

Wundversorgung

QUAE MEDICAMENTA NON SANANT, FERRUM SANAT, QUAE FERRUM NON SANAT, IGNIS SANAT !
(WAS ARZNEIEN NICHT HEILEN, HEILT DAS MESSER, WAS DAS MESSER NICHT HEILT, HEILT FEUER! HIPPOKRATES APHORISMEN)

Inhaltsverzeichnis

GESCHICHTLICHES.....	2
WUNDHEILUNG.....	4
PRIMÄRHEILUNG	4
SEKUNDÄRHEILUNG	4
WUNDHEILUNGSSTÖRUNGEN	5
ALLGEMEINE URSACHEN.....	5
LOKALE URSACHEN	5
BEURTEILUNG EINER WUNDE.....	5
WUNDARTEN.....	5
<i>Gedeckte Wunde</i>	5
<i>Oberflächliche Wunde</i>	5
<i>Perforierende Wunde</i>	5
<i>Komplizierte Wunde</i>	5
<i>Insektenstiche</i>	6
WUNDBEHANDLUNG.....	6
TECHNIK DER WUNDEXZISION.....	7
WUNDDÉBRIDEMENT.....	7
<i>Einleitung</i>	9
<i>Primärnaht</i>	9
<i>Verzögerte Primärnaht</i>	10
<i>Sekundärnaht</i>	12
DIE NAHTTECHNIK.....	14
EINLEITUNG.....	14
NAHTMITTEL	14
<i>Catgut</i>	15
<i>Seide</i>	15
<i>Zwirn</i>	15
<i>Metallfäden</i>	16
<i>Kunststofffäden</i>	16
<i>Gewebekleber</i>	17
<i>Klammern</i>	17
KNOTENTECHNIK.....	17
<i>Grundformen der Naht</i>	18
<i>Praktische Hinweise zur Technik der Hautnaht</i>	18
VERBAND UND NACHBEHANDLUNG	19
<i>Verband bei durch Naht verschlossenen Wunden</i> ..	20
<i>Verband bei frischen und älteren Defektwunden</i>	20
<i>Nachbehandlung</i>	20

Wundversorgung

Geschichtliches

„**ICH VERBINDE DIE WUNDE, GOTT HEILT SIE**“ (AMBROISE PARÉ, WUNDARZT IM 16. JAHRHUNDERT).

Geändert haben sich im Laufe der Jahrhunderte die Praktiken und Materialien der Wundbehandlung, geblieben ist die Ratlosigkeit und Hilflosigkeit, mit der wir immer noch Wundheilungsstörungen gegenüberstehen.

Die Anfänge der Chirurgie reichen zurück bis in die prähistorische Zeit. Knochenfunde aus der Steinzeit zeigen eine Reihe tadelloser Frakturheilungen, die auf besondere technische Hilfsmaßnahmen hinweisen. Trepanierte Schädel sind Zeugen chirurgischer Eingriffe in prähistorischer Zeit. Man nimmt an, daß die Schädeldecken mit Feuersteinmessern geöffnet wurden.

Bei den orientalischen Völkern nahm die Entwicklung der Chirurgie und die Pflege der Wundbehandlung ihren ersten Aufschwung. In dem 4000 Jahre alten *Papyrus Ebers* findet man Anleitungen für Leinenverbände oder Verbände, die mit verschiedenen Fetten, Wachs oder Honig bestrichen wurden. In dem etwas jüngeren *Papyrus Hearst* finden sich Anweisungen über Einrichtung und Verband gebrochener Knochen und Ratschläge zur Blutstillung.

Aus der Bibel erfährt man das bemerkenswerte Verbot, eine Wunde mit der Hand zu berühren, da „die Hand eine Entzündung macht“.

In Indien erreichte die Chirurgie bereits 1500 v. Chr. eine hohe Stufe. Plastische Operationen die durchgeführt wurden, setzten bereits eine Nahttechnik voraus. Die Blutstillung erfolgte mit Kräutern, Kälte, Druck oder heißem Öl.

Das klassische Griechenland hat schließlich die medizinische Wissenschaft zu höchster Blüte gebracht. Durch die Werke des griechischen Arztes **Hippokrates** (460 - 377 v. Chr.) wurden bereits im 4. Jahrhundert v. Chr. die wissenschaftlichen Grundlagen der Medizin geschaffen. Hippokrates kannte bereits die Entzündungen und die Gangrän, genauso wie den Tetanus oder die Sepsis.

Ein anderer berühmter Arzt, der Römer **Claudius Galenos** (129 - 199 n. Chr.), beschreibt in seiner „Ars medica“ eingehend den Prozeß der Wundheilung.

Im Mittelalter brachten die Araber wesentliche Neuerungen hervor. In den Schriften des **Abul Casim** werden ausführlich Nahttechniken beschrieben. Im christlichen Europa des 12. und 13. Jahrhunderts diskutierten die Chirurgen jahrhundertlang die Frage, ob einer unmittelbaren Vereinigung der Wundränder oder der Heilung durch Eiterung der Vorzug zu geben sei. Die Chirurgen, die aus den Schulen Salernos hervorgingen, tamponierten die Wunden, um Eiterungen hervorzurufen, wogegen die Franzosen ganz im Sinne von Hippokrates zur Reinlichkeit in der Wundbehandlung mahnten.

Noch bis ins 17. Jahrhundert setzte sich das wundärztlich tätige Personal aus Badern, Scherern und den eigentlichen Wundärzten zusammen. Die Wundärzte erwarben ihre Fähigkeiten indem sie wie jeder Handwerker bei einem Meister in die Lehre gingen. Nach Beendigung seiner Lehrzeit zog der junge Wundarzt zunächst auf Wanderschaft. Nachdem er dann das Meisterstück bestanden hatte, konnte er sich niederlassen.

Der Begriff „Chirurgie“ stammt aus dem Griechischen *cheirourgia* und bedeutet ja auch *Handtätigkeit, Wundarzneikunst*. Englisch: *surgery*.

Die Definition der Chirurgie lautet: Fachgebiet zur Erkennung und Behandlung von Erkrankungen, die ohne chirurgische Intervention zu gesundheitlichen Schäden oder zum Tod führen würden. Sie umfaßt neben konservativen (mechan., physik., pharmak.) besonders operative Verfahren zur kausalen Therapie organischer Leiden oder zur Verkürzung des Heilungsverlaufs bzw. Verbesserung des funktionellen Ergebnisses.

Im 18. Jahrhundert machte die Chirurgie beachtliche Fortschritte. Es wurden Tierversuche durchgeführt und aus mikroskopischen Untersuchungen und Krankenbeobachtungen wurden neue Erkenntnisse gesammelt. Wundheilungsstörungen führte man auf „den Schaden in der Luft“ zurück. Das stand allerdings im eklatanten Gegensatz den katastrophalen Verhältnissen, wie sie zu jener Zeit etwa in der Berliner Charité oder im Hôtel-Dieu zu Paris herrschten. Im Hôtel-Dieu beispielsweise gab es für 4.800 Kranke nur 2.000 Betten. 200 bis 300 Kranke wurde in einem Saal zusammengepfercht. Dicht daneben lag der Operationsaal ebenso wie die Totenkammer mit dem Anatomiesaal, so daß der Leichengeruch alles verpestete. Der gefürchtete Hospitalbrand hielt so ungehindert Einzug.

Mitte des 18. Jahrhunderts wurde vor allem in England der Kampf gegen die Wundinfektionen aufgenommen. Zu der Zeit kamen auch die Begriffe „septisch“ und „antiseptisch“ auf. Zur Wundreinigung wurde - wie schon von Hippokrates empfohlen - Wein oder Alkohol verwendet.

