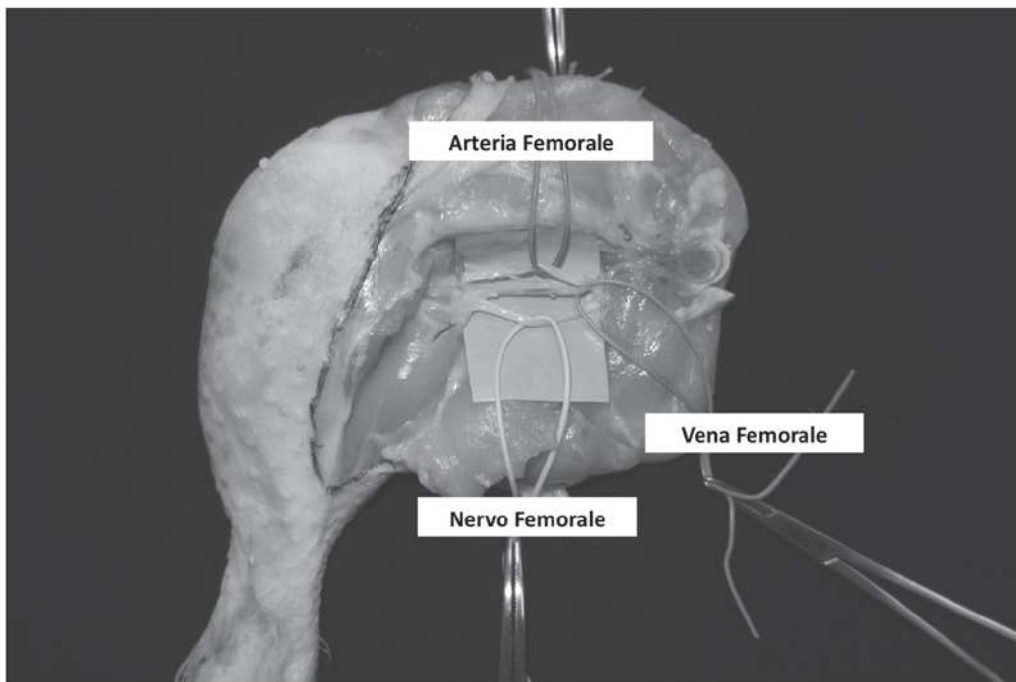


Figura 6. Peduncolo Vascolo-Nervoso: Arteria, Vena e Nervo Femorale

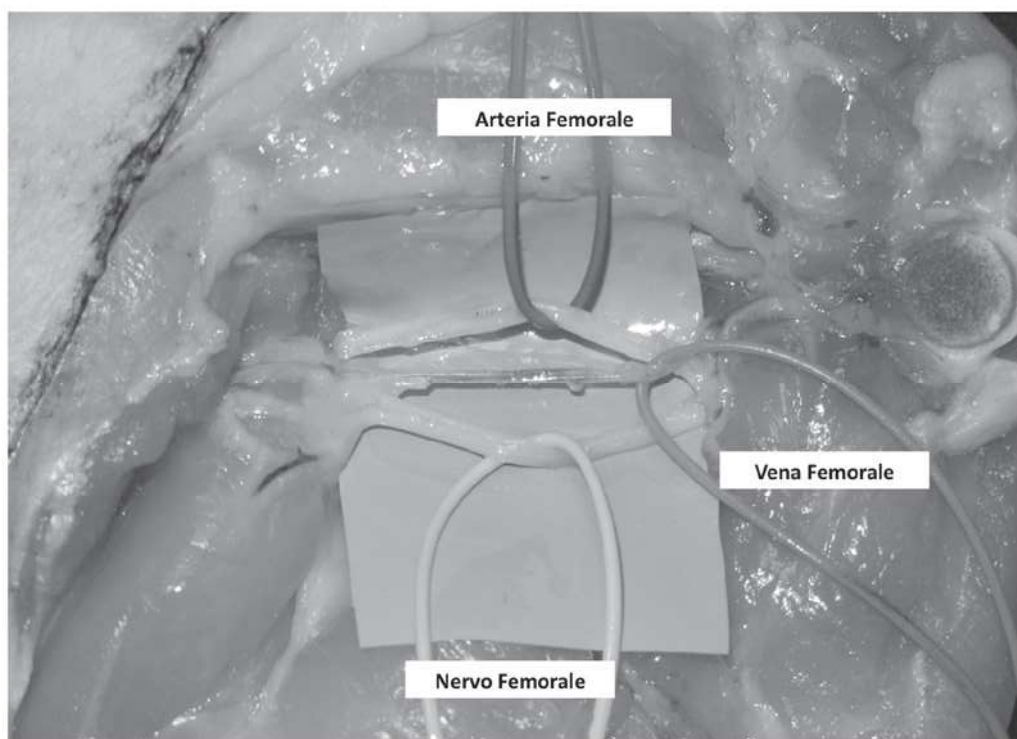


Figura 7. Un particolare dei componenti del Peduncolo Vascolo-Nervoso Femorale. I contrasti evidenziano: l'arteria femorale (scuro), la vena femorale (medio) ed il nervo femorale (chiaro). Più distalmente si incontrano vasi di calibro inferiore: i Vasi Tibiali

Vedere foto a colori a fondo testo

Per l'accesso ventrale: si incide inizialmente la cute ed una volta asportata si intravedono i muscoli Adductor Profundus e Flexor Cruris Medialis (Fig. 2), successivamente ci si approfondisce fra i suddetti muscoli (Fig. 3) ed il muscolo Femoro Tibialis Internus sino ad incontrare il muscolo Femorocruralis (Fig. 4).

Alla rimozione di quest'ultimo si identifica il peduncolo composto da un'arteria, una vena ed un nervo (Fig. 5). Poi si scheletrizzano tali vasi e si posiziona uno sfondo colorato (Fig. 6).

Per l'accesso dorsale il disegno viene fatto nel solco palpabile tra i muscoli Vastus Lateralis ed Extensor Iliotibialis Lateralis, proseguendo nella gamba tra i muscoli Peroneus Longus e Gastrocnemius Pars Externa (Fig. 8)

Allo scostamento della cute si intravedono i muscoli sopracitati (Fig. 10). Sollevando il muscolo Extensor Iliotibialis Lateralis si intravede il muscolo Adductor Superficialis e il peduncolo vascolo nervoso (Fig. 11). Si passa poi al sollevamento del muscolo Extensor Iliofibularis. Alla rimozione di quest'ultimo si identifica il peduncolo composto da un'arteria, una vena ed un nervo (Fig. 12). Poi si scheletrizzano tali vasi e si posiziona uno sfondo colorato (Fig. 13).



Figura 8. Visione del lato dorsale della coscia e della gamba del pollo, in nero la linea di incisione

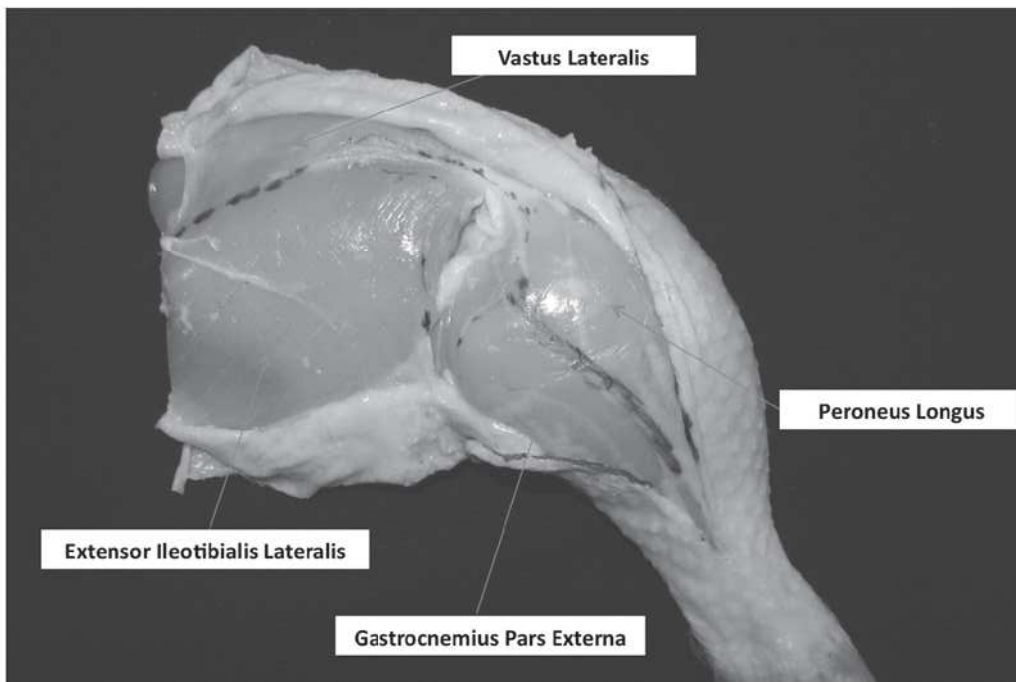


Figura 9. Incisione della cute, si possono vedere il muscolo Extensor Ileo-tibialis Lateralis, il Vastus Lateralis, il Gastrocnemius Pars Externa ed il Peroneus Longus

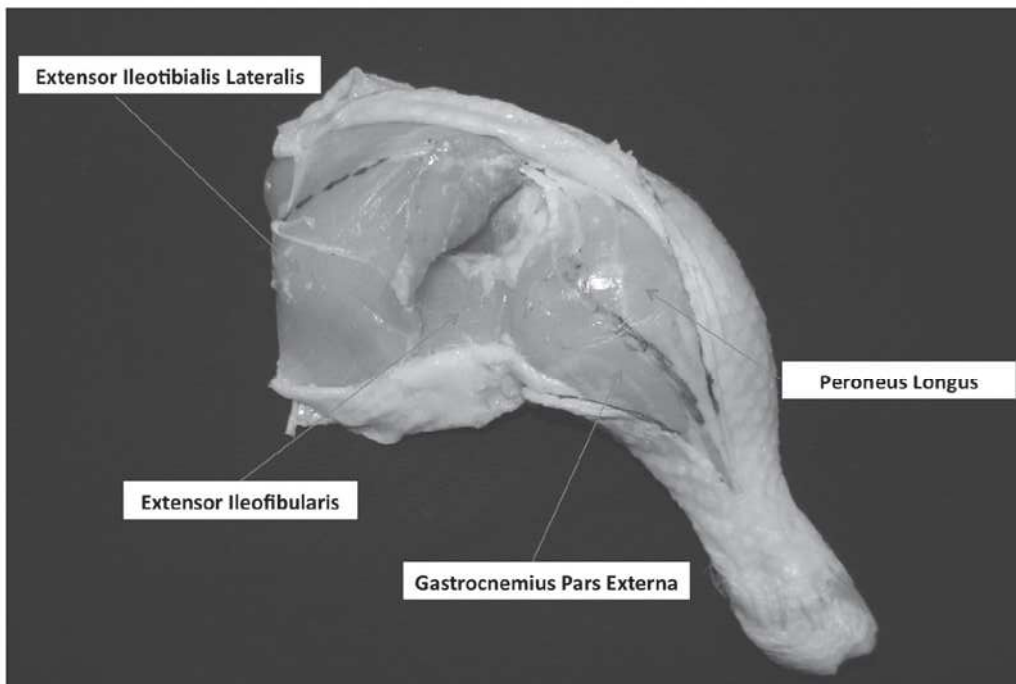


Figura 10. Incidendo il setto tra l'Extensor Iliotibialis Lateralis e l'Extensor Ileoibularis ci si porta in profondità verso i Vasi Femorali

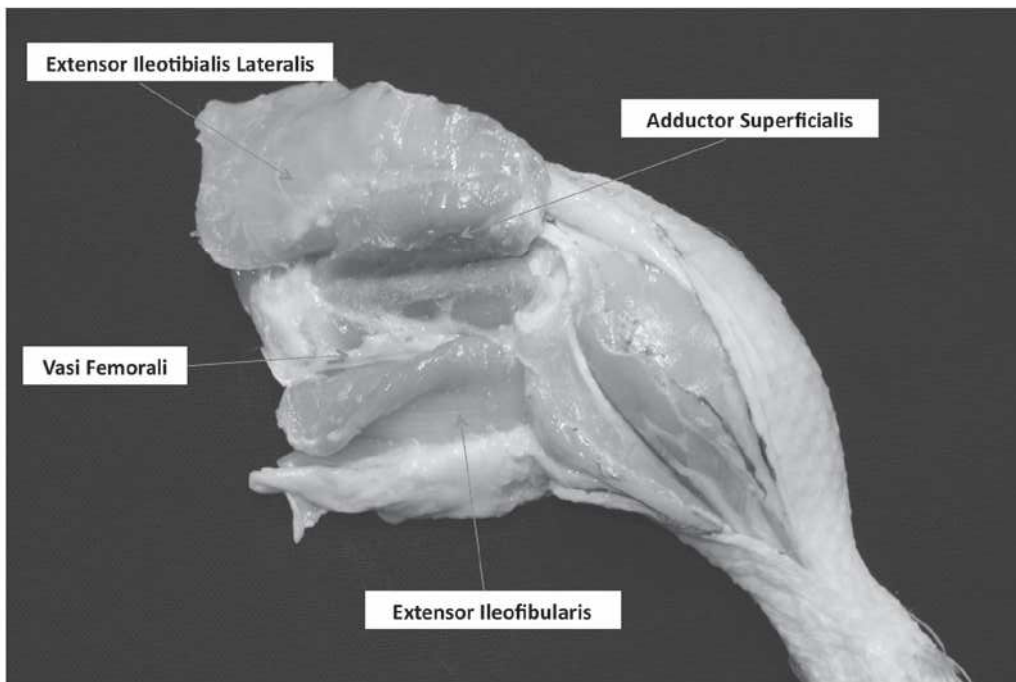


Figura 11. Disinserendo l'Adductor Superficialis si raggiunge il Peduncolo Vascolo-Nervoso Femorale

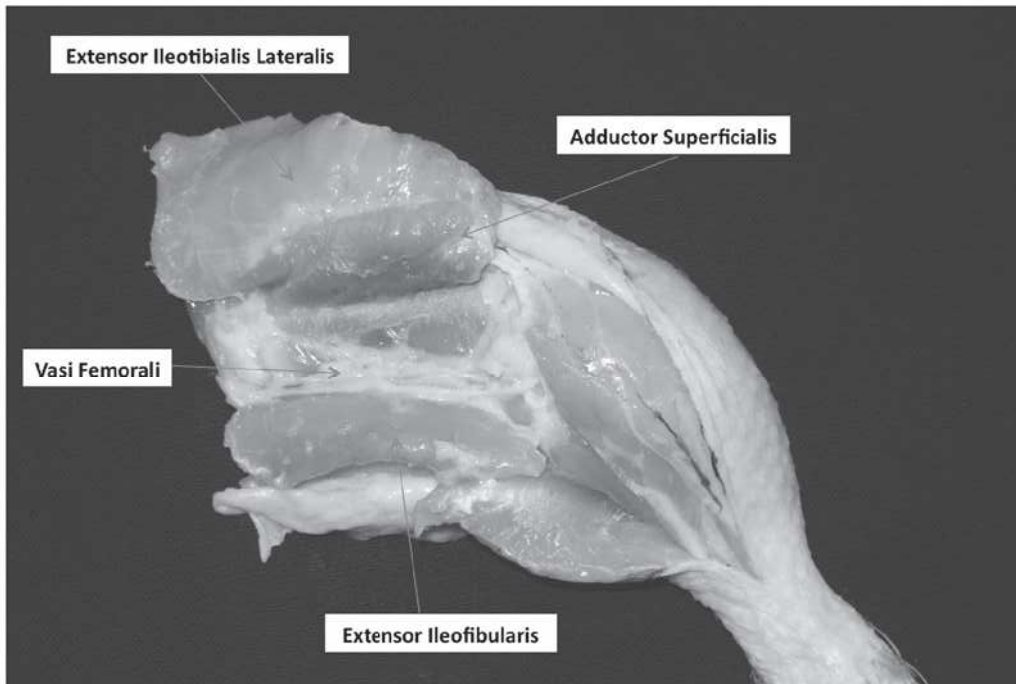


Figura 12. Al di sotto del muscolo Extensor Ileoibularis si evidenzia il peduncolo Vascolo-Nervoso Femorale

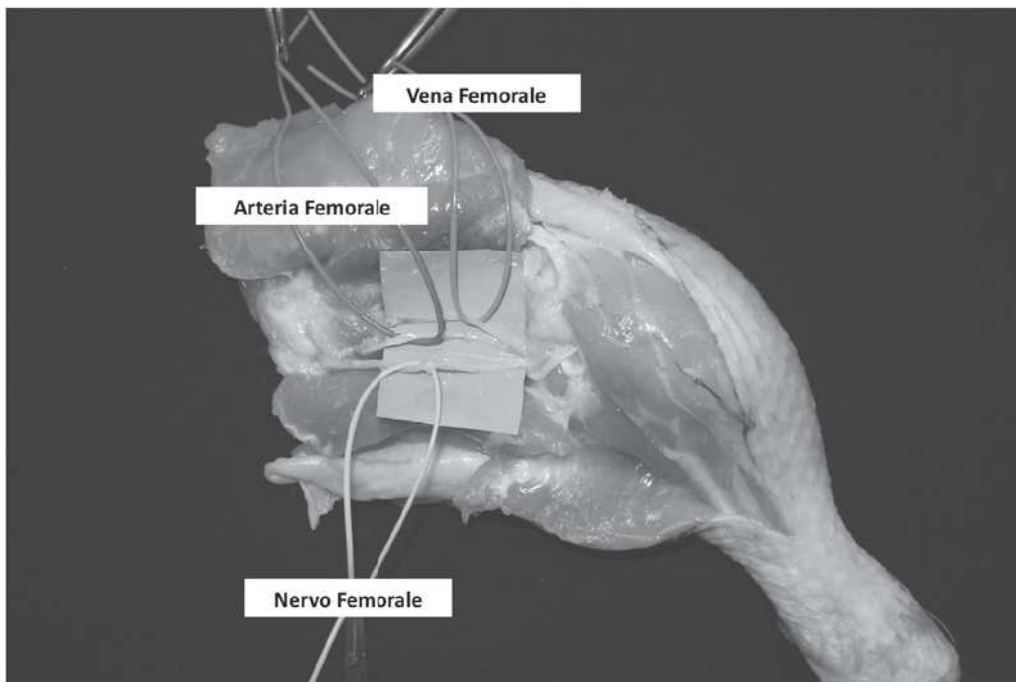


Figura 13. Peduncolo Vascolo-Nervoso: Arteria, Vena e Nervo Femorale

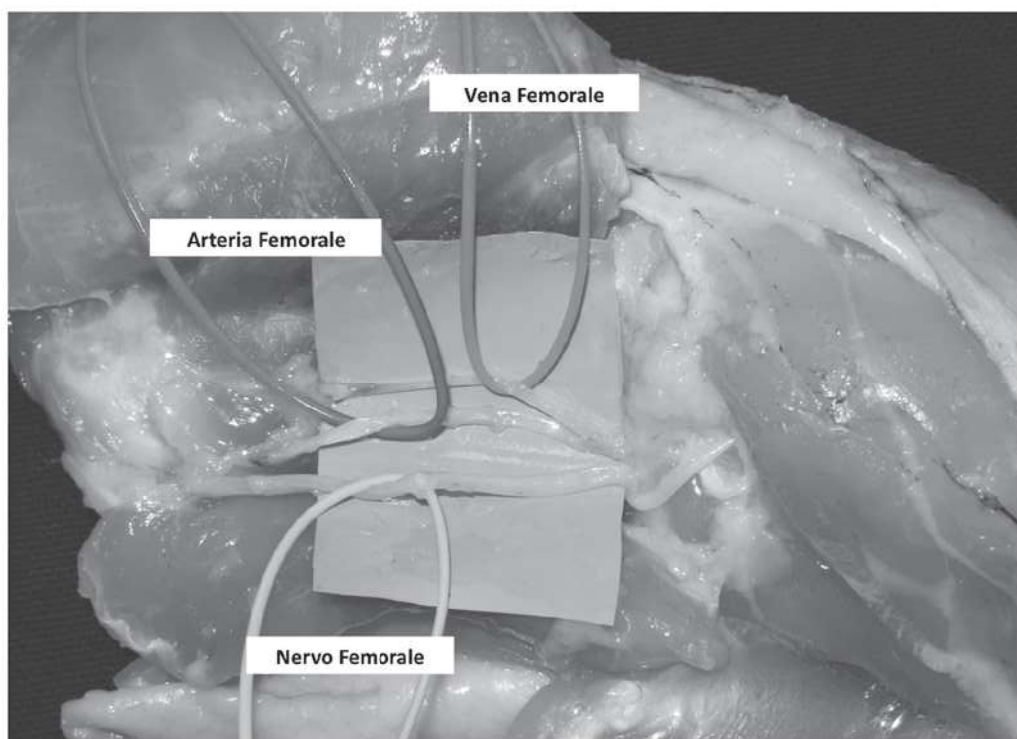


Figura 14: Un particolare dei componenti del Peduncolo Vascolo-Nervoso Femorale. I contrasti evidenziano: l'arteria femorale (scuro), la vena femorale (medio) ed il nervo femorale (chiaro). Più distalmente si incontrano vasi di calibro inferiore: i Vasi Tibiali.

Vedere foto a colori a fondo testo

DISSEZIONE MICROCHIRURGICA

A questo punto la dissezione procede al microscopio operatorio. Si rimuove il tessuto adiposo e connettivo che circonda vasi e nervo, e si procede alla separazione dei componenti del peduncolo vascolo nervoso. (Fig. 7 e 14).

Per molti esercizi, è sufficiente preparare arteria, vena e nervo della coscia; questi possono però essere preparati fino alla parte distale della gamba, per lavorare anche su vasi e nervo di dimensioni minori.

ESERCIZI

Vi descriveremo ora una serie di esercizi da eseguire sui vasi e sul nervo. Sullo stesso preparato possono essere eseguiti numerosi esercizi. (Fig. 15)

1. Anastomosi termino-terminale dell'arteria femorale
2. Anastomosi termino-terminale della vena femorale

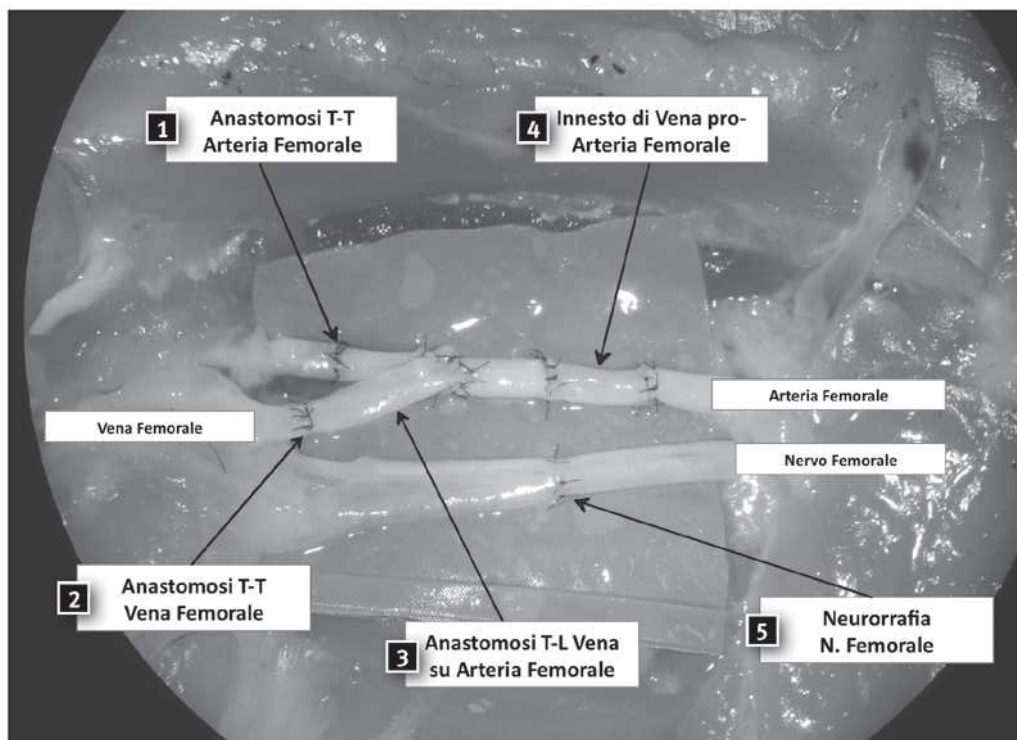


Figura 15: Visione complessiva di alcuni esercizi effettuabili con il Peduncolo vascolo-nervoso della coscia del pollo.

Vedere foto a colori a fondo testo

3. Anastomosi termino-laterale della vena femorale sull'arteria femorale
4. Innesto di vena femorale pro arteria femorale
5. Sutura nervo

Per le anastomosi microchirurgiche consigliamo di utilizzare fili monofilamento 8/0, 9/0.

Alla fine delle anastomosi vascolari, iniettate della soluzione fisiologica, volendo con qualche goccia di colorante, a monte dell'anastomosi, per verificarne la pervietà e la presenza di eventuali perdite nell'anastomosi. Verificata la pervietà, sezionate le anastomosi vascolari per verificare dall'interno del vaso il corretto posizionamento dei punti e l'aspetto dell'intima.

