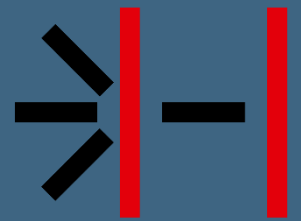


59.

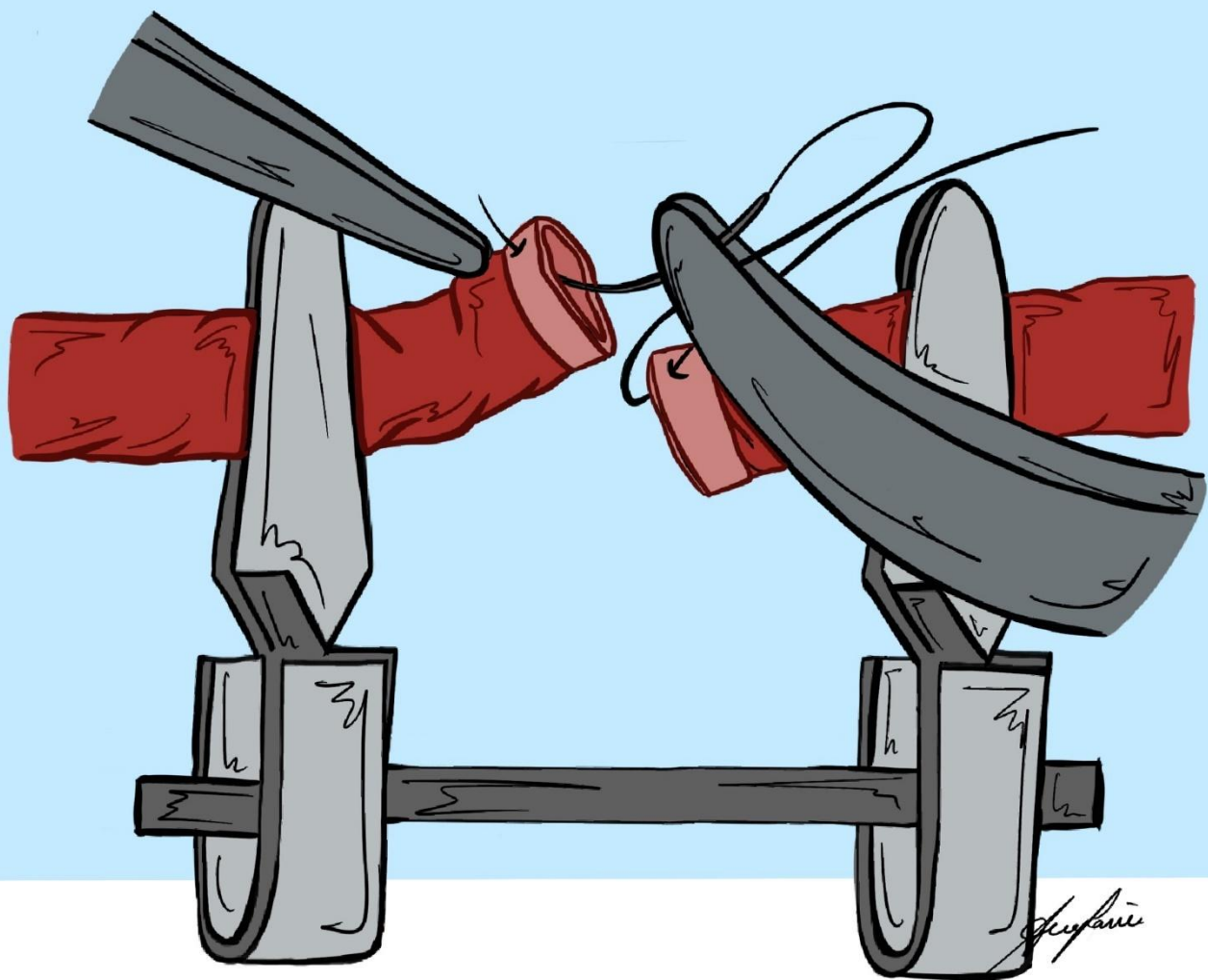
Mikrochirurgischer Basiskurs

24. bis 28.08.2026



Prof. Dirk J. Schaefer
Chefarzt Plastische, Rekonstruktive,
Ästhetische & Handchirurgie

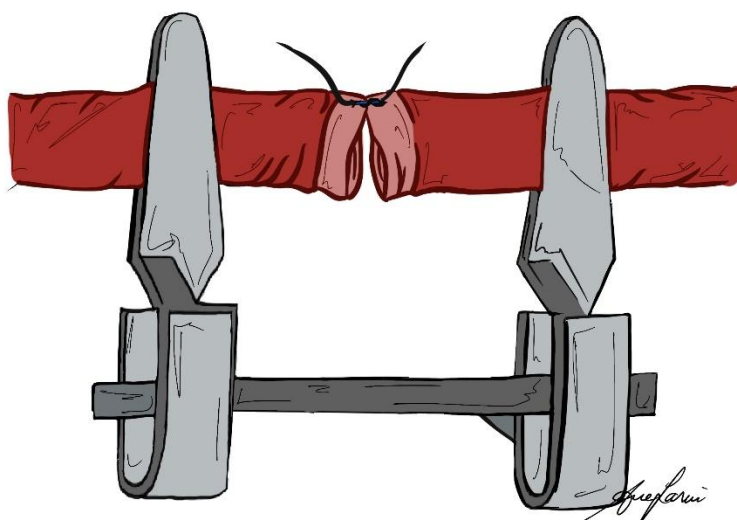
Dr. Alexandre Kämpfen
Plastische, Rekonstruktive, Ästhetische &
Handchirurgie



Inhaltsverzeichnis

1. Organisation	4
1.1. Kursprogramm	4
1.2. Team.....	6
1.3. Kontakt Kurssekretariat	7
1.4. Kurskonzept.....	8
1.5. Kursakkreditierung.....	9
1.6. Sponsoren	9
2. Praktischer Teil.....	10
2.1. Mikroskop	10
2.1.1. Aufbau eines Mikroskops	10
2.1.2. Versuchsplatz	10
2.1.3. Dioptriekorrektur am OP-Mikroskop	11
2.2. Instrumentarium.....	12
2.3. Nahtmaterial und Nadelarten.....	12
2.3.1. Nadelarten	12
2.3.2. Nadelnomenklatur.....	13
2.4. Handhabung der Instrumente	14
2.5. ÜBUNG: Latexnaht.....	15
2.6. Gefässanastomose.....	16
2.6.1. Repetition der Gefässanatomie	16
2.6.2. Nadelführung - DOs and DON'Ts am Gefäss	17
2.6.3. Anwendung von Gefässklemmen.....	18
2.6.4. Der mikrochirurgische Knoten	19
2.6.5. Stichfolge der Anastomose.....	21
2.6.1. Gefässvorbereitung	22
2.6.2. Anastomosennaht.....	23
2.6.3. Qualitätskontrolle der Anastomose.....	26
2.6.4. Veneninterposition	27
2.6.5. Problem Kalibersprung	27
2.6.6. End-zu-Seit-Anastomose.....	28
2.1. ÜBUNG: Gefässanastomosen.....	29
2.2. Nervennaht	30
2.2.1. Nahtmöglichkeiten Nerv.....	31
2.3. ÜBUNG: Nervennaht	32

3. Theoretischer Teil.....	32
3.1. Geschichte der Mikrochirurgie.....	32
3.2. Anatomische Grundlagen	34
3.2.1. Mikrozirkulation und Gefäßversorgung der Gewebe	29
3.2.2. Anatomie des Nerven	36
3.3. Nervenverletzungen	37
3.4. Replantationen	38
3.4.1. Mangled Extremity Severity Score (MESS).....	38
3.5. Klinische Anwendungsbereiche der Mikrochirurgie.....	39
3.6. Plastische mikrochirurgische Rekonstruktion.....	40
3.7. Mikrochirurgische Rekonstruktionen im Kopf- Halsbereich	41
3.8. Mikrochirurgie in der HNO	42
3.9. Mikrochirurgie in der Neurochirurgie	43
3.10. Mikrochirurgie in der Urologie.....	44
4. Weiterbildung / Ausbildung	45
4.1. Tierexperimentelle Weiterbildung im Labor	45
5. Referenzen.....	46
5.1. Internetressourcen.....	46
5.2. Literatur.....	46



1. Organisation

1.1 Kursprogramm

PRAXIS
VORTRÄGE

Skills Lab Allschwil
Skills Lab Allschwil

PD Dr. A. Kämpfen
siehe Referenten

GRUPPE A

Montag

24. August

10.00 - 10.10
10.10 - 10.30

OP-Mikroskope
Mikroinstrumente
Hr. M. Spingler Geschäftsführer S&T

10.30 - 13.00

Mikronahtübungen

13.00 - 13.15

Begrüssung
Prof. Dr. D.J. Schaefer

13.15 - 14.15

Mikrochirurgische Rekonstruktionen in der
Plastischen Chirurgie
Prof. Dr. M. Haug

Dienstag

25. August

10.00 - 13.00

Gefässanastomosen End-zu-End
Kalibersprung

13.00 - 13.15

Mikrochirurgische Ausbildung
& Anwendungsmöglichkeiten
PD Dr. A. Kämpfen

13.15 - 13.45

Mikrochirurgie in der Urologie
Dr. N. Ebinger Mundorff

Mittwoch

26. August

10.00 - 13.00

Gefässanastomosen End-zu-Seit
Tipps und Tricks

13.00 - 13.30

Mikrochirurgie in der Neurochirurgie
Dr. M. Röthlisberger

13.30 - 14.00

Mikrochirurgische Rekonstruktionen im
Kopf-Hals- Bereich
Prof. Dr. C. Jaquière

Donnerstag

27. August

10.00 - 13.00

Prüfungsaufgabe: Gefäss Bypass

13.00 - 13.45

The Concept of Perforator Flaps
PD Dr. T. Ismail

Freitag

28. August

10.00 - 11.45
11.45 - 12.00

Nervennahtübungen
Weiterbildungsmöglichkeiten im Labor

12.00 - 12.30

Mikrochirurgie peripherer Nerven
Dr. A. Gohritz

12.30 - 13.00

Handchirurgie, Replantationen
PD Dr. A. Kämpfen

13.00 - 14.00

Mikrochirurgiekurs-Zertifikat
Abschluss-Apéro

**PRAXIS
VORTRÄGE****Skills Lab Allschwil
Skills Lab Allschwil****PD Dr. A. Kämpfen
siehe Referenten****GRUPPE B****Montag****24. August****13.00 - 13.15****Begrüssung***Prof. Dr. D.J. Schaefer***13.15 - 14.15****Mikrochirurgische Rekonstruktionen in der
Plastischen Chirurgie***Prof. Dr. M. Haug***14.15 - 14.20****OP-Mikroskope****14.20 - 14.30****Mikroinstrumente***Hr. M. Spingler Geschäftsführer S&T***14.30 - 17.00****Mikronahtübungen****Dienstag****25. August****13.00 - 13.15****Mikrochirurgische Ausbildung
& Anwendungsmöglichkeiten***PD Dr. A. Kämpfen***13.15 - 13.45****Mikrochirurgie in der Urologie***Dr. N. Ebinger Mundorff***13.45 - 16.45****Gefässanastomosen End-zu-End
Kalibersprung****Mittwoch****26. August****13.00 - 13.30****Mikrochirurgie in der Neurochirurgie***Dr. M. Röthlisberger***13.30 - 14.00****Mikrochirurgische Rekonstruktionen im
Kopf-Hals- Bereich***Prof. Dr. C. Jaquier***14.00 - 17.00****Gefässanastomosen End-zu-Seit
Tipps und Tricks****Donnerstag****27. August****13.00 - 13.45****The Concept of Perforator Flaps***PD Dr. T. Ismail***14.00 - 17.00****Prüfungsaufgabe: Gefäss Bypass****Freitag****28. August****12.00 - 12.30****Mikrochirurgie peripherer Nerven***Dr. A. Gohritz***12.30 - 13.00****Handchirurgie, Replantationen***PD Dr. A. Kämpfen***13.00 - 14.00****Mikrochirurgiekurs-Zertifikat
Abschluss-Apéro****14.00 - 15.45****Nervennahtübungen****15.45 - 16.00****Weiterbildungsmöglichkeiten im Labor**

1.2 Team

Prof. Dr. D.J. Schaefer

Chefarzt Plastische, Rekonstruktive,
Ästhetische- und Handchirurgie
Universitätsspital Basel
E-Mail: dirk.schaefer@usb.ch

**Prof. Dr. M. Haug**

Stv. Chefarzt Plastische, Rekonstruktive,
Ästhetische- und Handchirurgie
Universitätsspital Basel
E-Mail: martin.haug@usb.ch

**PD Dr. med. A. Kämpfen**

Kaderarzt Plastische, Rekonstruktive,
Ästhetische- und Handchirurgie
Universitätsspital Basel
E-Mail: alexandre.kaempfen@usb.ch

**PD Dr. med. T. Ismail**

Oberarzt Plastische, Rekonstruktive,
Ästhetische- und Handchirurgie
Universitätsspital Basel
E-Mail: tarek.ismail@usb.ch

**Prof. Dr. med. Dr. med. dent. C. Jaquiéry**

Stv. Chefarzt Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Universitätsspital Basel
E-Mail: claud.jaquier@usb.ch

**Dr. med. N. Ebinger Mundorff**

Oberärztin Urologie
Universitätsspital Basel
E-Mail: nicole.ebinger@usb.ch



Dr. M. Röthlisberger

Oberarzt Neurochirurgie
Universitätsspital Basel
E-Mail: michel.roethlisberger@usb.ch

**Dr. A. Gohritz**

Oberarzt Plastische, Rekonstruktive,
Ästhetische- und Handchirurgie
Universitätsspital Basel
E-Mail: andreas.gohritz@usb.ch

**Herr D. Scherrer**

Mentor
Mikrochirurgiekursangebot
Universitätsspital Basel

**1.3 Kontakt Kurssekretariat**

Sekretariat Handchirurgie
Universitätsspital Basel
Petersgraben 4
CH-4031 Basel
Telefon: +41 (0)61 265 25 25
Fax: +41 (0)61 265 73 01

Grafikdesign und Illustrationen:
Ana Lariu, analariu@yahoo.ro

1.4 Kurskonzept

Im Mikrochirurgischen Basiskurs in Basel werden Sie mit dem mikrochirurgischen Handwerkszeug und der Technik sowie den verschiedenen Möglichkeiten ihrer Anwendung vertraut gemacht. Unter Anleitung lernen Sie Gefäß- und Nervennähte an Übungsmodellen und Schweineherzen.

Das Kurskonzept entspricht den von der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie (DAM) herausgegebenen Richtlinien und ist Bestandteil eines modularen Ausbildungssystems.

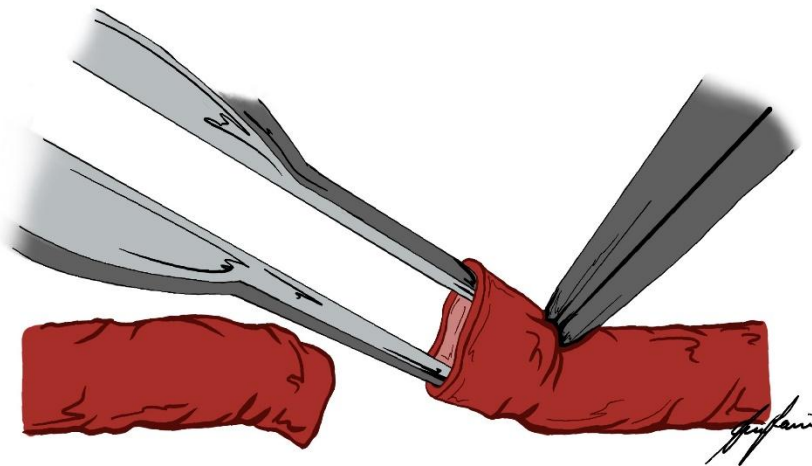
Praxis: Mikrochirurgisches Instrumentarium, Gefässanastomose, mikrochirurgischer Knoten, Kalibersprung End-zu-Seit, Nervennaht

Theorie: Mikrozirkulation und Gefäßversorgung der Gewebe, Nervenverletzungen, Replantationen, klinische Anwendungsbereiche der Mikrochirurgie



Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der peripheren Nerven und Gefäße (DAM)

Zertifizierung 2012



1.5 Kursakkreditierung

	Schweizerische Gesellschaft für plastische, Rekonstruktive und ästhetische Chirurgie (SGPRÄC)	20 Credits
	Schweizerische Gesellschaft für Handchirurgie (SGH)	34 Credits
	Schweizerische Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (SGMKG)	20 Credits
	Schweizerische Gesellschaft für Neurochirurgie (SGNC) <small>Société Suisse de Neurochirurgie Società Svizzera di Neurochirurgia</small>	18 Credits
	Schweizerische Gesellschaft für Urologie (SGU)	1 Credit /

* sind als erweiterte Fortbildung individuell zu beantragen

1.6 Sponsoren



S&T AG
Zollstrasse 91
CH-8212 Neuhausen
Switzerland
Fon +41 (0)52 672 74 07
Fax +41 (0)52 672 74 02
Email: info@s-and-t.net
www.microsurgery.ch

S&T®

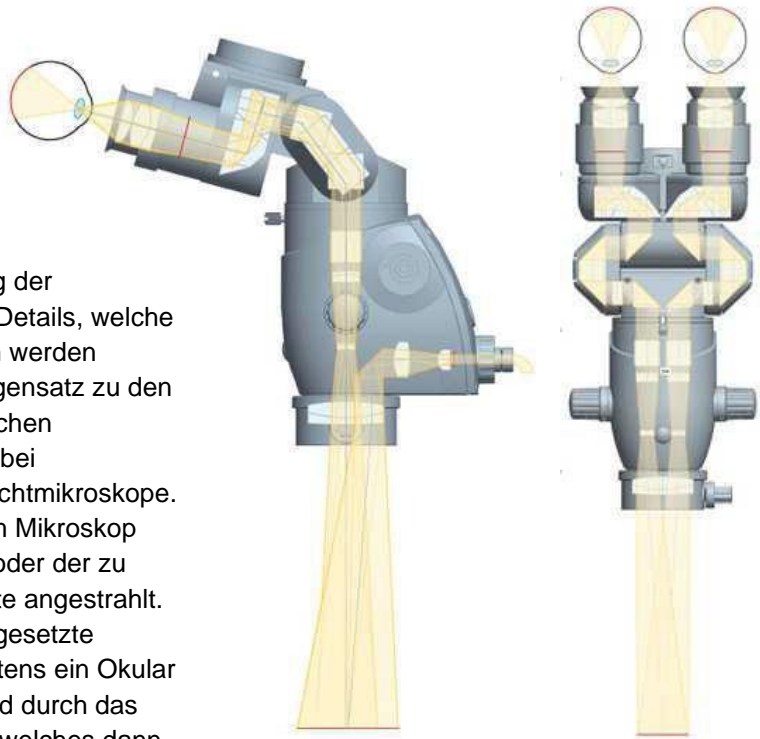


2. Praktischer Teil

2.1 Mikroskop

2.11 Aufbau eines Mikroskops

Das grundlegende Ziel ist die Erhöhung der Vergrößerung bzw. der Auflösung von Details, welche mit bloßem Auge nicht wahrgenommen werden können, durch optische Effekte. Im Gegensatz zu den in der Mikrobiologie und Histologie üblichen Durchlichtmikroskopen handelt es sich bei Operationsmikroskopen um sog. Auflichtmikroskope. Bei diesen wird das Licht entweder vom Mikroskop kommend durch das Objektiv geleitet, oder der zu vergrößernde Bereich wird von der Seite angestrahlt. Heute werden in der Regel zusammengesetzte Mikroskope verwendet, welche mindestens ein Okular und ein Objektiv besitzen. Prinzipiell wird durch das Objektiv ein vergrößertes Bild erzeugt, welches dann durch eine Lupe (Okular) betrachtet wird.