Erst das ausgehende 19. Jahrhundert erlebte den weltweiten Siegeszug der Antisepsis und damit das Ende des schrecklichen Hospitalbrandes und der Pyämie. Dieser Fortschritt ist vor allem zwei Männern zu verdanken: **Ignaz Philipp Semmelweis** (1818 - 1865) und **Joseph Lister** (1827 - 1912). **Louis Pasteur** (1822 - 1895) verhalf der Theorie „daß jede Zersetzung, Gärung oder Fäulnis durch Zuführung lebender Keime von außen bedingt sei“ zum Durchbruch.

Daß die alte Sehnsucht, die Kranken vor Wundinfektionen zu schützen, endlich gelang, ist Semmelweis zu verdanken. Durch gründliche Reinigung seiner Hände mit Seifenwasser und Chlor konnte er an seiner Wiener Gebärabteilung die Häufigkeit des Kindbettfiebers von 10% auf 1% senken. Die weltweite Anerkennung seiner Lehre blieb ihm jedoch nach erbittertem Kampf mit seinen Widersachern durch seinen frühen Tod versagt.

Auf einer völlig anderen Grundlage ist das Werk Listers erwachsen. Er dachte an die alte Erkenntnis, daß die Luft an der Entzündung der Wunden schuld sei. Durch Versprühen geeigneter Mittel in der Luft des Operationsraumes sollten die entzündungsverursachenden Luftkeime abgetötet werden. Er kam auf die Karbolsäure. Sie wurde auf der Suche nach fäulniswidrigen Substanzen 1859 im Steinkohlenteer, der seit Jahrhunderten als Wundermittel eine Rolle gespielt hatte, gefunden. Sie vernichtete Mikroorganismen und verhinderte deren Entwicklung. Die ersten Versuche mit Karbolsäure als Desinfiziens stellte Lister 1865 in seinem Glasgower Krankenhaus bei offenen Knochenbrüchen an, deren Prognose damals ausgesprochen schlecht war. Seine Erfolge übertrafen noch seine Erwartungen. Alles, was nur in irgendeiner Weise mit den Brüchen in Berührung kommen konnte, wurde nun der Karbolwirkung ausgesetzt.

Als dann **Robert Koch** (1843 - 1910) Licht in das Dunkel der Erreger brachte, konnte der Kampf gegen die identifizierten Feinde der Wundheilung geführt werden.

Die Erkenntnis, daß den Wunden weniger durch Luftkeime als vielmehr durch Kontaktinfektion Gefahr droht, führte später dazu, daß anstelle chemischer Mittel zur Abhaltung einer Infektion physikalische Methoden traten. Pasteur war der erste, der die physikalische Sterilisation chirurgischer Instrumente empfahl.

Die bahnbrechenden Arbeiten Robert Kochs und seiner Schüler bildeten dann das Fundament der heute noch gültigen Sterilisationstechnik.

Mit dem Wissen um die Existenz der Wundinfektionserreger wurde schließlich auch die Diskussion um den optimalen Wundverband um eine wesentliche Komponente bereichert. Hatte man seit Jahrtausenden den Verband als einfachen Wundabschluß betrachtet, der allenfalls Blutungen stillen und das Wundsekret aufsaugen sollte, so wurden Verbände nun eingesetzt, um auch die Infektionserreger fernzuhalten.

In Deutschland nahm die Firma **Paul Hartmann** 1871 die Produktion von Verbandwatte auf. Die Vulkanisierung von Kautschuk ermöglichte schließlich die Entwicklung eines selbsthaftenden Verbandmaterials, des sogenannten Adhäsivpflasters. Die Adhäsivpflaster hatten zunächst den Nachteil, daß sie nur kurzzeitig haltbar waren und vor ihrer Anwendung erwärmt werden mußten.

Im Jahre 1901 gelang es dem Hamburger Apotheker **Paul C. Beiersdorf**, ein auch im kalten Zustand haftendes Pflaster zu entwickeln. Er brachte das erste weiße, hautfreundliche Pflaster unter dem Namen Leukoplast in den Handel.

Das Bestreben, krankmachende Keime von den Wunden fernzuhalten, reicht unverändert bis in die heutige Zeit und hat in der Einführung spezieller Operationsräume mit keimarmer Luft ihren vorläufigen Abschluß gefunden. Trotz aller Fortschritte ist das Ziel, die Operationswunde keimfrei zu halten, bis heute ein unerreichtes Ideal geblieben.

Wundheilung

Eine Wunde ist ein Defekt des schützenden Deckgewebes infolge einer Verletzung, die mit der Eröffnung von Gefäßen und daher mit dem Austritt von Blut und Lymphe verbunden ist. Der Organismus muß schnellstens für den Verschuß der verletzten Gefäße und der Wunde sorgen.

Den ersten schnellen instabilen Verschuß bezeichnet man als erste Stufe. Der langsame, sich anschließende Prozeß, der zum stabilen Wundverschuß in Form einer Narbe führt, ist die zweite Stufe.

Zur Regeneration zerstörten Gewebes bzw. Verschuß einer Wunde, gehört insbesondere die Neubildung von Bindegewebe und Kapillaren. Das führt bei der primären Wundheilung infolge minimaler Bindegewebeneubildung zwischen den gut durchbluteten und ggf. adaptierten Wundrändern einer sauberen Wunde zu deren raschem und komplikationslosem Verschuß.

Bei Wunden mit weiter auseinanderliegenden (gequetschten od. nekrotischen) Wundrändern oder bei einer Wundinfektion erfolgt eine verzögerte sekundäre Wundheilung, bei der es infolge einer Entzündung zur Auffüllung des Gewebedefekts mit Granulationsgewebe und ausgedehnter Bildung von Narbengewebe kommt. Die Epithelisierung vom Rand her bildet den Abschluß der Wundheilung.

Primärheilung

Heilung durch sofortige Adaptation der Wundränder durch Naht, Klammern, Klebestreifen oder Wundkleber. Eine Narbe entsteht bei Verletzung der Regenerationsschicht der Haut. Exakte Wundnaht und primäre Wundheilung hinterlassen beste Narben.

Sekundärheilung

Klaffende Wundränder vereinigen sich über Granulation und Vernarbung. Eine Sekundärnaht ist im Stadium der Granulation möglich.

Wundheilungsstörungen

Allgemeine Ursachen

1. Alter, schlechte Blutversorgung, verminderte Regenerationskraft
2. Arterielle und venöse Durchblutungsstörungen
3. Hypoproteinämie, Kachexie, konsumierende Erkrankungen (z.B. Leberzirrhose, Ca)
4. Stoffwechselerkrankungen, z.B. Diabetes
5. Anämie, Leukopenie, Agranulozytose
6. Vitaminmangel (C und K)
7. Pharmaka wie Kortison, Zytostatika, Immunsuppressiva. Vasokonstriktion, Röntgenstrahlen
8. Nervenläsionen

Lokale Ursachen

1. Ungünstige Lokalisation (untere Körperhälfte, über Knochen, z.B. Schienbein, Knöchel, Mitverletzung von Schleimbeutel)
2. Mechanische Irritation, z.B. gelenknah oder Manipulation durch den Patienten
3. Infektion, abhängig von Keimzahl, Virulenz, Gewebsschädigung (örtliche Mikrozirkulationsstörung), Abwehrlage des Organismus
4. Nekrosen, Fremdkörper

Beurteilung einer Wunde

Lokalisation, Ausdehnung, Entstehungsursachen, Beschaffenheit, Begleitschäden und Alter einer Wunde sind von Bedeutung. Nach diesen Kriterien richten sich Prognose, Komplikationen, Heilung und Wundversorgung.

Wundarten

Gedeckte Wunde

Prellungen, Distorsionen, Quetschungen, Bänder-, Sehnen-, Meniskusverletzungen, Schädel-Hirn-Verletzungen, stumpfes Körperhöhlentrauma, geschlossene Frakturen.