*Questo capitolo è stato redatto da
Roberto Baraziol*

BIBLIOGRAFIA

1. Sucur D, Konstantinovic P, Potparic Z. Fresh chicken leg: an experimental model for the microsurgical beginner. *Br J Plast Surg*. 1981; 34:488 – 489
2. Marsh DJ, Norton SE, Mok J, Patel HD, Chen HC. Microsurgical training the chicken thigh model. *Ann Plast Surg* 2007; 59:3,355–356.
3. Govila A. A simple model on which to practice microsurgical technique: A fresh chicken. *Br J Plast Surg* 1981; 34:486–487.
4. Schoffl H, Hager D, Hinterdorfer C, et al. Pulsatile perfused porcine coronary arteries for microvascular training. *Ann Plast Surg*. 2006; 57:213–216
5. Nimmons GL, Chang KE, Funk GF, Shonka DC, Pagedar NA. Validation of a task-specific scoring system for a microvascular surgery simulation model. *The Laryngoscope* 2012; 122(10): 2164e8.
6. Jeong HS, Moon MS, Kim HS, Lee HK, Yi SY. Microsurgical training with fresh chicken legs and their histological characteristics. *Ann Plast Surg* 2011; Dec 9: e-pub ahead of print.
7. Wei F.C., Eid a., Yamamoto T., Keith J., Nimmons G.L., Lawrence W.T. A novel Supermicrosurgery training model: The chicken thigh *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* (2014) 67, 973e978e
8. Phoon AF, Gumley GJ, Rtshiladze MA. Microsurgical training model using a pulsatile membrane pump and chicken thigh. A new realistic, practical and nonliving educational model. *PRS* 2011; 126:278e–279 e.
9. Galeano M, Zarabini AG. The usefulness of a fresh chicken leg as an experimental model during the intermediate stages of microsurgical training. *Ann Plast Surg* 2001; 47:96–97.

TECNICA DI SUTURA SU NERVO FEMORALE DI POLLO

Il nervo femorale del pollo è una ottima palestra per simulare suture nervose su strutture anatomiche che hanno calibri assimilabili a nervi collaterali digitali e nervi palmari.

La sutura nervosa può essere fatta dopo gli esercizi di sutura vascolare.

Un utile esercizio può consistere nel liberare il nervo femorale per tutta la sua estensione, identificando i rami collaterali, sezionandoli (Fig. 1).

Porre quindi gli sfondi colorati al di sotto del tronco nervoso principale e dei rami più distali. È assolutamente vietato posizionare l'approssimatore su segmenti nervosi, ne causerebbe una lesione da schiacciamento.

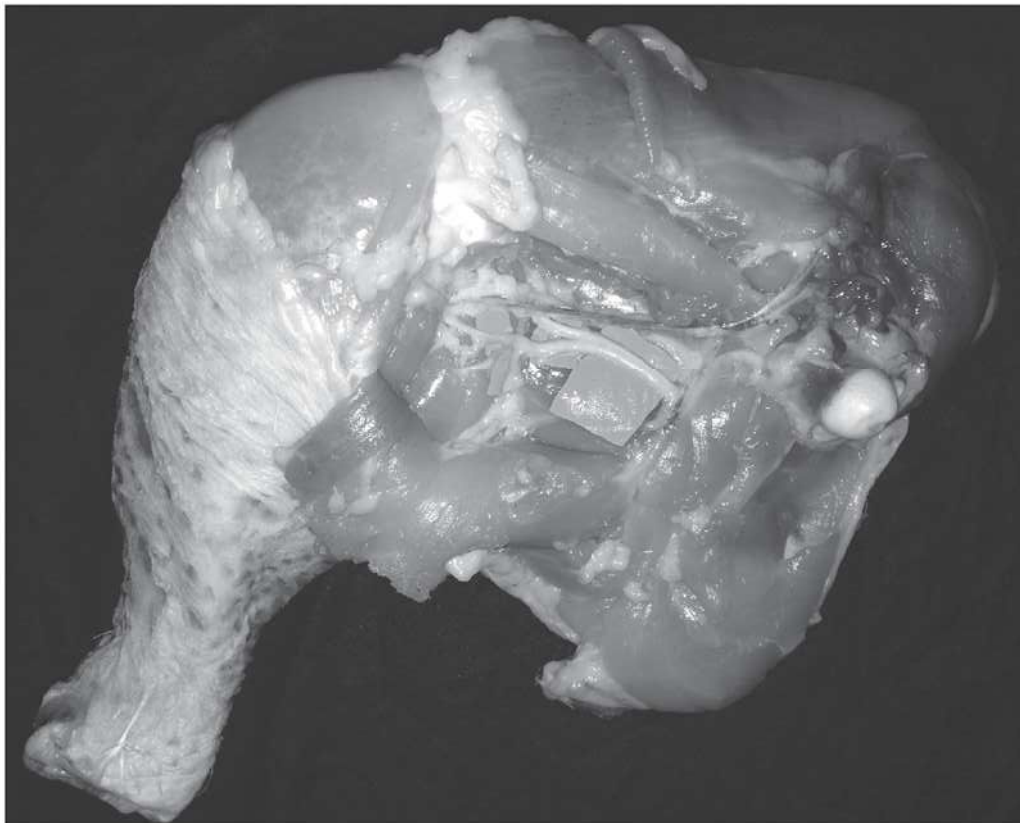


Figura 1. Nervo femorale e suoi rami distali

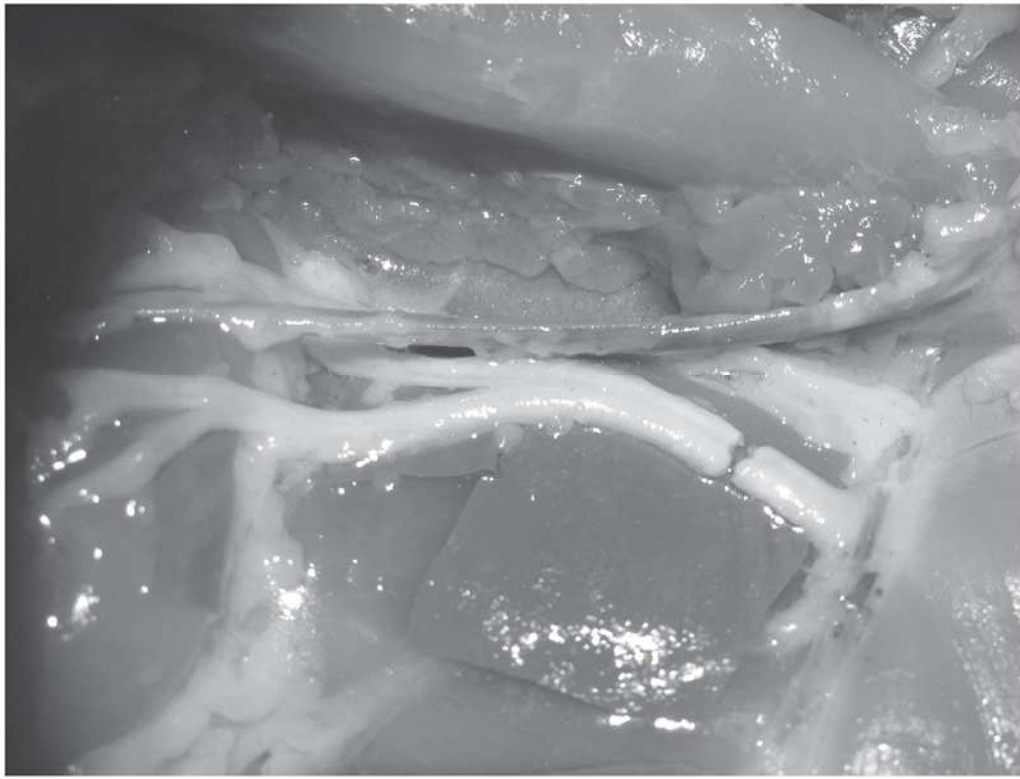


Figura 2. Sezione del tronco nervoso principale: porre sempre lo sfondino colorato, procedere poi con una neurorrafia termino terminale epinevriale. Si intravedono i 2 fascicoli nervosi di cui è composto il nervo femorale

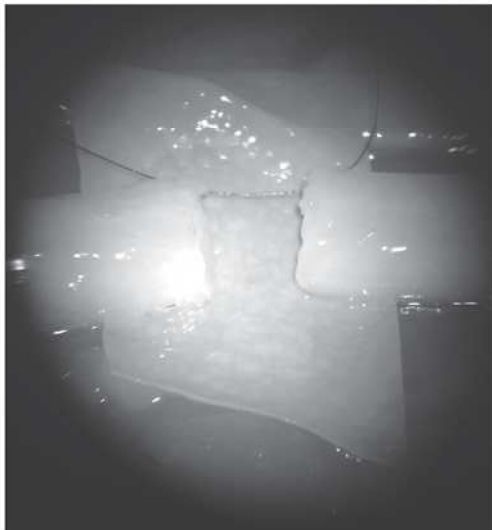


Figura 3. Neurorrafia termino terminale epinevriale: evitare di trafiggere i fascicoli nervosi così da insultare minimamente gli assoni



Figura 4. Neurorrafia termino terminale epinevriale completa, parete anteriore

Sezionare quindi con una lama di bisturi da microchirurgia o in alternativa un bisturi lama n 11 il segmento nervoso prossimale come mostrato in Fig. 2.

Eeguire quindi a questo livello una neurorrafia termino terminale epinevriale come descritto sopra e mostrato in Figg. 3-4.

Il nervo femorale di pollo è costituito da 2 fascicoli nervosi. Procedere distalmente rispetto alla neurorrafia eseguita precedentemente, identificare e suddividere i fascicoli (Fig. 5), suturare il fascicolo con 2-4 punti di sutura (Figg. 6 e 7). NB: tale fascicolo è di calibro simile ad un nervo collaterale digitale.

Utilizzare il fascicolo complementare per eseguire un'anastomosi termino laterale. Iniziare sezionando il fascicolo integro, avendo cura di mantenere un lungo moncone prossimale così da affrontarlo senza tensione al fascicolo ricevente (Fig. 8).



Figura 5. Divisione dei fascicoli mediante apertura dell'epinevrio.



Figura 6. Assonotmesi fascicolare. Il diametro del fascicolo è assimilabile ad un nervo collaterale digitale



Figura 7. Sutura fascicolare con 2 punti apicali



Figura 8. Allestimento di sutura termino laterale. Ottenere un moncone libero abbondante così da affrontarlo senza difficoltà al tronco nervoso ricevente. Eseguire l'epineurotomia come descritto nel testo

Eeguire l'epineurotomia sul fascicolo ricevente con una forbice da microchirurgia retta, parallelamente al decorso delle fibre nervosa. Eeguire l'anastomosi con 2 punti radiali e altri 2 punti a 90° rispetto ai primi (Fig. 9).

Il nervo femorale del pollo è utile per simulare la riparazione di perdite di sostanza nervosa. È infatti facile eseguire sia un innesto autologo sia la tubulizzazione con muscolo in vena.

Come per gli altri esercizi è possibile eseguire innesto e muscolo in vena sia sul tronco nervoso principale sia su i singoli fascicoli nervosi.

Sezionare il nervo femorale o fascicolo in 2 punti distanti circa 1 cm uno dall'altro, creando un piccolo segmento (innesto) di nervo (Fig. 10). Prestare attenzione a non creare torsioni assiali sull'innesto o sui monconi del nervo, suturare l'innesto a partire della sutura prossimale mediante 2 punti di filo 10-0 posizionati a 180° uno dall'altro (Fig. 11).

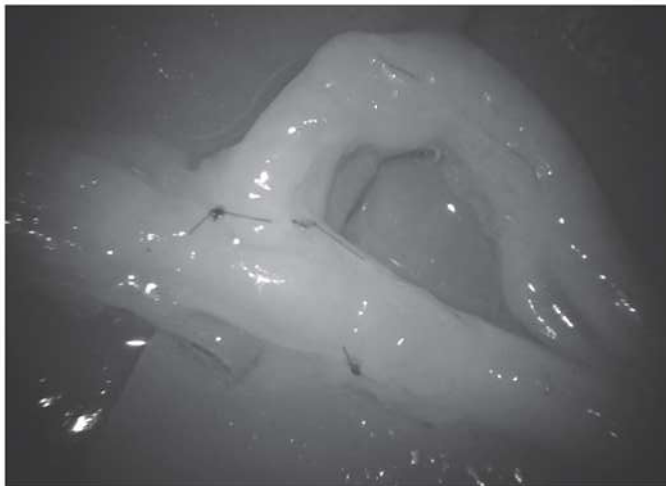


Figura 9. Sutura termino laterale completa. Porre 2 punti all'estremità del fascicolo e altri 2 a 90° rispetto ai primi



Figura 10. Allestimento di innesto autologo a livello fascicolare. È possibile eseguire il medesimo esercizio sul tronco nervoso principale

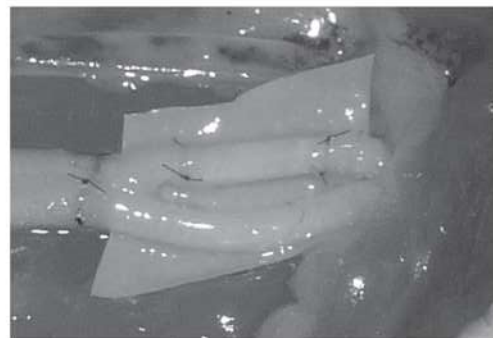


Figura 11. Innesto autologo terminato. Iniziare la sutura del moncone prossimale



Figura 12. Allestimento di MIV:
la lunghezza del segmento
venoso deve eccedere di circa
4-5mm la lunghezza del gap
nervoso

Per allestire la tubulizzazione mediante muscolo in vena (MiV) o di sola vena, prima di tutto creare un gap nervoso di circa 1cm a livello del tronco principale o del fascicolo prescelto. Distaccare un segmento venoso della vicina vena femorale di circa 1,5 cm di lunghezza (siate più abbondanti rispetto al gap nervoso). Lavate l'interno del lume e rimuovete eventuali coaguli. Controllate la lunghezza della vena ponendola vicino alla perdita di sostanza. Gli estremi della vena dovranno sovrapporsi per qualche mm ai monconi nervosi (Fig. 12). Prelevate un segmento muscolare di circa 1cm di lunghezza e del diametro assimilabile al diametro nervoso (Fig. 13). Far scorrere la vena sui rebbi della pinza chiusa e afferrare l'estremità



Figura 13. Allestimento di MIV:
il segmento muscolare deve essere
di lunghezza simile al gap nervoso e diametro
assimilabile al nervo



Figura 14. Allestimento di MIV:
tubulo pronto per l'innesto



Figura 15. MIV far penetrare il moncone nervoso all'interno del tubulo mediante punti a U.

del segmento muscolare. Tirare quindi il muscolo all'interno del lume del vaso. Distendere con cura la parete venosa. Al termine il moncone della vena deve essere maggiore di qualche mm rispetto al segmento muscolare.

Posizionare il tubulo all'interno del gap nervoso (Fig. 14). Suturare prima il moncone prossimale. Eseguire la sutura con punti a U: penetrare la parete venosa con tecnica out-in, quindi trafiggere l'epinevrio trasversalmente,

ripassare con un colpo in-out la parete della vena 1mm accanto al primo punto di ingresso. Chiudere il punto con 2-3 nodi. Durante la chiusura del nodo noterete che il moncone nervoso viene tirato all'interno del lume della vena (Fig. 15).

La tecnica di allestimento del tubulo biologico e la tecnica di sutura sono illustrate e schematizzate al fondo del manuale nella scheda S.15 alle pagine 262-263.

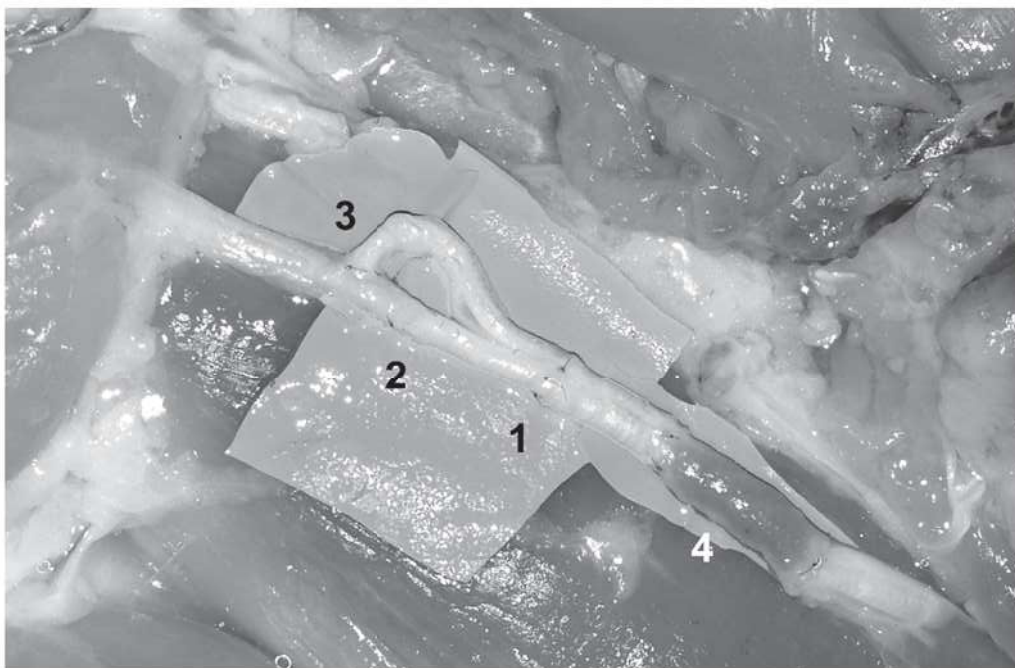


Figura 16: Panoramica di esercizi di sutura del nervo femorale. 1) termino terminale epinevriale; 2) fascicolare termino terminale; 3) termino laterale; 4) muscolo in vena

Vedere foto a colori a fondo testo

*Questo capitolo è stato redatto da
Alessandro Crosio e Pierluigi Tos*

L'ALA DI POLLO - DISSEZIONE ED ESERCIZI

L'ala di pollo rappresenta un pratico modello biologico non vivente per la pratica delle suture microchirurgiche in laboratorio; è raccomandato per una buona parte del training microchirurgico (di base e intermedio), permettendo un'esposizione graduale ai modelli più complessi e limitando la necessità di impiego di modelli animali viventi al solo training avanzato. Inoltre, essendo facilmente accessibile ed economico, permette di continuare a esercitarsi regolarmente per mantenere le capacità acquisite durante i corsi e le varie fasi della formazione ⁽¹⁻⁵⁾.

Rispetto alla coscia di pollo, l'ala di pollo presenta vasi di dimensioni minori (arteria: circa 2 e 1 mm di diametro rispettivamente); per questo, la raccomandiamo come modello successivo dopo un training di base sulla coscia di pollo.

Il suo limite principale, come per tutti i modelli biologici non viventi, è dovuto all'inattività emodinamica, e può essere superato – almeno in parte – incannulando e perfondendo i vasi. Sono, infatti, stati descritti differenti sistemi di perfusione, alcuni dei quali facilmente riproducibili, che simulano un flusso continuo o pulsatile, permettendo un'esperienza di apprendimento ad alta fedeltà ^(6, 7).

VIE D'ACCESSO E DISSEZIONE DEL FASCIO VASCOLONERVOSO

La struttura dell'ala di pollo ricorda quella del braccio umano.

L'incisione per l'accesso al peduncolo neurovascolare va disegnata sulla superficie ventrale (mediale) dell'ala, nel solco palpabile tra il bicipite e il tricipite brachiali (Fig. 1A).

Si incide e si solleva la cute per esporre il piano muscolare sottostante. La vena brachiale, una grossa vena superficiale (diametro medio 2 mm), è immediatamente visibile sulla superficie del tricipite (Fig. 1B).

Si procede poi alla dissezione del solco tra il bicipite e il tricipite brachiali fino a identificare il fascio vascolonervoso che decorre lungo la diafisi dell'omero (Fig. 1C).

Il fascio è composto da un grosso nervo (circa 4 fascicoli, diametro medio 1,5 mm), l'arteria brachiale (diametro medio 1,5 mm) che si biforca all'altezza

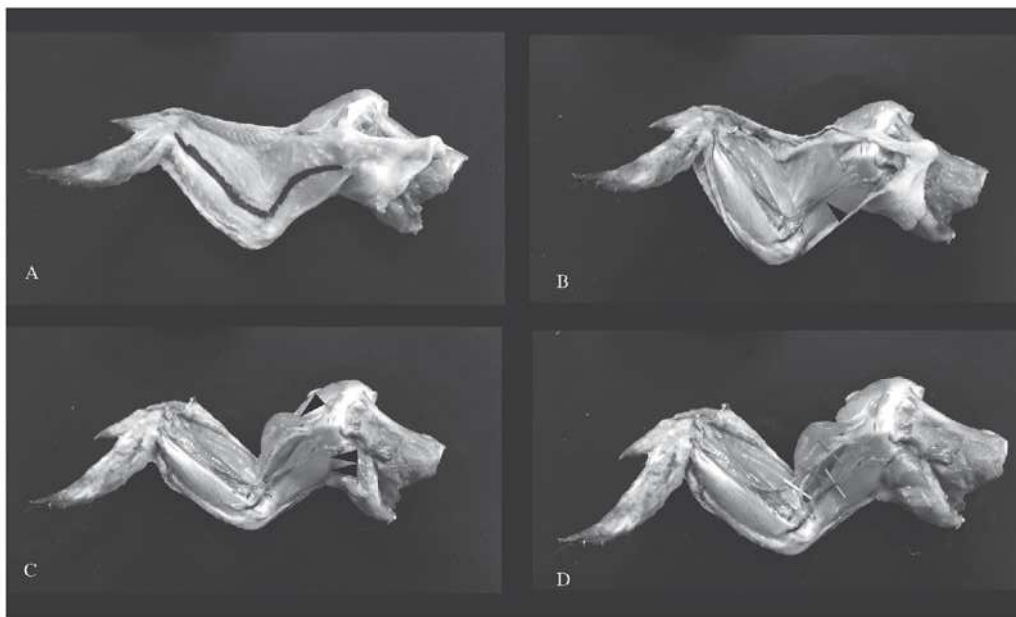


Figura 1. Ala destra di pollo, superficie ventrale. Disegno dell'incisione cutanea (A). Piano superficiale. La vena brachiale, che decorre sulla superficie del muscolo tricipite brachiale, è indicata da una freccia (B). Peduncolo vascolare esposto, divaricando i muscoli bicipite (freccia) e tricipite brachiale (doppia freccia) (C). I contrasti colorati evidenziano il nervo (giallo), l'arteria brachiale e i suoi rami radiale e ulnare (rosso) e la vena brachiale (blu) (D).

Vedere foto a colori a fondo testo

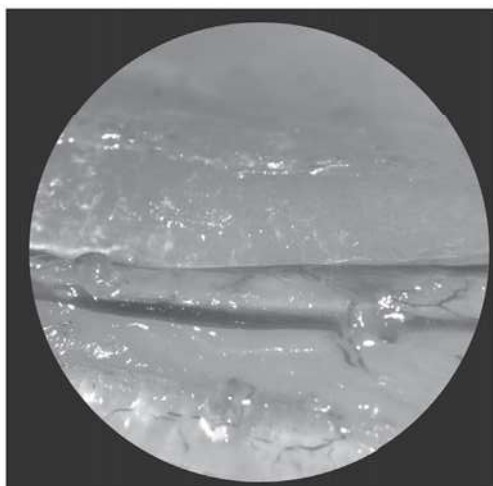


Figura 2. Particolare dell'arteria ulnare, accompagnata lungo tutto il suo decorso (così come l'arteria brachiale e l'arteria radiale) da due piccole vene comitanti.

della porzione media dell'omero nelle arterie radiale e ulnare (diametro medio 0,8-1 mm) e due vene comitanti di piccole dimensioni, che non vengono utilizzate per il training microchirurgico (Fig. 1D, Fig. 2).

Distalmente al gomito, l'arteria ulnare ha un decorso più superficiale, mentre l'arteria radiale si porta in profondità, e viene esposta fino al polso rimuovendo i muscoli sovrastanti (Fig. 3).

Nella figura 4 sono mostrati i diversi calibri di arterie, vena e nervo.

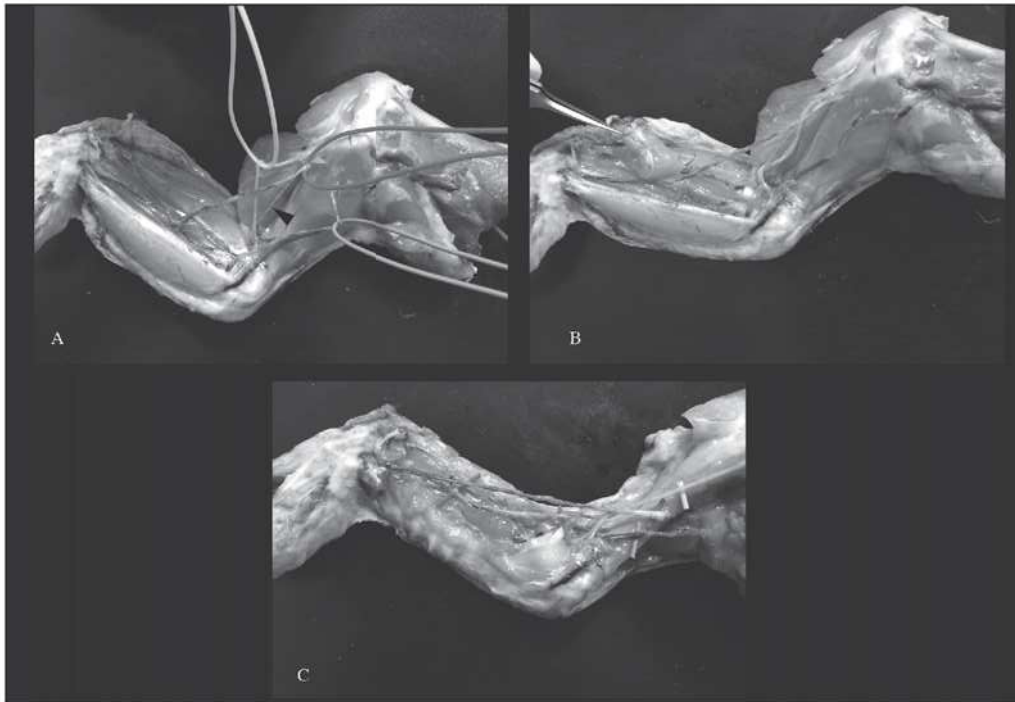


Figura 3. I contrasti colorati evidenziano il nervo (grigio chiaro), l'arteria brachiale (grigio scuro) e la vena brachiale (grigio medio). Distalmente al gomito, l'arteria ulnare ha un decorso più superficiale, mentre l'arteria radiale si porta in profondità (freccia) (A). Rimozione del piano muscolare per esporre l'arteria radiale (B). I contrasti rossi mostrano l'arteria brachiale prossimalmente, e i suoi rami radiale e ulnare, esposti fino al polso (C).