2.12 Versuchsplatz

Wichtig dabei sind die sinnvolle Einrichtung des Arbeitsplatzes und eine ergonomische Körperhaltung, wobei der Oberkörper eine gerade Linie einnimmt. Die Unterarme sollen horizontal auf der Tischkante liegen, damit die Schultern und Arme entlastet sind. Bei Verwendung eines Mikroskops mit flexiblem Kopf lässt sich die Position der Okulare anpassen, um den Blickwinkel auf die Horizontale einzustellen.



2.13 Dioptriekorrektur am OP-Mikroskop

Größte Vergrößerung einstellen:

Flaches Testpräparat mit scharfen Konturen (z.B. Kreuz auf Papier) im Arbeitsabstand des Verwendeten Objektivs mit Fokussiertrieb scharfstellen.

Kleinste Vergrößerung einstellen:

Augenlinsen nach +5 drehen, ohne in die Okulare zu schauen.

Augenlinsen für jedes Auge einzeln langsam in Richtung -5 drehen, bis das Objekt scharf ist.

Größte Vergrößerung einstellen:

Schärfe kontrollieren, eventuell mit Fokussiertrieb nachfokussieren.

Das Objekt sollte nun bei jeder Vergrößerungsstufe scharf sein ohne fokussieren zu müssen. Andernfalls musst der gesamte Vorgang wiederholt werden.

Eigene Dioptriekorrektur:

Links: _____

Rechts: _____



2.2 Instrumentarium



Mikrochirurgisches Instrumentarium (von links nach rechts: Scheren 2x, Nadelhalter, Skalpell, verschiedene Pinzetten 4x, Gefässklemmen in vergrößerter Ansicht 2x)

2.3 Nahtmaterial und Nadelarten

2.31 Nadelarten

Rundkörpernadel



- durchsticht alle feinen Gewebearten, ohne zu schneiden
- sehr kleiner Stichkanal
- gut geeignet für Blutgefässe und Nerven

Schneidende Nadel



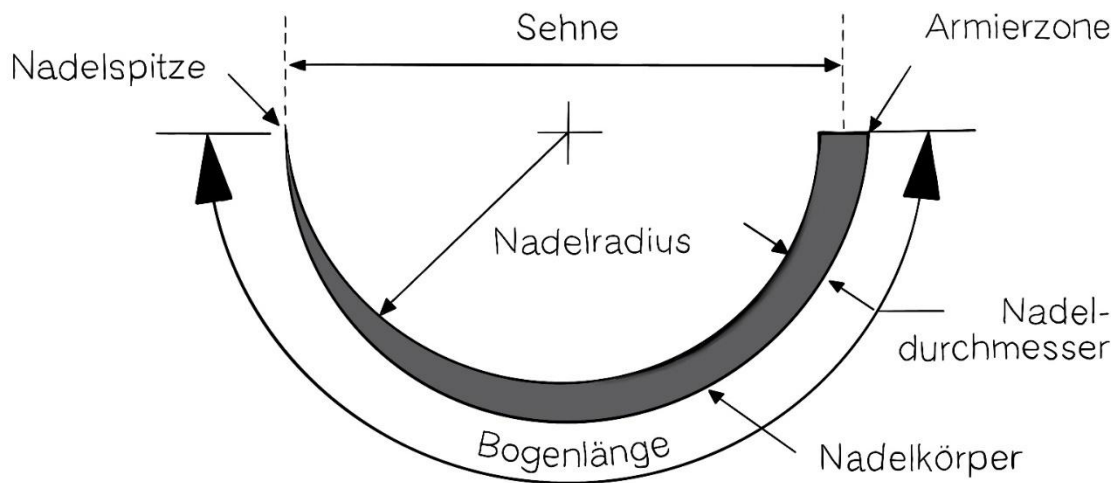
- herabgesetzter Penetrationswiderstand
- schneidet entlang der gesamten Nadelkante
- gut geeignet für Gewebe mit grösserem Widerstand wie z.B. Sehnen, Haut und Narbengewebe

Spatulanadel



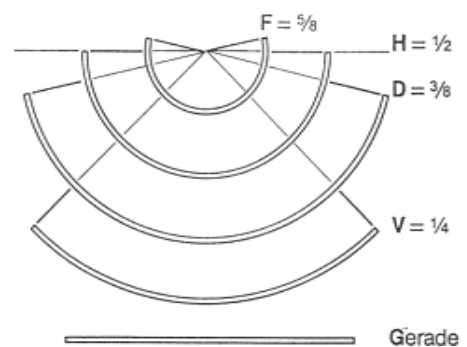
- schneidet mit scharfer Spitze das Gewebe exakt
- verursacht nur geringe Gewebeschädigung
- geeignet für unterschiedlich zähe Gewebeschichten

2.32 Nadelnomenklatur



1. Der erste Buchstabe gibt die Art der Nadelkrümmung an.

V = 1/4 - Kreisförmig
 D = 3/8 - Kreisförmig
 H = 1/2 - Kreisförmig
 F = 5/8 - Kreisförmig
 G = Gerade



2. Der zweite Buchstabe gibt Auskunft über die Nadelkörper.

R = Rundkörper - Nadel
 S = Schneidende - Nadel
 L = Lanzettenförmige - Nadel (Spatula)



3. Bei speziellen Ausführungen der Nadel wird ein dritter Buchstabe hinzugefügt.

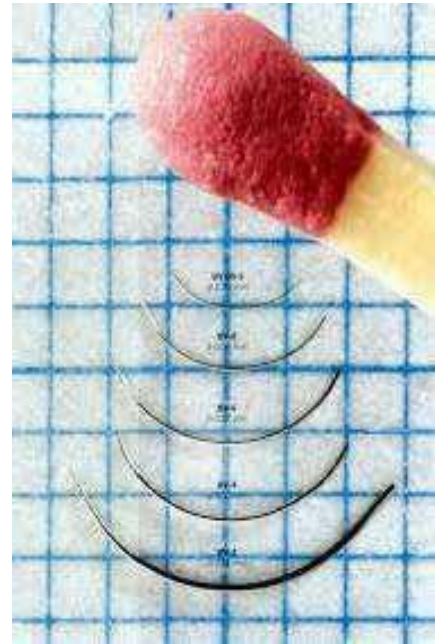
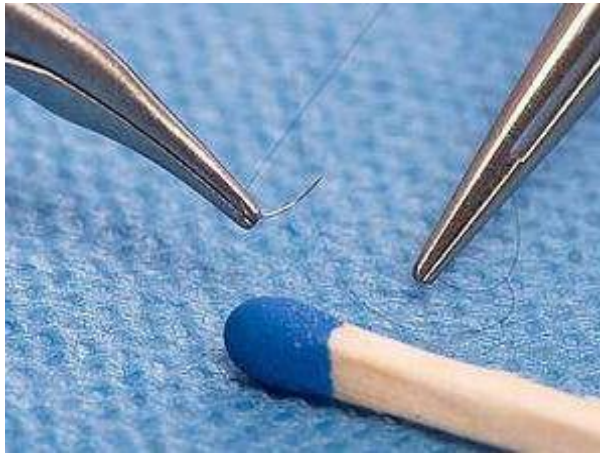
M = Mikrospitze - Nadel



4. Die Zahl gibt die gestreckte Länge der Nadel in mm an.

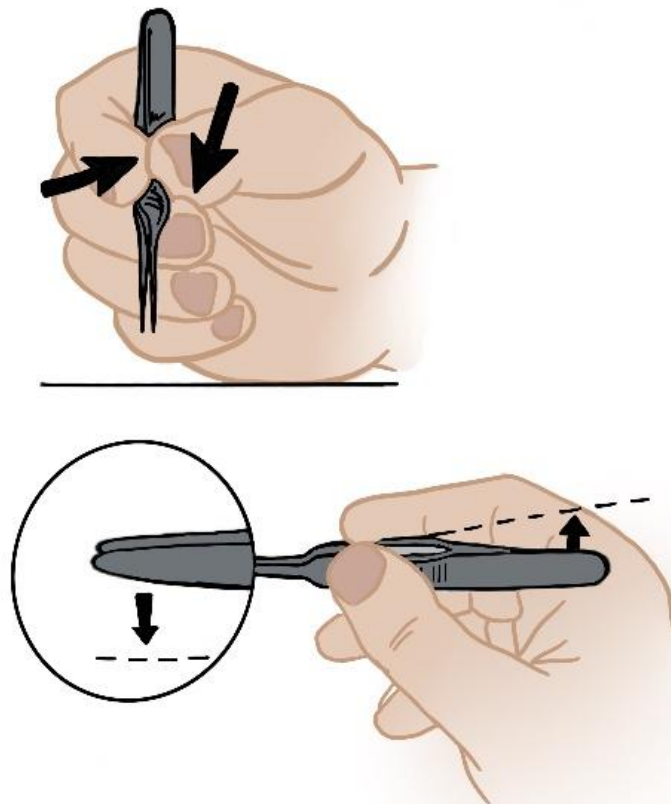
5. Der Buchstabe S hinter der Zahl steht für besonders starke Nadeln.
 Der Buchstabe F hinter der Zahl steht für besonders feine Nadeln.

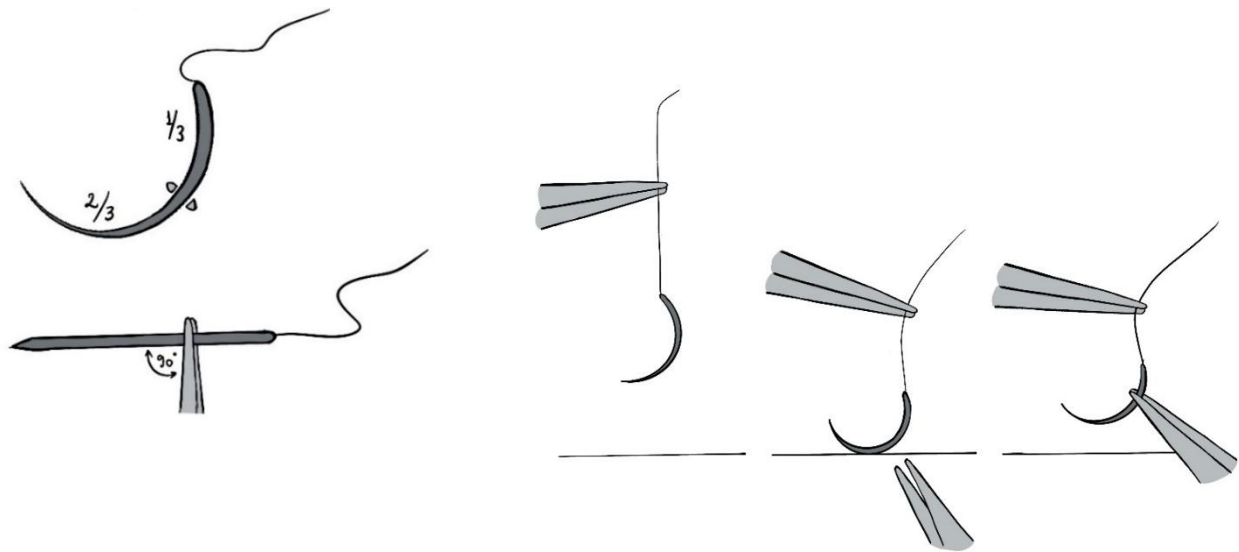
Veranschaulichung der Grössenverhältnisse



2.4 Handhabung der Instrumente

Korrektter Griff von Pinzette und Nadelhalter (Kontrolle mit drei Fingern):

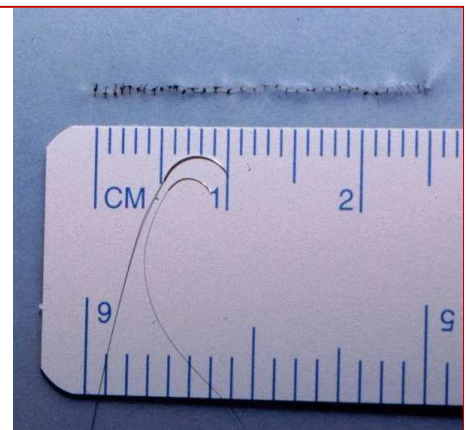


Korrekte Nadelhaltung und Aufnahme:**2.5 ÜBUNG: Latexnaht**

Aufgabe: Mikrochirurgische Naht an einem PracticePak

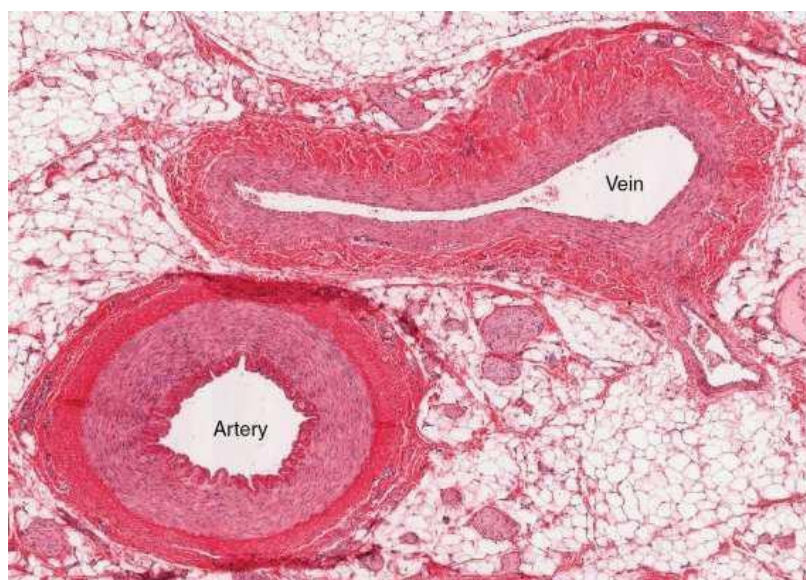
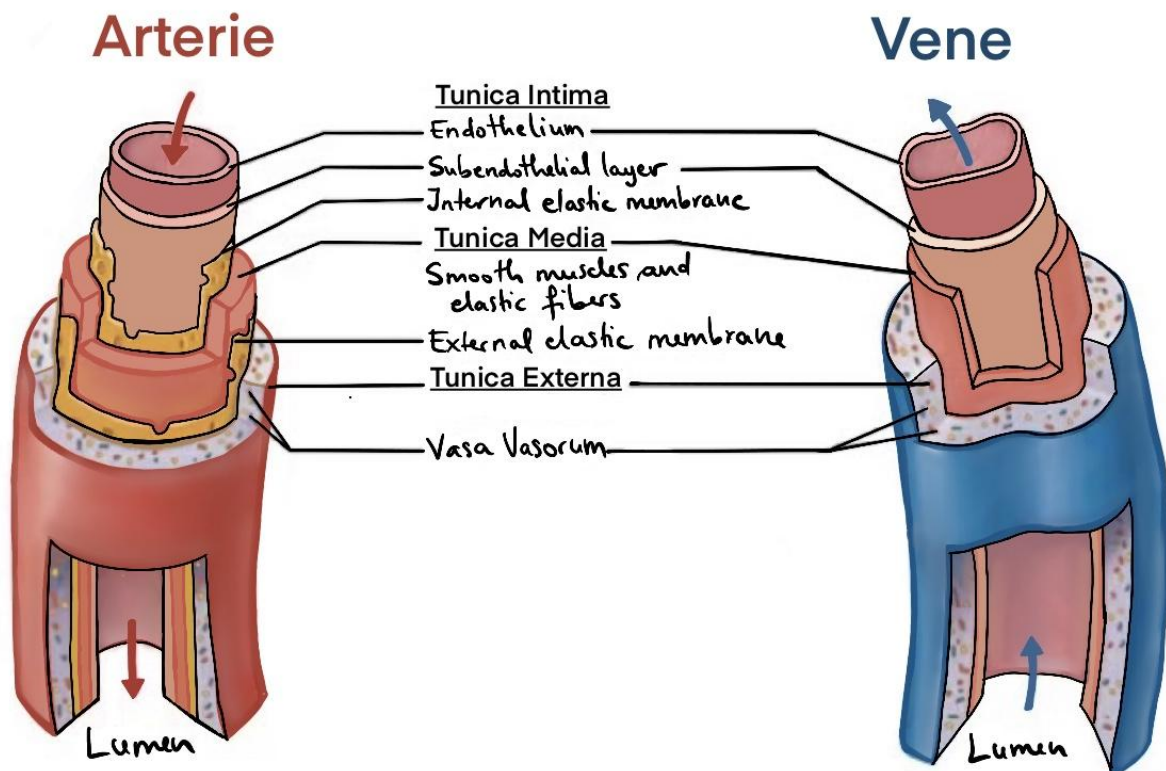
Ziel: Kennenlernen von Instrumenten, Material und Mikroskop
Üben von Makro-/Mikrowechseln