Oberflächliche Wunde

Schürf-, Kratz-, Quetsch-, Rißwunden.

Perforierende Wunde

Durchtrennung der gesamten Haut. Freilegung tieferer Gewebsschichten. Entsprechend der Entstehung: Schnitt-, Säge-, Riß-, Quetsch-, Platz-, Schußwunden.

Komplizierte Wunde

Mitverletzung des Stützapparates, Knochen, Gelenke, Gefäße, Nerven, Körperhöhlen (Fremdkörper, Metall, Holz, Glas usw).

Bißwunden

Bißwunden sind generell stark infektionsgefährdet (Tier-, Menschenbiß). Deshalb Wundexzision und offene Behandlung, Tetanusprophylaxe, evtl. Tollwutschutzimpfung, Antibiotika, ruhigstellende Verbände.

Insektenstiche

Lokale Entzündungsreaktion mit Ödem (Hämolysegifte, Histamin). Dadurch im Rachen evtl. Ödem (mechanisches Atemwegshindernis).

Therapie: Antiphlogistika, bei starker Reaktion Kortison, feuchter Verband, Antihistaminika.

Wundbehandlung

Allein die Wundbehandlung entscheidet über das weitere Schicksal einer Verletzung. Wichtigstes Grundprinzip der chirurgischen Wundversorgung ist das sorgfältige **Débridement** (Wundtoilette aus dem frz. *débrider* : abzäumen, einschneiden). Das Débridement der Verletzungswunde hat das Ziel, Fremdkörper und devitalisiertes Gewebe vollständig zu entfernen, um so den allgegenwärtigen Wundkeimen Lebensraum und Nährboden zu nehmen.

Der **Wundverschluß** ist demgegenüber von sekundärer Bedeutung, da die Wundnaht problemlos auch um Tage aufgeschoben werden kann (s. „SEKUNDÄRHEILUNG“). Vorrangiges Ziel jeder chirurgischen Wundversorgung ist die **Vermeidung einer Infektion** als der häufigsten und zugleich schwerwiegendsten Komplikation. Vor allen therapeutischen Überlegungen steht die exakte Diagnose, zu der eine genaue Wundinspektion ebenso gehört wie die Suche nach möglichen Begleitverletzungen. Bei der Beurteilung einer Verletzungswunde sind 4 für die Prognose und das therapeutische Vorgehen wichtige Fragen zu klären:

- Wie ist der Wundrand beschaffen (scharfrandig, gut durchblutet oder gequetscht mit schlechter Durchblutung)?
- Wie alt ist die Wunde?
- Welche Begleitverletzungen liegen vor?
- Wo ist die Wunde lokalisiert?

Das Ergebnis dieser diagnostischen Überlegungen bestimmt die operative Taktik und legt das therapeutische Vorgehen im einzelnen fest.

Die heutige chirurgische Wundbehandlung gründet sich im wesentlichen auf tierexperimentellen Untersuchungen. Man hatte an Meerschweinchen Schnittwunden mit Gartenerde verunreinigt und anschließend die ganze Verletzungszone „en bloc“ ausgeschnitten.

Zurück blieb ein praktisch keimfreies Wundgebiet. Technische Schwierigkeiten und der Zwang zur Schonung von Nerven, Gefäßen, Sehnen und Knochen setzten jedoch der Methode Grenzen. Wundausschneidung und Wundexzision „en bloc“ mußten bei größten Verletzungen zwangsläufig der Wundtoilette, der Wundanfrischung oder eben dem exakten Wunddébridement weichen.

Unter Débridement versteht man, wie gesagt, die sorgfältige Revision einer Wunde mit Entfernung allen devitalisierten oder geschädigten Gewebes.

Grundsätzlich sollte die chirurgische Wundversorgung so früh wie möglich erfolgen. Seit 1898 ist die 6-8 Stunden währende Inkubationszeit der Wundkeime bekannt. Die daraus abgeleitete Regel, nur innerhalb der ersten 6-8 Stunden eine aktiv-chirurgische Wundversorgung durchzuführen, darf nicht als ein Dogma mißverstanden werden. Der Zeitraum läßt sich in den allermeisten Fällen erheblich überschreiten.

Der Übergang zur manifesten Infektion vollzieht sich fließend. Die Inkubationszeit variiert je nach Art, Menge und Virulenz der Erreger zum Teil erheblich. So muß sich die Entscheidung immer am Einzelfall orientieren. Allgemein gültige Regeln lassen sich nicht aufstellen.

Ein Notverband darf erst im Operationsbereich unmittelbar vor der Wundversorgung abgenommen werden. Wiederholte Wundinspektionen erhöhen die Gefahr einer sekundären Keimbesiedelung. Zur präoperativen Untersuchung gehört selbstverständlich die Prüfung von peripherer Durchblutung und Nervenfunktion. Die Wundumgebung wird mit einem milden Antiseptikum gereinigt, die Haut enthaart und die Extremität oder der Verletzungsbereich in der üblichen Weise sorgfältig desinfiziert. Soweit es sich um eine periphere Verletzung handelt, kann in pneumatischer Blutleere operiert werden. Bessere Übersicht ist der Vorteil, die Gefahr einer zusätzlichen ischämischen Schädigung des traumatisierten Gewebes aber der Nachteil einer angelegten Blutsperre. Bei chirurgischen Wundversorgungen sollte sie deshalb nur ausnahmsweise und nur für kurze Zeit angelegt werden. Für die Versorgung einer einfachen Hautwunde reicht die Infiltrationsanästhesie. Größere Wunden erfordern Leitungsanästhesie oder eine Allgemeinnarkose.

Technik der Wundexzision

Die nach FRIEDRICH benannte Wundexzision en bloc mit anschließender Primärnaht der Verletzungswunde ist bei einfachen Hautwunden möglich. Dabei werden die gequetschten Wundränder 1-2 mm im gut durchbluteten Gewebe ausgeschnitten. Die Mobilisation der umgebenden Haut auf oberflächennah gelegenen Faszien ermöglicht einen spannungsfreien Wundverschluß. Atraumatisches Operieren ist für den Erfolg wesentlich. Die Wundnaht beendet den Eingriff. Bei glatten, gut durchbluteten Wundrändern kann auf die Wundexzision gänzlich verzichtet werden.

Im Gesicht und an den Händen darf ohnehin nur eine sehr sparsame Wundexzision erfolgen. Auf die Besonderheiten der Versorgung von Gesichtswunden und Handverletzungen wird noch gesondert eingegangen werden.

Wunddébridement

Bei größeren, in die Tiefe reichenden Wunden verbieten die anatomischen Verhältnisse die Exzision der gesamten Wunde en bloc. In diesen Fällen muß die Wunde unter gewebeschonender Operationstechnik schichtweise revidiert werden. Belassene Fremdkörper und übersehene Wundtaschen lassen spätere Wundheilungsstörungen ebenso erwarten wie ein um jeden Preis erzwungener Wundverschluß. Massenligaturen (*Unterbindungen*), ungenügende Blutstillung, das Austrocknen des blutleeren Gewebes und eine zu lange Operationsdauer gefährden den weiteren Heilungsverlauf.

Das Wundgebiet ist nötigenfalls wiederholt mit körperwarmer Ringerlösung anzufeuchten. Erweiterungsschnitte verbessern ggf. die Übersicht und ermöglichen ein gewebeschonendes Operieren.

Das eigentliche Wunddébridement beginnt mit der sparsamen Ausschneidung der Haut. Im Gegensatz zur Kutis sollte die Subkutis großzügiger exzidiert werden, da sie über eine mangelhafte Infektabwehr verfügt. Das subkutane Fettgewebe bedeutet für die spätere

Wundheilung keinen Gewinn. Verschmutzte, eingetrocknete oder verfärbte Partien sind deshalb großzügig zu entfernen, bis eine frisch blutende Schnittfläche vorliegt.