Vedere foto a colori a fondo testo

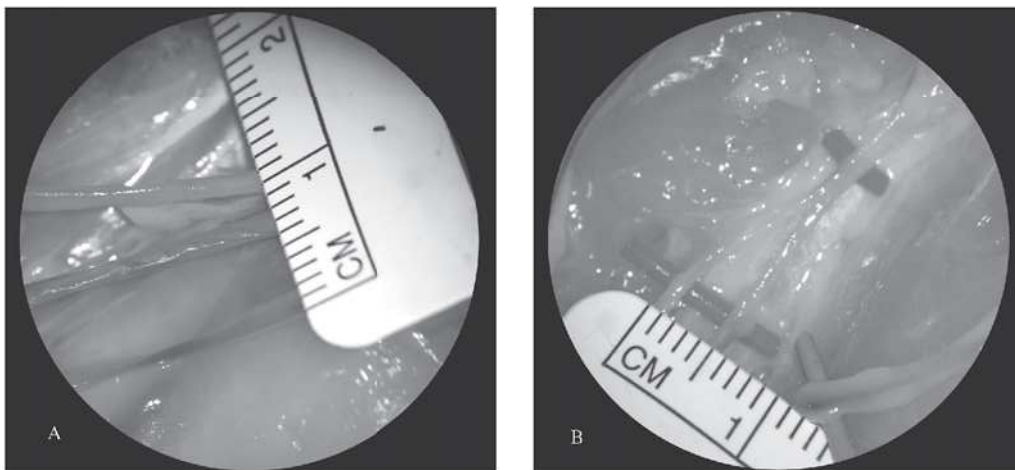


Figura 4. A livello della porzione prossimale del braccio, la vena presenta un diametro di circa 2 mm, l'arteria brachiale di circa 1,5 mm (superiore in questo preparato), e il nervo di circa 1,5 mm (A, dal basso in alto: vena, arteria, nervo). Le arterie radiale e ulnare, a livello del braccio, presentano invece un diametro di circa 1 mm o poco inferiore.

DISSEZIONE MICROCHIRURGICA

A questo punto la dissezione procede al microscopio operatorio. Si rimuovono il tessuto adiposo e connettivo che circonda vasi e nervo, e si procede alla separazione dell'arteria dal nervo.

Per molti esercizi, è sufficiente preparare arteria, vena e nervo dalla spalla al gomito; questi possono però essere preparati fino al polso, per lavorare anche su vasi e nervo di dimensioni minori.

ESERCIZI

Vi descriveremo ora una serie di esercizi da eseguire sui vasi e sul nervo. Sullo stesso preparato possono essere eseguiti numerosi esercizi.

Per le anastomosi microchirurgiche consigliamo di utilizzare fili monofilamento 10-0 o 11-0.

Alla fine delle anastomosi vascolari, iniettate dell'acqua a monte dell'anastomosi per verificare la pervietà e la presenza di eventuali perdite nell'anastomosi. Verificata la pervietà, sezionate le anastomosi vascolari per verificare dall'interno del vaso il corretto posizionamento dei punti e l'aspetto dell'intima.

1) Anastomosi termino-terminale dell'arteria brachiale

Trattandosi di un modello non vivente, è possibile sezionare l'arteria brachiale prima di posizionare le clamps vascolari. Sezionate l'arteria al braccio, prima della sua biforcazione (Fig. 5).

Posizionate un contrasto sotto l'arteria. Posizionate le clamps sui due monconi dell'arteria e avvicinateli chiudendo l'approssimatore. Eseguite l'avventiziectomia e lavate il lume del vaso.

Eseguite l'anastomosi suturando dapprima la parete anteriore, ribaltate le clamps ed eseguite la sutura della parete posteriore. Rimuovete le clamps (prima la distale) (Fig. 6). Anche se in questo modello non vi è circolazione del sangue, è bene esercitarsi a rimuovere la clamp prossimale solo dopo aver rimosso quella distale, per permettere al vaso a valle dell'anastomosi di accogliere il flusso.

Figura 5. ESERCIZIO 1, anastomosi termino-terminale dell'arteria brachiale: sezione dell'arteria brachiale al braccio, prima della sua biforcazione.

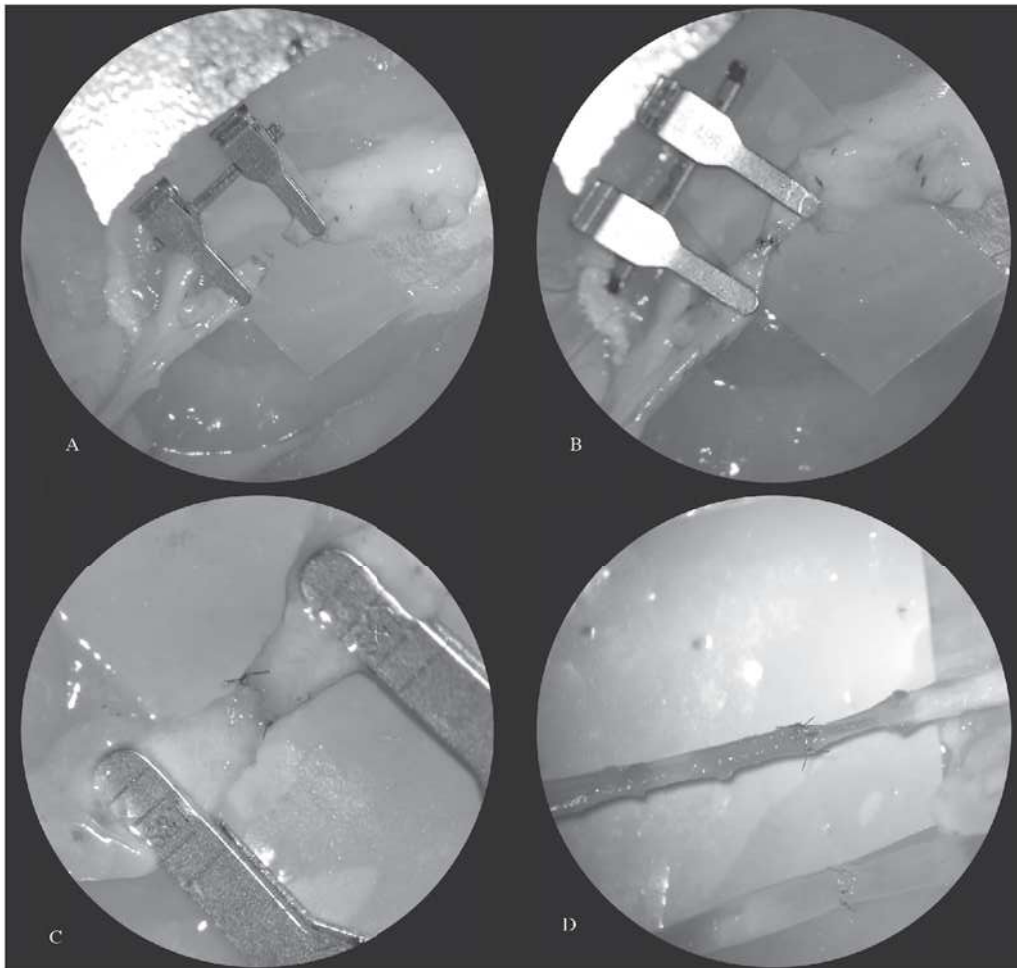
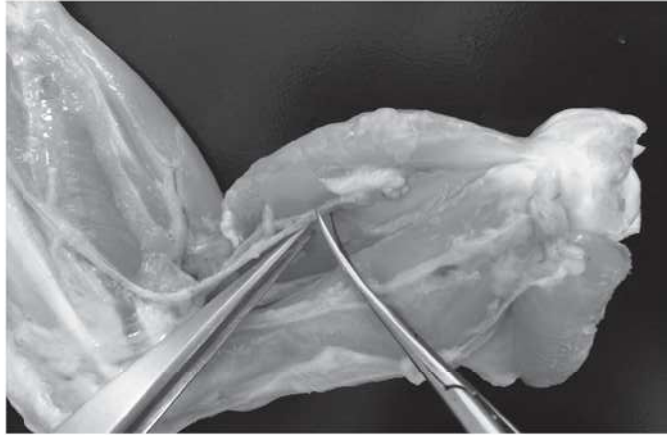


Figura 6. ESERCIZIO 1, anastomosi termino-terminale dell'arteria brachiale. Posizionamento dell'approssimatore sui due monconi dell'arteria (A). Sutura della parete anteriore (B). Ribaltamento dell'approssimatore e sutura della parete posteriore (C). Rimozione dell'approssimatore (D)

2) Anastomosi termino-terminale dell'arteria radiale o ulnare

Lo stesso esercizio può essere eseguito sull'arteria radiale o sull'arteria ulnare, sia a livello del braccio (Fig. 7) che dell'avambraccio, dove i vasi mantengono un calibro attorno al mm (Fig. 8).

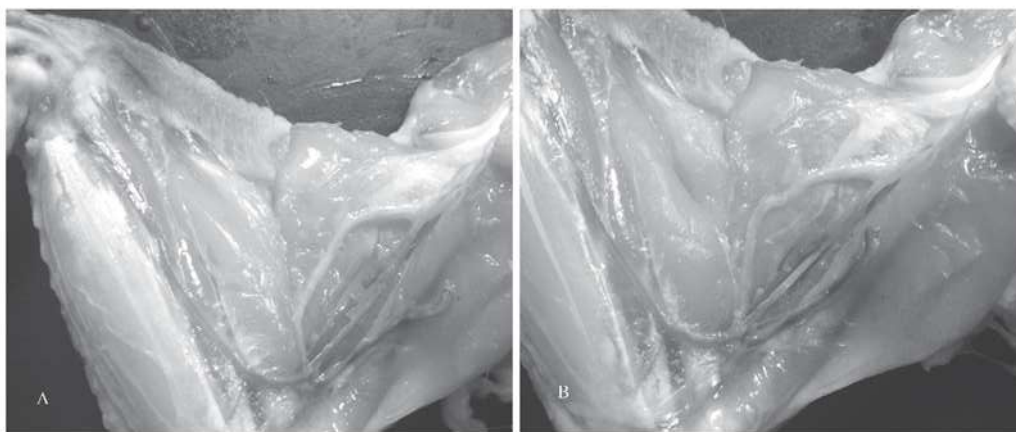


Figura 7. ESERCIZIO 2, anastomosi termino-terminale dell'arteria radiale. Sezione dell'arteria nella porzione distale del braccio (A); Anastomosi completata (B)

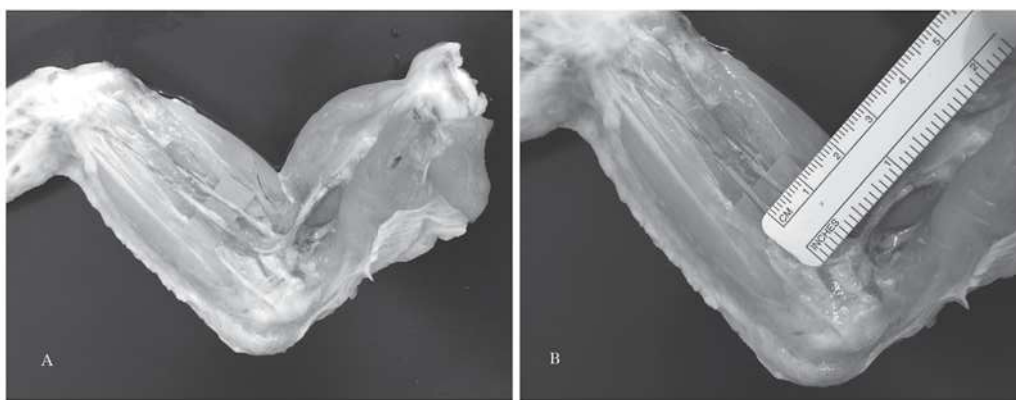


Figura 8. ESERCIZIO 2, anastomosi termino-terminale dell'arteria radiale o ulnare. La sezione può essere eseguita distalmente al gomito (A), dove entrambi i vasi mantengono un calibro lievemente inferiore al mm.

3) Anastomosi termino-terminale della vena brachiale

Analogamente all'arteria, trattandosi di un modello non vivente, è possibile sezionare la vena brachiale prima di posizionare le clamps vascolari. Sezionate la vena a livello del braccio (Fig. 9).

Posizionate un contrasto sotto la vena. Posizionate l'approssimatore sui due monconi della vena e avvicinateli chiudendo l'approssimatore. Eseguite l'avventiziectomia e lavate il lume del vaso.

Eseguite l'anastomosi mettendo da 6 a 8 punti: suturate dapprima la parete anteriore, ribaltate l'approssimatore ed eseguite la sutura della parete posteriore. Rimuovete le clamps (prima la prossimale) (Fig. 10).

Analogamente a quanto detto per l'arteria, le clamps vanno rimosse tenendo conto della direzione del flusso ematico.

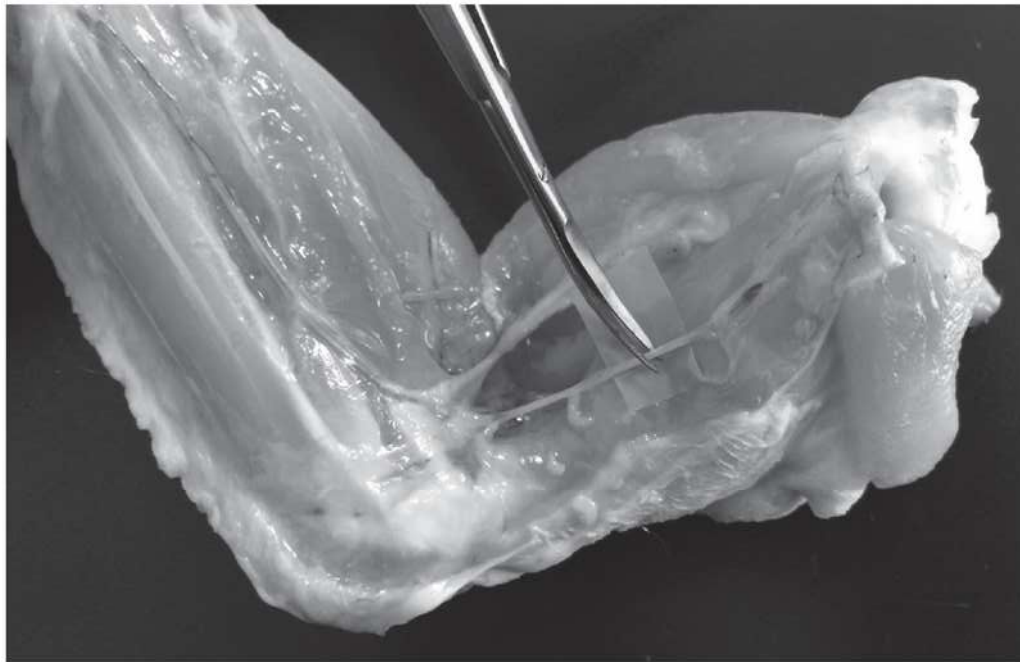


Figura 9. ESERCIZIO 3, anastomosi termino-terminale della vena brachiale.
Sezione della vena a livello del braccio.

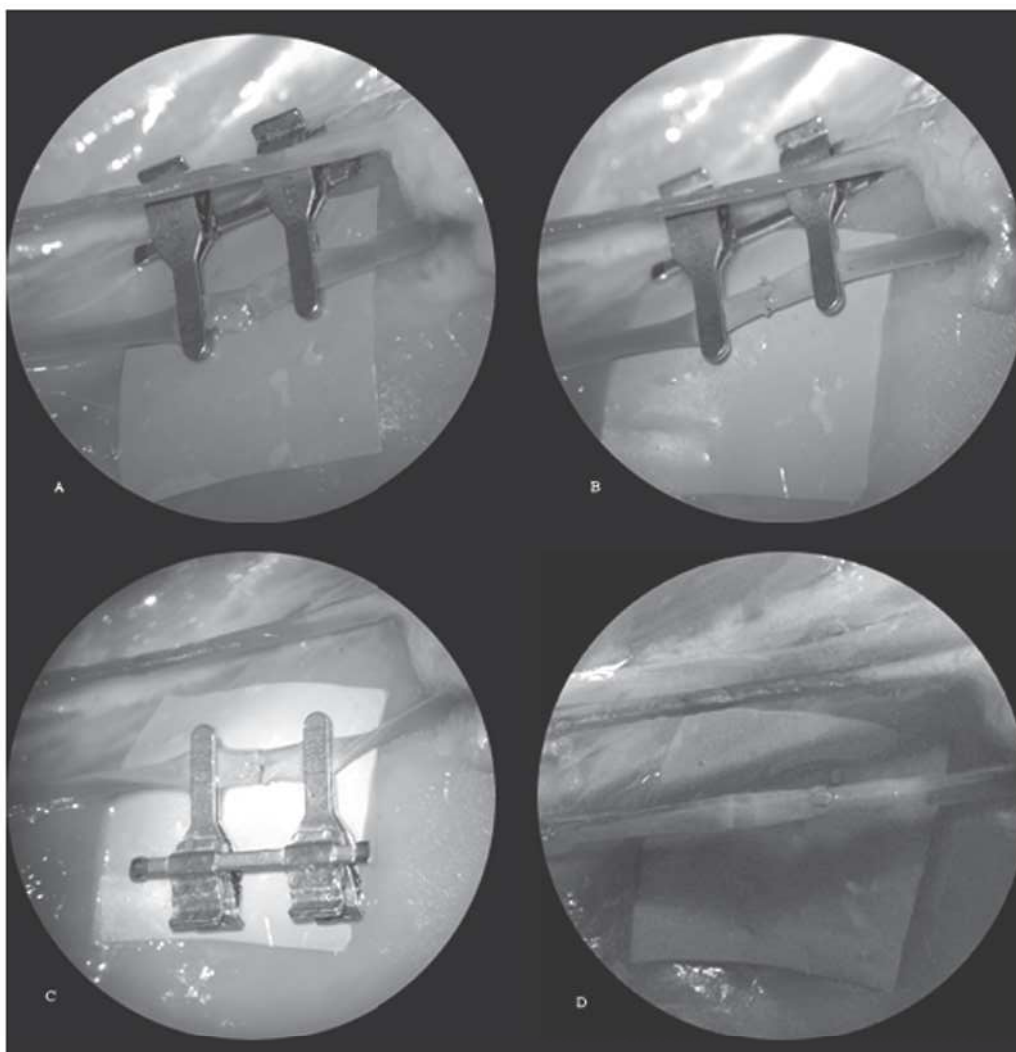


Figura 10. ESERCIZIO 3, anastomosi termino-terminale della vena brachiale. Posizionamento dell'approssimatore sui due monconi della vena (A). Sutura della parete anteriore (B). Ribaltamento dell'approssimatore e sutura della parete posteriore (C). Rimozione dell'approssimatore (D).

4) Anastomosi termino-laterale dell'arteria ulnare sull'arteria brachiale

Trattandosi di un modello non vivente, l'esercizio può essere eseguito senza il posizionamento di clamps vascolari. In questo caso, infatti, non vi è una tensione sui vasi tale da richiedere il posizionamento di una approssimatore, e, in considerazione del ridotto spazio di lavoro, risulta più comodo eseguire l'esercizio senza clamps. Sezionate l'arteria ulnare (o in alternativa l'arteria radiale) distalmente nel braccio (Fig. 11) e ribaltatela prossimalmente.

Posizionate un contrasto sotto l'arteria. Eseguite un'arteriotomia sulla parete del vaso per creare una piccola apertura per l'anastomosi (alcuni chirurghi trovano utile mettere in tensione la parete dell'arteria brachiale con un punto in monofilamento sottile). Avvicinate il moncone dell'arteria ulnare ed eseguite l'anastomosi, suturando dapprima la parete posteriore (Fig. 12).

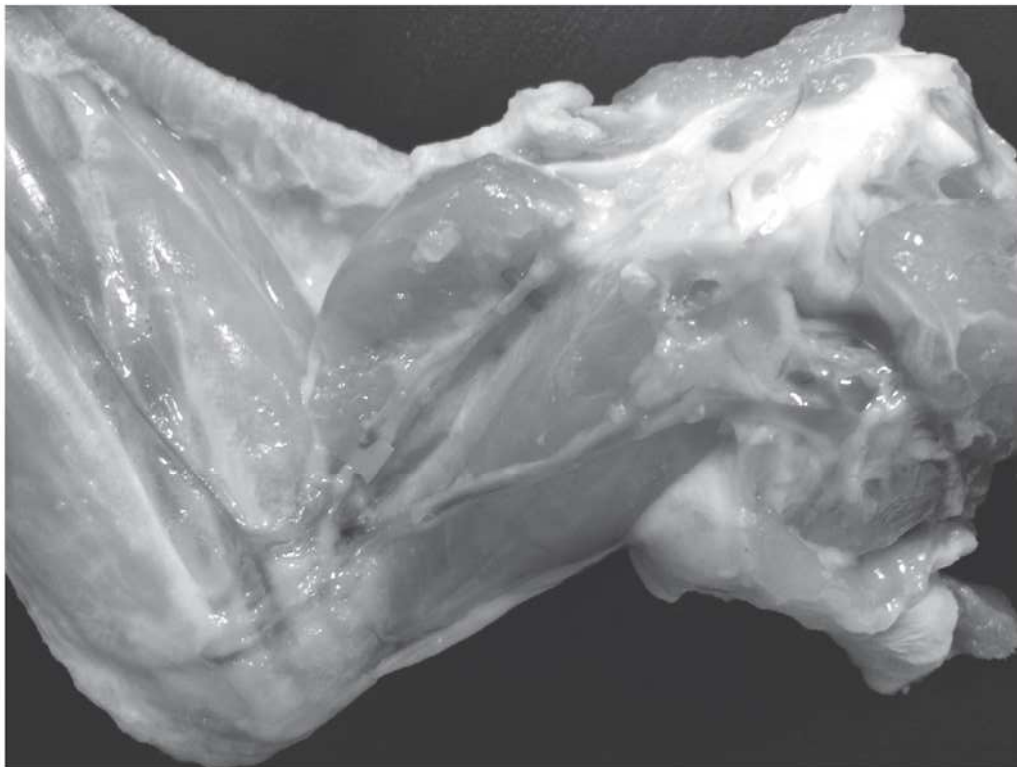


Figura 11. ESERCIZIO 4, anastomosi termino-laterale dell'arteria ulnare sull'arteria brachiale. Sezione dell'arteria ulnare nella porzione distale del braccio.

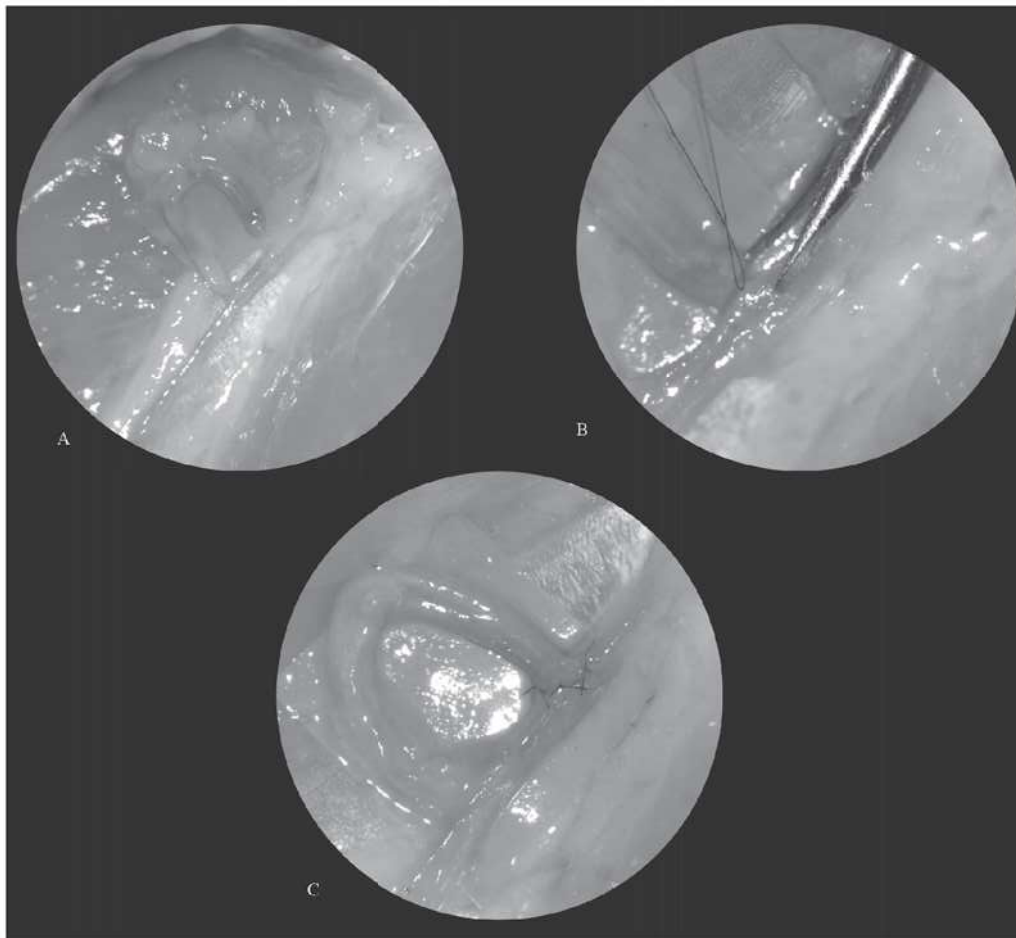


Figura 12. ESERCIZIO 4, anastomosi termino-laterale dell'arteria ulnare sull'arteria brachiale. Ribaltamento del moncone prossimale dell'arteria ulnare sull'arteria brachiale (A). Creazione di una finestra sulla parete dell'arteria brachiale (B). Anastomosi dell'arteria ulnare sull'arteria brachiale (suturare la parete posteriore per prima) (C).