Technik: Regelmässige Einzelknopfnah

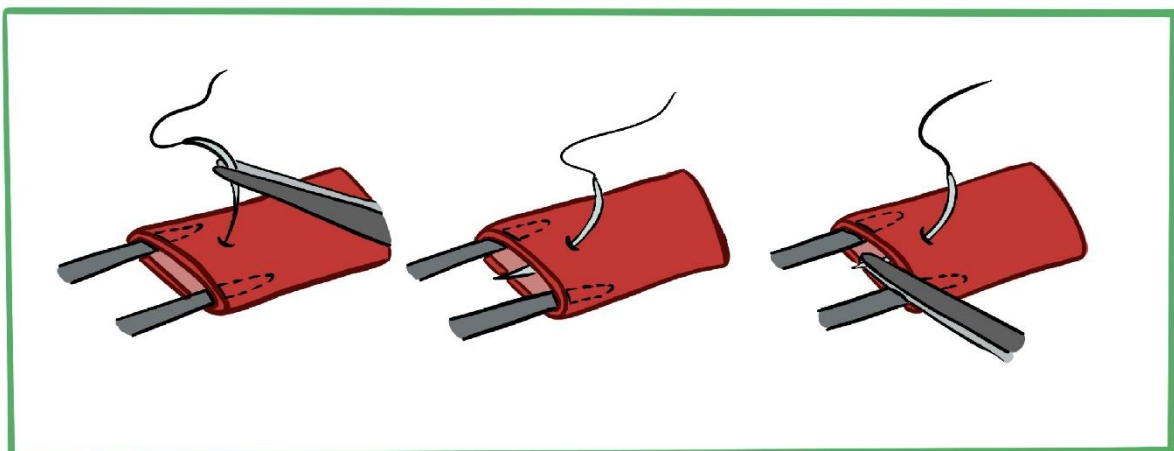
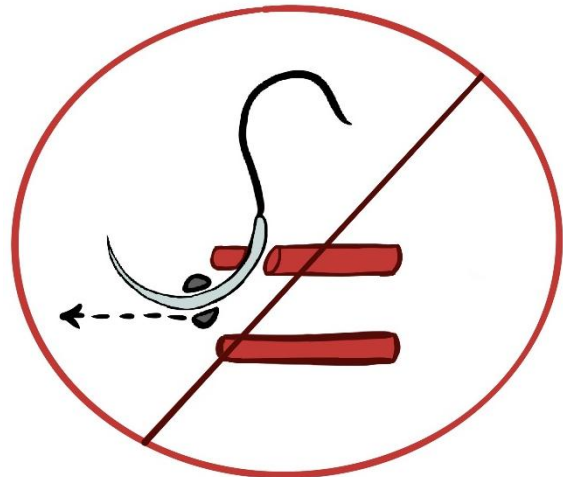
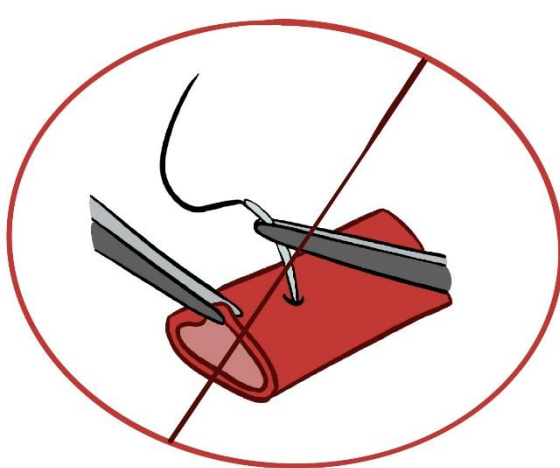
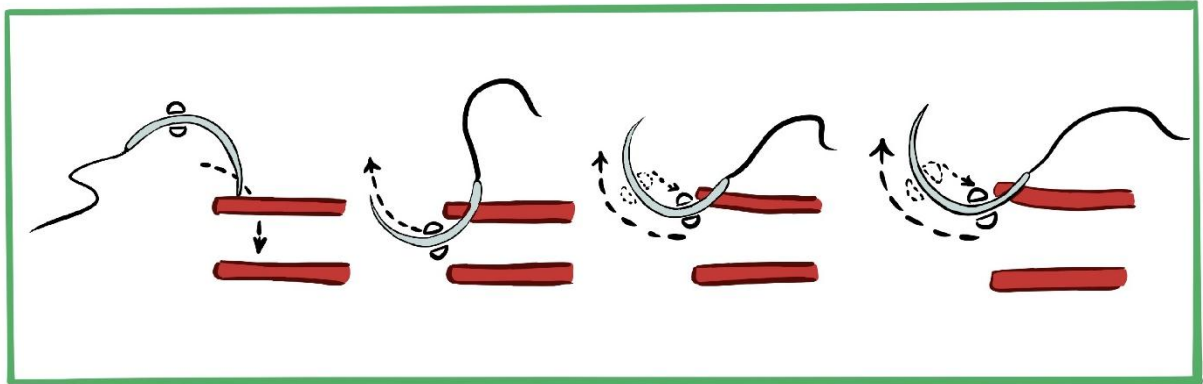
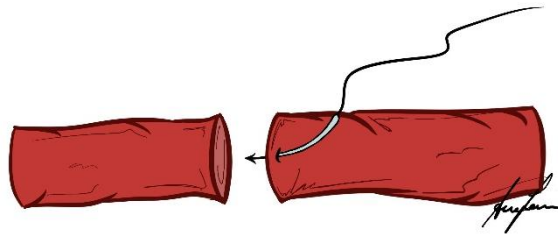


2.6 Gefässanastomose

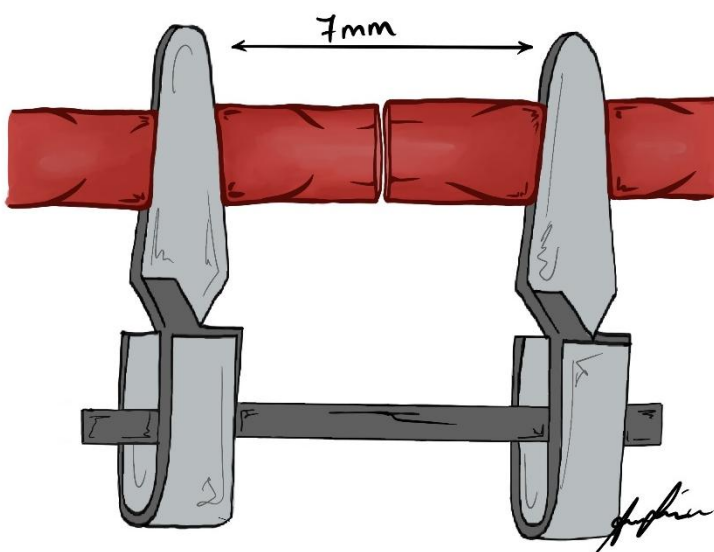
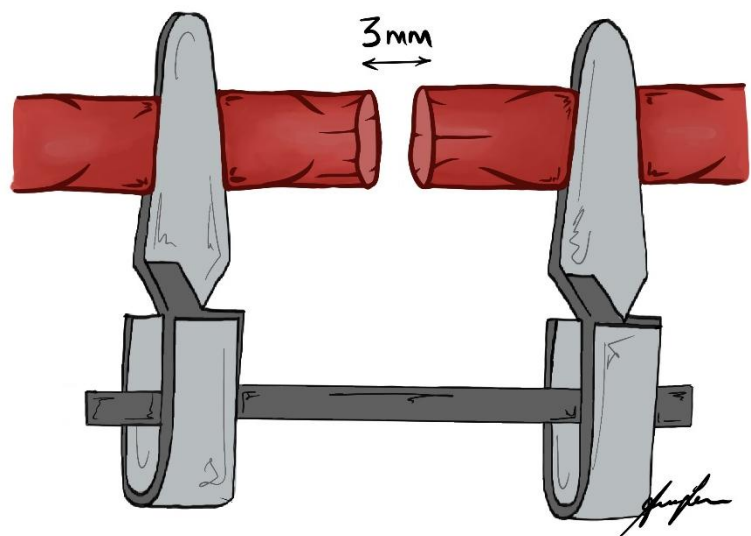
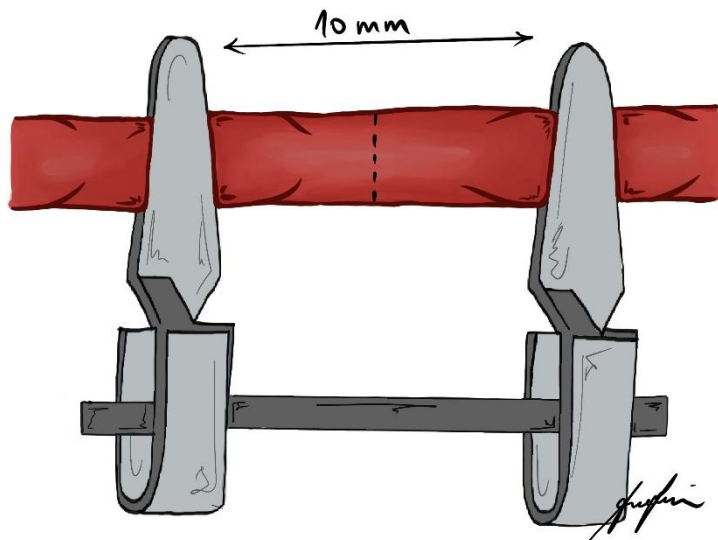
2.61 Repetition der Gefässanatomie



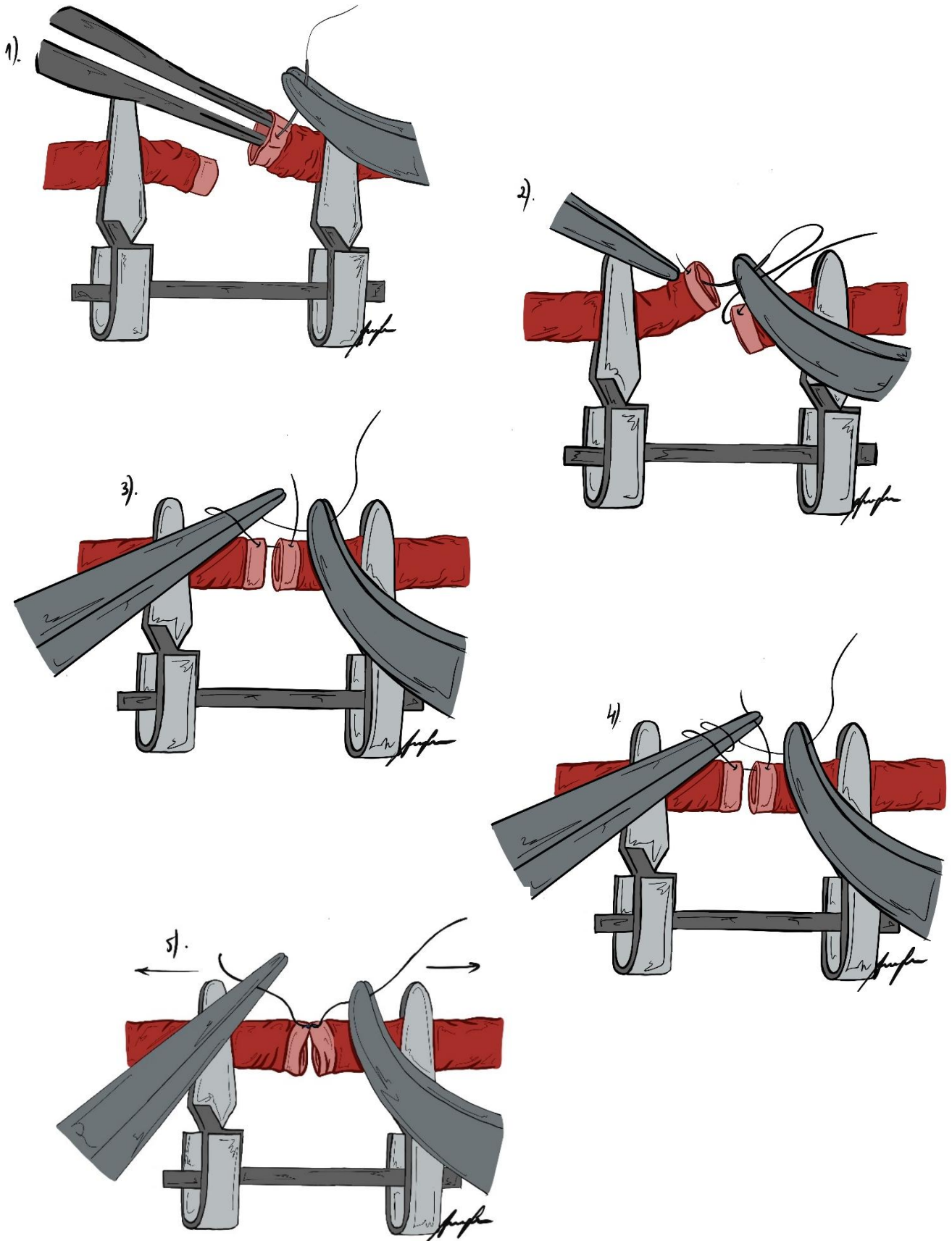
2.62 Nadelführung - DOs and DON'Ts am Gefäß

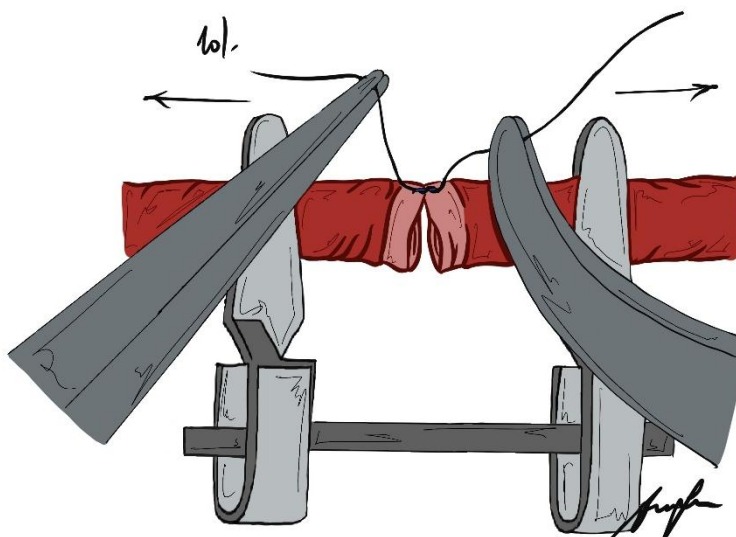
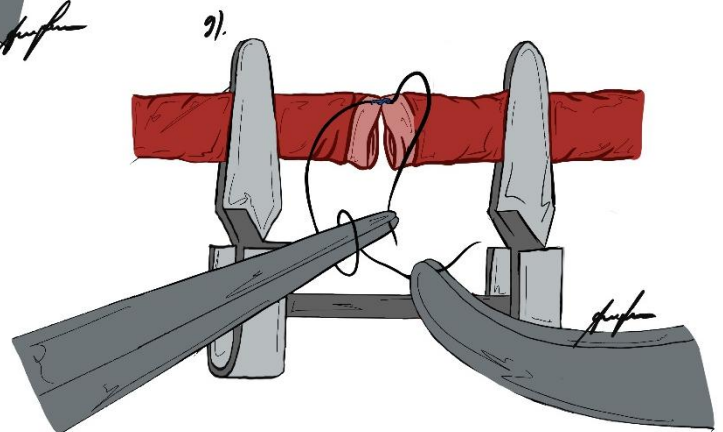
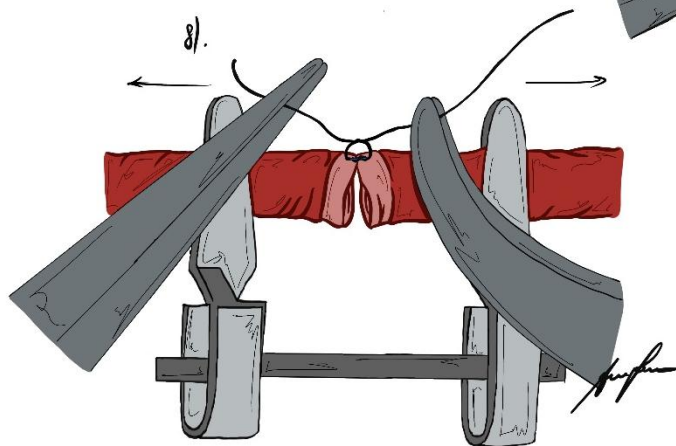
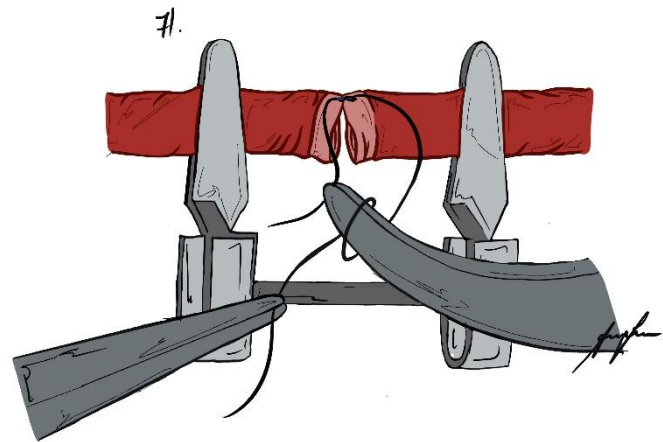
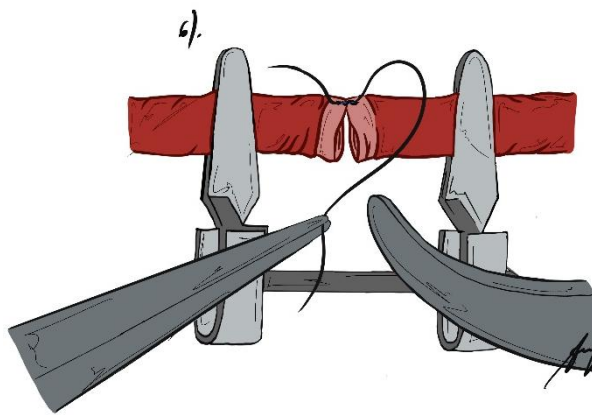