Die Faszie neigt infolge ihrer Gefäßarmut leicht zur Nekrose. Freiliegende, verunreinigte Partien müssen exzidiert werden. Aufgrund ihrer Unnachgiebigkeit stellen die Faszien außerdem eine Gefahr ganz besonderer Art dar: Entwickelt sich im Bereich einer Faszienloge ein posttraumatisches Ödem, führt die Volumenzunahme der Muskulatur zwangsläufig zu einer Drosselung der Blutzirkulation. Nur eine rechtzeitige Faszienlängsspaltung kann die ischämische Muskelnekrose verhindern.

Die Revision der traumatisierten **Muskulatur** ist für den weiteren Verlauf mitentscheidend, da die gefürchteten Infektionen gerade von anaeroben Muskelbezirken ausgehen. Dies ist natürlich nur dem erfahrenen Therapeuten oder der Klinik bei einem Redébridement vorbehalten. Die Ausschneidung des geschädigten, dunkel blaurot verfärbten Muskelgewebes erfolgt schrittweise, bis überall blutende, hellrote Muskulatur zutage tritt. Bleibt beim Kneifen mit der Pinzette die Kontraktion der Muskelfasern aus, ist dies ein Hinweis auf eine bereits bestehende irreversible Schädigung. Wundtaschen werden eröffnet und sorgfältig revidiert.

Während selbst große Muskeldelfekte nicht zwangsläufig auch spätere Funktionseinschränkungen zur Folge haben müssen, zieht der Verlust von Sehnen fast immer eine dauernde Funktionsbeeinträchtigung nach sich. Das Débridement von Sehnen muß deshalb zurückhaltend erfolgen. Anstelle einer Exzision steht die tangentiale Anfrischung. Im Zweifelsfalle wird man auf die Exzision einer Sehne verzichten und diese - wenn notwendig - einem Redébridement überlassen.

Die Rekonstruktion durchtrennter **Sehnen** sollte unter optimalen Bedingungen bereits bei der primären Wundversorgung erfolgen. In der Hand des Erfahrenen wird die primäre Sehnenennaht weit bessere Spätergebnisse aufweisen als eine zweizeitige Wiederherstellungsplastik. Dies gilt auch für die primäre Beugesehnenennaht im Hohlhandbereich.

Gefäße und Nerven sind beim Wunddébridement zu schonen. Dies setzt solide anatomische Kenntnisse voraus und macht das Débridement zu einem anspruchsvollen chirurgischen Eingriff. **Gefäßverletzungen** müssen zur Erhaltung des Lebens und zur Vermeidung lokaler, irreversibler ischämischer Schäden sofort versorgt werden.

Die Arterienligatur ist bei kleineren peripheren Arterien oder bei Gefäßen am Unterarm und Unterschenkel erlaubt, sofern wenigstens noch eine Arterie durchgängig ist.

Zentrale Arterien oder Venen müssen in der Klinik rekonstruiert werden. Zur Wiederherstellung der arteriellen Strombahn kommen diverse Nahttechniken wie die *End-zu-End-Naht* und die *Überbrückung mit Hilfe eines Venentransplantates* (V. saphena magna) oder einer *Kunststoffprothese* in Frage.

Bei glatten **Nervendurchtrennungen** und sauberen Wundverhältnissen wird eine Primärnaht versucht.

Das Débridement schließt mit einer gründlichen Reinigung der Wunde durch Spülung mit angewärmter Ringer-Lösung. Von einer Antibiotikabeimengung zur Spüllösung ist kein zusätzlicher Gewinn zu erwarten.

Mit dem Wunddébridement läßt sich eine weitgehende Keimarmut erreichen. In vitalem Gewebe stellen noch verbliebene Wundkeime keine ernste Gefahr mehr dar.

Wundverschluß

Einleitung

Der primäre Wundverschluß kann durch direkte Naht, aber auch durch freie Hauttransplantation oder einen Verschiebelappen erreicht werden. Der Verschluß einer Wunde kann wie gesagt sofort, verzögert oder erst nach einem längeren Zeitintervall erfolgen.

Entsprechend wird zwischen der **Primärnaht**, der **verzögerten** oder **aufgeschobenen Naht** und der **Sekundärnaht** unterschieden.

Von einer Primärnaht spricht man, wenn die Verletzungswunde noch innerhalb der ersten 2-3 Tage verschlossen wird. Die Primärnaht erfolgt in aller Regel unmittelbar im Anschluß an die chirurgische Wundrevision.

Anstelle einer Naht kann die Wunde auch durch autologe Hauttransplantate primär verschlossen werden. Der Verschluß einer Wunde während dieser ersten Wundheilungsphase birgt gewisse Gefahren in sich, da das frisch traumatisierte Gewebe zu diesem Zeitpunkt über keine ausreichende Infektabwehr verfügt. Es gilt daher, die Risiken des primären Wundverschlusses sorgfältig gegen die Nachteile einer zunächst offenen Wundbehandlung abzuwägen.

Die verzögerte Primärnaht, die man auch als aufgeschobene Primärnaht bezeichnet, erfolgt zwischen dem 4. und 7. Tage nach der Verletzung, also während der für die Wundheilung günstigen **Proliferationsphase**. In dieser Wundheilungsphase erreicht die Infektabwehr des nun optimal vaskularisierten Gewebes ihren Höhepunkt. In der kritischen Phase nach der aufgeschobenen Naht stehen die mobilisierten Abwehrkräfte sofort zur Verfügung. Die Heilungsdauer wird um die Latenzzeit verkürzt.

Von einer **Sekundärnaht** spricht man hingegen, wenn der Wundverschluß frühestens eine Woche nach der Verletzung erfolgt, zu einem Zeitpunkt also, an dem bereits sichtbare Granulationen vorliegen.

Primärnaht

Die Primärnaht erfolgt in einer Phase der Vorbereitung des Organismus auf die spätere Wundheilung - zu einem Zeitpunkt also, an dem die Voraussetzungen für eine wirksame Infektabwehr noch keineswegs gegeben sind. Die Nahtspannung und ein posttraumatisches Ödem provozieren geradezu das Auftreten von Zirkulationsstörungen, so daß die Wundkeime ideale Voraussetzungen für ihre Vermehrung vorfinden. Auch ein sorgfältiges Débridement hinterläßt keine keimfreie Wunde. Kommen Hämatombildung, Muskelnekrosen oder belassene Fremdkörper hinzu, steht der Entwicklung einer Wundinfektion nichts mehr im Wege. Der erzwungene Primärverschluß einer Wunde schafft schließlich auch die Voraussetzungen für ein infiltrierendes Wachstum der gefürchteten anaeroben Wundkeime.

Die Beliebtheit der Primärnaht hat ihre Ursache sicher zum Teil in der angenehmen und problemlosen Nachbehandlung. Es ist aber oft so, daß harmlos erscheinende Bagatellverletzungen, die primär verschlossen wurden, zum Ausgangspunkt schwerster Infektionen mit manchmal schwerem Ausgang wurden.

• Indikation zur Primärnaht

Operationswunden werden in aller Regel durch eine Primärnaht verschlossen, sofern ein spannungsfreier Wundverschluß möglich ist. Frische Wunden mit glatten, gut durchbluteten Rändern lassen sich ebenfalls gefahrlos primär verschließen.

Dies gilt besonders für Wunden im Gesichts- und Kopfbereich. Die gute Durchblutung dieser Gewebe bedingt eine hohe lokale Abwehrkraft und ermöglicht ein solches Vorgehen. Auch im Bereich der Hand ist der primäre Wundverschluß heute allgemein üblich.