5) Anastomosi termino-laterale della vena sull'arteria brachiale

Analogamente all'esercizio precedente, sezionate prossimalmente nel braccio la vena brachiale e ribaltatene il moncone distale sull'arteria brachiale, prima della sua biforcazione. Fate attenzione a sezionare la vena molto prossimalmente, così da mantenere una lunghezza del vaso idonea a eseguire comodamente l'esercizio.

Posizionate uno sfondo sotto l'arteria. Eseguite un'arteriotomia sulla parete dell'arteria brachiale. Avvicinate il moncone della vena ed eseguite l'anastomosi, suturando dapprima la parete posteriore (Fig. 13).

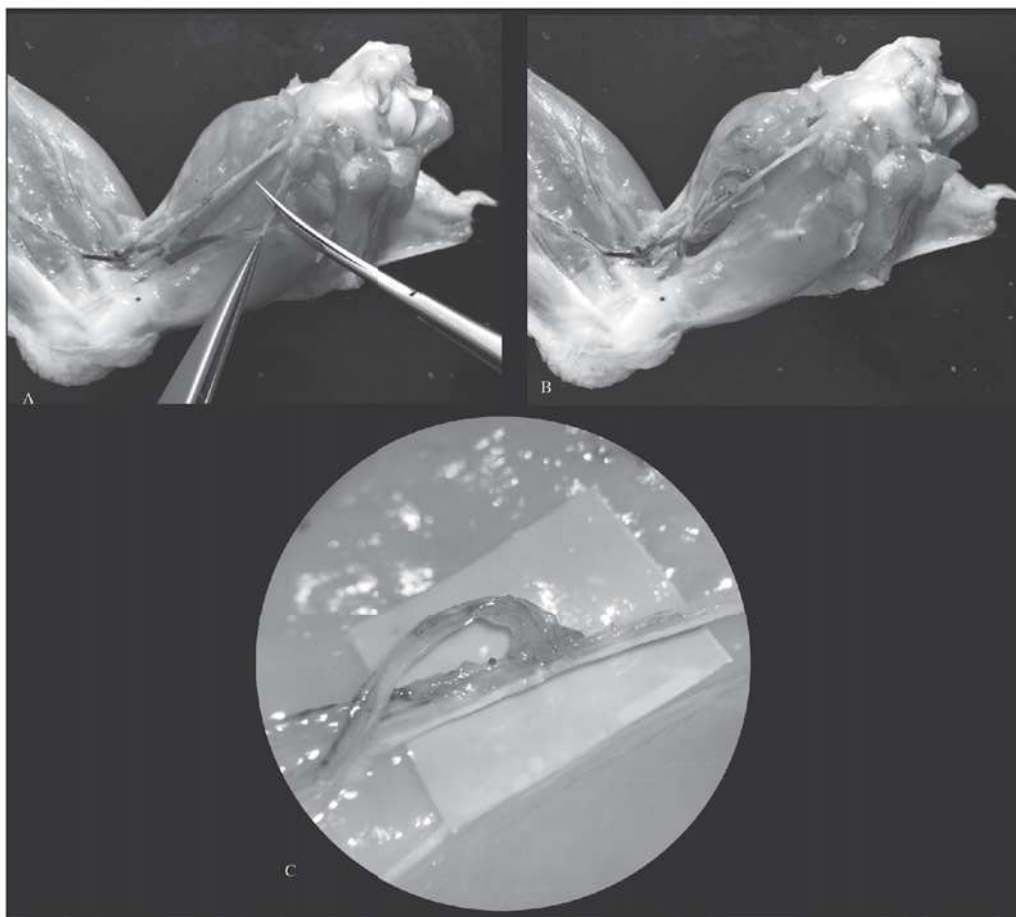


Figura 13. ESERCIZIO 5, anastomosi termino-laterale della vena sull'arteria brachiale.

Sezione della vena brachiale nella parte prossimale del braccio (A).

Ribaltamento del suo moncone distale sull'arteria brachiale. Dopo arteriotomia sulla parete dell'arteria brachiale, anastomosi della vena brachiale sull'arteria brachiale (suturare la parete posteriore per prima) (C).

Vedere foto a colori a fondo testo

6) Innesto di vena pro arteria sull'arteria brachiale

Sezionare l'arteria brachiale a livello della porzione prossimale del braccio, prima della sua biforcazione. Posizionare uno sfondo sotto l'arteria. Posizionare le clamps sui due monconi, mantenendo aperto l'approssimatore per dare spazio all'innesto vascolare. Utilizzare come innesto la vena brachiale: sezionatene un frammento di circa 1 cm (Fig. 14), invertitene i capi prossimale e distale dell'innesto (per la presenza delle valvole) e posizionalo nello spazio tra le due clamps. Eseguite le due anastomosi in sequenza (prima una e poi l'altra), come più frequentemente indicato o simultaneamente (alternando i punti sull'anastomosi prossimale e su quella distale), suturando dapprima le pareti anteriori.

Ribaltate l'approssimatore ed eseguite la sutura delle pareti posteriori. Rimuovete le clamps (prima la distale) (Fig. 15).

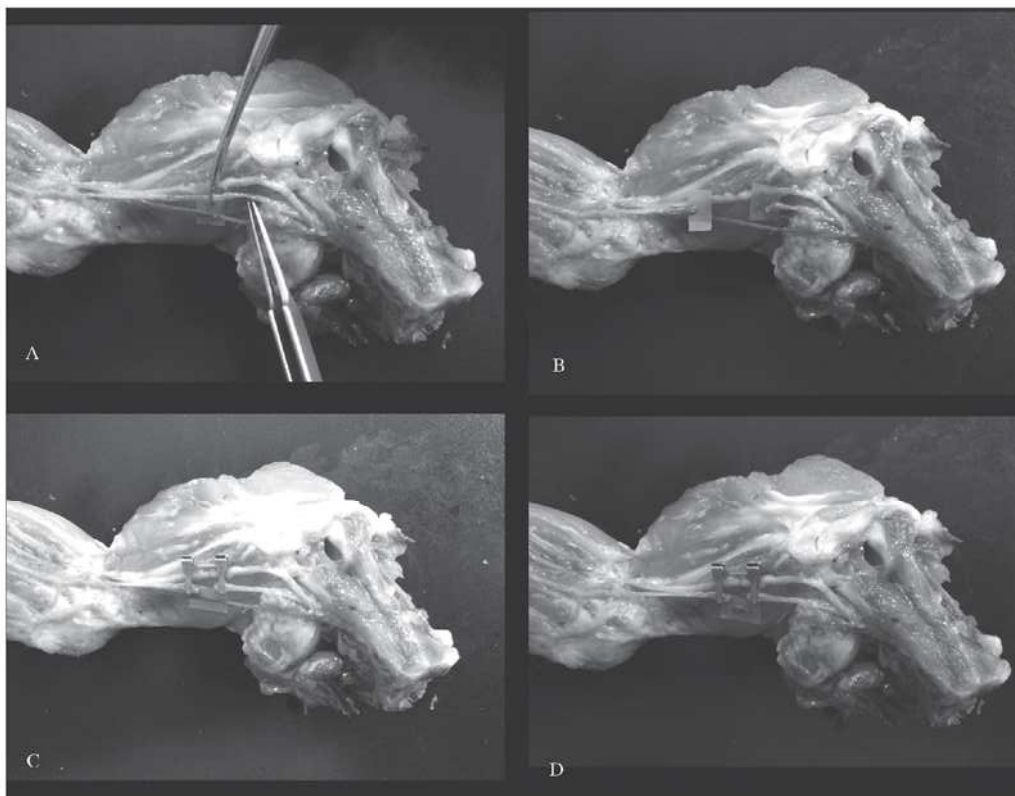


Figura 14. ESERCIZIO 6, innesto di vena proarteria sull'arteria brachiale. Sezione dell'arteria brachiale a livello della porzione prossimale del braccio (A, B). Posizionamento dell'approssimatore sui due monconi (C). Sezione di un frammento di vena brachiale (circa 1 cm), da utilizzare come innesto vascolare (C, D).

Vedere foto a colori a fondo testo

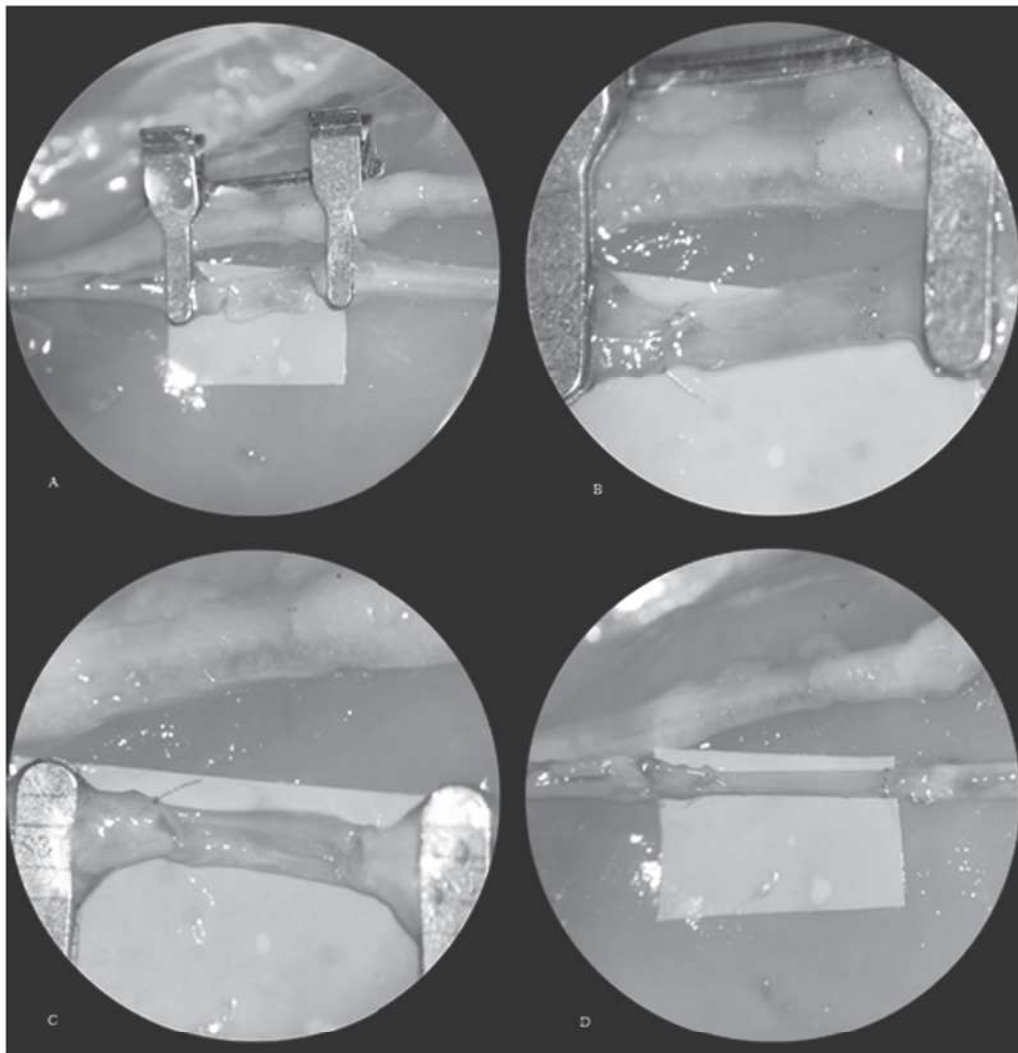


Figura 15. ESERCIZIO 6, innesto di vena pro arteria sull'arteria brachiale.
Dopo aver invertito l'orientamento del frammento di vena, sutura simultanea delle pareti anteriori delle due anastomosi (prossimale e distale), alternando il posizionamento di punti (A).
Sutura delle pareti anteriori completata (B). Ribaltamento dell'approssimatore e sutura delle pareti posteriori (C). Anastomosi dell'innesto completata (D).

7) Innesto di vena pro arteria sull'arteria ulnare (o radiale)

Lo stesso esercizio può essere eseguito sull'arteria ulnare a livello dell'avambraccio (Fig. 16). A questo livello il calibro dell'arteria è inferiore, per cui esiste una moderata discrepanza di calibro tra l'arteria e l'innesto venoso.

Eseguite l'esercizio come il precedente, ma avendo cura di distribuire l'eccesso di diametro della vena lungo l'intero diametro dell'arteria (Fig. 17): i punti non sono posizionati alla stessa distanza l'uno dall'altro, ma a una distanza minore lungo la parete dell'arteria e a una maggiore lungo la parete della vena.

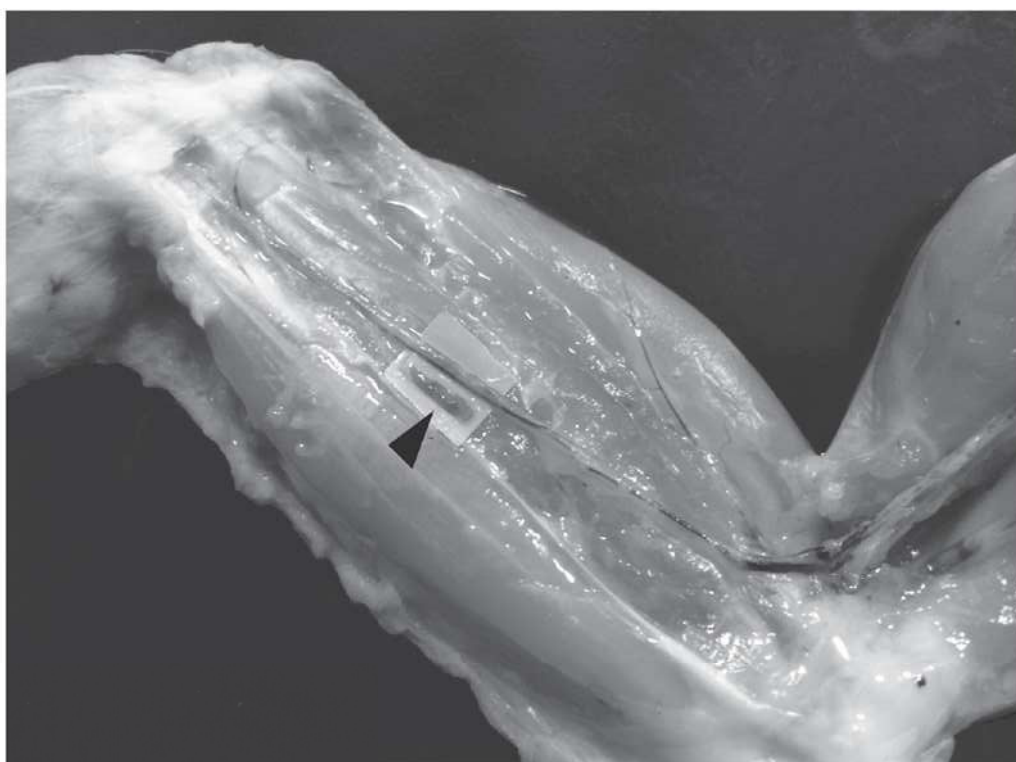


Figura 16. ESERCIZIO 7, innesto di vena pro arteria sull'arteria ulnare. Preparazione dell'arteria ulnare a livello dell'avambraccio e preparazione di un innesto di vena brachiale.

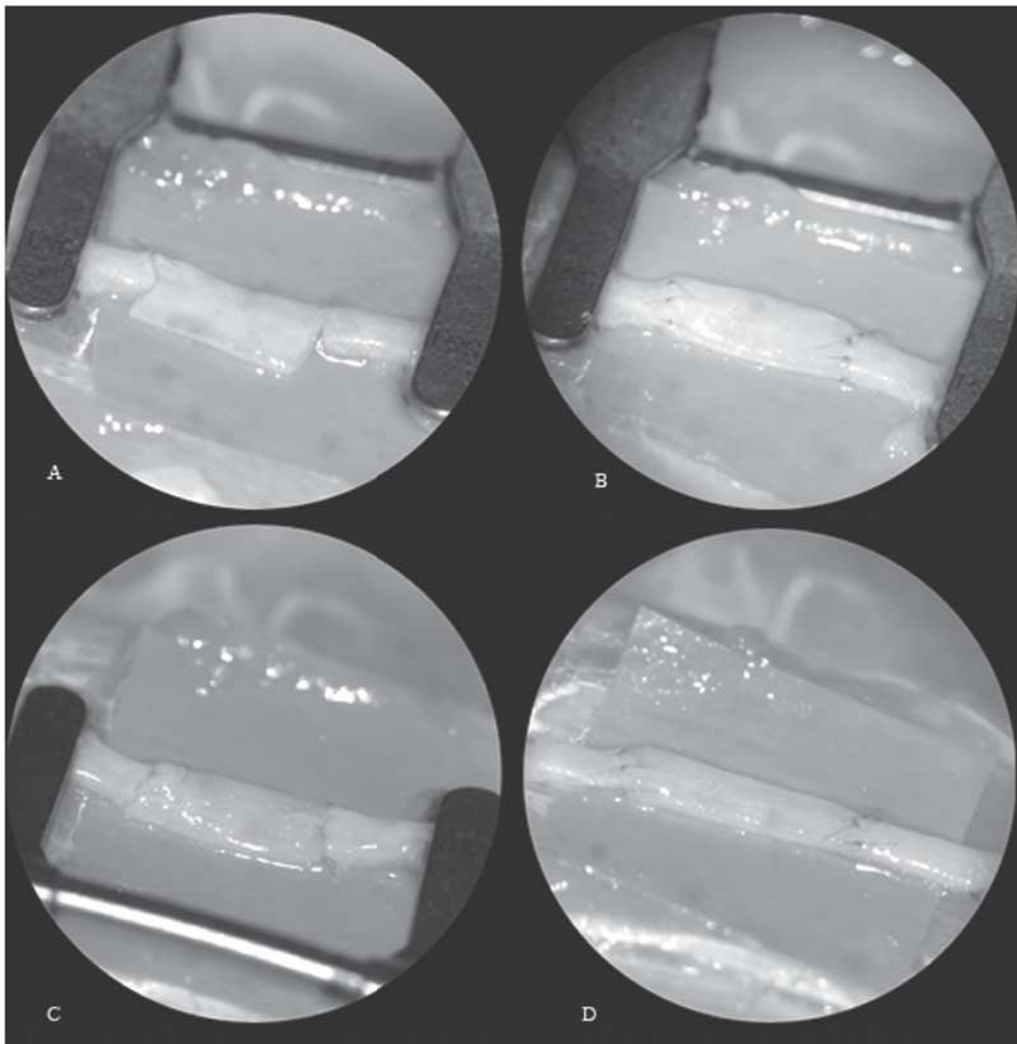


Figura 17: ESERCIZIO 7, innesto di vena pro arteria sull'arteria ulnare. Dopo aver invertito l'orientamento del frammento di vena, sutura simultanea delle pareti anteriori delle due anastomosi (prossimale e distale), alternando il posizionamento di punti (A). Sutura delle pareti anteriori completata (B). Ribaltamento dell'approssimatore e sutura delle pareti posteriori (C). Anastomosi dell'innesto completata (D).

Vedere foto a colori a fondo testo

8) Sutura termino-terminale del nervo

Sezionare il nervo a livello del braccio e posizionare uno sfondo al di sotto dei suoi monconi (Fig. 18). Eseguire una sutura epiperineurale posizionando 2 o 3 punti a 180° o a 120° l'uno dall'altro (Fig. 19).

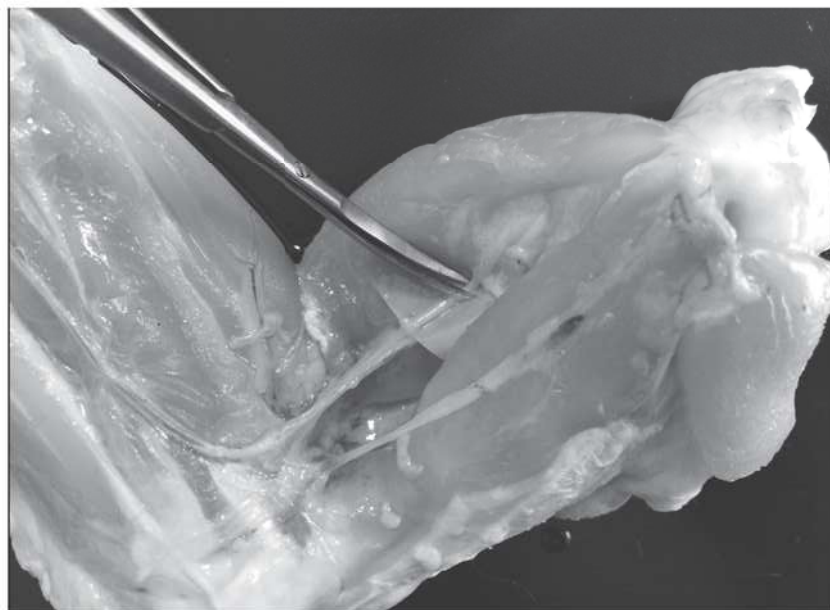


Figura 18. ESERCIZIO 8, sutura termino-terminale del nervo. Sezione del nervo a livello del braccio

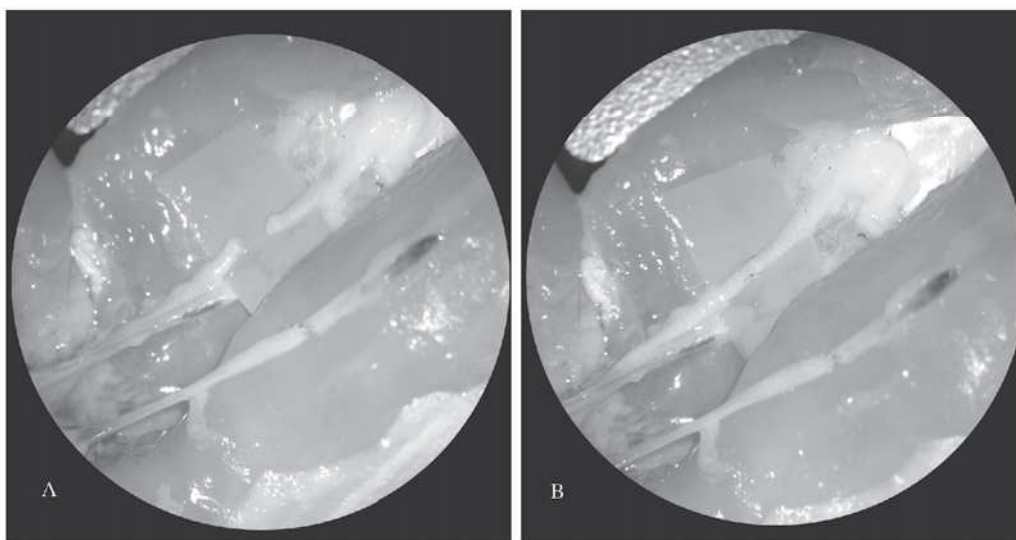


Figura 19. ESERCIZIO 8, anastomosi termino-terminale del nervo. Affrontamento dei monconi del nervo (A). Sutura epiperineurale completata (2 o 3 punti a 180° o a 120° l'uno dall'altro) (B)

9) Sutura termino-laterale del nervo

Sezionare il nervo distalmente nel braccio e ribaltarne il moncone prossimale su se stesso (Fig. 20).

Con le microforbici, creare una finestra epiperineurale nella porzione prossimale del nervo, avvicinare il moncone ed eseguite una sutura epiperineurale posizionando 2 o 3 punti a 180° o a 120° l'uno dall'altro (Fig. 21).

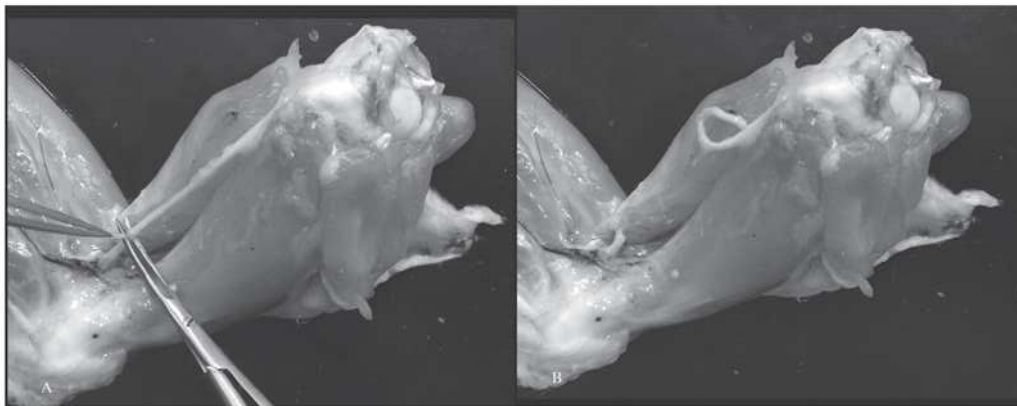


Figura 20. ESERCIZIO 9, anastomosi termino-laterale del nervo.
Sezione del nervo nella parte distale del braccio (A).
Ribaltamento del moncone prossimale su se stesso (B).

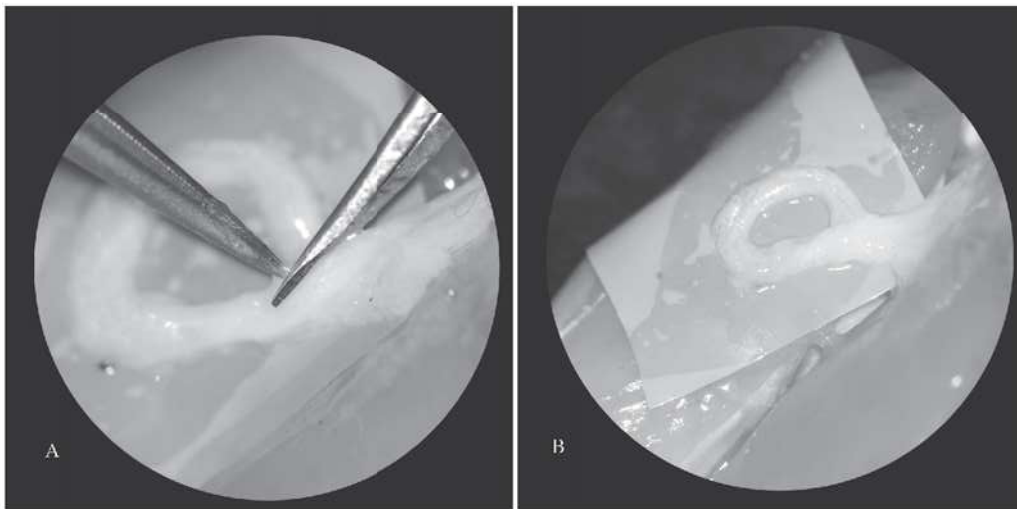


Figura 21. ESERCIZIO 9, anastomosi termino-laterale del nervo.
Creazione di una finestra epiperineurale nella porzione prossimale del nervo (A).
Sutura epiperineurale completata (2 o 3 punti a 180° o a 120° l'uno dall'altro).