2.63 Anwendung von Gefäßklemmen

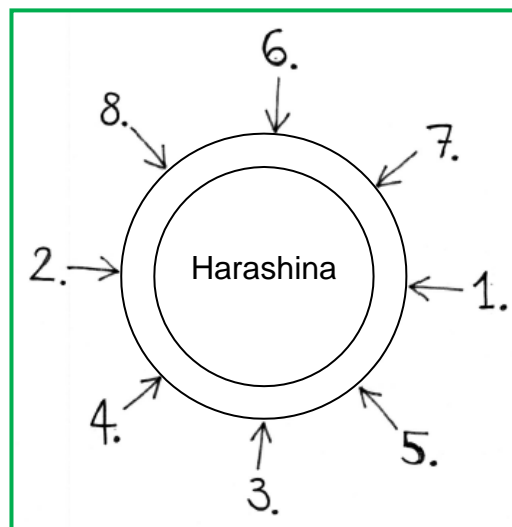
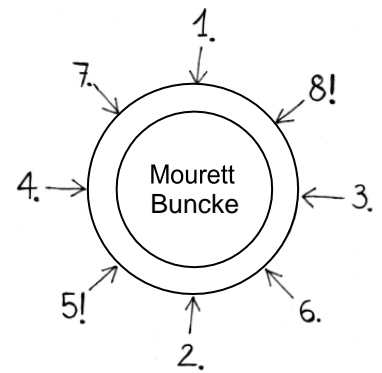
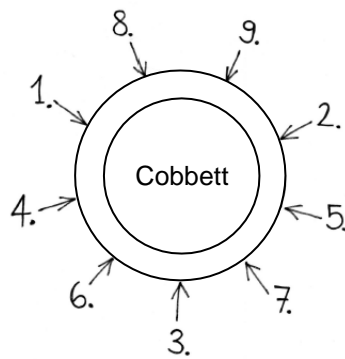
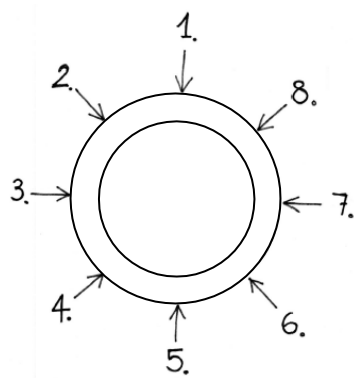


2.64 Der mikrochirurgische Knoten

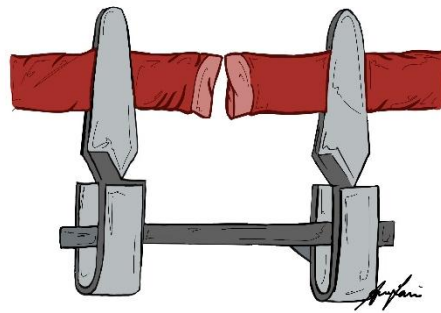
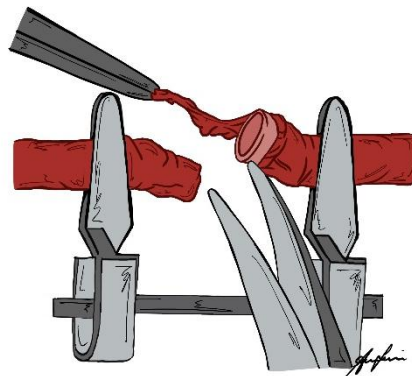
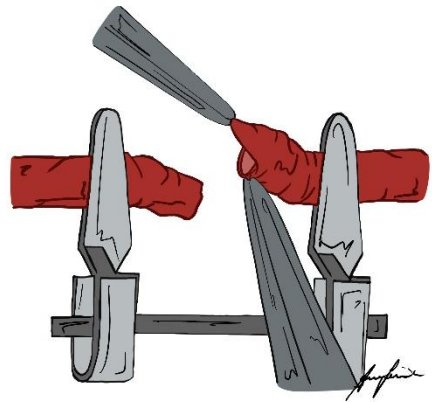




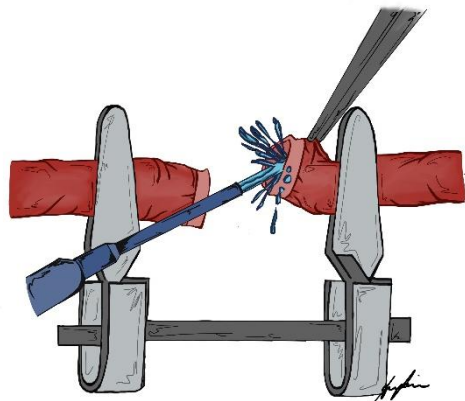
2.65 Stichfolge der Anastomose



2.61 Gefäßvorbereitung

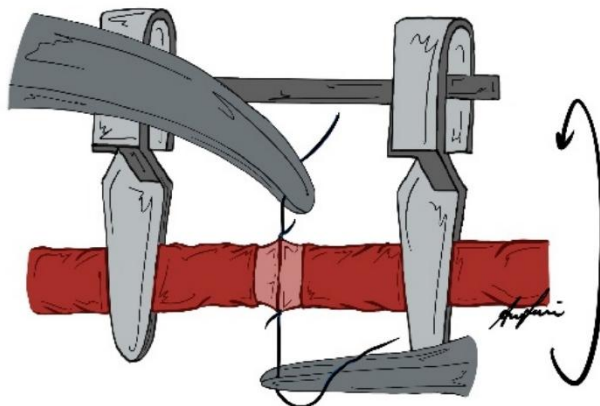
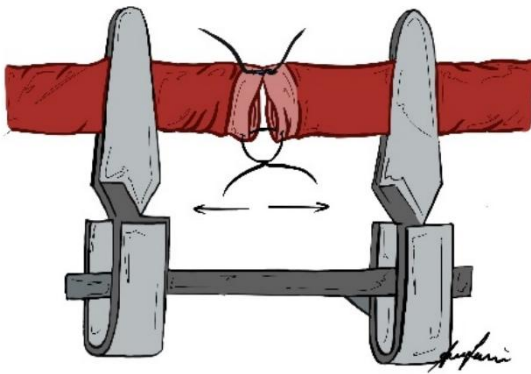
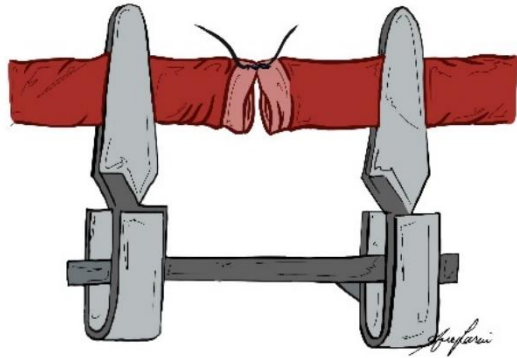


Advientiektomie

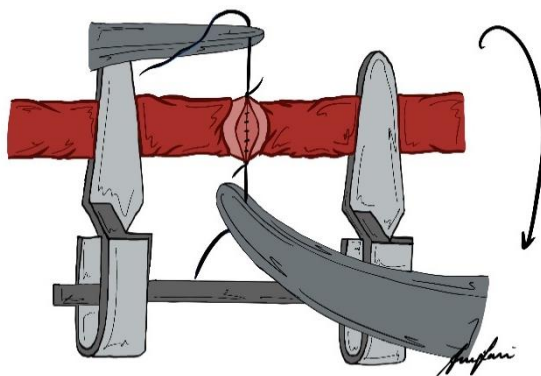
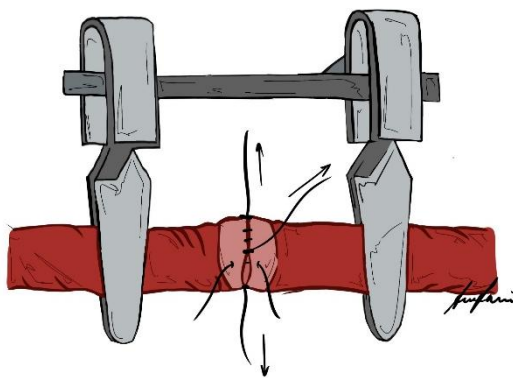
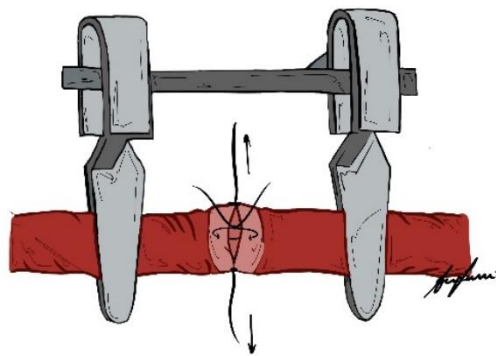
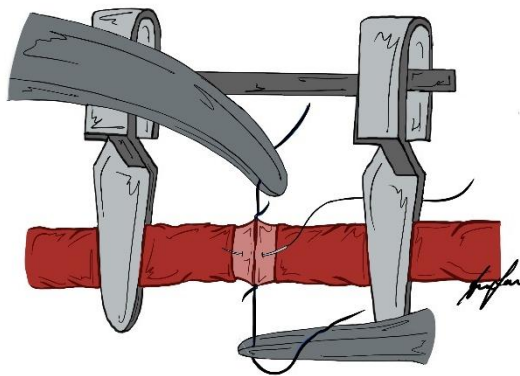


Heparinflushing

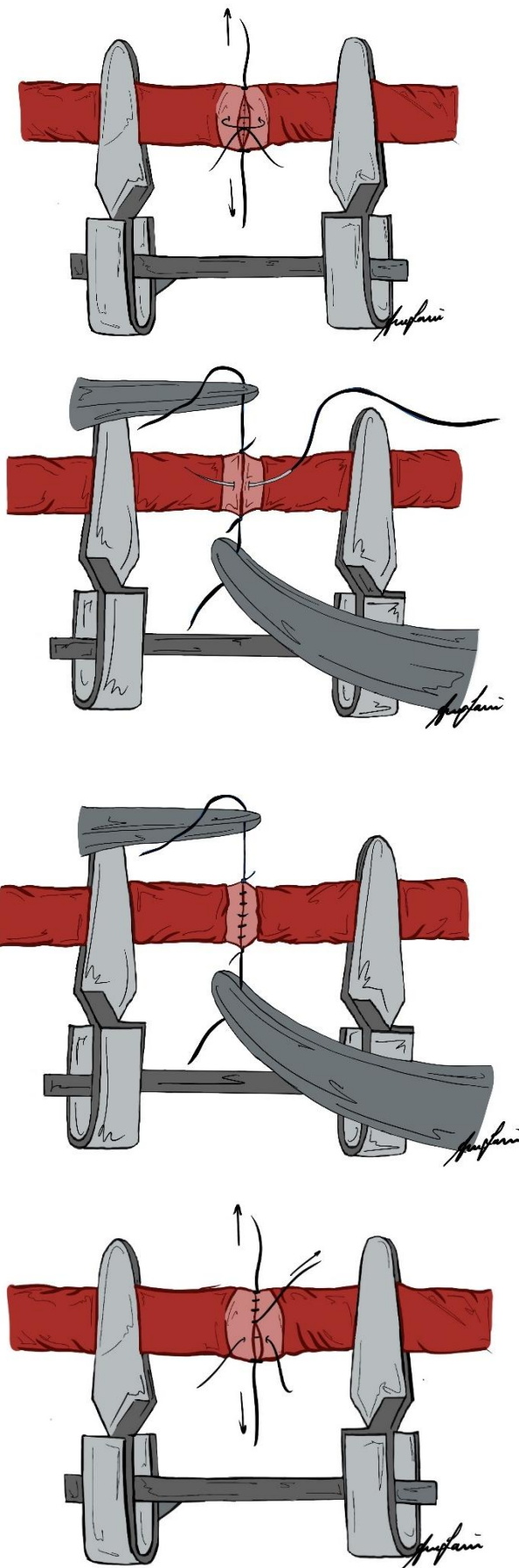
2.62 Anastomosennaht



Beginn mit Eckfäden

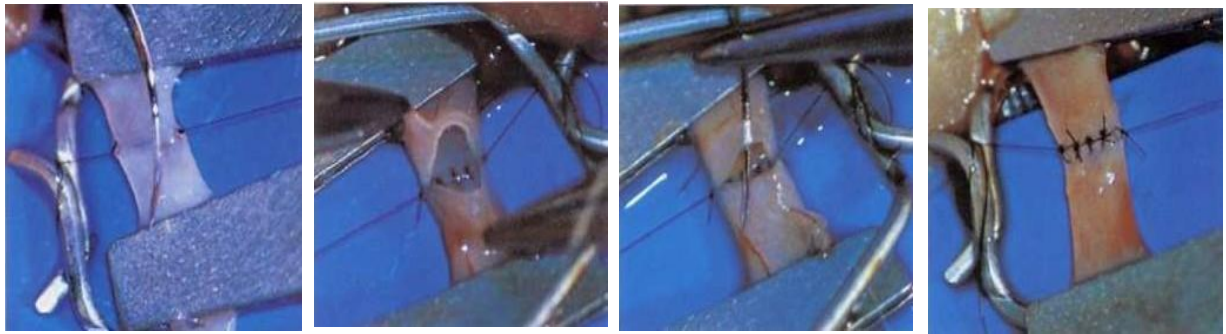


Hinterwandnaht



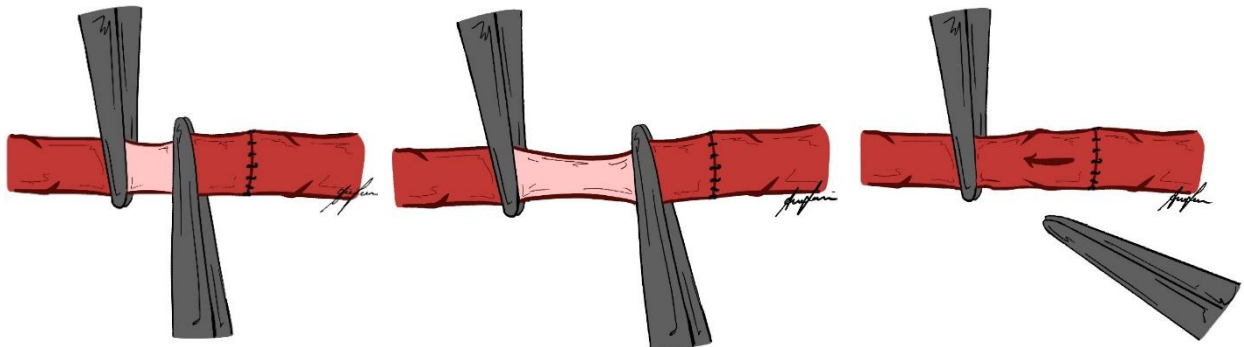
Vorderwandnaht

Klinisches Beispiel: End-zu-End-Anastomose an der anästhesierten Ratte

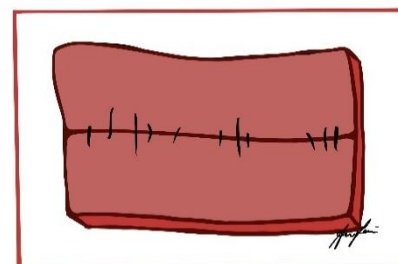
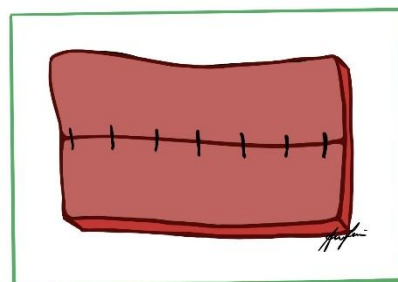
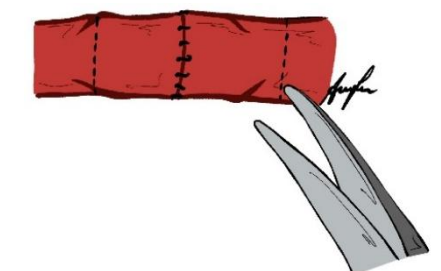