An weniger gut durchbluteten Körperbezirken - etwa über der Tibiavorderkante und dem Fußrücken - sollte man dagegen mit der Primärnaht zurückhaltender sein.

Bei offenen Frakturen mit ausgedehnter Weichteiltraumatisierung sollte auf die Primärnaht der Verletzungswunde verzichtet werden. Der definitive Wundverschluß erfolgt dabei erst nach Tagen während der für die Wundheilung günstigen Proliferationsphase.

- **Technik der Primärnaht**

Vor der abschließenden Naht wird die Wunde sorgfältig gespült. Blutende Gefäße werden ggf. einzeln gefaßt und unterbunden. Massenligaturen sind dabei aber zu vermeiden. Bei größeren Wunden ist das Einlegen wenigstens einer Redon-Saugdrainage selbstverständlich. In Ausnahmefällen können auch Gummidrains oder -laschen verwandt werden. Nicht zuletzt wegen der Asepsis ist das geschlossene Redon-Jost-System aber bei der optimalen klinischen Versorgung der offenen Drainage vorzuziehen.

Bei akzidentellen Wunden (lat. *accidere* zufällig vorkommen) ist die Subkutannaht überflüssig und gefährlich. Jeder Fremdkörper, also auch eine innere Naht, erhöht die Infektionsgefahr. Mögliche Hohlrumbildungen lassen sich durch eine Drainage oder Lasche gefahrloser verhindern als durch versenkte Subkutannähte.

Auch beider einfachen Hautnaht ist eine atraumatische Operationstechnik wesentlich. Die Hautränder dürfen niemals mit der Pinzette angefaßt und gequetscht werden, wenn man nicht spätere Wundrandnekrosen riskieren will. Die sorgfältige Mobilisierung der Wundränder auf oberflächlichen Faszien ermöglicht einen spannungsfreien Wundverschluß. Jede unter Spannung stehende Naht gefährdet die Wundheilung.

Verzögerte Primärnaht

Den Risiken einer Primärnaht stehen die Nachteile der Sekundärnaht gegenüber, und zwar verlängerte Krankheitsdauer und ein enormer Aufwand an Zeit und Verbandmaterial. Sekundärinfektionen und grobe Narbenbildungen führen häufig zu einem kosmetisch und auch funktionell unbefriedigenden Behandlungsergebnis. Allein die verzögerte Primärnaht bietet die Vorteile, nicht aber das Wagnis des primären Wundverschlusses.

Die Wunden nach einem sorgfältigen Débridement zunächst offen zu lassen, um sie wenige Tage später durch die verzögerte Naht zu schließen, ist zu einem anerkannten Behandlungskonzept geworden.

- **Grundlagen der verzögerten Naht**

Die besten Voraussetzungen für eine rasche, komplikationslose Wundheilung sind während der Proliferationsphase gegeben. Wenn eine Wunde in dieser Phase verschlossen wird, nimmt die Heilung ihren Ausgang in einem bereits hoch vaskularisierten und zellreichen Gewebe und wird um die Latenzperiode verkürzt. Die Abwehrmechanismen sind in der Zwischenzeit mobilisiert, und das Verhältnis Virulenz der Keime zu Resistenz der Gewebe hat sich nun eindeutig zugunsten der Resistenz verschoben.

Die klinische Erfahrung zeigt auch, daß eine wenige Tage nach der Naht wieder aufgerissene Wunde die erneute Naht mit einer beschleunigten Heilung beantwortet.

Neben diesen biologisch begründeten Vorteilen weist die verzögerte Naht auch eine Reihe praktischer Vorteile auf. Beispielsweise ist es unmittelbar nach einer Verletzung oft schwierig, die Vitalität des Gewebes eindeutig zu beurteilen. Der Durchführung eines exakten Débridements - so ausgedehnt wie möglich, jedoch nicht radikaler als notwendig -

sind deshalb zu diesem frühen Zeitpunkt noch Grenzen gesetzt. Oft läßt sich erst nach Tagen endgültig beurteilen, was zu entfernen und was zu erhalten ist. Kommt es nach dem primären Débridement zu einer Infektion, ist sie bei offenen Wundverhältnissen besser zu beherrschen als bei primär verschlossener Wunde.

Der Verzicht auf die Primärnaht schafft durch die Bedingungen der offenen Gewebe ungünstige Voraussetzungen für Krankheitserreger. Die Selbstreinigung der Wunde durch das ungehindert abfließende Sekret und das Fehlen zusätzlicher, durch Nahtspannung und Ödem verursachter Zirkulationsstörungen ist eine Erklärung für diese seit langem bekannte Erfahrung.

- **Behandlung der Wunde vor der verzögerten Naht**

Die genannten Vorteile einer verzögerten Naht setzen aber einen wirksamen Schutz der Wunde vor einer massiven Keimkontamination während der offenen Behandlungsphase voraus. Der allgemein üblichen Verbandmethode mit sterilen Mullkompressen hat aber den großen Nachteil, daß der Verband in der Regel schon nach kurzer Zeit mit Blut und Wundsekret durchfeuchtet ist und eine massive Keimbesiedelung der Wunde schon nach wenigen Stunden die fast zwangsläufige Folge ist. Es wurde auch nachgewiesen, daß das Befeuchten des Wundverbandes mit Desinfektionsmitteln allenfalls eine verstärkte Entzündungsreaktion des Gewebes bewirkt, die massive Keimbesiedelung der Wunde auf Dauer aber nicht verhindern kann.

Hautersatzfolien gewährleisten einerseits die notwendige Ventilation der Wunde, und bilden andererseits eine schützende Schranke gegen eine mikrobielle Besiedelung der Wunde. Außerdem verhindern sie den Durchtritt von Flüssigkeit und Sekret und damit ein Durchfeuchten des Verbandes.

Aufgrund dieser Eigenschaften bietet sich der synthetische Hautersatz zur temporären Abdeckung der frischen Verletzungswunde an. Es lassen sich so die Vorteile einer offenen Wundbehandlung mit dem Schutz der Wunde vor einer Kontamination mit Keimen vereinigen. Bis zum definitiven Wundverschluß muß die Hautersatzfolie regelmäßig unter streng sterilen Kautelen gewechselt werden.

- **Zeitpunkt der verzögerten Naht**

Die verzögerte Primärnaht muß zwischen dem 4. und 7. Tage in der für die Wundheilung günstigen Proliferationsphase erfolgen.

Dauert der Aufschub zu lange, ist eine massive Keimbesiedelung der Wundflächen unvermeidlich. Bei einer Verzögerung des Wundverschlusses über 10 Tage sinkt die Erfolgsquote der Naht deutlich.

Der optimale Zeitpunkt, zu dem die Wunde tatsächlich verschlossen werden kann, hängt vom Allgemeinzustand des Verletzten, besonders aber vom Lokalbefund der zu schließenden Wunde ab. Kommt es beim Wechsel der Hautersatzfolie zu einer diffusen Blutung aus den beim Abziehen eröffneten Kapillaren, so sind die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Wundverschluß gegeben. Bestehen klinische Zeichen einer Infektion mit stark eitriger Sekretion und entzündlichem Ödem, muß zunächst auf einen Wundverschluß verzichtet werden. Hämatome, nekrotisches Gewebe, Fremdkörper oder schlecht durchblutete, mit Fibrin bedeckten Granulationen beeinflussen wesentlich den Heilungsverlauf nach der Naht.

- **Indikation zur verzögerten Primärnaht**

Die verzögerte Primärnaht ist indiziert bei allen offenen Frakturen, insbesondere bei solchen mit schwerer Weichteiltraumatisierung. Ausgedehnte, stark verunreinigte Weichteilverletzungen in schlecht durchbluteten Körperbereichen - etwa über der Tibiavorderkante

und dem Fußrücken sollten nach sorgfältigem Wunddébridement zunächst offen bleiben, auch dann, wenn der Knochen nicht beteiligt ist, da die verzögerte Primärnaht der sicherere Weg ist.