10) Ricostruzione del nervo con innesto di tubulo di muscolo in vena

Sezionare il nervo a livello del braccio. Prelevare un frammento di innesto venoso di circa 1 cm di lunghezza e un frammento muscolare di lunghezza simile e spessore simile al diametro della vena (Fig. 22).

Posizionare uno sfondo al di sotto dei monconi nervosi. Con l'aiuto di due pinze, inserire il frammento di muscolo all'interno della vena. Suturare il tubulo così ottenuto ai due monconi nervosi con punti semplici o a U, avendo cura di inserire il nervo all'interno del tubulo (Fig. 23).

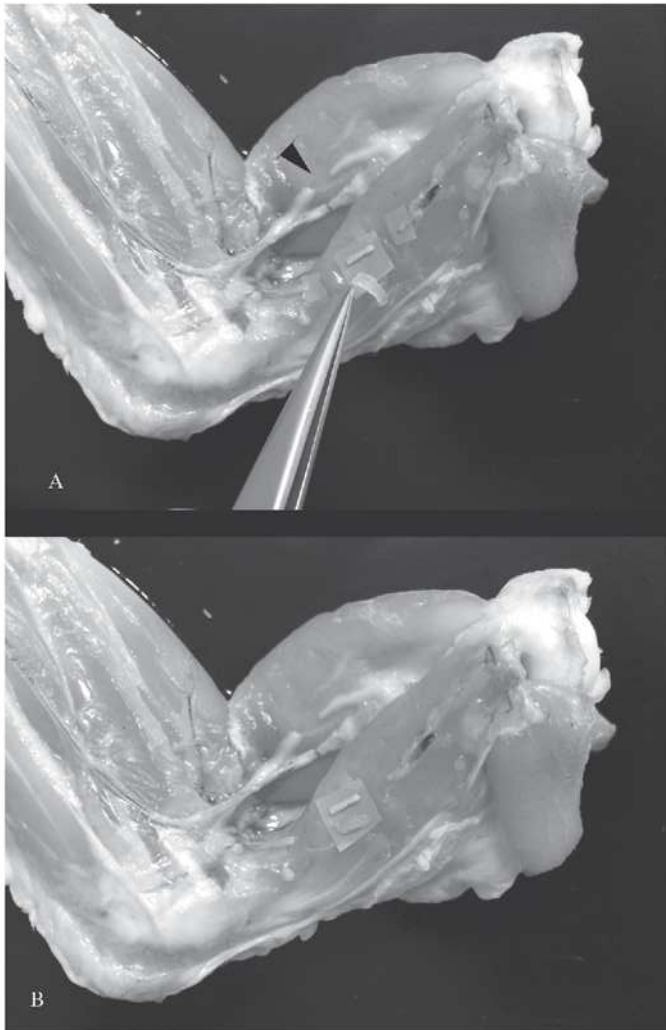


Figura 22. ESERCIZIO 10, ricostruzione del nervo con innesto di muscolo in vena. Sezione del nervo a livello del braccio (freccia). Prelievo di un frammento di innesto venoso di circa 1 cm di lunghezza e di un frammento muscolare di lunghezza simile e spessore simile al diametro della vena (A, B). Vedere foto a colori a fondo testo

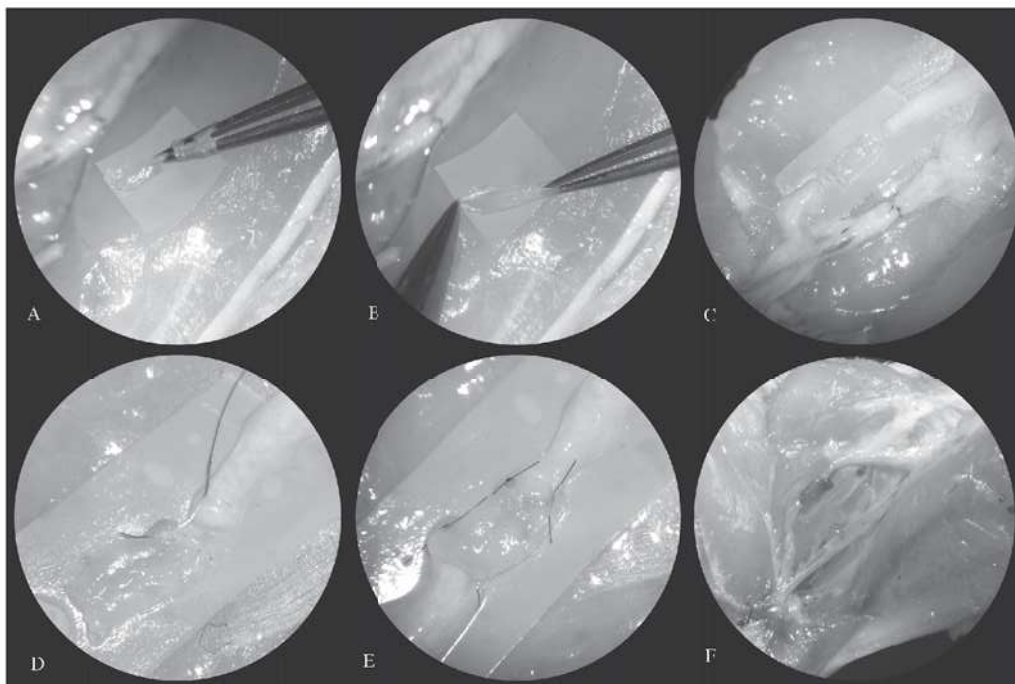
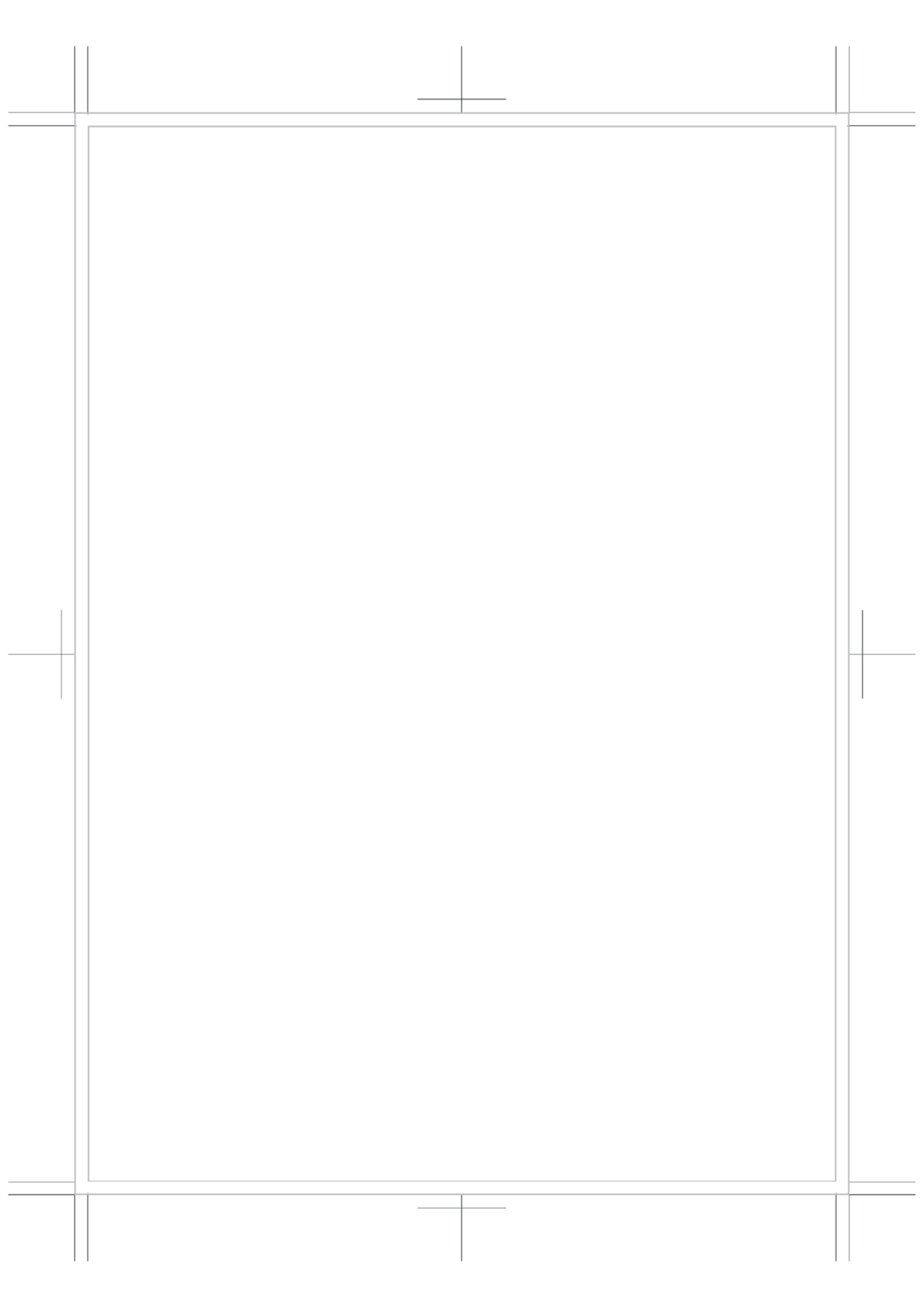


Figura 23. ESERCIZIO 10, ricostruzione del nervo con innesto di tubulo di muscolo in vena. Inserimento del frammento di muscolo all'interno della vena, con l'aiuto di due pinze (A, B). Tubulo di muscolo in vena preparato (C). Sutura del tubulo ai due monconi nervosi con punti semplici (o in alternativa punti a U) (D), avendo cura di inserire il nervo all'interno del tubulo (E). Ricostruzione nervosa con innesto di tubulo di muscolo in vena completata (F).

*Questo capitolo è stato redatto da
Francesca Toia e Michele Cillino*

LETTURE CONSIGLIATE

1. Hino A. Training in microvascular surgery using a chicken wing artery. *Neurosurgery*. 52(6):1495-7; discussion 1497-8, 2003;
2. Kim BJ, Kim ST, Jeong YG, Lee WH, Lee KS, Paeng SH. An efficient microvascular anastomosis training model based on chicken wings and simple instruments. *Journal of Cerebrovascular and Endovascular Neurosurgery*. 15(1):20-5, 2013;
3. Kaplan DJ, Vaz-Guimaraes F, Fernandez-Miranda JC, Snyderman CH. Validation of a chicken wing training model for endoscopic microsurgical dissection. *Laryngoscope*. 125(3):571-6, 2015;
4. Hwang G, Oh CW, Park SQ, Sheen SH, Bang JS, Kang HS. Comparison of different microvascular anastomosis training models: model accuracy and practicality. *Journal of Korean Neurosurgical Society*. 47(4):287-90, 2010;
5. Jusue-Torres I, Sivakanthan S, Pinheiro-Neto CD, Gardner PA, Snyderman CH, Fernandez-Miranda JC. Chicken wing training model for endoscopic microsurgery. *Journal of Neurological Surgery Part B-Skull Base*. 74(5):286-91, 2013;
6. Krishnan KG, Dramm P, Schackert G. Simple and viable in vitro perfusion model for training microvascular anastomoses. *Microsurgery*. 24(4):335-8, 2004;
7. Olabe J, Olabe J. Microsurgical training on an in vitro chicken wing infusion model. *Surgical Neurology*. 72(6):695-9, 2009.



ESERCIZIO BASE DI TECNICA SUPERMICROCHIRURGICA SU ALA DI POLLO

INTRODUZIONE

La tecnica microchirurgica è diventata uno skill essenziale per il chirurgo plastico e ricostruttivo. Recentemente, i progressi in campo biomedico, quale sviluppo di strumentazione microchirurgica più fine e microscopi operatori a più alto ingrandimento, hanno permesso di poter estendere la tecnica microchirurgica a strutture anatomiche di più piccole dimensioni. Questo ha portato allo sviluppo di una nuova disciplina microchirurgica, chiamata supermicrochirurgia, introdotta dal Prof. Isao Koshima nel 1997⁽¹⁾ e che per definizione è la tecnica microchirurgica in cui vengono dissecate ed anastomizzate strutture vascolari di calibro compreso tra 0.3 e 0.8mm e singoli fascicoli nervosi.⁽²⁾

La supermicrochirurgia è stata ad oggi applicata con successo per il reimpianto di dita, per lembi liberi perforanti “veri” (veri in quanto il lembo viene elevato legando la perforante alla emergenza senza quindi includere la dissezione del peduncolo vascolare) rivascolarizzati utilizzando perforanti del sito ricevente, per lembi turnover fascicolari e per le anastomosi linfatico-venose.^(3, 4)

Con l'avvento della supermicrochirurgia nella pratica clinica, l'acquisizione di questo nuovo skill microchirurgico diviene fondamentale per poter impiegare queste tecniche con successo nella pratica clinica. Ad oggi, i modelli di training supermicrochirurgico sono limitati.

In questa scheda, riportiamo il modello ideato dal Dr. Akitatsu Hayashi su ala di pollo.

MATERIALE E PREPARAZIONE.

Le ali di pollo possono facilmente essere acquistate presso un qualsiasi supermercato o macelleria. L'importante è accertarsi che il pollo sia stato sacrificato entro le 24 ore dall'acquisto (ali di pollo fresche). La dissezione delle strutture di interesse deve altresì avvenire entro le 24 ore dal sacrificio dell'animale per evitare alterazioni strutturali che renderebbero l'esercizio vano.

L'ala di pollo può essere divisa nelle seguenti tre sezioni, in ordine prossimale - distale:

1. Sezione del moncone prossimale.
2. Sezione trasversale di porzione centrale.
3. Sezione del moncone distale o punta – modello di Tebasaki

I modelli di esercizio microchirurgico su ala di pollo vengono solitamente eseguiti sulle sezioni del moncone prossimale o centrale, in quanto a questo livello il calibro medio delle strutture vascolari è di circa 1mm.

Il modello di Tebasaki è la sezione del moncone distale o punta ove le strutture vascolari sono solitamente inferiori ai 0.5 mm. Inoltre questa porzione dell'ala di pollo risulta essere anche la più economica ed acquistabile separatamente.

DISSEZIONE MICROCHIRURGICA – TECNICA HAYASHI

La tecnica di HAYASHI prevede la dissezione anatomica della vena brachiale nella sezione del moncone distale o punta utilizzando strumentazione supermicrochirurgica e microscopio operatorio mobile. (Fig. 1)

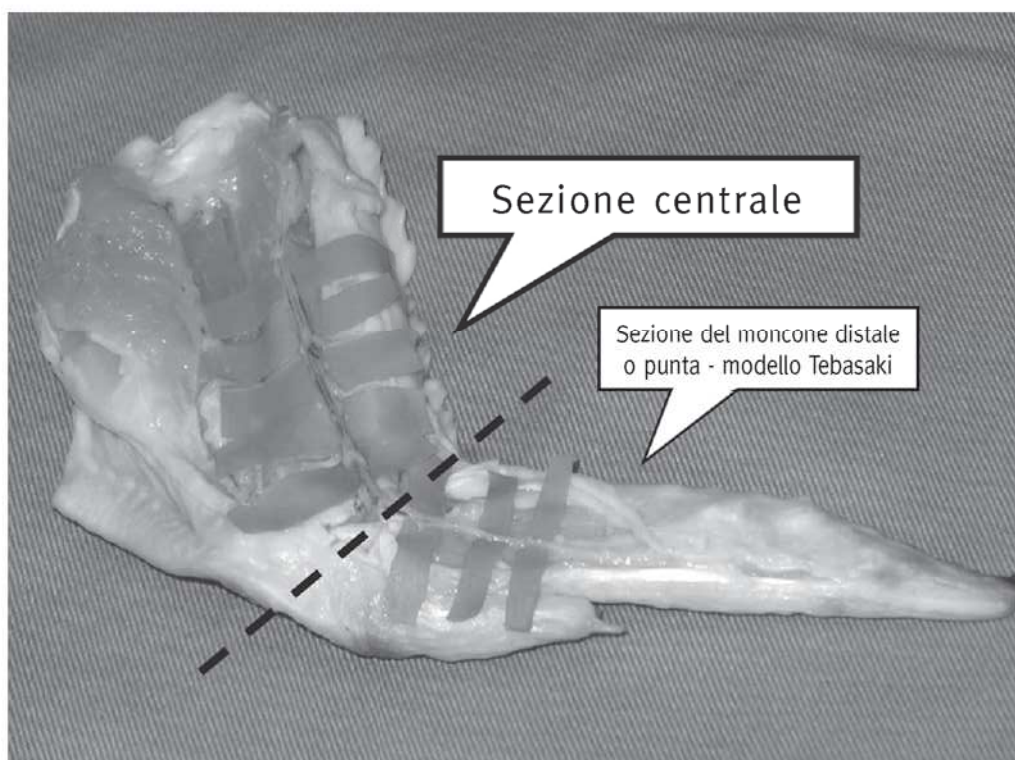


Figura 1. Vena brachiale di ala di pollo dissecata dal moncone prossimale al distale (modello Tebasaki).

La vena brachiale viene identificata a livello della sezione trasversale di porzione centrale e dissecata fino al limite distale di questa sezione. A questo punto, la dissezione della vena brachiale viene continuata a livello della sezione del moncone distale o punta.

Il calibro medio della vena brachiale nella sezione del moncone distale è di circa 0.4mm in media. (Fig. 2) Il tempo medio di dissezione della vena brachiale nel moncone distale è di circa 10 minuti.

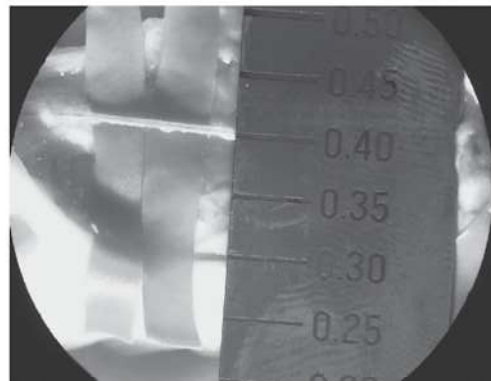


Figura 2. Foto al microscopio operatorio della vena brachiale con misura del calibro a livello del moncone distale

ANASTOMOSI

Dopo aver terminato la dissezione della vena brachiale nel moncone distale, la vena viene sezionata al centro della sua lunghezza con forbici microchirurgiche. La sezione di vena brachiale viene quindi anastomizzata in modo termino-terminale utilizzando Nylon 11-0 o 12-0. (Fig. 3)

Dopo aver completato l'anastomosi, colorante verde viene iniettato a livello prossimale della vena brachiale con un ago 30G per valutare la pervietà ed eventuali punti di perdita. (Fig. 4)



Figura 3. Foto al microscopio operatorio di sutura termino-terminale vena brachiale moncone distale con 12/0 nylon

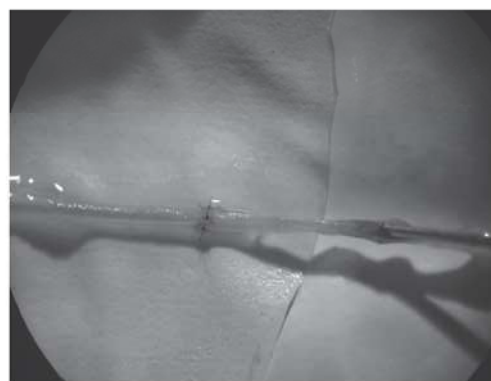


Figura 4. Foto al microscopio operatorio di test di pervietà e perdita anastomosi con colorante verde

*Questo capitolo è stato redatto da
Akitatsu Hayashi, Giuseppe Visconti*

BIBLIOGRAFIA

1. Koshima I. Microsurgery in the future: introduction to supramicrosurgery and perforator flaps. Presented at the First International Course on Perforator Flap and Arterialized Skin Flaps. Special invited lecture. Gent, Belgium, June 13, 1997
2. Masia J, Olivares L, Koshima I, Teo TC, Suominen S, Van Landuyt K, Demirtas Y, Becker C, Pons G, Garusi C, Mitsunaga N. Barcelona consensus on supermicrosurgery. *J Reconstr Microsurg.* 2014 Jan; 30(1):53-8.
3. Koshima I, Narushima M, Mihara M, Uchida G, Nakagawa M. Fascicular turnover flap for nerve gaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2010 Jun; 63(6):1008-14
4. Koshima I, Yamamoto T, Narushima M, Mihara M, Iida T. Perforator flaps and supermicrosurgery. *Clin Plast Surg.* 2010 Oct; 37(4):683-9

IL COLLO DEL POLLO - DISSEZIONE ED ESERCIZI

Il collo del pollo rappresenta un buon modello per la pratica microchirurgica ex vivo, essendo una struttura molto lunga, ove i vasi presentano pochi rami collaterali e sono relativamente superficiali, anatomicamente costanti e di facile accesso.

Le strutture vascolo-nervose principali sono rappresentate dalle arterie vertebrali, che decorrono al davanti della colonna cervicale, l'arteria *comes vagi*, situata in stretta prossimità del nervo vago al di dietro dell'esofago e le vene giugulari, localizzate esternamente. Il calibro di questi vasi è piuttosto piccolo, essendo dell'ordine del millimetro al massimo, o anche inferiore al millimetro.

Esofago e trachea sono strutture anatomiche tubulari che consentono la simulazione e la pratica di anastomosi vascolari, specificamente arteriose (la trachea) e venose (l'esofago).

La dissezione del collo di pollo avviene incidendo longitudinalmente il collo a partenza dall'angolo mandibolare e decorrendo nell'angolo diedro fra la prominenza data dalla trachea e quella data dalla colonna vertebrale (Fig. 1).

Lo strato cutaneo e quello sottocutaneo sono estremamente sottili. In sede



Figura 1. Linea di incisione cutanea per esercizi di dissezione microchirurgica con il collo di pollo. Il decorso è fra la trachea e la colonna vertebrale

immediatamente sottocutanea si riconoscono dall'indietro in avanti il rachide, l'esofago e la trachea (Fig. 2). Questi ultimi possono essere facilmente e rapidamente separati (Fig. 3), il che rappresenta già una prima forma di allenamento alla dissezione delle strutture fascicolari/tubulari.

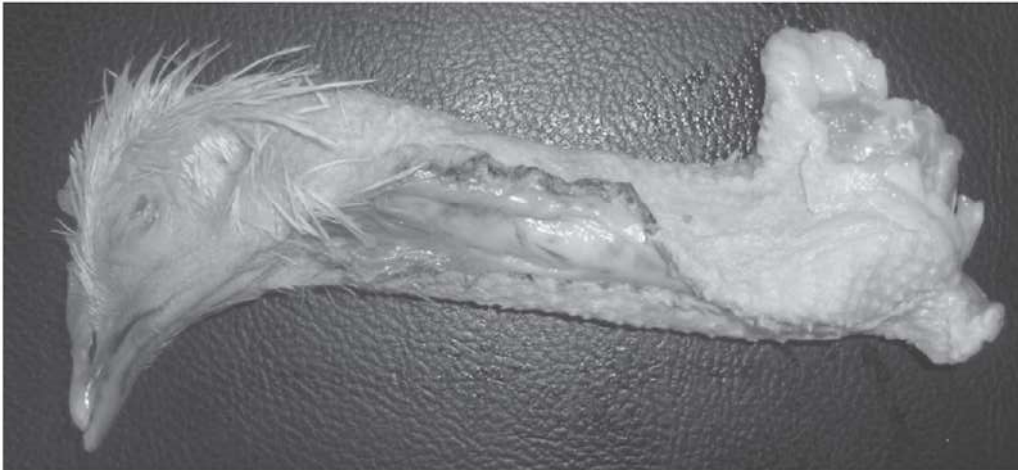


Figura 2. Il sottile lembo di cute derivante dall'incisione longitudinale al collo viene ribaltato posteriormente, consentendo l'immediata esposizione di colonna vertebrale, esofago e trachea (dall'indietro in avanti, rispettivamente)

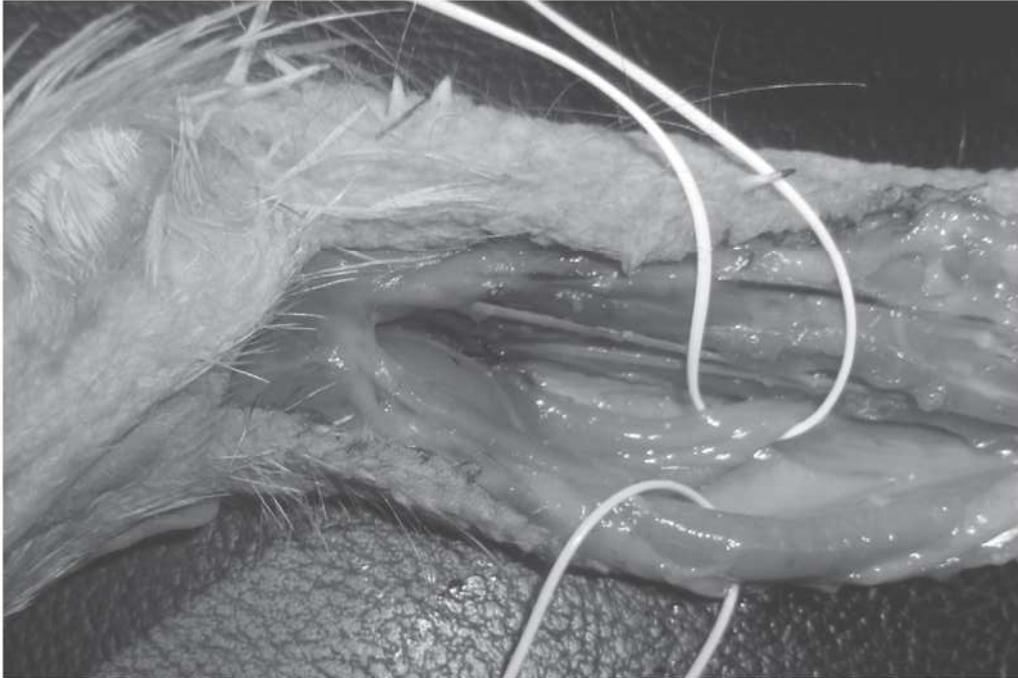


Figura 3. Divaricazione di esofago (fettuccia bianca) e trachea (fettuccia grigio chiaro)
Vedere foto a colori a fondo testo

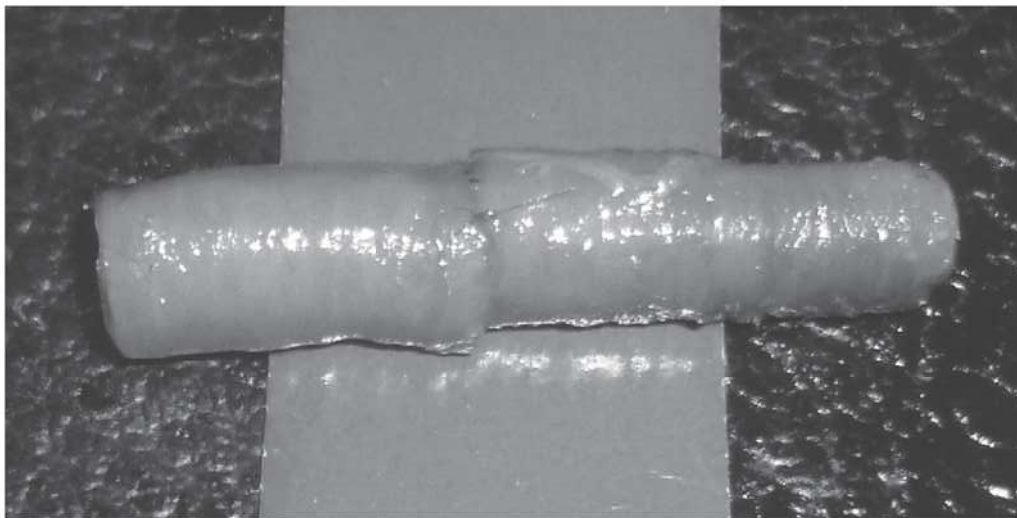


Figura 4. Trachea isolata dal collo di pollo. Anastomosi intratracheale. Gli anelli cartilaginei impediscono il collassamento dell'organo, rendendolo ideale per i primi passi del principiante microchirurgo.