2.63 Qualitätskontrolle der Anastomose

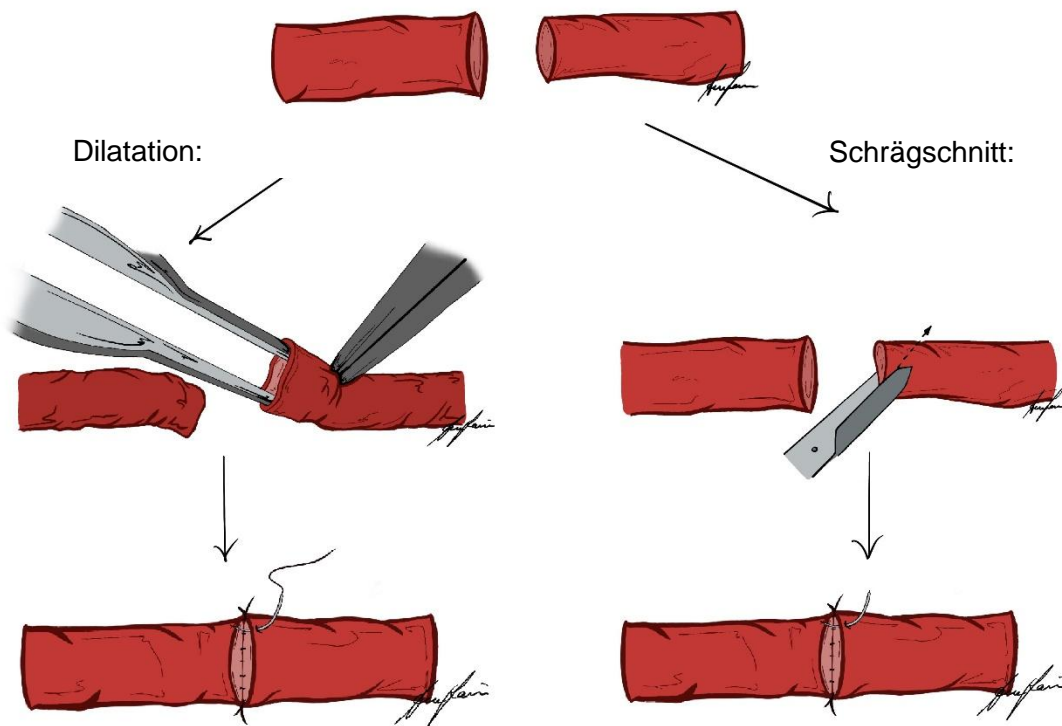
Klinischer Patency-Test zur Kontrolle, dass keine Okklusion vorhanden ist:



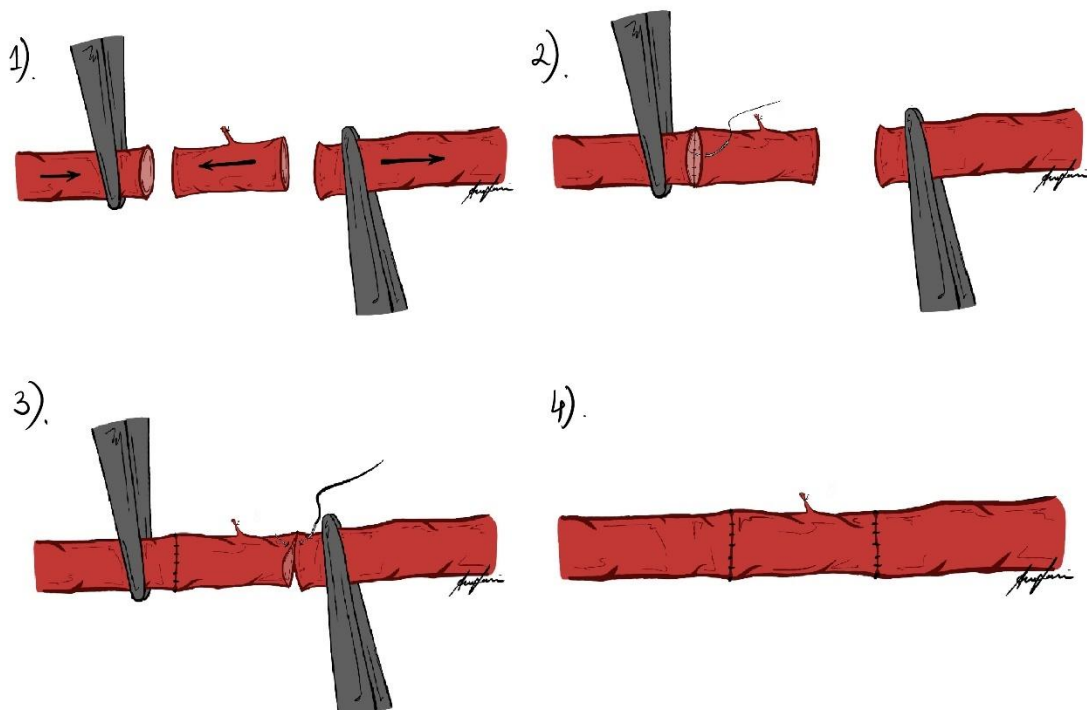
Kontrolle der Anastomose von innen:



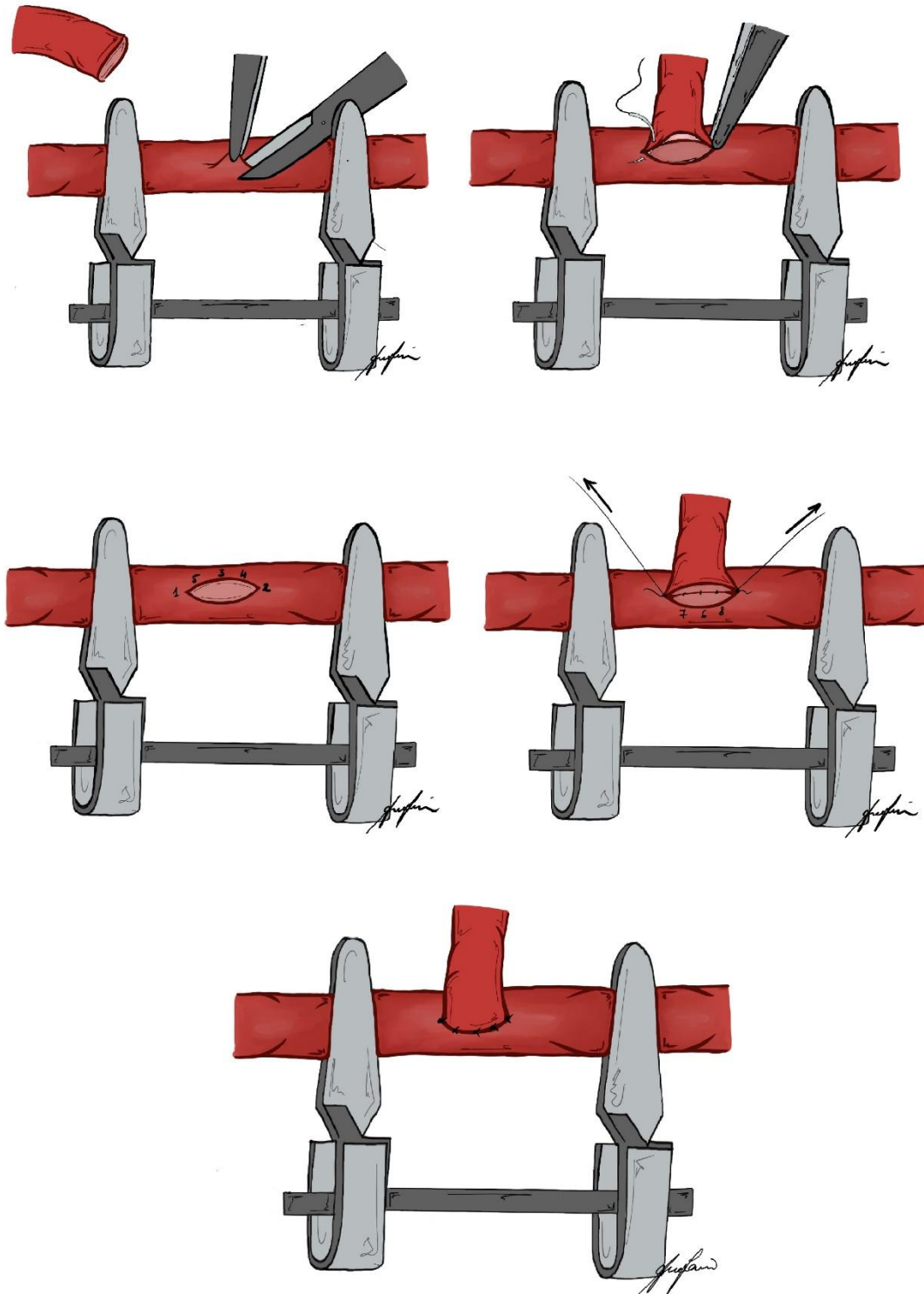
2.64 Veneninterposition



2.65 Problem Kalibersprung



2.66 End-zu-Seit-Anastomose



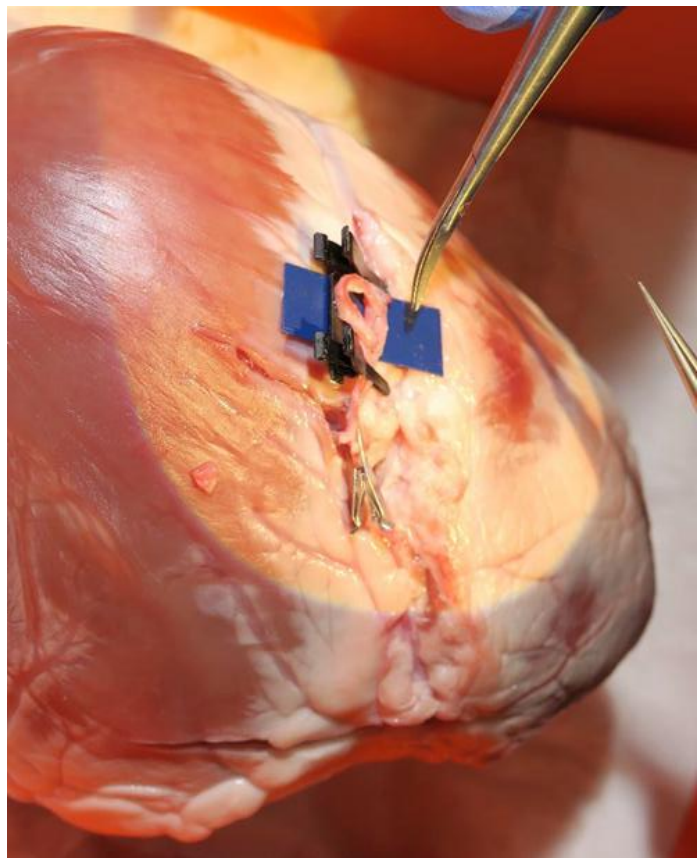
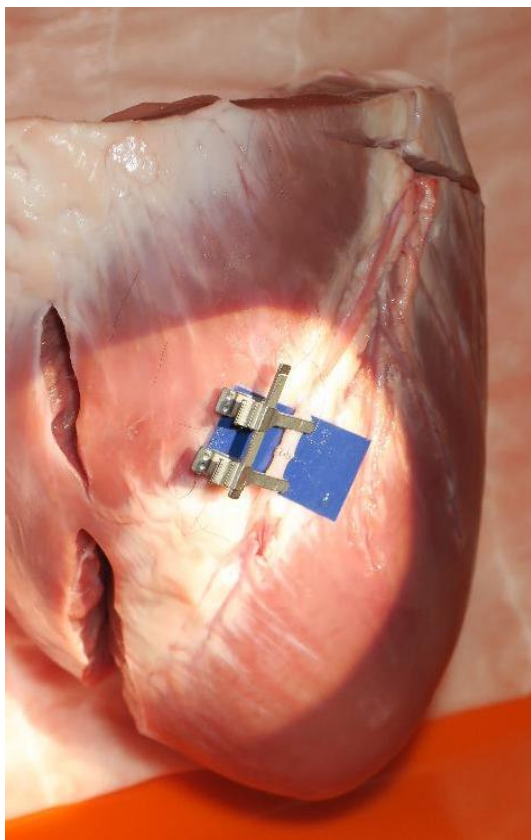
2.1 ÜBUNG: Gefässanastomosen

Aufgabe: Mikrochirurgische Gefässanastomosen

- End-zu-End
- Bypass; End-zu-Seit

Ziel: Dichte mikrochirurgische atraumatische Naht einer Gefässanastomose

Technik: Gefässpräparation und Anastomosen mit Einzelknopfnähten

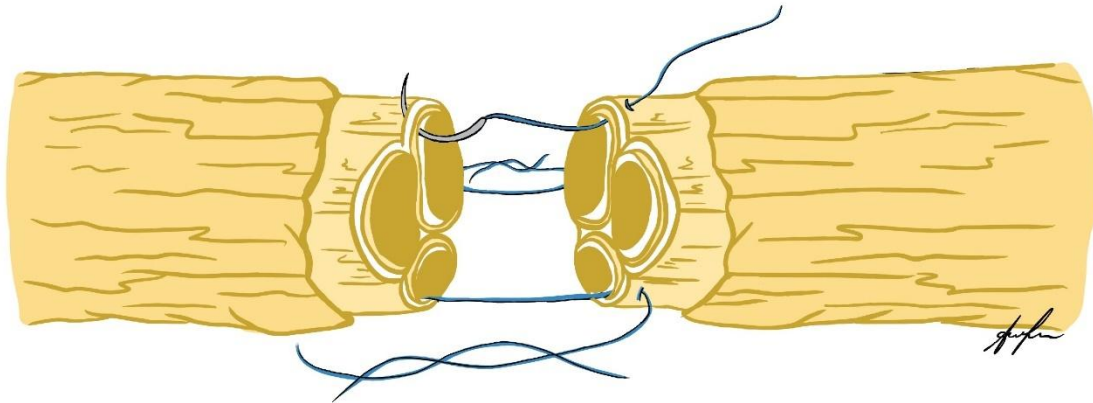


2.1 Nervennaht

2.11 Nahtmöglichkeiten Nerv

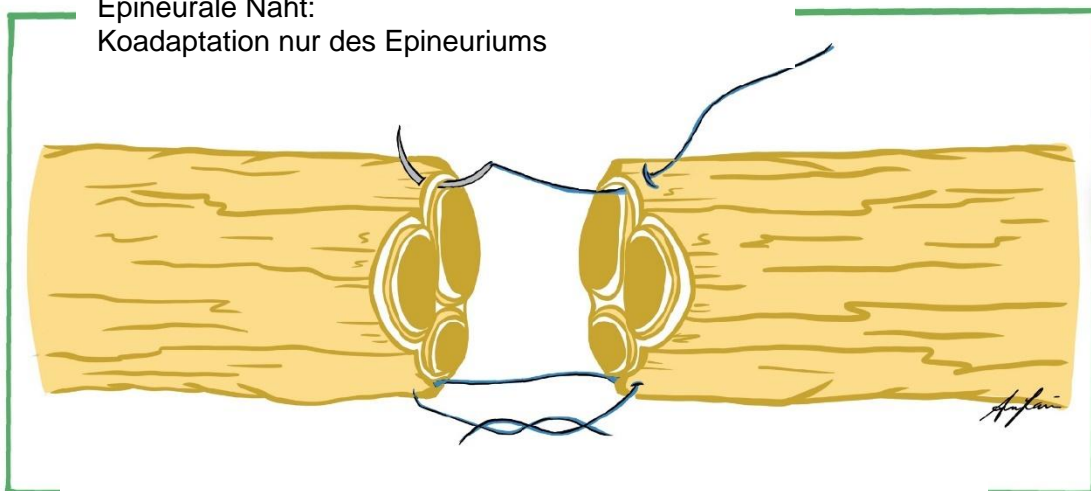
Perineurale Naht:

Mehrere korrespondierende Faszikel werden adaptiert



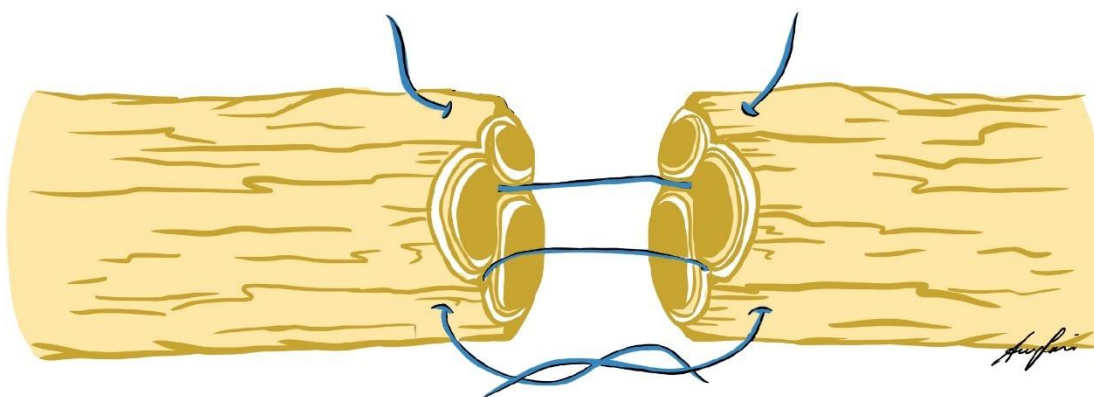
Epineurale Naht:

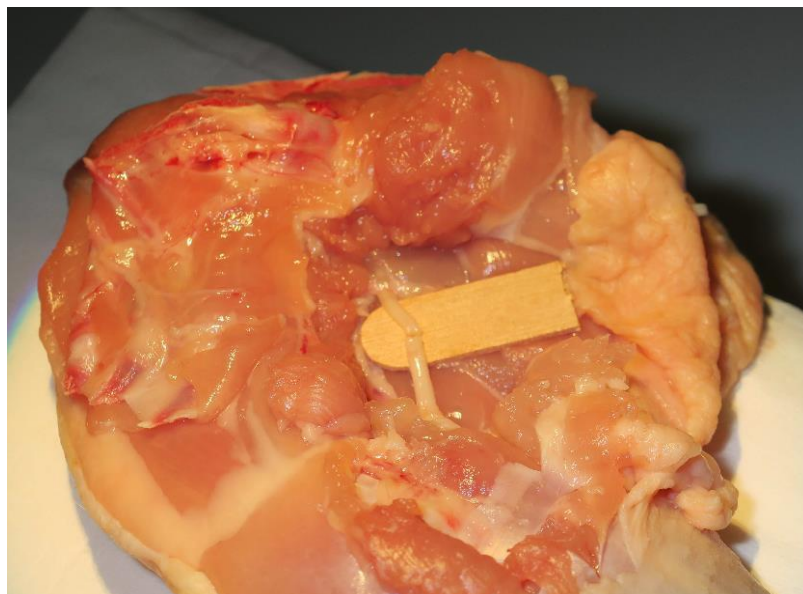
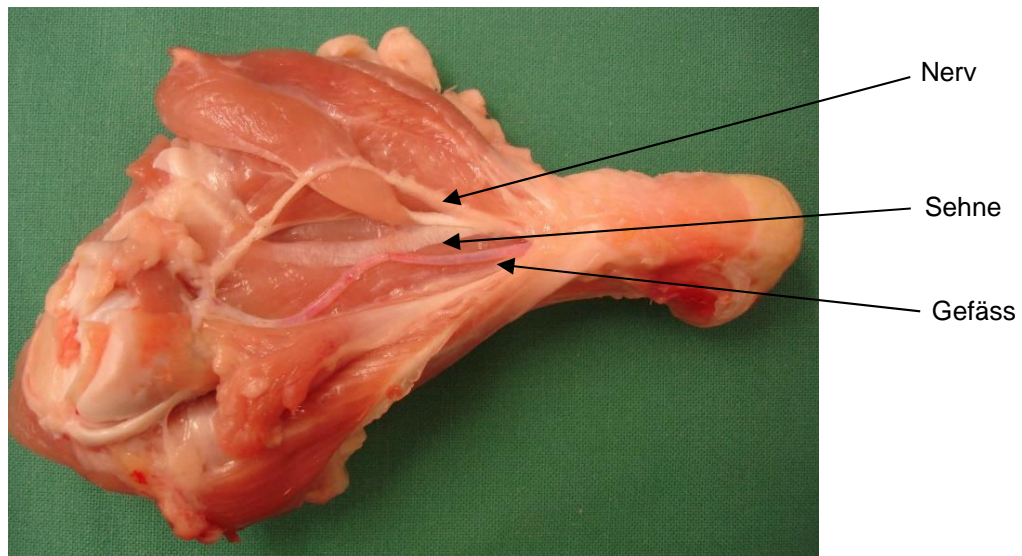
Koadaptation nur des Epineuriums



Faszikuläre Naht:

Der Faden wird zwischen korrespondierenden Faszikeln geführt



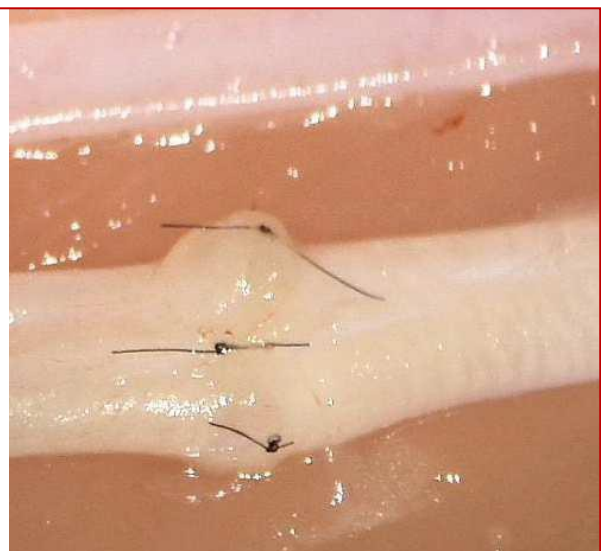


2.3 ÜBUNG: Nervennaht

Aufgabe: Nervennaht am Pouletschenkel

Ziel: Mikrochirurgische Nervennaht

Technik: Epifasziale Naht mit Adaptation der Faszikel



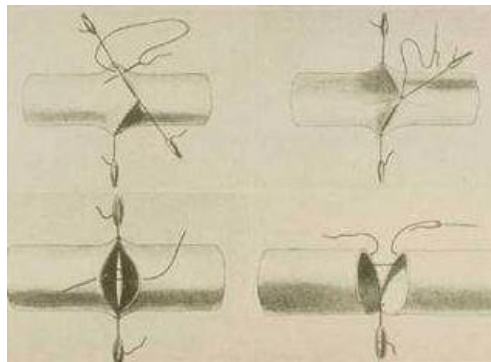
3. Theoretischer Teil

3.1 Geschichte der Mikrochirurgie

Die Mikrochirurgie ist relativ jung und ihre Entwicklung verlief im letzten Jahrhundert schnell. Trotzdem liegen ihre wahren Wurzeln bereits im Jahr **1552**, als Paré die erste Gefässligatur beschrieb, und **1759** als Hallowell eine Wunde an der Art. brachialis mittels Handnaht versorgte.

1877 legte Eck einen "portocavalen shunt" bei portaler Hypertonie an, und **1902** konnte Alexis Carrel erstmals eine End-zu-End Anastomose an einem Gefäss durchführen. Somit war und ist die Gefässchirurgie Grundlage für die Mikrochirurgie. Des Weiteren sollte sich die Erfindung des Mikroskops **1619** durch Drebbel als sehr wichtig erweisen.

1903 gelang es Höpfner, erfolgreich eine Extremitätenreplantation auf Höhe Mitte Oberschenkel an Hunden durchzuführen.



Carrel und Guthrie arbeiteten zusammen im Laboratorium zur Entwicklung von Organtransplantationen, als Carrel **1912**, 10 Jahren nach Erstbeschreibung, den zum elften Mal verliehenen Nobelpreis für Medizin für die Entwicklung der Gefässanastomose erhielt.

1916 konnte eine Methode zur Thromboseprophylaxe, eine der häufigsten Komplikationen in der Gefässchirurgie, gefunden werden, als Mclean eine antikoagulative Substanz fand. Diese wurde später durch Howell und Holt Heparin genannt und durch Charles und Scott so verfeinert, dass sie im Alltag eingesetzt werden konnte.

Der nächste grosse Durchbruch für die Mikrochirurgie war **1921**, als Nysten die Notwendigkeit von Vergrößerung in der Ohrenchirurgie erkannte, und ein monokulares Mikroskop zur Chirurgie bei einigen chronischen Otitiden einsetzte. **1923** berichtete Holmgren erstmals über eine mikrochirurgische Fenestration bei Otosklerose mittels eines binokulären Mikroskops.

Danach wurde **1950** erstmals von Harms, Malis und Kunze ein Mikroskop in der Ophthalmo- und Neurochirurgie verwendet.

1960 führten Jacobson und Suarez die Mikrochirurgie vermehrt als allgemeine eigenständige Disziplin ein, indem sie zeigten, dass Gefässchirurgie mit Feinarbeit unter dem Mikroskop genauer und zuverlässiger praktiziert werden kann.

Ende der fünfziger Jahre begannen Snyder, Knowels in den USA und Lapchinsky in Russland mit experimentellen Arbeiten über Replantationen von abgetrennten Extremitäten. In der gleichen Zeit begann auch Buncke mit Experimenten in der Mikrochirurgie, nachdem er bei Prof. Gibson Hautlapenchirurgie gelernt hatte.

1959 konnten dann Onji und Tamai einen fast vollständig amputierten Oberschenkel replantieren und **1962** wurde durch Malt und Mckhann die erste erfolgreiche Replantation eines Armes bei einem zwölf-jährigen Knaben durchgeführt, welcher diesen bei einem Zugunfall verloren hatte. Im gleichen Jahr konnte durch Kleinert und Kasdan eine inkomplette Daumenamputation mittels digitaler Gefäßanastomose versorgt werden. **1965** konnten dann Tamai und Komatsu einen komplett amputierten linken Daumen erfolgreich replantieren.

In der Nerven Chirurgie wurde von Smith **1964** seine "Stäbchen-Methode" zur Rekonstruktion peripherer Nerven propagiert, und auch Ito berichtete über die Rekonstruktionsmethode mittels Faszikulärer Naht.

Tamai konnte **1968** erstmals an einem tierexperimentellen Modell des Hundes einen Skelettmuskel transplantieren. Im gleichen Jahr führte Cobett den ersten erfolgreichen Grosszehe-zu-Daumen-Transfer durch. Dieser Eingriff musste sechs Monate zuvor durch Buncke nach 12 Stunden noch abgebrochen werden.

Millesi, später Terzis, Williams, Samii und Brunelli trugen viel zur Entwicklung der experimentellen und klinischen Mikrochirurgie am peripheren Nerven bei.

Die Mikrochirurgie entwickelte sich auch in anderen chirurgischen Spezialitäten, wie Kinder- und Neonatalchirurgie, Urologie und Gynäkologie.

Anlässlich einer Handchirurgischen Tagung in Erlangen wurde **1977** die deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Gefäße und Nerven gegründet. Vertreter der Länder Deutschland, Österreich und Schweiz erkannten den Bedarf einer standespolitischen Vertretung in diesem Zweig der Chirurgie, der zur damaligen Zeit als innovative Technik von immer mehr rekonstruktiven Chirurgen angewandt wurde.

Die neugegründete Arbeitsgemeinschaft hatte sich zum Ziel gesetzt, die Mikrochirurgie nicht nur von wissenschaftlicher Seite her zu betreuen. Ein wesentlicher Gedanke war es auch, internationale Kontakte zu knüpfen und den Nachwuchs durch gezielten Unterricht zu fördern. Seit **1978** (Prof. Dr. H. Millesi/Wien) wurden nun jährlich Tagungen in den beteiligten Ländern ausgerichtet, die allesamt durch regen Besuch und steigende Mitgliedszahlen gekennzeichnet waren. Für den deutschsprachigen mikrochirurgisch tätigen Arzt ist bis heute die deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie (DAM) Referenz auf praktischem und wissenschaftlichem Gebiet.

3.2 Anatomische Grundlagen

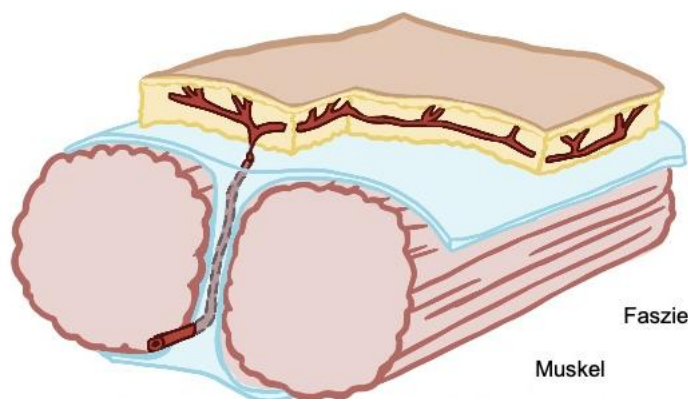
3.21 Mikrozirkulation und Gefässversorgung der Gewebe

Zur Vorbereitung auf den mikrochirurgischen freien Gewebetransfer soll hier die Anatomie der Gefässversorgung der Haut und des darunterliegenden Gewebes genauer dargestellt werden.

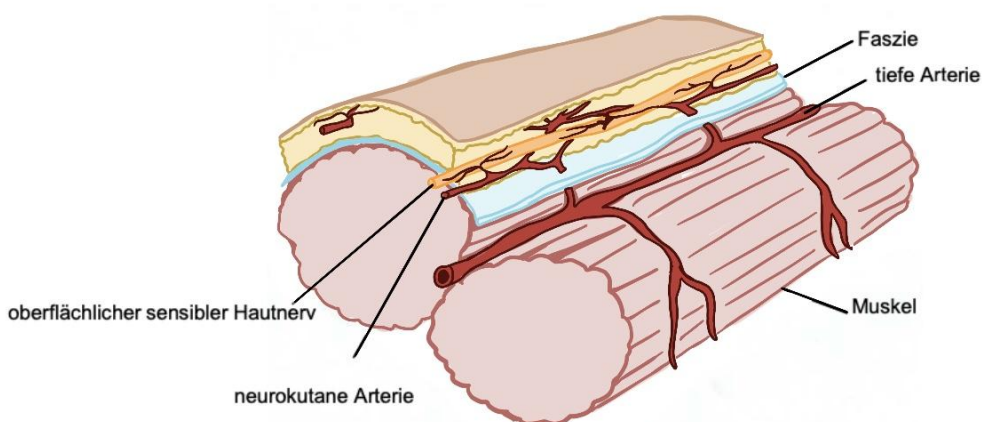
In der deskriptiven Anatomie der Blutversorgung der Haut unterschied Salomon zwischen direkten und indirekten Arterien. Diese Unterscheidung ist immer noch gültig.

Direkte Arterien entspringen im tiefer gelegenen Gewebe, durchziehen die Faszie und ziehen somit direkt zur Haut. Entsprechend ihrer Grösse, Länge und Richtung können sie in zwei Gruppen klassifiziert werden, nämlich **langstielige Arterien** und **interstitielle Arterien**.

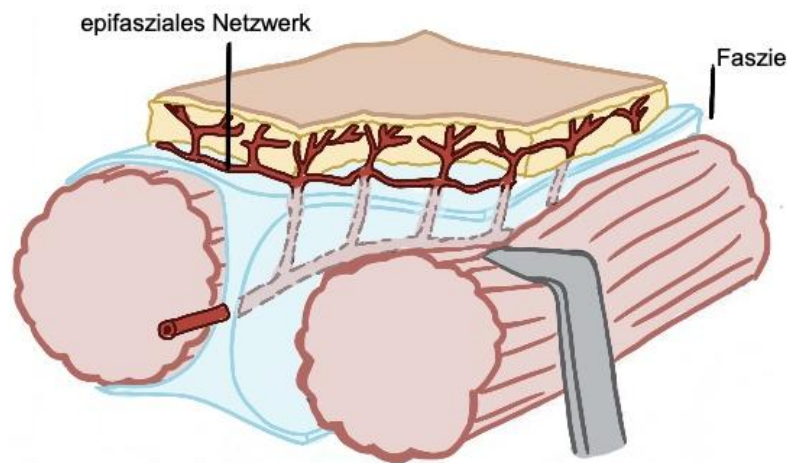
- **Langstielige Arterien** durchziehen die tiefe Faszie in schräger Richtung und verlaufen in der tiefen Schicht des Subkutangewebes. Diese Arterien finden sich stammnah, sind an den Extremitäten zahlenmässig begrenzt und haben an ihrem Ursprung aus dem Stammgefäss einen Durchmesser von 1 bis 2 mm.



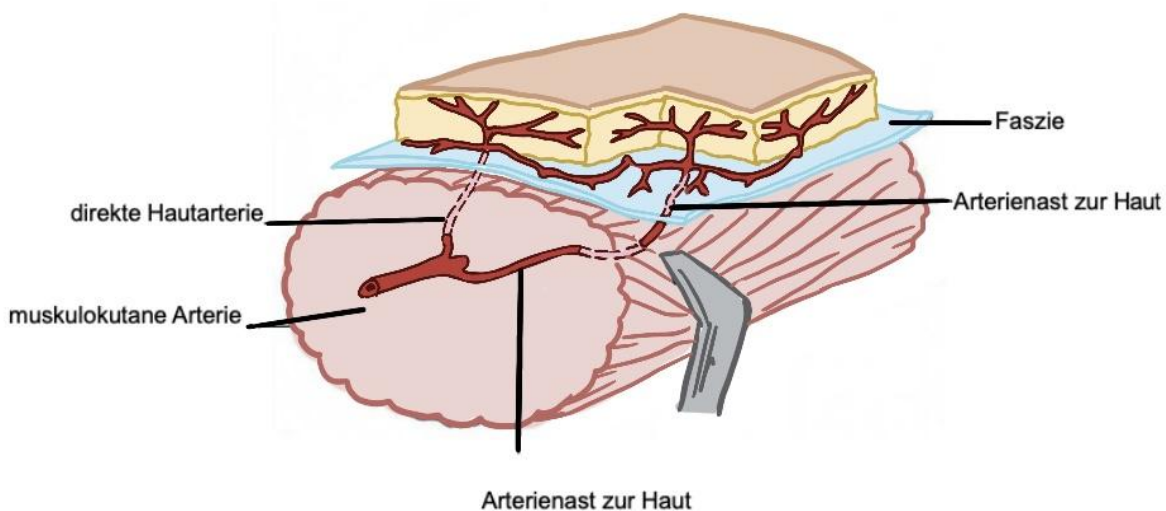
Beachtung sollte auch der Rolle der **neurokutanen Arterien** geschenkt werden, welche die oberflächlichen sensiblen Nerven begleiten. Diese Arterien geringeren Durchmessers bilden ein Netzwerk und eine echte Gefässachse, welche die Nerven versorgt und viele kleine und kurze Arterien für die Versorgung der Haut abgibt. Entlang des Verlaufes dieser Arterien existieren zahlreiche Anastomosen mit den tiefen Gefässachsen der Extremitäten. Die neurokutanen Arterien sollten in die Gruppe der **langstieligen Arterien** eingeteilt werden, da sie die Basis für die neurokutanen Lappen, ähnlich einem axial gestielten Lappen bilden.