Defektwunden, die sich nicht zwanglos schließen lassen, bleiben ebenfalls primär offen.

• Technik der verzögerten Primärnaht

Nach der Anästhesie wird der Verband entfernt und das Operationsfeld gereinigt, rasiert und desinfiziert. Ein Kontakt des offenen Gewebes mit Antiseptika ist zu vermeiden. Anschließend erfolgt eine gründliche Inspektion der Wundfläche. Eine Anfrischung der Wunde ist kontraindiziert, da die verzögerte Naht sonst ihrer biologischen Vorteile beraubt würde. Nekrosen werden entfernt, Hämatomreste ausgeräumt und die Wunde sorgfältig mit Ringer Lösung gespült. Nur oberflächlich geschädigte Sehnen werden tangential angefrischt, gänzlich nekrotische Sehnenbezirke exzidiert. Sehnen- und Nervennahte sind im Rahmen des verzögerten Wundverschlusses fehl am Platze. Sie müssen späteren, rekonstruktiven Eingriffen vorbehalten bleiben. Die Tiefe der Wunde muß ausreichend drainiert werden. Die Naht beschränkt sich allein auf die Haut. Subkutannahte sind nicht nur überflüssig, sondern, wie bereits erwähnt, auch gefährlich. Es empfiehlt sich aber bei größeren Wunden, die Hautnaht mit wenigen durchgreifenden Adaptationsnähten zu sichern.

Unerlässlich ist ein spannungsfreier Wundverschluß. Entlastende Inzisionen sind nur ausnahmsweise angebracht. Größere Hautplastiken wie Verschiebelappenplastiken oder Cross-leg-flaps zur Verbesserung der Weichteilsituation sollten später unter optimalen klinischen Bedingungen durchgeführt werden.

Der Eingriff wird mit dem Verband beendet, der durch sorgfältig bemessenen Druck die Wundflächen komprimieren und so einer Hämatombildung entgegenwirken soll.

Sekundärnaht

Wird eine Wunde während der **reparativen Phase** der Wundheilung verschlossen, sprechen wir von einer Sekundärnaht. Die reparative Phase ist charakterisiert durch einen Reichtum an Granulationsgewebe, dessen Vaskularisierung abnimmt, während die Fibrosierung wächst. Dauert der Aufschub der Naht zu lange, ist die sekundäre Kontamination der Wunde mit Keimen unvermeidlich, da die in der die Wunde bedeckenden Schicht aus Fibrin und Zelldetritus ein günstiges Milieu vorfinden. Solange die Wunde offen bleibt, stellt die Keimbesiedelung keine Gefahr dar.

Die inzwischen mobilisierten Abwehrkräfte verhindern eine Invasion der Keime in das vitale Gewebe. Erst bei einem Verschluß der Wunde durch eine Sekundärnaht steigt das Infektionsrisiko wieder an.

Wird eine Wunde erst durch die Sekundärnaht verschlossen, ist der Heilungsprozeß schon zu weit fortgeschritten, um die eigentlichen Vorteile der verzögerten Naht zum Tragen kommen zu lassen.

Hinzu kommt, daß zu diesem Zeitpunkt die Gewebe ihre Verschieblichkeit verloren haben und eine einfache Annäherung der Wundränder nicht mehr möglich ist. Ausgedehnte Mobilisierung der Wundränder bis hin zur en-bloc-Exzision der granulierenden Wunde ist notwendig.

Die Erfolgsquote der Sekundärnaht sinkt mit zunehmendem zeitlichem Abstand zur Primärversorgung. Trotzdem sind die Vorteile gegenüber einer Spontanheilung noch bedeutend genug, um den Aufwand einer Sekundärnaht zu rechtfertigen.

Wundverschluß durch Transplantation

Zur Deckung von Defektwunden bieten sich freie Hauttransplantate und gestielte Hautlappenplastiken an.

Die Methode bleibt natürlich der Klinik vorbehalten, aber zur Erläuterung folgendes:

Bei den freien Hauttransplantaten unterscheidet man zwischen Vollhaut und Spalthaut. Letztere umfaßt neben der Epidermis einen Teil des Koriums.

Die Vollhaut ist hinsichtlich ihrer Ernährung anspruchsvoller und erfordert zur Einheilung mehr Zeit als die Spalthaut. Die Ernährung freier Hauttransplantate erfolgt zunächst durch Diffusion vom Transplantatlager aus; auf das anschließende Stadium der Vaskularisation und Organisation folgt schließlich das der funktionellen Anpassung. Je schlechter die vom Transplantatlager ausgehenden Ernährungsbedingungen sind, desto dünner muß die zu transplantierende Haut gewählt werden. Transplantatdicke und Beschaffenheit des Transplantatbettes entscheiden letztlich über Erfolg oder Mißerfolg einer Transplantation.

- **Technik der Hautentnahme**

Zur Hautentnahme geeignet sind Oberschenkel, Unterschenkel, Arme, Bauch- und Brustwand. Die Entnahmestellen werden mit dem Rasiermesser enthaart und mit farblosem Desinfektionsspray desinfiziert. Vor der Entnahme wird der Hautbezirk eingefettet. Nach Anspannen des Hautareals durch einen Assistenten werden mit dem **Elektrodermatom** Spalthautstreifen entnommen. Je dünner die gewonnenen Spalthauttransplantate sind, desto besser heilen sie an.

Zum Schutz vor Austrocknung werden die Spalthauttransplantate bis zur Übertragung auf die Empfängerareale zwischen feuchten Mullkompressen aufbewahrt.

Der Entnahmebereich wird mit einer Lage Mullgaze bedeckt, trocken geföhnt und offen behandelt. Unter dem Schorf heilt die Entnahmestelle in 2-3 Wochen problemlos ab.

Spalthaut kann grundsätzlich auf Subkutangewebe, Muskeln, Sehnenscheiden und Spongiosa transplantiert werden.

- **Indikationen für Spalthauttransplantate**

Indikationen für Spalthauttransplantate sind frische Defektwunden und Hautdefekte nach Weichteilnekrosen und bei infizierten Wunden. Größere Wundflächen lassen sich vorteilhaft mit Maschentransplantaten decken.

Die entnommene Spalthaut wird dabei mit einem sogenannten *Mesh-graft-Dermatom* nach dem Scherengitterprinzip in die Netzform gebracht, so daß etwa dreimal soviel Fläche wie mit ungenetzten Transplantaten gedeckt werden kann.

Die Nahttechnik

Einleitung

Die chirurgische Naht hat die Aufgabe, getrennte Gewebe vorläufig wieder zu vereinen. Dabei muß die Naht den auf die Wunde einwirkenden Kräften widerstehen. Mit fortschreitender Heilung wird die Naht überflüssig. Somit kommt der Wundnaht lediglich eine zeitlich begrenzte Bedeutung zu. Nach abgeschlossener Heilung ist die Naht nicht nur überflüssig, sie kann auch stören und gewebeschädigend wirken.

Bei der Wahl des Nahtmittels müssen Ausdehnung und Lokalisation der Wunde ebenso berücksichtigt werden wie die Eigenarten des zu vernähenden Gewebes. Grundsätzlich soll man sich bei allen Entscheidungen, welche die chirurgische Naht betreffen, von der Überlegung leiten lassen, die besten Bedingungen für eine ungestörte Wundheilung zu schaffen und die mit jeder Naht zwangsläufig verbundenen Gewebeschäden möglichst klein zu halten.