Mediante il facile isolamento di un tratto di trachea (Fig. 4), si ottiene un ottimo modello elementare per la pratica microchirurgica. Infatti si tratta di una struttura cilindrica, con diametro di oltre 4-5 mm e con pareti rigide e lume stabile, quindi adattissima a permettere i primi punti di sutura microchirurgici al microscopio o con gli occhialini senza la difficoltà di dovere contrastare il collassamento del vaso.

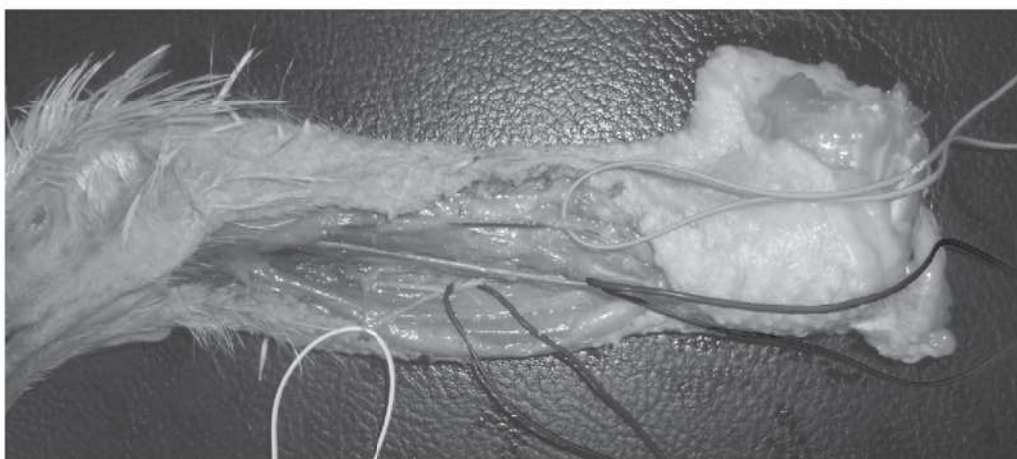


Figura 5. Anatomia vascolare e nervosa del collo di pollo:

- vena giugulare (fettuccia grigio chiaro), situata posterolateralmente alla colonna vertebrale;
- arterie vertebrali destra e sinistra (fettuccia grigio scuro distale);
- arteria comes vagi (fettuccia grigio scuro prossimale) con il nervo vago (fettuccia bianca)

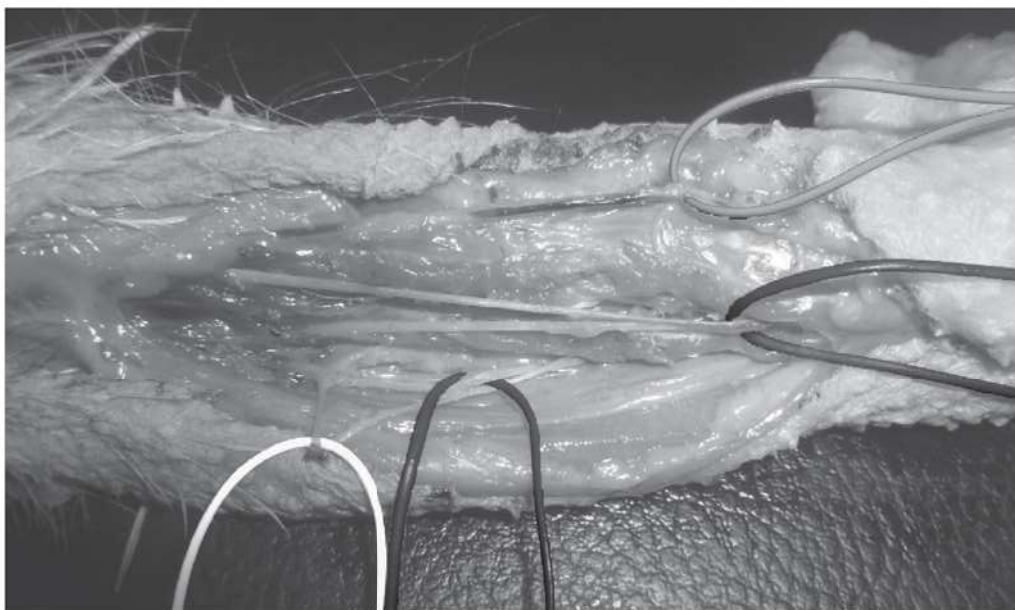


Figura 6: particolare dell'Anatomia vascolare e nervosa del collo di pollo:

- vena giugulare (fettuccia grigio chiaro), situata posterolateralmente alla colonna vertebrale;
- arterie vertebrali destra e sinistra (fettuccia grigio scuro distale);
- arteria *comes vagi* (fettuccia grigio scuro prossimale) con il nervo vago (fettuccia bianca)

Vedere foto a colori a fondo testo

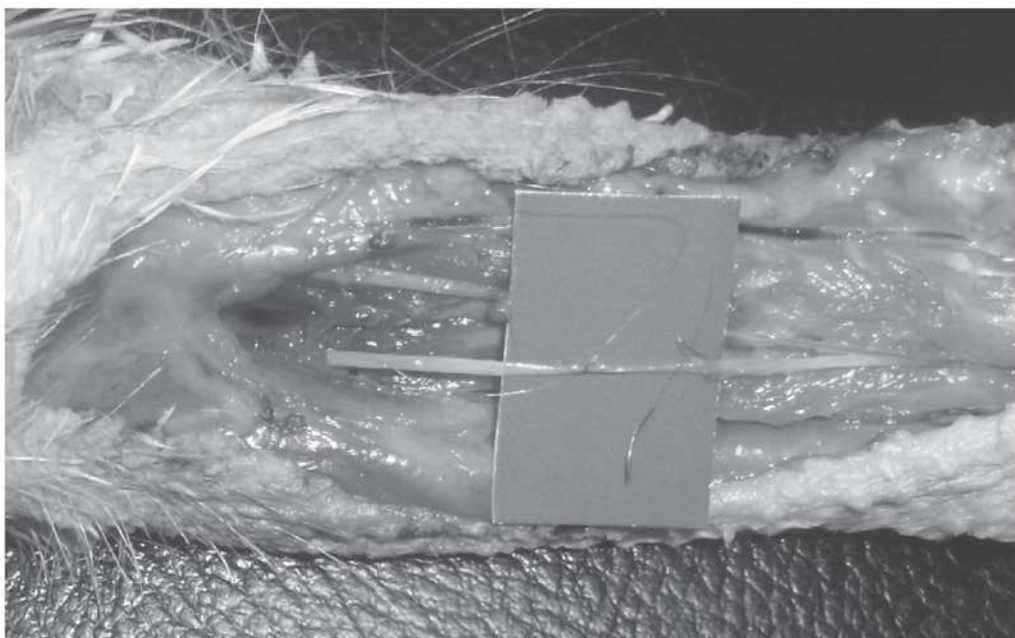


Figura 7. Esercitazione microchirurgica sul collo del pollo: anastomosi di lesione dell'arteria vertebrale destra su fondo colorato. Il calibro del vaso 0.5-0.8 mm rende l'esercizio di medio-alta difficoltà microchirurgica con impiego di fili 11-0

L'anatomia vascolare e nervosa (Fig. 5 e 6), comprende, in senso postero-anteriore:

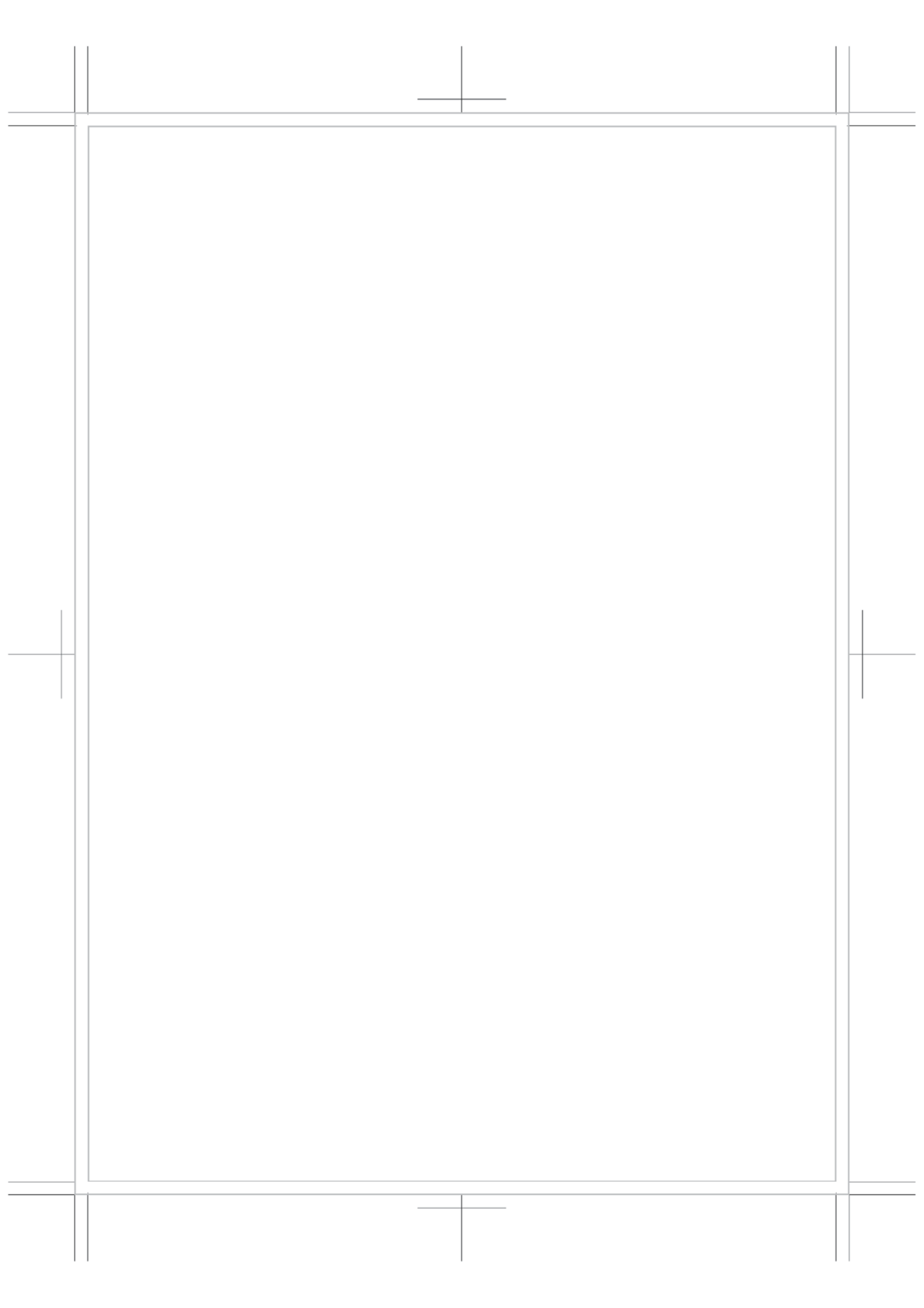
- la vena giugulare (fettuccia grigio chiaro), situata posterolateralmente alla colonna vertebrale
- le arterie vertebrali destra e sinistra (fettuccia grigio scuro distale)
- l'arteria comes vagi (fettuccia grigio scuro prossimale) con il nervo vago (fettuccia bianca)

I vasi del collo di pollo hanno un calibro inferiore al millimetro e rappresentano dunque un modello di anastomosi di livello medio-difficile (Fig. 7), in cui si consiglia l'utilizzo di fili di sutura di calibro 9/0 o più piccoli.

*Questo capitolo è stato redatto da
Filippo Boriani*

LETTURE CONSIGLIATE

- Rosi Aparecida Nunes Achar, Pedro Alexandre Martinez Lozano, Bruna Nunes Achar, Gerson Vilhena Pereira Filho, Eduardo Achar. Experimental model for learning in vascular surgery and microsurgery: esophagus and trachea of chicken. Acta Cir Bras 2011 Apr; 26(2):101-6



ANALISI DEI PRINCIPALI ERRORI DI TECNICA

La microchirurgia, come tecnica chirurgica che si avvale di strumenti di magnificazione per consentire l'accesso a strutture tra 0,3 e 3mm di diametro, è ormai ampiamente applicata in diverse discipline dalla neurochirurgia alla chirurgia plastica. Per lavorare in questo microscopico mondo il chirurgo non deve solamente conoscerne le implicazioni fisiologiche e anatomiche, ma deve acquisire anche capacità tecniche specifiche che richiedono estrema precisione e manualità.

È un *training* questo che comporta un enorme investimento in termini di pazienza, dedizione e perseveranza, anche perché le soddisfazioni non arrivano facilmente. D'altro canto, riuscire a dominare la tecnica microchirurgica consente di realizzare interventi che sono un assoluto privilegio per la cura del paziente. Possono verificarsi in qualsiasi momento errori per altro non necessariamente legati al tempo dell'anastomosi. Il seguente capitolo affronta nel dettaglio gli errori di tecnica, che nella nostra esperienza di docenti abbiamo più comunemente incontrato e che molto spesso portano al fallimento dell'anastomosi compromettendo il successo dell'intervento microchirurgico.

Abbiamo, pertanto, pensato di schematizzarli in tre fasi (Tab. I):

- **Pre-anastomosi**
- **Anastomosi**
- **Post-anastomosi**

Tabella I

| PRE-ANASTOMOSI |
|---|
| Condizioni dell'operatore |
| Posizionamento dell'operatore |
| Visione al microscopio |
| Utilizzo di strumentazione inadatta |
| Preparazione dei vasi |
| <ul style="list-style-type: none"> • Scarsa dissezione dei vasi • Non liberare i vasi sulla parete posteriore • Non legare tutte le collaterali necessarie • Eccessiva scheletrizzazione • Gestualità grossolana • Campo disidratato • Errori di clampaggio • Sezione non netta del vaso • Vicinanza dell'anastomosi a una collaterale • Arteriotomia o venotomia troppo larghe • Errori durante l'irrigazione |
| ANASTOMOSI |
| <ul style="list-style-type: none"> • Eccessiva tensione tra i morsi dell'approssimatore • Non prendere l'intima • Comprendere l'avventizia • Passare il punto sulla parete del vaso senza attraversare il margine libero • Afferrare la parete posteriore • Nodi troppo stretti • Troppo lassi • Nodo nel lume • Passaggio distante dal margine • Passaggio troppo prossimo al margine libero • Passaggi irregolari • Mancato affrontamento • Errata distribuzione dei punti |
| POST-ANASTOMOSI |
| Aprire le clamp in senso inverso |
| Apertura parziale della clamp |
| Passare dei punti alla cieca |
| Falso patency-test |

PRE-ANASTOMOSI

Durante la fase “pre-anastomosi”, che comprende anche l’approccio dell’operatore al campo chirurgico, si possono verificare numerosi errori che rischiano di compromettere il risultato dell’intervento.

Condizioni dell’operatore: lo stress fisico o psicologico; l’assunzione di caffè, alcool e tabacco possono tutti sfavorevolmente condizionare la procedura microchirurgica.

Sebbene, recenti studi, abbiano sfatato il paradigma che legava le suddette sostanze al tremore incontrollato delle mani in soggetti consumatori regolari, rimane salda la regola di non eccedere nell’uso poiché gli alcaloidi presenti hanno effetto simpaticomimetico. Va altresì ricordato che sforzi fisici nelle 24h precedenti ad un intervento microchirurgico andrebbero evitati a causa dell’aumentato tremore legato alla stanchezza muscolare.

L’effetto negativo del tremore si ripercuote sulla riduzione del controllo del gesto chirurgico, che in magnificazione richiede precisione millimetrica, causando frustrazione e stress e amplificando notevolmente le difficoltà in un loop rinforzato negativo.

In tali circostanze, è stato dimostrato che l’utilizzo di 40mg di propranololo un’ora prima dell’intervento riduce significativamente il tremore e l’ansia dell’operatore migliorandone la performance.

Il posizionamento dell’operatore è un altro elemento che non va trascurato; avere sempre cura di sedersi in modo confortevole, assumendo una postura rilassata e poggiando in maniera ferma gli avambracci, in particolare il lato ulnare del polso e della mano che deve fungere da sostegno al movimento del primo e secondo dito, garantendo stabilità e riducendo il tremore.

Visione al microscopio.

Una chiara visione al microscopio è il principio fondamentale per affrontare correttamente un esercizio microchirurgico.

Per tale motivo è fondamentale impiegare il tempo necessario per settare il microscopio e ottenere la più nitida visione possibile.

L’erronea messa a fuoco determina la visione di un campo sfocato così come la non corretta distanza interpupillare impedisce la visione stereoscopica.

L’esistenza di un difetto di convergenza può essere la causa della difficoltà nell’ottenere una chiara visione binoculare con deficit tridimensionale.

L’assenza della visione stereoscopica in alcuni casi è la prima difficoltà in cui incorre uno studente che si avvicina al microscopio. In questi casi, piuttosto che scoraggiare lo studente, è necessario sollecitarlo all’esecuzione di alcuni esercizi specifici per rinforzare la muscolatura intrinseca oculare.

Difetti nella messa a fuoco possono non solamente disturbare l'esecuzione microchirurgica, ma anche portare a stanchezza visiva e cefalea.

Gli errori più comuni riguardano la regolazione della distanza interpupillare, delle diottrie e del fuoco.

Inoltre, molto spesso, gli studenti non si avvalgono della possibilità di modificare la magnificazione, utilizzando lo zoom; non è mai scontato ribadire il concetto che *una chiara, nitida e definita visualizzazione delle strutture rappresenta la chiave per il successo della dissezione e anastomosi dei vasi*. Durante il passaggio dell'ago, di fatto la fase più critica, l'utilizzo di un ingrandimento elevato assicura la precisione del gesto.

Utilizzo di strumentazione inadatto può facilmente compromettere l'esito dell'esercizio. Manipolare con pinze chirurgiche inappropriate i vasi può danneggiarne la struttura con danni irreversibili. Così come l'utilizzo di una clamp inadatta alla struttura del vaso può danneggiarne la parete se la pressione di serraggio è troppo forte o può determinare il sanguinamento durante l'anastomosi o addirittura il declampaggio del vaso se la pressione di serraggio è troppo debole.

Gli errori riguardanti la **preparazione dei vasi** possono essere molteplici, i più comunemente incontrati sono:

- **scarsa dissezione dei vasi** dal tessuto adiposo; l'incompleta dissezione di un vaso può comprometterne il clampaggio e addirittura il grasso in zona di anastomosi può determinare l'attivazione della cascata trombotica;
- **non liberare i vasi sulla parete posteriore**. (Figg. 1-2)

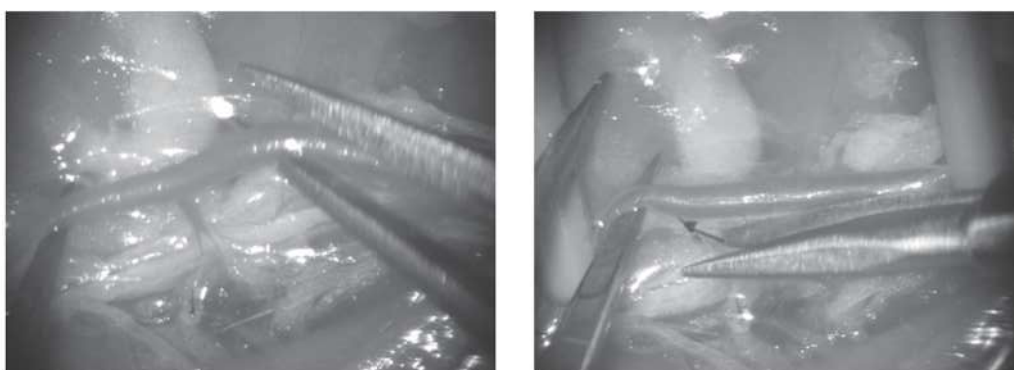


Figure 1-2. L'arteria femorale del ratto in queste foto è completamente liberata posteriormente e la branca muscolare individuata, legata e sezionata così da ottenere la massima libertà di movimento del vaso.

Vedere foto a colori a fondo testo

Non legare tutte le collaterali necessarie ad avere una lunghezza sufficiente del vaso determina di solito un'anastomosi tra monconi troppo corti, impedendo una chiara visualizzazione dei lumi aumentando il rischio di danni alla parete vasale, la possibilità di dare punti di transfissione, e rendendo, tra l'altro, impossibile l'agevole rotazione della clamp.

Nel caso in cui dimentichiamo di legare una piccola collaterale vicino al sito di anastomosi una trasudazione sanguigna permanente può rappresentare una causa di trombosi.

- **Eccessiva scheletrizzazione** dei vasi, in senso opposto, può danneggiare la parete, soprattutto nei casi in cui essa avvenga sul piano intra-avventiziale.
- Manovrare i vasi con **gestualità grossolana** e con eccesso di energia può causare uno spettro di danni alla parete vasale che vanno dallo spasmo reversibile al danno permanente dell'intima o addirittura strappi/lacerazioni.
- La tecnica della dissezione per strappo tra due pinze talora, se non eseguita in modo appropriato, può traumatizzare i vasi con conseguente spasmo. Andrebbe evitata e lo studente dovrebbe essere indirizzato a utilizzare una dissezione netta tramite l'utilizzo delle forbici.

Il campo disidratato sotto la potente luce del microscopio, determina fragilità e secchezza delle strutture vascolari, e se è particolarmente significativo conduce a danno apoptotico, ovvero irreversibile con il classico aspetto coriaceo del vaso.

Gestione del sanguinamento.

Durante la dissezione e preparazione dei vasi, talvolta, può verificarsi accidentalmente una lesione di una struttura contigua, quello che va assolutamente evitato è la cauterizzazione a caso, specie se si opera in vicinanza del vaso principale, o nel passaggio di un punto alla cieca.

In tale circostanza la cosa migliore da fare è un lavaggio con soluzione fisiologica che ad adeguato ingrandimento conduce alla chiara visualizzazione dell'origine del sanguinamento.

Gli **errori di clampaggio** sono spesso visti in termini di clampaggio incompleto, troppo prossimo al sito di anastomosi o clampaggio su vasi non sufficientemente dissecati, il che limita la possibilità di rotazione durante la sutura della parete posteriore.

Preparazione all'anastomosi.

La **preparazione all'anastomosi** è fondamentale al fine di ottenere due lumi

vascolari con superfici regolari e congruenti.

In tal senso gli errori che si possono avere riguardano la sezione del vaso, che può essere non netta, troppo vicina a un ramo collaterale o una biforcazione (Fig. 3); o ancora nel caso di una preparazione ad un'anastomosi termino-laterale, arteriotomia o venotomia troppo larga.

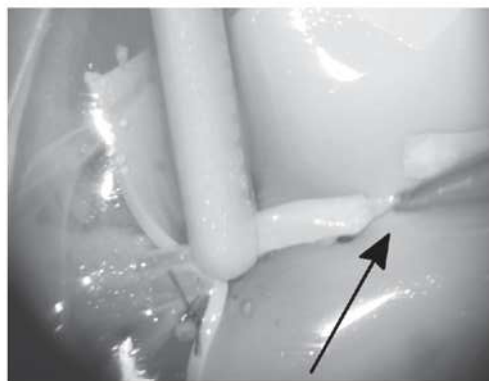


Figura 3. In questa foto si sta eseguendo l'avventiziectomia e come si nota la sezione dell'arteria femorale del ratto è stata eseguita troppo prossima alla legatura della branca di Murphy.