- **Interstitielle Arterien** sind Äste der axialen Hauptarterie. Sie verlaufen gewöhnlich in der Schicht zwischen zwei Muskeln und ziehen senkrecht zur Stammarterie. In einigen Gebieten nimmt diese Schicht zwischen zwei Muskelbäuchen die Form eines echten fibrösen Septums an, welches auch an Knochen angeheftet sein kann. Nachdem die interstitiellen Arterien die Faszie durchbrochen haben, verlaufen sie stark gewunden und besitzen untereinander in der epifaszialen Schicht zahlreiche Anastomosen. Diese Anastomosen bilden ein plexiformes Netzwerk, das bei der Präparation eines Lappens mit der Faszie extrem wichtig wird, wie Ponten 1981 empirisch nachweisen konnte. Dieses Anastomosennetz gibt weitere Äste zum Subkutangewebe ab und bildet ein weiteres plexiformes Netzwerk. Hieraus entspringen die terminalen Hautarterien.



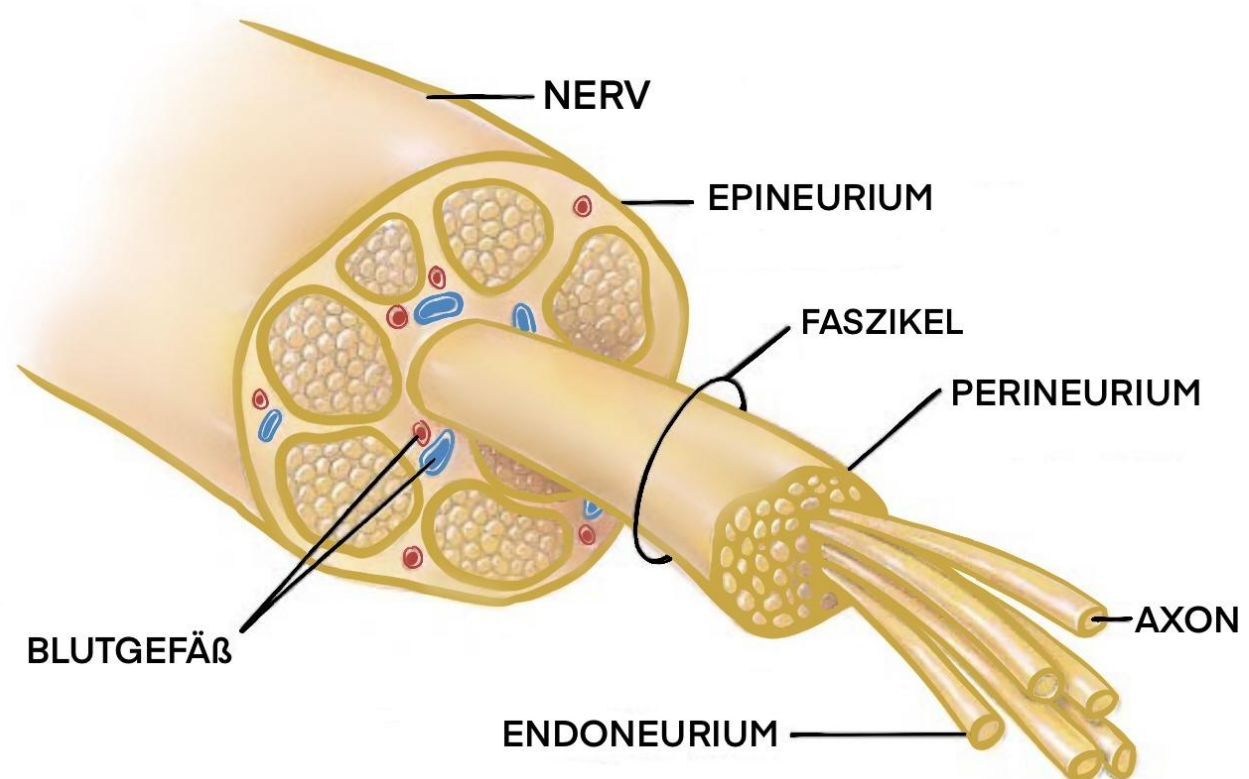
Die **indirekte Gefäßversorgung** der Haut ist einfacher. Sie wird durch Muskelarterien bereitgestellt, deren Äste die Faszie durchbrechen und sich zur Haut hin verteilen.



3.22 Anatomie des Nervs

Das **Endoneurium**, eine Bindegewebsschicht aus dünnen Kollagenfasern, umhüllt myelinisierte Nervenfasern oder Gruppen von nicht-myelinisierten Nervenfasern. Es schützt und ernährt die Axone. Mehrere Nervenfasern verbinden sich zu einer Nervenfaserguppe, welche dann Faszikel genannt werden. Faszikel werden durch das **Perineurium** zusammengehalten und umrahmt. Das Perineurium ist hauptverantwortlich für die Dehn- und Reissfestigkeit des Nervs und stellt die Blut-/Nervenbarriere dar. Mehrere Faszikel können vom **interfaszikulären (oder internen) Epineurium** zu Gruppen zusammengefasst werden. Der gesamte Nerv wird vom so genannten externen **Epineurium (oder Paraneurium)** zusammengefasst.

Periphere Nerven verfügen über eine ausgezeichnete intrinsische und extrinsische Blutversorgung. Die intrinsische Anordnung der Blutversorgung ergibt sich aus verbundenen Plexus im Epi-, Peri-, und Endoneurium. Es bestehen viele Anastomosen zwischen den Plexus und zu den extrinsisch parallel verlaufenden Gefäßen.



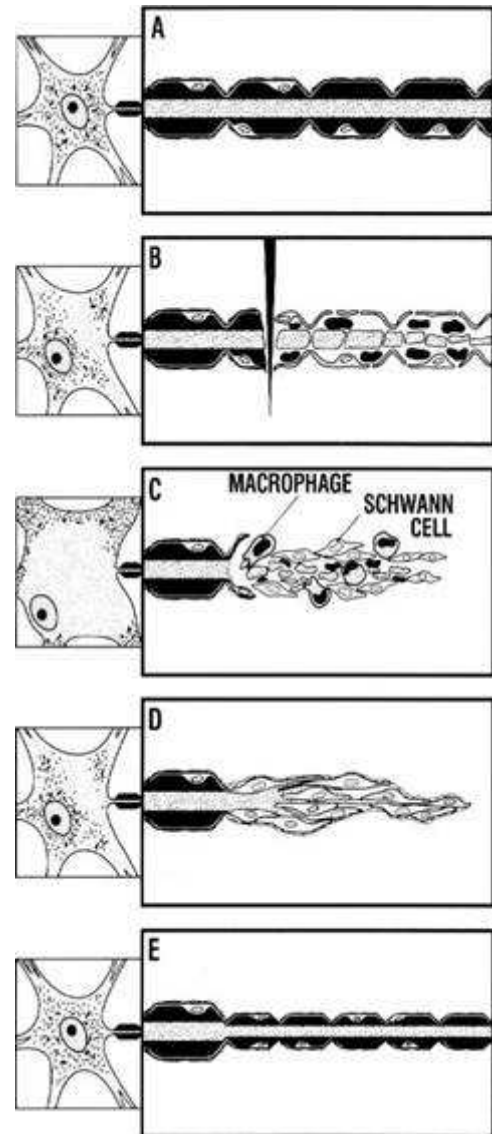
3.3 Nervenverletzungen

Die Durchtrennung eines peripheren Nervs bedeutet in der Regel die Durchtrennung des peripheren Dendriten (Abb.B).

Es kommt distal der Durchtrennungsstelle zum Absterben des „Innenlebens“ des Dendriten, der sog. Waller'schen Degeneration (Abb.C). Damit ist eine primäre Nervenheilung an der Durchtrennungsstelle vom Durchtrennungstag an zunächst nicht möglich. Nach Ablauf der Waller'schen Degeneration kann von der Durchtrennungsstelle an eine Regeneration einsetzen. Nach proximal kommt es zu einem sog. „dying back“-Phänomen, d. h. der proximale Anteil des durchtrennten Dendriten stirbt noch eine kleine Strecke nach proximal ebenfalls ab und wird dann von proximal, vom Zelleib aus, wieder regeneriert.

Es kommt, bei entsprechender guter Naht oder nicht kompletter Verletzung und Dislokation des Dendriten, zu einer Regeneration im abgeräumten distalen Dendriten (Abb. D). Diese Regeneration findet mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 mm pro Tag nach distal statt.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass eine Nervennaht am Unfalltag nicht dazu führt, dass der Nerv sofort wieder funktioniert, sondern dass je nach Länge der Strecke zwischen Durchtrennungsstelle und peripherem Endorgan eventuell bis zu 4 Jahre, z. B. bei Armplexuslähmung, abgewartet werden müssen, bis ein endgültiges Regenerationsergebnis erreicht ist.



Die **Einteilung der Nervenverletzungen** erfolgt nach Seddon und Sunderland:

Seddon 1943		Sunderland 1951	
Neurapraxie	Grad I	→	segmentale Demyelinisation – funktionaler Impulsleitungsblock
	Grad II	→	Axonkontinuität unterbrochen
Axonotmesis	Grad III	→	Architektur des Endoneuriums geschädigt
	Grad IV	→	Architektur des Perineuriums geschädigt
Neurotmesis	Grad V	→	Nervenkontinuität unterbrochen

WALLER'sche Degeneration der Nervenfasern

3.4 Replantationen

In der geschichtsträchtigen Replantationschirurgie wird die Mikrochirurgie am häufigsten notfallmässig angewandt.

Amputationen von Extremitäten entstehen meist traumatisch und finden sich am häufigsten an der oberen Extremität. Weitere Ursachen, aufgrund derer Amputationen durchgeführt werden müssen, sind vaskulärer Genese oder ergeben sich aufgrund eines Tumors, seltener auch durch andere Ursachen wie z.B. Kontrakturen.

Die Ziele jeder Replantation sind der Erhalt einer funktionellen Länge, dauerhafte Deckung, intakte Sensibilität, Prävention von Neuomen und Gelenkkontrakturen, minimale Morbidität und schnelle Rückkehr zu Alltagsaktivitäten des Patienten, resp. möglichst rasche prothetische Versorgung.

Die Indikationsstellung zur Replantation sollte immer sehr sorgfältig, unter Berücksichtigung der Verletzung und der Bedürfnisse des Patienten, gestellt werden. Der operative „Game Plan“ sollte die schnellstmögliche Revaskularisation zum Ziel haben. Somit wird eine ossäre Stabilisierung angestrebt, um anschließend prioritär Arterie, Vene sowie, nach Weichteilmantelverschluss in einem späteren Schritt, Sehnen und Nerven zur rekonstruieren.

Ein Replantationsversuch ist nie falsch, solange man den Mut hat, bei einem schlechten funktionellen Ergebnis eine Amputation durchzuführen.

Um einen Anhaltspunkt bezüglich Replantationserfolgs zu bekommen, wurden verschiedene Scores erforscht. Der gebräuchlichste ist der MESS-Score. Dieser zeigt eine Korrelation mit dem Extremitäten-Erhaltungspotential, jedoch nicht mit Amputationsraten.

3.41 Mangled Extremity Severity Score (MESS) (aus: Johansen et.al. 1990)

Skeletal / soft-tissue injury	Low energy (stab; simple fracture; pistol gunshot wound)	1
	Medium energy (open or multiple fractures, dislocation)	2
	High energy (high speed MVA or rifle GSW)	3
	Very high energy (high speed trauma + gross contamination)	4
Limb ischemia	Pulse reduced or absent but perfusion normal.	1*
	Pulseless; paresthesias, diminished capillary refill	2
	Cool, paralyzed, insensate, numb	3*
Shock	Systolic BP always > 90 mm Hg	0
	Hypotensive transiently	1
	Persistent hypotension	2
Age (years)	< 30	0
	30-50	1
	> 50	2

* Score doubled for ischemia > 6 hours

3.5 Klinische Anwendungsbereiche der Mikrochirurgie

Wenn immer möglich werden zur Reduktion der Operationszeit zwei Operationsteams gleichzeitig eingesetzt - hier zum Beispiel während eines freien Fibulatransfers. Dies führt dazu, dass die mikrochirurgische Gefäßanastomose ohne Zeitdruck erfolgen kann.



3.6 Plastische mikrochirurgische Rekonstruktion

Die plastische Chirurgie beschäftigt sich mit der Wiederherstellung von Form und Funktion bei Weichteildefekten.

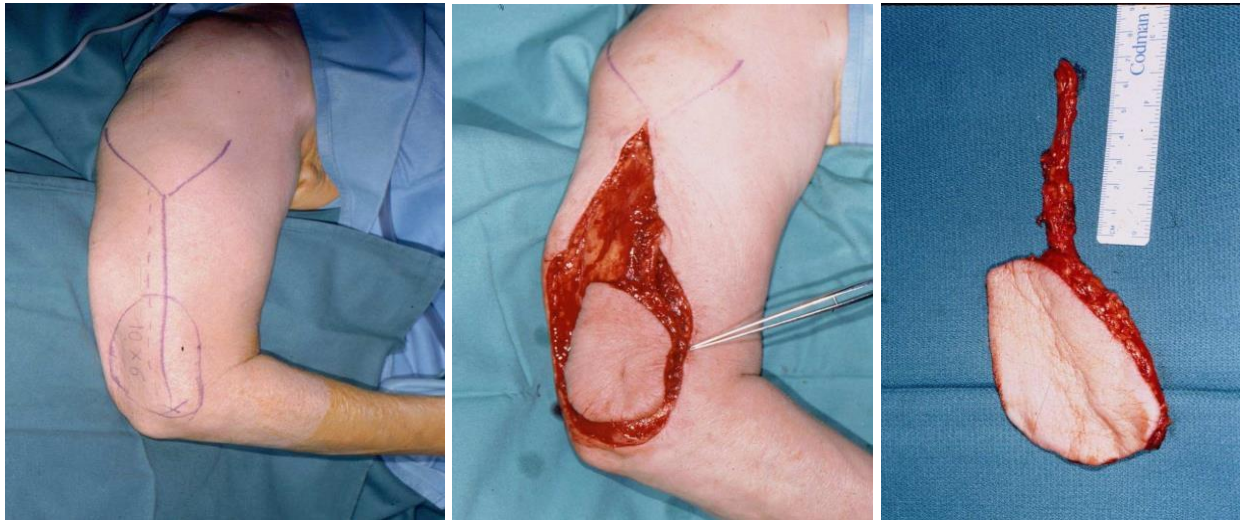
Sie bevorzugt dazu den autologen Gewebetransfer und geht nach den Prinzipien der rekonstruktiven Leiter vor.

Die Anwendungsmöglichkeiten betreffen den ganzen Körper und sind lediglich an die anatomischen Grenzen gebunden

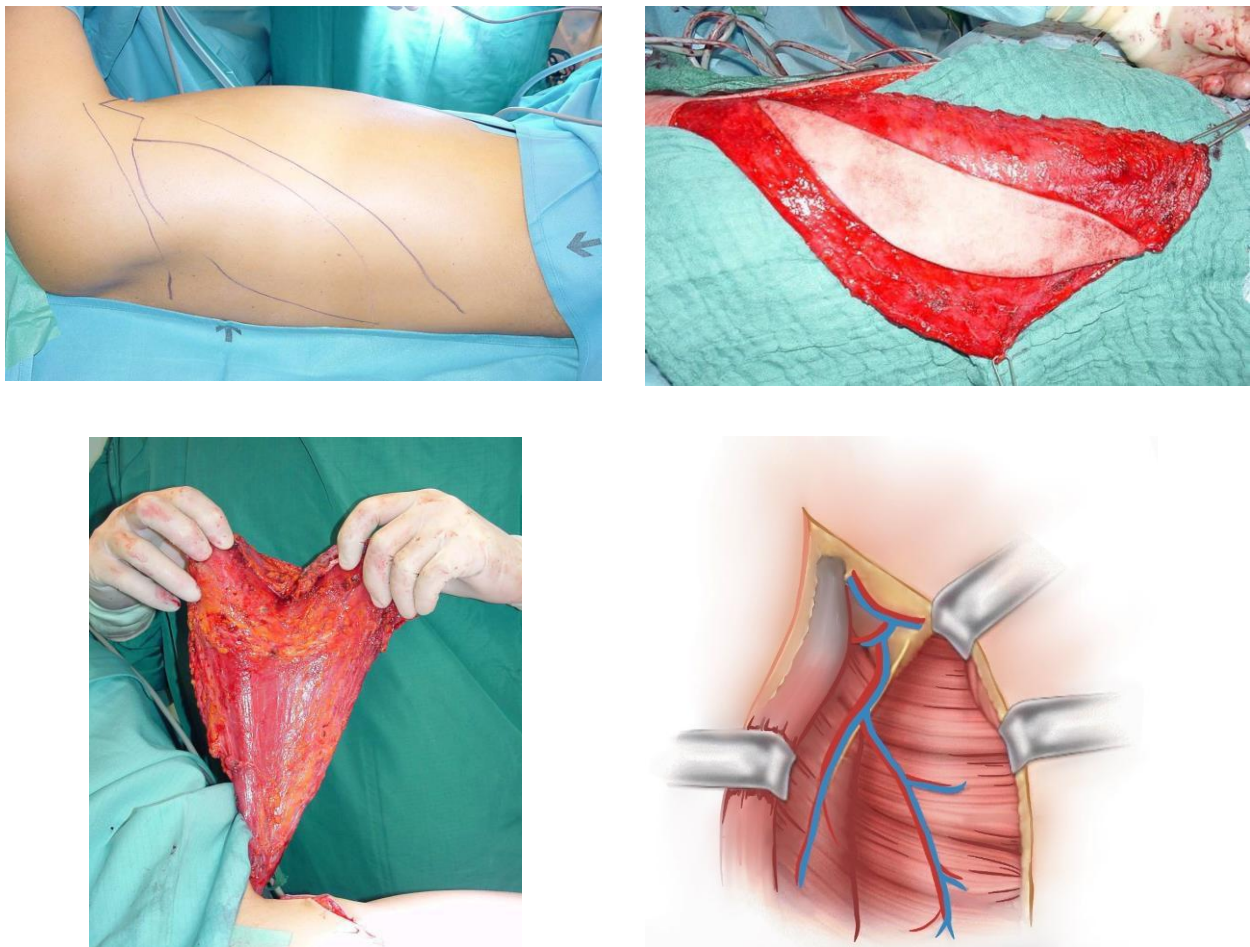


Rekonstruktive Leiter:

Klinisches Beispiel: Freier lateraler Oberarmklappen



Klinisches Beispiel: Latissimus dorsi Lappen

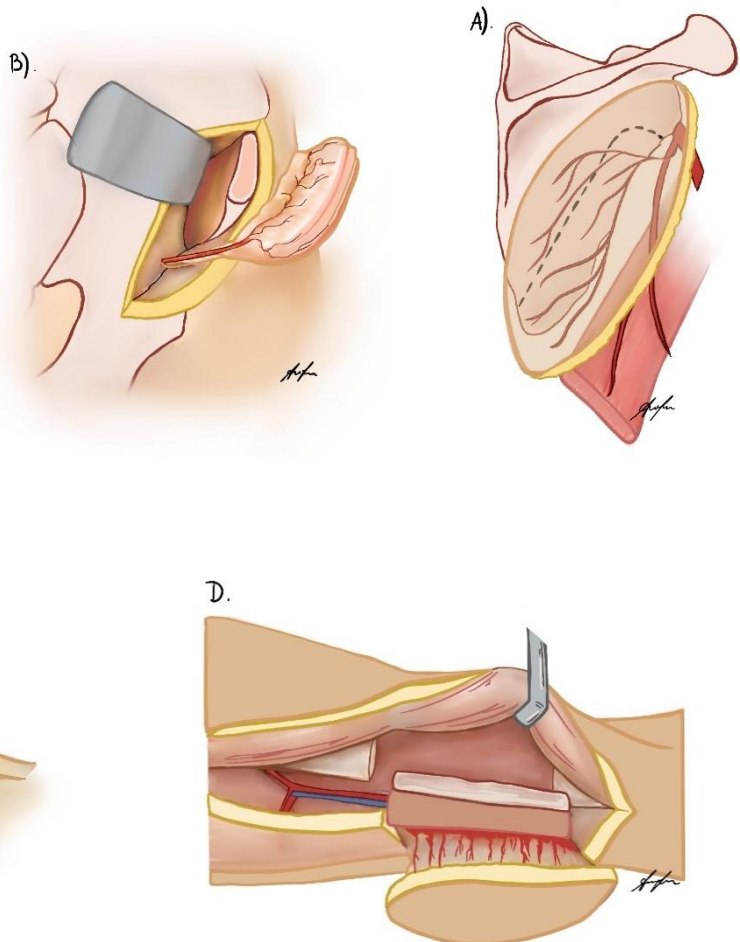


3.7 Mikrochirurgische Rekonstruktionen im Kopf- Halsbereich

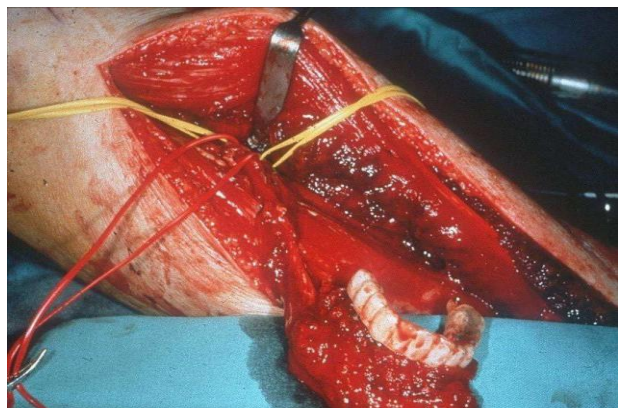
Die mikrovaskuläre Chirurgie ist zur bevorzugten Methode für die Mandibularekonstruktion geworden. Insofern sie möglich ist, ergibt die sofortige Rekonstruktion von segmentalen Unterkieferdefekten das beste ästhetische und funktionelle Resultat.

Vier Entnahmestellen haben sich als primäre Quellen für vaskularisierten Knochen etabliert: Scapula (A), Beckenkamm (B), Radius (C) und Fibula (D).

Die Fibula hat dabei mehrere Vorteile: Sie vereint Knochendicke mit Knochenlänge, erlaubt gleichzeitige Tumorresektion und Lappenhebung und hat eine minimale Hebemorbidity. Die Fibula wurde so zur ersten Wahl bei den meisten Defekten, insbesondere bei grossen Knochendefekten oder multiplen Osteotomien.



Klinisches Beispiel: Rekonstruktion mit Freier Fibula

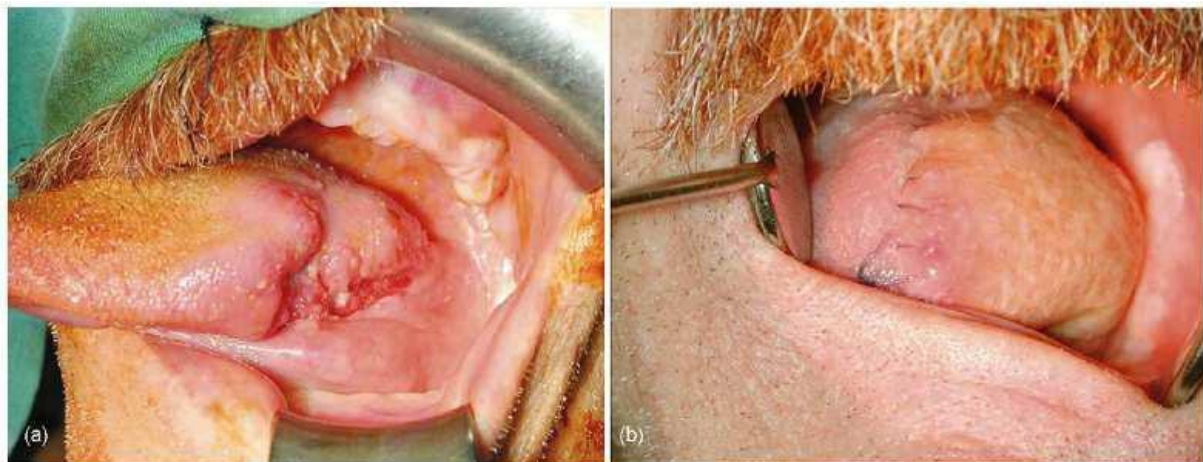
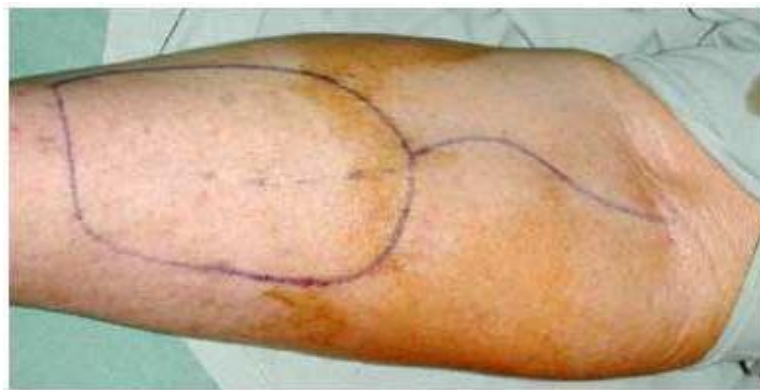


3.8 Mikrochirurgie in der HNO

Im chirurgischen Anteil der Oto-Rhino-Laryngologie werden mikrochirurgische Techniken v.a. am Mittelohr und in der Larynxchirurgie benützt. Im Universitätsspital Basel wird dabei häufig der freie Radialislappen zur Rekonstruktion nach Tumorresektionen im Pharynx- und Larynxbereich verwendet.

Der Radialislappen ist einer der zuverlässigsten und meist verwendeten Lappen. Weil relativ grosse Gefässe und ein langer Stiel vorhanden sind, ist der Lappen vergleichsweise einfach anwendbar. Die doppelten oberflächlichen und tiefen Venennetzwerke bieten viele mikrochirurgische Möglichkeiten.

Klinisches Beispiel: Radialislappen zur Rekonstruktion nach Tumorresektion



3.9 Mikrochirurgie in der Neurochirurgie

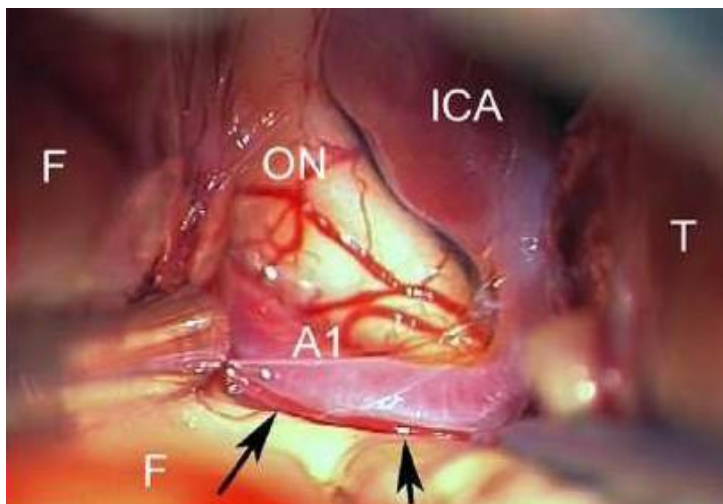
Die speziellen Probleme der cerebrovaskulären Chirurgie wurden Ende der 60er Jahre vermehrt angegangen und mikrochirurgische Laboratorien eingerichtet. Als Resultat der Erfahrungen im Labor zeigte sich die Mikrochirurgie als wertvoll in verschiedenen neurochirurgischen Operationsfeldern. Zum Beispiel wurden, durch verbesserte operative Technik bei grossen Läsionen, die Exzisionen von cerebralen und spinalen Tumoren und Angiomen, die Resektion von Aneurysmen sowie die Präparation von Hirn- und Spinalnerven (Trigeminusneuralgie, spastischer Torticollis, M. Menière) genauer und weniger invasiv durchführbar.

Klinisches Beispiel: Aneurysma Clipping (A1A):



A1: Segment ACA nach Retraktion
 Lobus frontalis
 F: Lobus frontalis
 ON: Nervus opticus
 ICA: Art. carotis interna
 T: Lobus temporalis

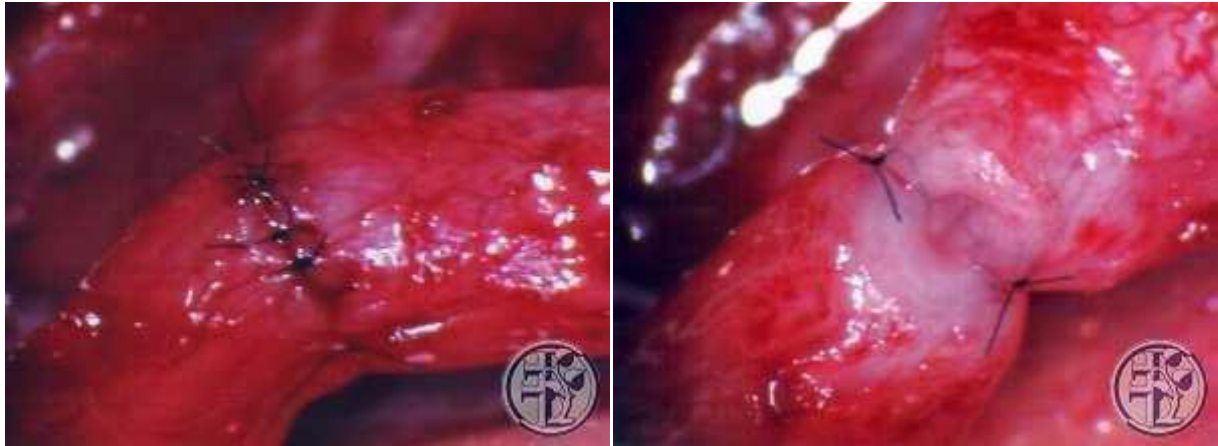
Schwarze Pfeile: Heubnersche Arterie



3.10 Mikrochirurgie in der Urologie

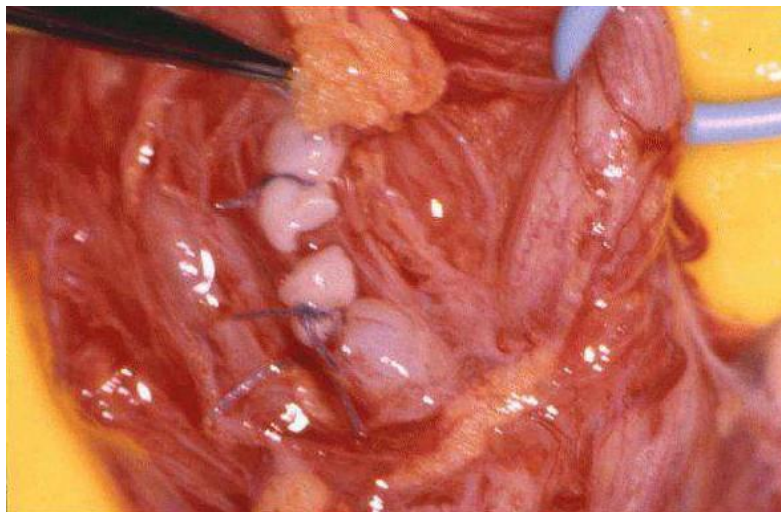
Die klassische mikrochirurgische Operation in der Urologie ist die Vasovasostomie mit hoher Erfolgsrate (Spermiennachweis um 90% und Schwangerschaftsraten von bis zu 70%).

Klinisches Beispiel: Mikrochirurgische Vasovasostomie (Klinikum Hersfelden)



Auch mikrochirurgische Varikocelenligaturen werden heute angeboten, falls durch die antegrade Sklerosierung kein Erfolg erreicht wird (Varikocelenrezidiv). Unter dem Operationsmikroskop werden dann der Samenleiter, die Hodenarterien, die Hodenvenen und die Lymphgefäße zum Hoden identifiziert und die Hodenvenen unter Erhaltung des Samenstrangs, der Hodenarterie und der meisten Lymphgefäße durchtrennt.

Diese mikrochirurgische Varikocelenoperation ist darüber hinaus bei uns der Standardeingriff bei Varikocelen im Kindesalter.



Schwarzer JU Journal für Urologie und Urogynäkologie 2006; 13(3) (Ausgabe für Schweiz): 19-21 ©

4. Weiterbildung / Ausbildung

Übung macht den Meister!

Die meisten mikrochirurgischen Laboratorien bieten Übungsmöglichkeiten an, damit man sein Know-How behalten und weiter verfeinern kann.

Des Weiteren gibt es in Basel immer wieder Kurse, auch für fortgeschrittene Mikrochirurgen und Mikrochirurginnen. Wir freuen uns über Ihre Anmeldung per E-Mail an heike.reimann@usb.ch.

Eindrücke von früheren Kursen:



4.1 Tierexperimentelle Weiterbildung im Labor

Die klinische Anwendung der Mikrochirurgie setzt Erfahrungen voraus, die am Kleintier erworben werden können. Nach absolviertem Basiskurs können im Mikrochirurgielabor arterielle und venöse Anastomosen an der narkotisierten Ratte durchgeführt werden.



5. Referenzen

5.1 Internetressourcen

- Universitätsspital Basel
www.unispital-basel.ch
- SGPRÄC
<http://www.plastic-surgery.ch>
- SGH
<http://www.swisshandsurgery.ch>
- Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie (Der Peripheren Nerven und Gefässe).
<http://www.dam-png.org/>
- Mikrochirurgisches Ausbildungs- und Forschungszentrum
<http://www.maz.at>
- MESS Score online Calculator
<http://www.hwbf.org/ota/bfc/hersc/mess.htm>

5.2 Literatur

Bücher:

- Kneser U, Horch RE, Lehnhardt M. Grundkurs Mikrochirurgie, Springer Verlag, 2016.
- Masquelet AC, Gilbert A. Atlas der Lappenplastiken in der Chirurgie der Extremitäten. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1998.
- Germann G et al. Decision-Making in Reconstructive Surgery: Upper Extremity.
- McCarthy J et al. Current Therapy in Plastic Surgery.
- Mailänder P et al. Die operative Therapie von Läsionen peripherer Nerven. Zentralbl Chir 2005.
- Yosargil, MG. Microsurgery. Applied to Neurosurgery. Nachdruck (2007) d. 1 Auflage 1969.
- Radigier J. Kurzgefässte Handchirurgie. 5., überarbeitete Auflage. Veröffentlicht von GeorgThieme Verlag. 2006.
- Berger A., C. Tizian: Technik der Mikrochirurgie, Lehrbuch und Atlas Kohlhammer, Stuttgart1985

Artikel:

- Tamai S. History Of Microsurgery – From The Beginning Until The End Of The 1970s. Microsurgery. 1993;14:6-13.
- Penkert G. Chirurgie der Nervenverletzungen. Chirurgie. 1999; 70:959-967.
- Battiston B et al. Nerve Repair By Means of Tubilization. Microsurgery. 2005; 25:258-267.
- Joseph JJ et al. Mandible Reconstruction With Microvascular Surgery. Semin. Surg. Onc. 2000; 19:226-234.
- Smith GI. Clinical outcome and technical aspects of 263 radial forearm free flaps used in reconstruction of the oral cavity. BJOMS. 2005; 43:199-204.
- Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST Jr. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. J Trauma. 1990 May; 30(5):568-72; discussion 572-3.