Nahtmittel

Die Auswahl des geeigneten Nahtmittels wird durch die Fülle der heute angebotenen Nahtmaterialien nicht gerade einfacher, und das ideale Nahtmittel gibt es nicht. Die Maximalforderungen, die man an einen Faden stellen muß, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Der Faden soll aus einem eiweißfreien Rohstoff monofil hergestellt sein, er sollte bei einer Fadenstärke von 0,2 mm eine Reißkraft von 3 kg besitzen, diese Festigkeit im Gewebe ausreichend lange nicht verlieren und nach 30-60 Tagen resorbiert sein. Das Nahtmittel muß leicht zu sterilisieren sein, es darf nicht quellen, das Gewebe nicht reizen und keine Dochtwirkung ausüben. Die Knoten müssen sicher liegen bleiben.

Keines der heute angewandten Nahtmittel entspricht diesen Forderungen. Erste Voraussetzung für die Verwendung eines Fadens zur chirurgischen Naht ist seine genügend Festigkeit - auch als *Reißkraft* des Fadens bezeichnet. Sie hängt in hohem Maße von der Fadenstärke ab.

Neben einer ausreichenden Reißkraft müssen die biologischen Eigenschaften der Sterilität und der Gewebeverträglichkeit erfüllt sein. Gewebeunverträglichkeit liegt vor, wenn das Nahtmittel im Gewebe eine überschießende Fremdkörperreaktion auslöst und die Abwehrreaktionen ein solches Maß annehmen, daß hierdurch das Gewebe geschädigt und die Wundheilung gestört wird.

Je dicker der Faden und je mehr Nahtmaterial ins Gewebe versenkt wird, desto größer ist der mechanische Fremdkörperreiz.

Der Grad der zu erwartenden Gewebereaktion ist für die einzelnen Nahtmaterialien ganz verschieden.

Neben der Reißkraft, der Sterilität und der Gewebeverträglichkeit spielen bei der Beurteilung eines Fadens noch 3 andere physikalische Eigenschaften eine Rolle: die Oberflächenbeschaffenheit, die Elastizität und die Quellbarkeit. Von ihnen hängt vor allem die Knotenzuverlässigkeit des Fadens ab.

Da der chirurgischen Naht nur eine zeitlich begrenzte Bedeutung zukommt, sind Nahtmittel, die sich nach Abschluß der Wundheilung auflösen ideal für versenkte Nähte.

Catgut

Das Catgut war bis vor wenigen Jahren das einzige resorbierbare Nahtmaterial. Seit 1968 gibt es ein absorbierbares synthetisches Nahtmaterial, das das Catgut verdrängt hat.

Neben Seide ist Catgut der einzige aus tierischem Eiweiß aufgebaute Faden, der heute noch zur chirurgischen Naht verwandt wird. Ausgangsmaterial für die Herstellung von Catgut ist der Dünndarm des Rindes. Catgut quillt in wässrigem Milieu erheblich. In gequollenem Zustand nimmt die Fadenfestigkeit ab. Der hohe Quelldruck ist in der Lage, den Knoten von innen her zu sprengen. Zu kurz Fadenstümpfe können zurückschlüpfen, so daß der Knoten aufgeht.

Es empfiehlt sich deshalb, beim Catgut den Faden nicht unmittelbar hinter dem Knoten abzuschneiden, sondern mindestens 2 - 3 mm darüber.

Die herausragende Eigenschaft des Catguts ist seine *Resorbierbarkeit* in wenigen Tagen. Die Resorption beginnt mit der Ansammlung von Leukozyten und Histiozyten, die unter Phagozytose in das Catgut eindringen. Etwa nach 30 Stunden finden sich die ersten Riesenzellen und Fibroblasten um den Faden. Schließlich zerfällt das resorbierbare Material in kleine Bruchstücke, die durch Wanderzellen entfernt werden. Von den heute gebräuchlichen Nahtmitteln besitzt nur das Catgut diese Resorbierbarkeit.

Bei der Auflösung von **Polyglykolsäurefäden** wird der Kunststoff durch Hydrolyse abgebaut und vom Organismus verstoffwechselt. Man spricht hier von einer Auflösung durch *Absorption*.

Die Zeit, in der ein Faden vom Organismus aufgelöst wird, bezeichnet man als seine Resorptions- bzw. Absorptionszeit.

Wegen seiner Auflösbarkeit im Gewebe wird Catgut bevorzugt zu allen versenkten Nähten und Unterbindungen benutzt. Ausnahmsweise wird Catgut auch zur Hautnaht verwandt, insbesondere an empfindlichen Hautbezirken wie After, Damm und Geschlechtsorganen, wo die spätere Entfernung der Fäden besonders schmerzhaft und unangenehm wäre.

Seide

Das älteste Nahtmaterial ist die Seide. Schon früh benutzten Ärzte den Seidenfaden zu Wundnähten und Unterbindungen. Rohstoff für die Seidenherstellung ist der Kokon der Seidenraupe. Dieser besteht aus einem hauchdünnen bis 3 km langen Seidenfaden, der zu mehreren zusammengefaßt und verzwirnt schließlich den eigentlichen Seidenfaden liefert.

Herausragende Eigenschaften der Seide sind ihre hohe Reißfestigkeit und die außerordentlich gute Schmiegsamkeit und Knüpfbarkeit des Fadens. Ausgeprägte *Dochtwirkung* und eine starke *Fremdkörperreaktion* im Gewebe sind die hauptsächlichsten Nachteile des Seidenfadens.

Aufgrund seiner Schmiegsamkeit und Griffigkeit wurde der Seidenfaden gerne in der Bauchchirurgie gebraucht. Wegen seiner starken Dochtwirkung ist der Faden zur Hautnaht weniger gut geeignet.

Zwirn

Der Leinenzwirn besteht hauptsächlich aus Zellulose. Er wird aus Flachsfasern hergestellt. Die Reißkraft von Zwirn ist hoch, sie steigert sich in feuchtem Zustand noch um etwa 10%.

Ähnlich der Seide sind auch beim Zwirn Dochtwirkung und Fremdkörperreaktion im Gewebe ausgeprägt. Der geringere Preis ist sicher mit ein Grund, warum sich Leinenzwirn gegenüber Seide und anderen nicht resorbierbaren Fäden so lange behaupten konnte.

Metallfäden

Die erste Beschreibung einer Naht mit Metallfäden stammt aus dem 7. Jahrhundert nach Christus. Für die Herstellung von chirurgischen Metallfäden wird neben Silber und Tantal heute vor allem eine Chrom - Nickel - Eisenverbindung verwendet.

Herausragende Eigenschaften von Metallfäden sind ihre hohe, gleichbleibende Reißkraft, die fehlende Dochtwirkung und geringe Reizwirkung auf das Gewebe. Die starren monofilen Metalldrähte lassen einen Knoten im üblichen Sinne nicht zu. Durch Zusammendrehen der Fadenenden müssen diese zu einem Zwirbel geschlossen werden. Nur die aus mehreren Metallfäden zusammengedrehten, polyfilen Fäden lassen sich aufgrund ihrer Geschmeidigkeit besser kneten.

Das Fehlen jeglicher Dochtwirkung läßt die Metallfäden für Hautnähte besonders geeignet erscheinen. Wegen ihrer hohen Reißkraft und der Reizlosigkeit im Gewebe werden die Metalldrähte auch gerne zu Sehnennähten verwandt. In den letzten Jahren haben sich allerdings auch hier zunehmend die monofilen Kunststoffäden durchgesetzt.

Kunststoffäden

Bei den heute in der Chirurgie angewandten Kunststoffäden lassen sich 3 große Gruppen unterscheiden: Die **Polyamide**, die **Polyester** und die vom Körper absorbierbaren **Polymeren der Glykolsäure**. Von verschiedenen Herstellern werden eine Fülle von Polyamid- und Polyesterfasern angeboten, und laufend kommen weitere hinzu.