Vedere foto a colori a fondo testo

Una sezione non netta del vaso può determinare l'invaginazione di un frammento di vaso all'interno dell'anastomosi, il che costituisce una chiara causa di trombosi. La stessa vicinanza dell'anastomosi a una collaterale legata o in sede di biforcazione può condurre a trombosi perché la turbolenza del flusso sanguigno che si viene a creare, come avvalorato da diversi studi, è pro-trombotico, rimane quindi valida la regola di eseguire un'anastomosi sempre a 0,5 cm da qualsiasi branca così da preservare al più possibile un flusso laminare.

Una sezione non netta del vaso può determinare l'invaginazione di un frammento di vaso all'interno dell'anastomosi, il che costituisce una chiara causa di trombosi. La stessa vicinanza dell'anastomosi a una collaterale legata o in sede di biforcazione può condurre a trombosi perché la turbolenza del flusso sanguigno che si viene a creare, come avvalorato da diversi studi, è pro-trombotico, rimane quindi valida la regola di eseguire un'anastomosi sempre a 0,5 cm da qualsiasi branca così da preservare al più possibile un flusso laminare.

In caso di un'arteriotomia o venotomia troppo larghe non c'è molto da fare, perché solitamente l'esercizio è compromesso. Anche cercando di dilatare il vaso terminale o sezionandolo a becco di flauto di solito una troppo ampia arteriotomia danneggia la struttura cilindrica della parete vasale che tende a collassare.

Buona norma è eseguire un taglio limitato e allargarlo con l'ausilio delle pinze, sfruttando le proprietà elastiche della parete vasale.

Errori possono essere riscontrati anche durante la fase d'irrigazione dei monconi.

Per esempio l'utilizzo di una cannula troppo grande rispetto al lume o di una siringa con ago tagliente che può determinare danno intinale del vaso. Talora un'irrigazione non meticolosa lascia in sede sangue stagnante che diventerà un trombo determinando il fallimento dell'anastomosi.

ANASTOMOSI

Nell'approccio alla microchirurgia gli studenti tendono a considerare il momento dell'anastomosi come il reale atto microchirurgico. Sicuramente questa fase è particolarmente critica, ma come stiamo illustrando in questo capitolo, ci sono numerosi *steps* che se non meticolosamente affrontati possono compro-

mettere la riuscita dell'anastomosi.

Gli errori che si possono commettere durante l'anastomosi sono molteplici e tutti possono avere delle conseguenze disastrose sulla riuscita dell'intervento. Sebbene sia vero che, dopo aver eseguito la preparazione e dissezione dei vasi, lo studente giunge a questo punto generalmente stanco, la consapevolezza della *criticità di questa fase deve indurre ad acuire l'attenzione e prestare la massima cura nell'esecuzione del gesto chirurgico.*

Non c'è da stupirsi del fatto che un calo d'attenzione possa portare ad errori grossolani, quali l'anastomosi di una vena su un'arteria o di un nervo su un'arteria, come a volte è stato riscontrato.

Partendo dal materiale di sutura, l'errore più banale è l'utilizzo di un ago spatolato per un'anastomosi, il che ovviamente danneggia l'intima.

Un ago di diametro troppo grande rispetto al filo determina un'anastomosi "a colino", con i fori dell'ago troppo larghi per essere chiusi dal filo che pertanto continuano a sanguinare portando alla trombosi dell'anastomosi. La scelta di un filo troppo grande rispetto al diametro del vaso determina una riduzione del lume e l'instaurarsi di una turbolenza di flusso che favorisce l'attivazione trombotica in sede dell'anastomosi (Fig. 4).

Manovrare il vaso durante l'anastomosi pinzando la parete a tutto spessore (Fig. 5), anziché sollevarlo per l'avventizia (Fig. 6): la manovra errata può causare un danno intimale o nei casi più gravi lesioni a tutto spessore soprattutto a carico del bordo libero del moncone.



Figura 4. La scelta di un filo troppo grande determina introflessione dei margini con riduzione del lume. I nodi sono oltretutto molto stretti.

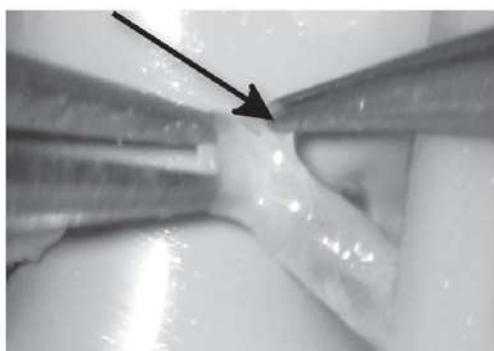


Figura 5. Vedere foto a colori a fondo testo

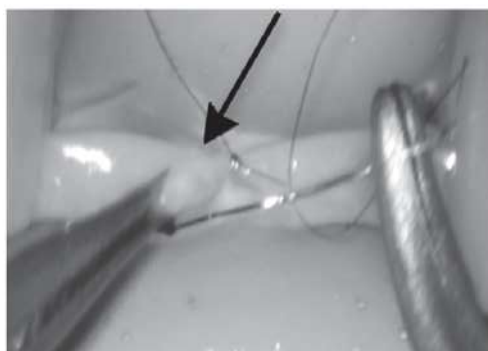


Figura 6. Vedere foto a colori a fondo testo

L'eccessiva tensione tra i morsi dell'approssimatore può portare a lacerazione della parete vasale nel momento in cui si stringe il nodo.

Gli errori che si possono verificare durante il passaggio dell'ago sono:

- **non prendere l'intima:** comporta uno scollamento dello strato più interno della parete che si trova a fluttuare nel lume perturbando il flusso e consentendo l'attivazione trombotica intraluminare;
- **comprendere l'avventizia** durante il passaggio dell'ago può determinare che alla chiusura del punto parte della stessa sia trascinata nel lume, causando trombosi. Lo stesso vale se nel momento in cui si stringe il nodo un filo o altro materiale sia chiuso nel lume;
- **passare il punto sulla parete del vaso senza attraversare il margine libero** ne determina l'introflessione nel lume, e il lembo fluttuante attiverà la trombosi;
- **afferrare la parete posteriore: (Figg. 7-8)** determina inevitabilmente un ostacolo al flusso e, quindi, il fallimento dell'anastomosi.

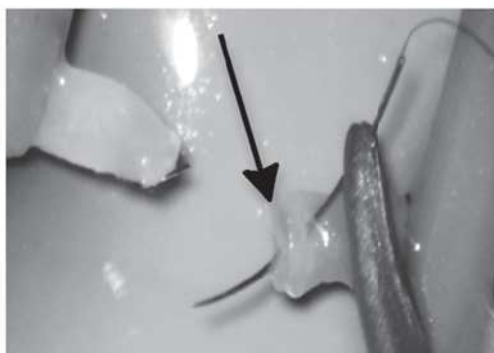


Figura 7. Vedere foto a colori a fondo testo

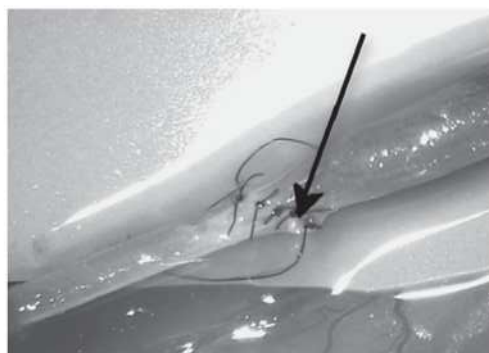


Figura 8

Errori di annodamento.

- **Nodi troppo stretti:** l'eccesso serraggio dei nodi provoca un restringimento del lume per introflessione dei margini con conseguente perturbamento del flusso, e se eccessivamente stretti possono determinare ischemia (Fig. 2).
- **Troppo lassi:** determinano un gemizio costante che finirà col favorire la formazione di un trombo intraluminare ad iceberg, oltretutto il *loop* del filo fluttuante nel lume, invece che schiacciato sull'intima, perturba il flusso e può attivare la trombosi.
- Nell'evenienza in cui si posizioni **il nodo nel lume**, questo agisce come un corpo estraneo provocando trombosi.

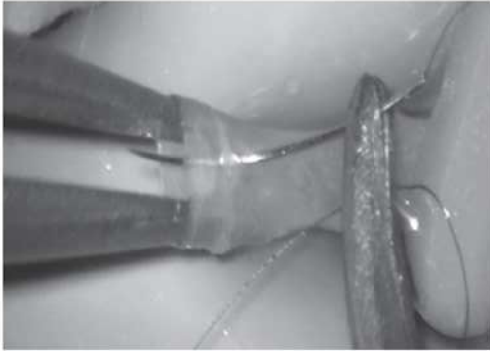


Figura 9



Figura 10

Errori legati alla distribuzione dei punti.

Passaggio distante dal margine determina introflessione dello stesso con restringimento del lume (Fig. 9)

Il passaggio dell'ago troppo prossimo al margine libero, (Fig. 10) può determinare nel momento della chiusura del nodo uno strappo della parete.

Qualora accada che il punto venga dato dirigendo l'ago parallelo all'asse del vaso, invece che perpendicolare, si può verificare il doppio errore di un punto troppo prossimo, con passaggio incompleto attraverso la parete e scollamento dell'intima.

Passaggi irregolari: un'anastomosi con tutti i punti a diversa distanza dal margine determina un aspetto del lume interno a festoni, causando turbolenza del flusso e restringimenti. (Figg. 11-12)

Mancato affrontamento: (Fig. 13) quando il punto non affronta i due margini esattamente, si viene a creare un lembo nell'anastomosi a "orecchio di cane", che rimane beante causando sanguinamento all'apertura della *clamp*.



Figura 11. Passaggio del punto a due differenti distanze



Figura 12. La chiusura del nodo determina l'introflessione di uno dei due margini



Figura 13. Mancato affrontamento, in questa immagine chiaramente grossolano il punto alle ore 12 e chiuso sulle ore 6.



Fig 14. Twist dell'anastomosi con evidente restringimento del lume e riduzione del flusso. Vedere foto a colori a fondo testo

Se questo errore riguarda la maggioranza dei punti si determina la torsione del vaso nel punto dell'anastomosi. (Fig. 14)

Errata distribuzione dei punti: è generalmente il risultato di un'errata progettazione architettonica dell'anastomosi, con sezioni affollate di punti e altre carenti, il che comporta di solito un sanguinamento importante, che se non prontamente riparato può portare alla formazione di un trombo.

POST-ANASTOMOSI

Aprire la *clamp* in senso inverso, declampando prima il moncone prossimale in un'arteria, per esempio, può determinare un'elevata pressione sull'anastomosi tale da comportare un eccessivo sanguinamento.

Apertura parziale della *clamp*, determina il ristagno di sangue nel sito dell'anastomosi che comporterà inevitabilmente una trombosi.

Passare dei punti alla cieca. Dopo l'apertura delle *clamps* a volte capita di osservare un sanguinamento da un sito dell'anastomosi. Per esigui sanguinamenti a volte è sufficiente porre del grasso sottocutaneo attorno all'anastomosi o delle garze e ricontrollare dopo 5 min.

Nel caso di zampilli cospicui è assolutamente inutile accanirsi a comprimere e tamponare tale sanguinamento, molto probabilmente l'anastomosi richiede un ulteriore punto di sutura. È in tali circostanze che spesso si vede lo studente dare un punto "alla cieca", senza utilizzare il corretto ingrandimento né preparare il campo per visualizzarne appropriatamente l'origine. È sicuramente uno degli errori più frequenti che determinano una perdita della pervietà vascolare alla fine dell'anastomosi.

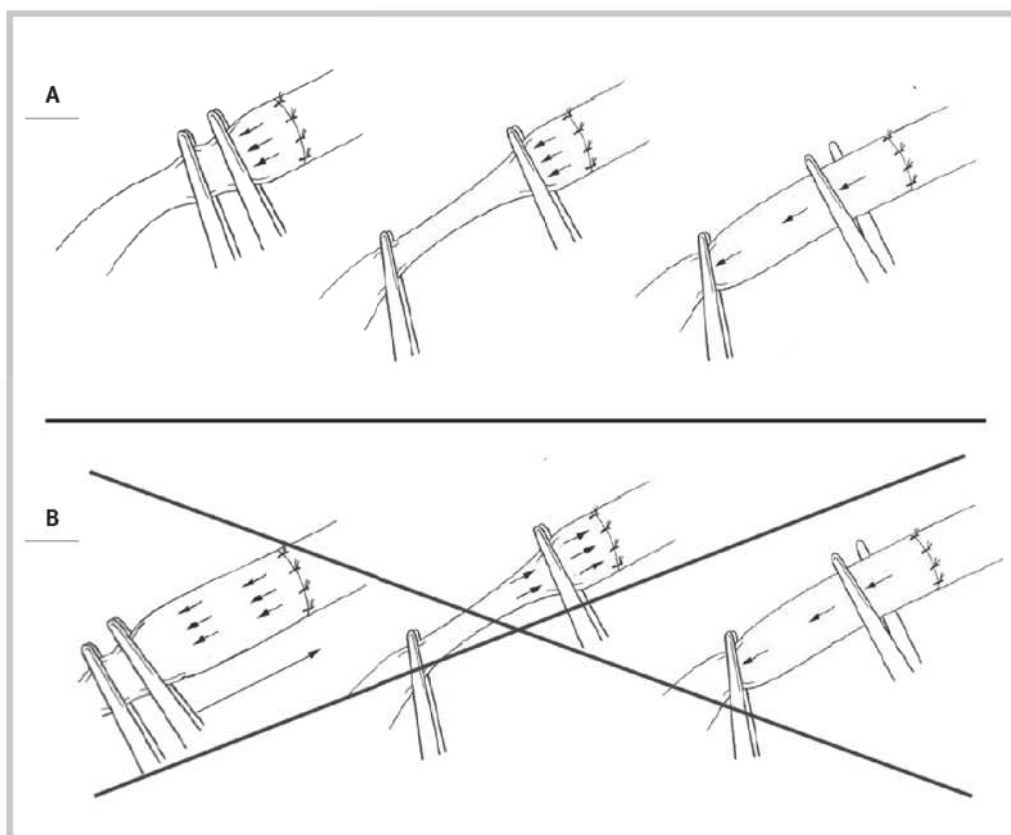


Figura 15. Prova di pervietà eseguita in maniera corretta (A), ed in maniera non corretta (B); il sangue non deve essere "spinto", svuotando il vaso, verso il sito di anastomosi.

FALSO PATENCY-TEST

Lo studente a volte può credere di avere effettuato un'anastomosi corretta eseguendo un test di pervietà in maniera scorretta come mostrato in figura 15 B: se si chiude il vaso con le due pinzette al di sotto dell'anastomosi e si svuota il vaso spingendo il sangue verso l'anastomosi, quindi si rilascia la pinza che ha svuotato il vaso si osserverà sempre la discesa del sangue (che si è spinto prossimalmente). Il test di pervietà va eseguito in maniera corretta come mostrato in figura 15A: le due pinzette si posizionano insieme a chiudere il vaso subito distalmente all'anastomosi; la pinzetta distale svuota il vaso, quindi viene aperta quella prossimale (il sangue che passa, in questo modo, arriva da prossimale alla sutura).

Si deve inoltre ricordare che un'anastomosi occlusa determina all'osservazione una pulsazione verticale prossimalmente all'anastomosi anziché la normale trasmissione dell'onda pulsante lungo tutto l'asse del vaso.

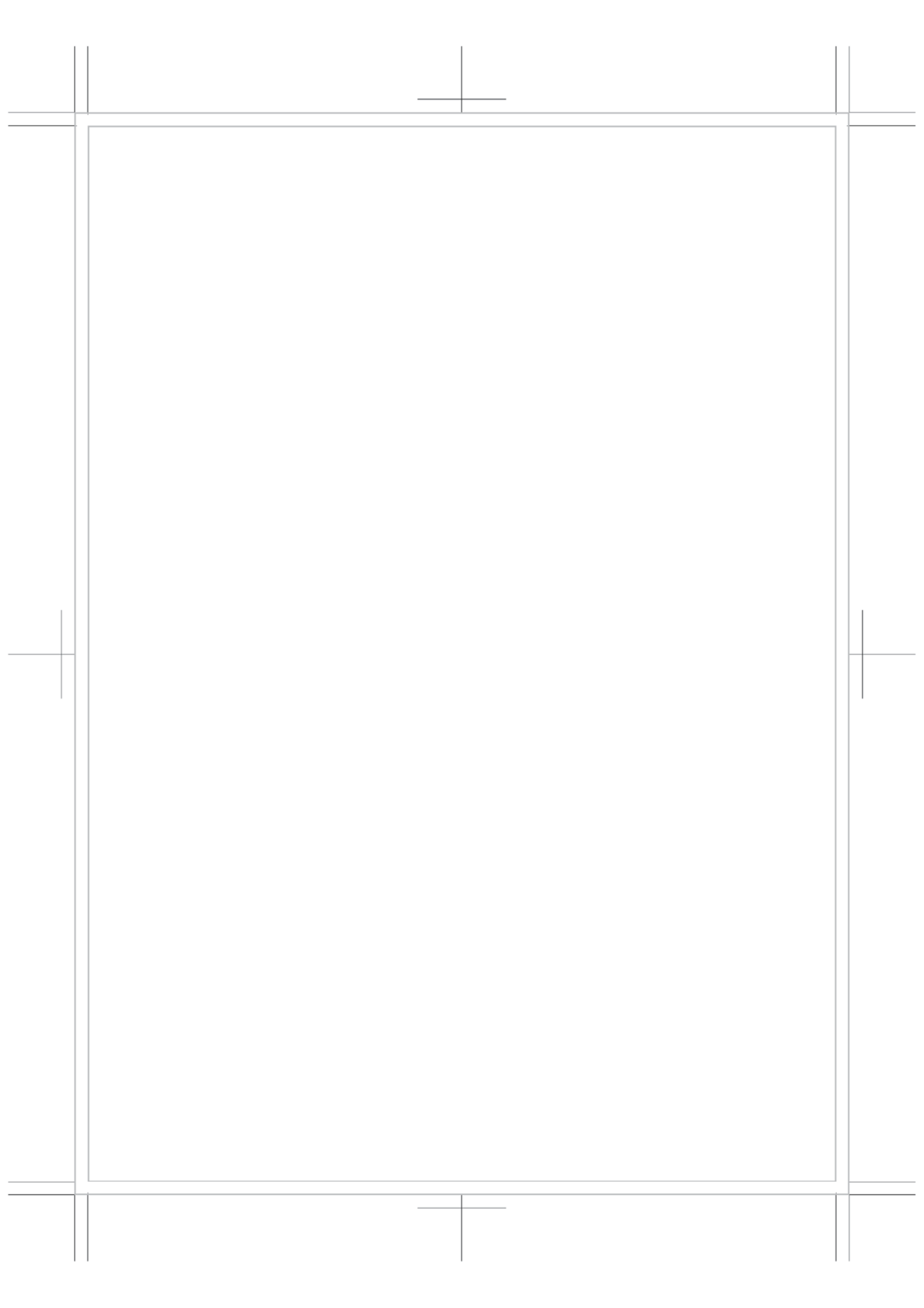
CONCLUSIONI

Nel momento in cui s'individua una difficoltà, è doveroso ricordarsi di **fermarsi**. Se per esempio lo studente è scomodo, o la visione non è nitida, oppure la presa della pinza insoddisfacente, deve fermarsi e provvedere.

Nel caso in cui le difficoltà siano fuori dalla sua portata, come un sanguinamento di una perforante che non riesce a riparare rendendo la visualizzazione del campo impossibile per la raccolta di sangue, bisogna cercare l'aiuto di un collega più esperto, così da risolvere il problema e ripartire.

Concludendo, vale bene ricordare la regola fondamentale: ***se qualcosa non funziona e non si è in grado di ripararla, non accanirsi, perché un errore conduce a un altro e l'accumularsi delle difficoltà genera un disastro.***

*Questo capitolo è stato redatto da
Gerardo Malzone e Marco Baronetti*



VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ MICROCHIRURGICA PRIMA DELL'IMPIEGO DI UN MODELLO VIVENTE

Il percorso formativo è di vitale importanza per il successo in microchirurgia. ⁽¹⁾

Secondo il principio che “la prima esperienza chirurgica non deve aver luogo in sala operatoria” ⁽²⁾ per ridurre al minimo il rischio di esposizione precoce al paziente da parte di un microchirurgo non esperto, la curva di apprendimento in microchirurgia dovrebbe iniziale su modelli alternativi quanto più attinenti alla situazione reale.

Per quanto il principio così ben conosciuto delle tre “R” (Replacement, Refining and Reduction) descritto da Burke e Russell sia stato presentato più di 50 anni fa, questo obiettivo non è ancora stato raggiunto.

Una componente importante ed al momento indispensabile della formazione di un microchirurgo passa dalla pratica su modello vivente come il ratto. Anche se è accettato che una parte di questo processo di formazione si svolga in tal modo, ci sono molte opportunità per cercare di ritardare questo momento il più possibile, assicurandosi che il microchirurgo raggiungerà questo passo solo quando la sua abilità tecnica sarà sufficiente a garantire un buon risultato.

Pertanto è necessario possedere uno strumento di misura che renda quantificabile il miglioramento delle competenze tecniche del tirocinante, per consentire un consapevole e graduale passaggio dall'utilizzo di modelli sintetici o ex-vivo a quello vivente.

Si sono svolti diversi studi in campo microchirurgico che hanno esaminato l'acquisizione di abilità.

In passato alcuni studi si sono concentrati principalmente sulla velocità di esecuzione; questi dimostravano che il tempo di completamento di una anastomosi era un'importante misura della performance microchirurgica. ⁽³⁻⁵⁾


Attualmente si ritiene che il tempo sia solamente un indicatore grezzo di abilità e che una procedura chirurgica possa essere eseguita rapidamente, ma non adeguatamente. ⁽⁶⁾

Da una recente review su “Journal of Surgical Education” ⁽⁷⁾ i metodi “University of Western Ontario Microsurgical Skills Acquisition/Assessment”, “Structured Assessment of Microsurgery Skills” e “Objective structured assessment of technical skills” si sono dimostrati strumenti validi ed affidabili di valutazione, utili nella pratica grazie alla loro facilità di applicazione e basso costo.

UNIVERSITY OF WESTERN ONTARIO MICROSURGICAL SKILLS ACQUISITION/ASSESSMENT (UWOMSA)⁽⁸⁾

Questo strumento comprende due scale a 5 punti (Figg. 1 e 2): una per il modulo “nodo” e l'altra per il modulo “anastomosi”. Entrambe le scale sono ulteriormente suddivise in 3 sottocategorie. Per il primo modulo queste includono: “qualità del nodo”, “efficienza” e “destrezza”. Per il modulo anastomosi invece “preparazione”, “sutura” e “risultato finale”.

University of Western Ontario
Microsurgical Skills Acquisition Instrument: UWOMSA



KNOT TYING MODULE

A. QUALITY OF KNOT

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Not square Loose Cut ends too long/short | Partially square Somewhat loose Cut ends OK length | | | Square Snug Cut ends proper length |

B. EFFICIENCY

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Many wasted moves Regrasps multiple times Does not pull needle out of field | Some wasted moves Regrasps occasionally Sometimes pulls needle out of field | | | No wasted moves Grasps once only Always pulls out of field |

C. HANDLING

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Multiple passes Grasps tip of needle Does not bolster Pulls needle out not on the curve | A few passes Sometimes grasps the tip Sometimes bolsters Sometimes pulls needle out on the curve | | | Single pass Never grasps the tip Always bolsters Always pulls needle out on the curve |

Figura 1

In tutte le sottocategorie sono forniti 3 livelli descrittivi di punteggio 1, 3 e 5 per aumentare l'obiettività quando si assegna il punteggio stesso. Ad esempio per la sottocategoria preparazione, un punteggio di 1 corrisponde ad "assenza del background, vaso non ben posizionato nell'approssimatore, dilatazione vasale non eseguita, nessuna asportazione dell'avventizia", un punteggio di 3 corrisponde a "dilatazione approssimativa, eccessiva/insufficiente asportazione dell'avventizia" e un punteggio di 5 corrisponde a "background posizionato, approssimatore correttamente applicato, dilatazione vasale e rimozione dell'avventizia appropriate".

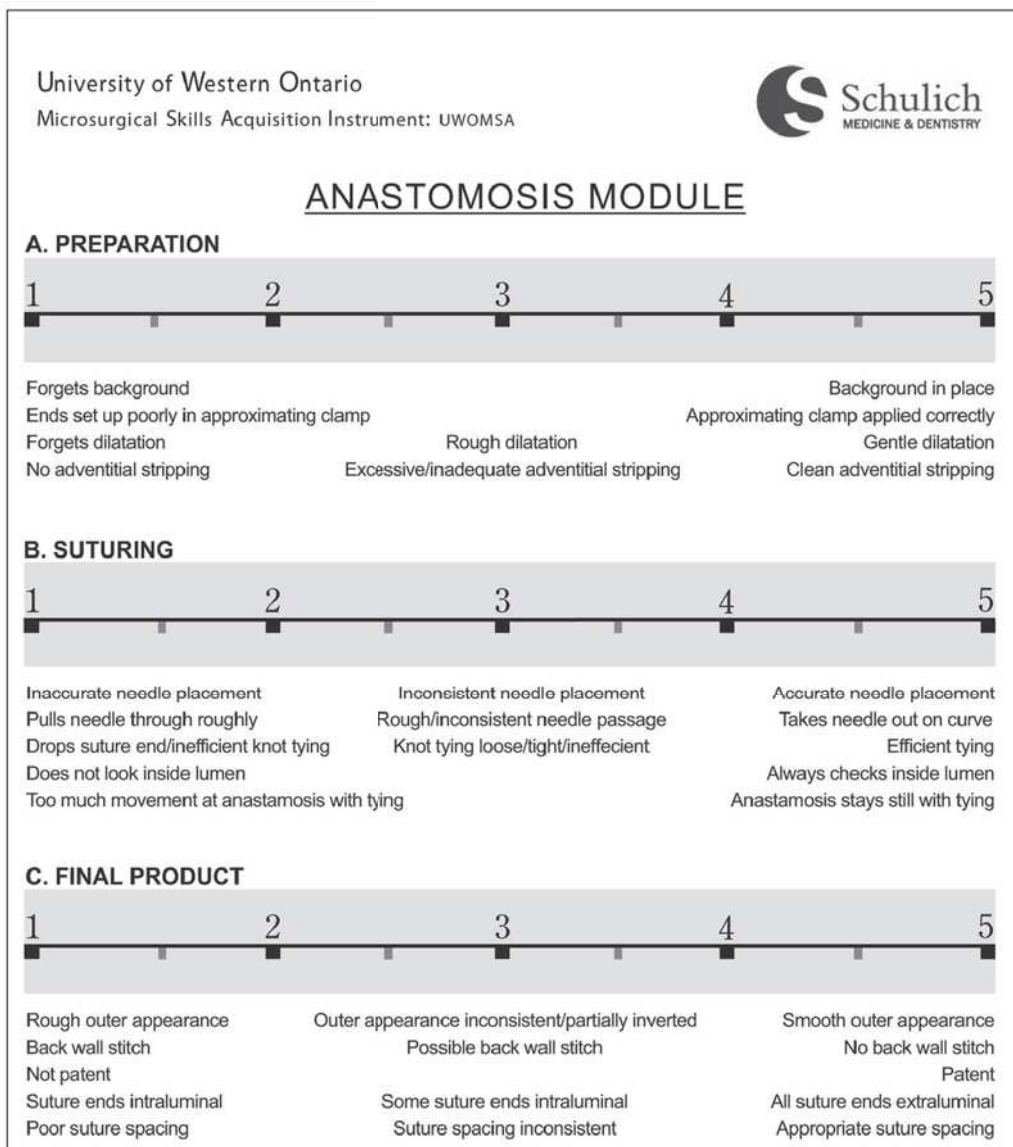


Figura 2

STRUCTURED ASSESSMENT OF MICROSURGERY SKILLS (SAMS) ⁽⁹⁾

La metodologia SAMS contiene tre valutazioni (modified Global Rating Scale, lista di errori e valutazione totale) ed una casella a testo libero per commenti aggiuntivi (Fig. 3).

Il GRS modificato è costituito da 12 elementi, raggruppati in quattro principali aree di competenza microchirurgica: destrezza, capacità visuo-spaziale, fluidità operativa e giudizio critico.

Ogni area principale di competenze microchirurgiche è ulteriormente suddivisa in tre componenti tecnici:

- Destrezza (stabilità, manipolazione degli strumenti, manipolazione dei tessuti)
- Abilità visuo-spaziale (dissezione, sutura, esecuzione del nodo)
- Fluidità operativa (continuità, movimento, velocità)
- Giudizio critico (irrigazione, test di pervietà, controllo del sanguinamento)

La destrezza è un prerequisito di base per essere in grado di approcciare una procedura microchirurgica.

La stabilità, la manipolazione degli strumenti e dei tessuti riguardano l'ambito della destrezza. Stabilità, che è essenzialmente il controllo del tremore, è un prerequisito per gestire agevolmente gli strumenti microchirurgici. L'utilizzo di questi ultimi può essere difficile ed impacciato se questi vengono impropriamente maneggiati. L'abile manipolazione dei tessuti è importante per ridurre al minimo i danni e per evitare il rischio di trombosi vasale.

L'abilità visuo-spaziale è indispensabile nella dissezione dei vasi, nella sutura e nel serraggio del nodo. Il posizionamento e la corretta spaziatura delle suture richiedono consapevolezza visuo-spaziale per evitare suture transfisse della parete del vaso.

La fluidità operativa riguarda l'intera procedura di completamento di un'anastomosi efficiente. Molti fattori ne sono determinanti; la conoscenza ed il controllo dei passaggi è importante nel progresso della procedura, un chirurgo esperto è efficiente in ogni singolo movimento e questo determina una maggiore velocità di esecuzione.

La capacità di giudizio critico dimostra la qualità di riconoscere, prevenire e gestire le complicanze; serve per capire quando è necessario irrigare, nell'adempimento di una corretta prova di pervietà e nel controllo di un eventuale sanguinamento. L'irrigazione può aiutare la distensione del lume e previe-

| | | | | | | |
|---|---------------------|---|---|---|---|--|
| Trainee: | | Assessor: | | | | |
| Operation + date : | | | | | | |
| Anastomosis technique: triangulation / backwall / other: | | | | | | |
| Please tick level (scale 1-5) | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Dexterity | Steadiness | Frequent exhibition of tremor | | Occasionally signs of tremor | | Fluid movements and obvious control of movements |
| | Instrument handling | Repeatedly tentative awkward moves through inappropriate use | | Competent use, but occasionally stiff/awkward | | Fluid movements with no stiffness or awkwardness |
| | Tissue handling | Frequently unnecessary force on tissue/ damage caused | | Careful, but occasionally inadvertent damage | | Consistently appropriate handling with minimal damage |
| Visuo-spatial ability | Dissection | Frequently uncontrolled grasping of tissue or readjustment of view required | | Correct use of instruments at right angle, but occasional uncontrolled grasping/ view disturbance | | Efficient use of instruments with vessel ends clearly prepared |
| | Suture placement | Frequently lost sutures & uneven placement | | Occasionally uneven sutures placement | | Consistent delicately placed sutures with adequate spaces |
| | Knot technique | Insecure knots/ frequent thread in knots | | Secure knots, but occasionally awkward movement | | Consistent secure knots placed effortlessly |
| Operative flow | Steps | Frequently stopped and unsure of next move | | Reasonable progression of procedure | | Obvious logically planned course of operation with effortless flow from one move to next |
| | Motion | Many unnecessary or repetitive moves | | Efficient, but some unnecessary moves | | Economy of movement and maximum efficiency |
| | Speed | Excessive time used for each step due to insufficient dexterity | | Efficient time, but some unnecessary/ repetitive moves | | Excellent speed and superior dexterity without awkward moves |
| Judgement | Irrigation | Poor use of irrigation, frequently desiccated vessels | | Fair use of irrigation, but occasionally too wet interfering operative flow | | Appropriate use of irrigation |
| | Patency test | Unsure of result of Acland test with possible thrombosed patency | | Correct clamp removal, but repeatedly using Acland test | | Appropriate sequence and time of patency test with confidence of unimpeded flow |
| | Bleeding control | No check for uncompleted anastomosis before clamp removal | | Anastomosis checked but requires sutures for anastomotic leak | | Places extra sutures as appropriate before clamp removal |

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| Errors list: [please tick if observed] | | |
| Planning | Inappropriate operative field | |
| | Inappropriate vessel set up | |
| | Focus lost | |
| | Loss of central view | |
| Dexterity | Vessel clamp re-application | |
| | Broken sutures/needle off suture | |
| | Wrong grasp / damage tissue | |
| | Opposite wall caught | |
| | Vessel tear | |
| | Thread in knot | |
| Visuospatial ability | Insufficient vessel preparation | |
| | Empty grasp | |
| | Unequal stitch bites | |
| | Suture pulled through | |
| | Suture cut through | |
| | Loose knot | |
| Operative flow | Re-do suture | |
| | Inappropriate magnification | |
| | Inadequate loop length | |
| Judgement | Vessel dessication | |
| | 'pooling' | |
| | Anastomotic leak - extra sutures | |
| | 'crushing' patency test | |
| | Excessive sutures | |
| | Impeded flow - re-do anastomosis | |

| | | | | | |
|------------------|--|--|--|--|--|
| Comments: | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|--------|-------------------|--------------|------------|-----------|
| Overall performance: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | bad | borderline | satisfactory | good | excellent |
| Indicative skill for next performance: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | novice | advanced beginner | competent | proficient | expert |

Figura 3

ne l'essiccamento dei tessuti, ma un uso eccessivo può rendere difficoltosa la realizzazione della sutura.

Il test pervietà deve essere fatto con delicatezza per evitare danni all'intima. Una sutura adeguatamente eseguita permette di evitare perdite ematiche dall'anastomosi mentre eventuali punti di sutura aggiuntivi, se sapientemente collocati, permettono di controllare un'eventuale sanguinamento dall'anastomosi stessa e pertanto la necessità di posizionarli non è considerata un errore tecnico.

La lista di errori è utilizzata per evidenziare sbagli come ad esempio un utilizzo di ingrandimento inadeguato, una quantità eccessiva di punti di sutura od una essiccazione dei vasi. È importante che gli errori non vengano perpetuati, in particolare nell'ottica di ridurre quanto più possibile i tempi di formazione.

La casella dei commenti fornisce un'ulteriore possibilità per annotare errori o commentare particolari difficoltà e circostanze del procedimento.

La valutazione totale è ottenuta utilizzando una scala a 5 punti, fornisce un giudizio della performance ed una indicazione del livello di competenze raggiunte. La scala è derivata dal modello Dreyfus di acquisizione di competenze, che identifica ad ogni fase quali capacità l'individuo abbia acquisito e quale sia l'abilità di ordine superiore che è quindi da raggiungere. Il modello è stato adattato per descrivere cinque livelli di competenza in ambito clinico.⁽¹⁰⁾

OBJECTIVE STRUCTURED ASSESSMENT OF TECHNICAL SKILLS (OSATS) MODIFICATO⁽¹⁰⁾

Valuta il rispetto per i tessuti trattati, l'efficienza dei movimenti, la manipolazione e la conoscenza degli strumenti, la fluidità nel movimento e la conoscenza della procedura specifica. Il punteggio massimo raggiungibile è 30 (Fig. 4).

Ogni categoria è valutata utilizzando una scala da 1 a 5, con descrizioni dettagliate per i punteggi 1, 3 e 5 per aumentare l'obiettività dello score.

Ad esempio per l'efficienza dei movimenti, un punteggio di 1 corrisponde a "molti movimenti inutili", un punteggio di 3 corrisponde a "efficiente rapporto tempo/movimento ma alcuni movimenti non necessari", e un punteggio di 5 corrisponde a "economia di movimento e massima efficienza".

| Parameter | Score description | | | | |
|---------------------------------|--|--|---|---|--|
| Respect for tissue | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Frequently used unnecessary force on tissue or caused damage by inappropriate use of instruments | Careful handling of tissue but occasionally causes inadvertent damage | | | Consistently handled tissues appropriately with minimal damage |
| Time and motion | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Many unnecessary moves | Efficient time/motion but some unnecessary moves | | | Economy of movement and maximum efficiency |
| Instrument handling | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Repeatedly makes tentatively or awkward movements with instruments | Competent use of instruments although occasionally appeared stiff and awkward | | | Fluid moves with instruments and no awkwardness |
| Knowledge of instruments | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Frequently used inappropriate instruments | Knew the name of most instruments and used appropriate one for the task | | | Obviously familiar with instruments required and knew their names |
| Flow of operation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Frequently stopped operating or needed to discuss next move | Demonstrated ability for forward planning with steady progression of operative procedure | | | Obviously planned course of operation with effortless flow from one move to the next |
| Knowledge of specific procedure | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Deficient knowledge. Needed specific instruction at most operative steps | Knew all important aspects of the operation | | | Demonstrated familiarity with all aspects of the operation |

Figura 4

QUEEN MARY UNIVERSITY LONDON MICROSURGERY GLOBAL RATING SCALE ⁽¹¹⁾

Questo score di valutazione rielabora e comprende nel complesso tutte le scale di valutazione più utilizzate, esaminando in dettaglio i passaggi e le procedure microchirurgiche dalla preparazione del campo operatorio alla prova finale di pervietà del vaso anastomizzato; i punteggi assegnati sono da 1 a 5 con descrizione dettagliata dei valori 1, 3 e 5 per una maggiore obiettività di valutazione, ed è previsto un punteggio pari a 0 se viene commesso l'errore/i segnalato/i nell'apposita colonna (Figg. 5 e 6).

I passaggi considerati sono: preparazione del campo operatorio, destrezza e manipolazione degli strumenti, gestione dell'ago, dei tessuti e della sutura, flusso operativo e qualità del prodotto finale, quest'ultimo inteso sia come successo del test di pervietà che come qualità della sutura esaminata dall'interno del lume vasale. Per ciascun passaggio sono previste una o più procedure determinanti il punteggio da assegnare, per un totale di 20 procedure soggette a valutazione.

Nella pratica risulta sicuramente di più immediata utilità il GRS a 8 punti che esamina la tempistica ed i movimenti, la gestione degli strumenti, del filo di sutura e dei tessuti, le capacità tecniche, il flusso operativo ed il risultato finale dell'intera procedura. In questo caso i punteggi assegnati sono da 1 a 5 (non è previsto un punteggio 0) per ogni sottocategoria (Fig. 7).

CONCLUSIONI

Come il lettore può evincere da questa breve trattazione, non esiste attualmente in letteratura un metodo di valutazione universalmente riconosciuto; riteniamo che questi sistemi elencati siano quelli più utili e di immediato utilizzo nella pratica durante il training microchirurgico, sia da parte dell'esaminatore che da parte del discente. Qualunque sia il modello che si voglia prendere in considerazione, reputiamo che, soprattutto il discente, lo debba tenere a mente durante tutto il percorso formativo come linea guida affinché l'adempimento pedissequo di ogni singolo aspetto lo porti ad un outcome globale positivo nell'esecuzione della microanastomosi.

*Questo capitolo è stato redatto da
Sara Penco, Alberto Grammatica, Alessandro Pozzi*

QUEEN MARY UNIVERSITY LONDON MICROSURGERY GLOBAL RATING SCALE

NOME ALLIEVO

DATA

| STEP | Sequenza | Procedura | Errori (se si verifica uno dei seguenti il punteggio attribuito sarà 0) | Punteggio | | | TOTALE | NOTE |
|-------------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--------|------|
| | | | | 1 | 3 | 5 | | |
| Preparazione del campo operatorio | S1 | Preparazione e organizzazione del campo operatorio | Inizia senza adeguato allestimento del campo operatorio, campo ostruito o disordinato. No sfondo | Perdita di visione centrale. Sfondo mal posizionato | Campo operatorio adeguatamente preparato, sfondo adeguato, non riorganizzazione del campo durante la procedura (non rimuove i fili tagliati) | Continua ottimizzazione organizzazione del campo operatorio | | |
| | S2 | Impugnatura dello strumento e tremore | tremore persistente | Corretto uso degli strumenti, ma tremore frequente | Corretta impugnatura degli strumenti, mani non stabili, tremore occasionale | gestione corretta e sicura degli strumenti con minimo tremore | | |
| | S3 | Tecnica di raccolta e montaggio dell'ago | tentativo di Impugnare l'ago con le dita O impugnare l'ago con 2 strumenti contemporaneamente O montare l'ago oltre il terzo medio | insegue l'ago nel campo operatorio, tentavi infruttuosi di raccogliere l'ago direttamente con il porta aghi O >5tentativi di raccogliere e montare l'ago | gestisce correttamente la raccolta dell'ago e lo monta nella mano dominante in 2-5 tentativi | raccolge l'ago con le pinze con mano non dominante e lo monta correttamente nel porta aghi in 1 tentativo | | |
| Destrezza/tenuta dello strumento | S4 | Angolo dell'ago nel porta aghi (piano orizzontale e verticale) | posizionamento non corretto sul piano verticale (punta in basso) o su quello orizzontale (angolo troppo acuto o ottuso) per più di 5 tentativi | posizione corretta dell'ago e buona direzione in 4-5 tentativi | direzione e posizione dell'ago corretta in 2-3 tentativi O l'ago è diretto verso l'alto durante il tragitto | posizione e direzione corretta dell'ago al primo tentativo: ago orizzontale lungo la traiettoria. Angolo corretto rispetto ai rebbi del portaghi | | |
| | S5 | Angolo di ingresso dell'ago nella parete vascolare | incapacità nell'inserire l'ago nella parete vascolare, caduta dell'ago o passaggio eccessivamente cruento attraverso la parete | avvicina la parete vascolare con un angolo troppo acuto | Occasionalmente avvicina la parete del vaso con un angolo troppo acuto | passa l'ago perpendicolarmente e al vaso con contropressione | | |
| | S6 | Passaggio dell'ago nella parete | tutti i tentativi effettuati sono senza contropressione | 5 o più tentativi di inserzione dell'ago/uso della contropressione saltuaria | 2-4 tentativi/utilizzo adeguato della contropressione | contropressione efficace al primo tentativo | | |
| | S7 | Guida dell'ago | lesione della parete vascolare | spinge l'ago attraverso una linea retta senza seguire la curvatura dell'ago O spinge la sutura verso l'alto senza usare una pinza o la contropressione | segue la curva dell'ago ma esegue il passaggio attraverso la parete senza contropressione | segue la curvatura dell'ago E esegue un passaggio parallelo alla direzione del vaso mentre usa l'altro strumento per contropressione | | |
| Gestione dell'ago durante la sutura | S8 | Danneggiamento dell'ago | rottura dell'apice dell'ago o del corpo | afferra la punta dell'ago | ago piegato o appiattito | no danni o piegature dell'apice dell'ago | | |
| | S9 | Manipolazione del vaso | lacerazione della parete vascolare durante la sutura | lesione dei margini vascolari O brusca o eccessiva dilatazione vascolare | Gestione dei tessuti con attenzione MA afferra i margini del vaso | non lesiona i margini del vaso, gestisce i margini dall'interno del lume mediante contropressione o attraverso l'avventizia | | |
| | S10 | Sutura | distorsione del vaso a termine della sutura per distanza diseguale tra ingresso e uscita del filo e tensione del nodo | affrontamento dei tessuti non eguale alla opposizione dei margini E tra i punti senza distorsione vascolare | occasionalmente rimane troppo largo o troppo stretto nell'opporre i margini O spazio ineguale tra i punti | inserzione e uscita ago perfetti: distanza dal bordo pari a 2-3 volte lo spessore dell'ago con spazio adeguato tra i punti | | |

Figura 5

| STEP | Sequenza | Procedura | Error (se si verifica uno dei seguenti il punteggio attribuito sarà 0) | Punteggio | | | TOTALE | NOTE |
|--|----------|---|--|--|---|--|--------|------|
| | | | | 1 | 3 | 5 | | |
| Gestione della sutura | S11 | Danneggiamento della sutura | rottura della sutura | piegamento della sutura | punti troppo stretti o spiralizzazione dei capi del punto | no danno | | |
| | S12 | Nodo in 4 passaggi: prendere, girare, prendere, stringere | Esecuzione del loop non libera, ripetuto slittamento del loop dallo strumento | loop o margini liberi troppo lunghi O troppo corti per stretta non ottimale del nodo O nodi ingarbugliati con eccessiva tensione superficiale | preparazione ed esecuzione della sutura ottima, ma non riesce a dare il nodo in 4 movimenti fluidi | campo adeguato, esecuzione ottima del loop, nodo efficace in 4 movimenti fluidi. | | |
| | S13 | Tenuta del nodo e quadratura | MAI nodi piani | non esegue nodi piani O nodi sono troppo lassi o troppo stretti | nodi piani, ma margini leggermente evertiti verso l'esterno | nodi piani, tensione perfetta con margini appena accostati | | |
| Flusso operativo | S14 | Uso dell'ingrandimento | non cambia ingrandimento | a volte usa ingrandimento diverso | modifica l'ingrandimento in modo non significativo O tende a utilizzare lo stesso ingrandimento per l'inserzione dell'ago e l'esecuzione del nodo | Uso del massimo ingrandimento per passaggio dell'ago e gestione dei tessuti, minimo ingrandimento per gestire i punti ed eseguire il nodo. | | |
| | S15 | Preparazione del vaso per l'anastomosi | Non esegue una adeguata avventiziectomia. Estremità dei vasi >1mm. Approssimatore posizionale in modo non adeguato. | avventiziectomia incompleta. Manipolazione rozza del vaso una volta applicato l'approssimatore. Approssimazione dei margini con sovrapposizione. | Tenta di avvicinare i margini del vaso a 1mm tra loro, approssimatore correttamente posizionato, ma esegue uno stripping avventiziale eccessivo | dilatazione delicata del vaso, avventiziectomia adeguata, estremità da suturare approssimate a 1mm, perfetto posizionamento della clamp | | |
| | S16 | Flusso operativo | Non completamento del lavoro O lunghe pause tra le fasi del lavoro con movimenti stentati O non controlla la presenza di punti trasfissi | Completa la procedura, ma non controlla la presenza di punti trasfissi | esegue le manovre in modo o troppo frettoloso o troppo lento rispetto al ritmo ideale | non si interrompe, conosce bene gli step E controlla sempre punti trasfissi | | |
| | S17 | Irrigazione | No irrigazione dei tessuti. I tessuti sono secchi. | campo operatorio allagato (fluido in eccesso) | uso occasionale dell'irrigazione dei tessuti | uso dell'irrigazione adeguato e appropriato | | |
| | S18 | Tempo per anastomosi (fino a 10 punti) | >60min | <= 60min | <= 40min | <= 20min | | |
| Qualità del prodotto finale | S19 | Qualità dell'anastomosi | Inaccettabile: punti troppo lassi, va in pezzi O evidenti segni di lesione vascolare O significativa distorsione vascolare | Scarsa: punti non ben eseguiti e spazio molto irregolare tra loro, no distorsione vascolare | Accettabile: punti spazati ma disordinati/trasandati (margini non paralleli o punti attraverso il lume) | Eccellente: punti equamente spazati, code corte, margini vascolari perfettamente opposti e no distorsioni | | |
| | S20 | Pervietà* | Non pervia O punti trasfissi O coaguli | | | Pervia | | |
| **Il punteggio si sa dipende da 100. Se non c'è pervietà verrà attribuito il punteggio 0. *In modelli biologici | | | | PUNTEGGIO TOTALE | | | | |
| Qualità del Prodotto finale | S 19 | Valutazione interna dell'anastomosi | Inaccettabile: Punti mal disposti, trasfissioni, code che aggettano nel lume, flap intimali | Scarsa : molti errori e disordine strutturale | Accettabile: non rispettata la linea verticale, alcuni errori, nel complesso discreto | Eccellente: punti ben distribuiti, rispetto della linea verticale, non errori, regolarità nella successione | | |

Figura 6. Global Rating Scale e variazione al punto 19 della Società Italiana di Microchirurgia con valutazione della qualità della sutura all'interno del vaso

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| <u>TEMPO E MOBILITÀ</u> | Molti movimenti inutili, confusione nell'organizzazione, tempi lunghi | | Tempo adeguato, ma ancora molti movimenti | | Movimenti minimi e massima efficienza |
| <u>GESTIONE STRUMENTI</u> | Plurimi tentativi infruttuosi di raccogliere gli strumenti | | Uso adeguato degli strumenti, ma a tratti rigido | | Movimento fluido |
| <u>GESTIONE FILO-AGO-APPROSSIMATORE</u> | Frequente perdita, danno o rottura del filo, approssimatore "storto" | | Occasionale perdita, danno o rottura del filo | | Gestione continua e accurata del filo, corretto utilizzo |
| <u>GESTIONE TESSUTI e DISSEZIONE</u> | Impiega forza eccessiva nella gestione dei tessuti, danno dei tessuti – dissezione inadeguata | | Gestione accurata dei tessuti con danni saltuari | | Gestione accurata con danno minimo, dissezione pulita |
| <u>CAPACITÀ TECNICHE (ANASTOMOSI)</u> | Punti mal disposti e inadeguato uso di irrigazione | | Sufficiente distribuzione dei punti e uso non adeguato di irrigazione | | Punti ben disposti e irrigazione adeguata |
| <u>FLUSSO OPERATIVO</u> | Interruzioni frequenti e insicurezza nel gesto | | Progressione adeguata della flusso operativo, pianificazione | | Movimenti e pianificazione fluida del flusso operativo |
| <u>PROVA PERVIETA'</u> | Non pervio | | | | Pervia |
| <u>VALUTAZIONE STURA INTERNA</u> | Punti mal disposti, trasfissioni, code all'interno, flap intimali, etc | | Saltuari errori ma nel complesso discreta successione e dei punti | | Equidistanza punti senza interruzioni della linea di sutura |

Figura 7

LETTURE CONSIGLIATE

1. Blackwell KE, Brown MT, Gonzalez D. Overcoming the learning curve in microvascular head and neck reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 123:1332-1381.
2. Donaghy RMP. Practice for perfection. *J Microsurg* 1979; 1:181
3. Cremers SL, Ciolino JB, Ferrufino-Ponce ZK, Henderson BA. Objective assessment of skills in intraocular surgery (OASIS). *Ophthalmology* 2005; 112:1236-1241.
4. Cremers SL, Lora AN, Ferrufino-Ponce ZK. Global rating assessment of skills in intraocular surgery (GRASIS). *Ophthalmology* 2005; 112:1655-1660.
5. Ezra DG, Aggarwal R, Michel Michaelides M, Okhrami N, Verma S, Benjamin L, Bloom P, Darzi A, Sullivan P. Skills acquisition and assessment after a microsurgical skills course for ophthalmology residents. *Ophthalmology* 2009; 116:257-262.
6. (+) Nugent E, Joyce C, Perez-Abadia G, et al. Factors influencing microsurgical skill acquisition during a dedicated training course. *Microsurgery*. 2012; 32 (8):649-656.
7. Danielle Dumestre, MD, Justin K. Yeung, MD, Claire Temple-Oberle, MD Evidence-Based Microsurgical Skills Acquisition Series Part 2: Validated Assessment Instruments - A Systematic Review. *Journal of Surgical Education*; Volume 72, Issue 1, January-February 2015, Pages 80-89
8. Temple CL, Ross DC. A new validated instrument to evaluate competency in microsurgery: the University of Western Ontario Microsurgical Skills Acquisition/Assessment instrument. *Plast ReconstrSurg*. 2011; 127(1):215-222.
9. Chan WY, Niranjan N, Ramakrishnan V. Structured assessment of microsurgery skills in the clinical setting. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2010, Aug; 63(8): 1329-1334.
10. Dreyfus SE, Dreyfus HL. A five-stage model of the mental activities involved in direct skill acquisition. United States Air Force Office of Scientific Research (F49620-79-C-0063), University of California at Berkeley; 1980.
11. Ghanem AM, Hachach-Haram N, Leung CC, Myers SR. A systematic review of evidence for education and training interventions in microsurgery. *Arch Plast Surg*. 2013 Jul; 40(4):312-9. doi: 10.5999/aps.2013.40.4.312. Epub 2013 Jul 17.