Hauptvorteile der synthetischen Nahtmaterialien sind ihre hohe Reißkraft und die nahezu völlige Reizlosigkeit im Gewebe. Die Kunststoffäden besitzen nach den Metallfäden die größte Gewebeerträglichkeit aller chirurgischen Nahtmittel. Ein weiterer Vorteil ist die Unbenetzbarkeit der synthetischen Nahtmittel. Durch ihre wasserabstoßende Eigenschaft quellen die Kunststoffäden im Gewebe nicht auf und zeigen keinerlei Dochtwirkung. Die große Elastizität synthetischer Nahtmittel und ihre glatte Oberfläche erfordern aber eine besonders sorgfältige Knotentechnik und machen einen zusätzlichen 3. Knoten notwendig.

Das Fehlen von Quellung und Dochtwirkung macht die Fäden aus Polyamiden und Polyestern zu den geeignetsten Nahtmitteln für alle Hautnähte. Sehnen-, Gefäß- und Nerven- nähte werden ebenfalls aus den nicht resorbierbaren Kunststoffäden gefertigt.

Die synthetischen Nahtmittel haben sich in überall dort durchgesetzt, wo früher Seide und Zwirn gebraucht wurden.

Im Jahre 1968 lieferte die Industrie erstmals einen synthetischen Faden, der sich nach einer kurzen, bestimmbar Zeit im Gewebe wieder auflöst. Es handelt sich dabei um das **Polymer der Glykolsäure**. Hohe Reißkraft und konstante Fadenstärke sind die Hauptvorteile diese Fadens gegenüber Catgut.

Während Catgut nach 6 - 8 Tagen 50% seiner Reißkraft verliert, ist der gleiche Festigkeitsverlust bei Polyglykolsäurefäden erst nach 10 - 12 Tagen zu beobachten. Durch Hydrolyse wird die Polyglykolsäure zur physiologischen Glykolsäure abgebaut. Innerhalb von 9 Monaten ist das ganze Nahtmaterial absorbiert.

Da die Polyglykolsäurefäden kein Protein enthalten, können auch keine Antigenreaktionen auftreten. Auch die Fremdkörperreaktion ist deutlich geringer als bei Catgut. Ein Problem stellt die raue Oberfläche der Polyglykolsäurefäden dar. Das Legen der Naht, vor allem aber das Knüpfen des Knotens erfordert eine besonders sorgfältige Technik.

Der Anwendungsbereich der Polyglykolsäurefäden umfaßt inzwischen alle Gebiete, in denen bislang Catgut verwandt wurde.

Gewebekleber

Das Zusammenkleben von Wunden wurde schon im alten Ägypten geübt. 1955 erhielt der nahtlose Wundverschluß neuen Aufschwung durch die Entwicklung poröser Hautpflaster (*Steri-strip, 3 M und Leukoclip, Beiersdorf*). Diese Pflaster zeichnen sich durch den mikro-porösen Aufbau ihrer Pflastergrundlage aus, der auch bei guter Haftung auf der Haut eine einwandfreie Hautatmung erlaubt. Diese Wundnahtstreifen werden gern bei Kindern zum Verschluß kleiner Hautwunden und verschiedenen Operationen und Verletzungen verwendet.

Wunden nahtlos durch einen Gewebekleber vereinen kann man mit auch. Es handelt sich dabei um eine wasserklare Flüssigkeit, die bei Zimmertemperatur zu einer festen Substanz mit hoher Haftfähigkeit polymerisiert. Bei der in wenigen Minuten ablaufenden Verfestigung wird Wärme frei. Die Wärmeentwicklung kann das Gewebe schädigen, eine verstärkte Entzündungsreaktion ist dann in den angrenzenden Gewebebezirken zu beobachten. Sekret vermag zudem die Verfestigung zu verhindern. Aus diesem Grunde ist das Gewebe vor dem Kleben abzutrocknen.

Wird der Klebstoff zu dick aufgetragen, bilden die Polymere eine Kunststoffschicht, die ein Durchwachsen des Wundspaltes und damit eine endgültige Ausheilung verhindert. Nur bei ganz dünnem Auftragen bildet sich ein Netz von Polymeren, das ein Durchwachsen des Granulationsgewebes zuläßt. Je dünner also der Klebstoff aufgetragen wird, desto günstiger sind die Bedingungen für die folgende Wundheilung. Um ein Ankleben der Instrumente zu verhindern, behandelt man diese mit Silikon vor. Der Klebstoff wird mit einem Pinsel aufgetragen oder direkt aufgesprayt. An der Haut ist die Klebung am einfachsten.

Klammern

Vorbild der modernen Wundklammerung war die „Ameisennaht“ der alten Naturvölker, bei der sich die Ameisen mit ihren Kiefern in den zusammengehaltenen Wundrändern verbissen.

Es gibt verschiedene Arten von Hautklammern. Für einigen Arten sind zum Setzen und Entfernen besondere Instrumente notwendig.

Vorteile der Hautklammerung gegenüber der Naht sind geringere Narbenbildung und Zeitersparnis. Um blutende Hirngefäße stillen zu können, bedienen sich die Neurochirurgen kleiner Metallclips, die aus Silber hergestellt sind und mit einer besonderen Zange (*nach McKenzie*) gefaßt und um das blutende Gefäß gelegt werden. Die Silberclips bleiben im Hirngewebe liegen.

Knotentechnik

Jede Naht erfolgt in 2 Phasen, dem **Legen des Nahtmaterials** und dem **Befestigen durch einen Knoten**. Der Knoten hat die Aufgabe, die Fadenenden so miteinander zu verschlingen, daß sich die Naht nicht wieder lösen kann. Durch den sog. **Grundknoten** oder die **Adaption** werden die Wundränder aneinander gelegt. Der darüber gelegte **Endknoten** hat die Aufgabe, den Grundknoten in der vorgegebenen Lage und Spannung zu halten. Während der erste Knoten locker geknüpft sein kann, muß der zweite immer fest angezogen werden. Eine zuverlässige Knotentechnik erfordert Übung. Sie ist für die Wundversorgung unerläßlich.

Grundformen der Naht

Nach der Wahl eines zweckmäßigen Nahtmittels und der passenden Fadenstärke muß die Nahtform entschieden werden, die den Wundverhältnissen am ehesten gerecht wird.

Hier gilt es zu wählen zwischen **Einzel-** oder **Knopfnähten** und der **fortlaufenden Naht**. Letztere hat den Vorteil, eine gleichmäßigere Anpassung der Wundränder zu ermöglichen, weniger Nahtmaterial zu verbrauchen und sich schneller legen zu lassen. Die Nachteile der fortlaufenden Naht sind aber gravierend. Reißt oder lockert sich die Naht nur an einer Stelle, so ist die Festigkeit der gesamten Naht aufgehoben. Bei einer umschriebenen Entzündung lassen sich zudem einzelne Knopfnähte entfernen, ohne daß die ganze Wunde wieder aufgeht. Dies ist bei einer fortlaufenden Naht nicht möglich. Durch den schrägen Fadenverlauf wird außerdem bei der fortlaufenden Naht mehr Nahtmaterial ins Gewebe versenkt als bei einer entsprechenden Anzahl von Knopfnähten - eine Tatsache, die für die Wundheilung von Bedeutung ist. Ein weiterer Nachteil der fortlaufenden Naht besteht darin, daß sie die Wundränder in ihrer ganzen Ausdehnung durchschlingt. Beim zu festen Anziehen des Fadens oder bei einer ödembedingten Drucksteigerung besteht die Gefahr einer Kompression aller in die Wundränder einstrahlenden Blutgefäße.

Bei Einzelnähten wird dagegen die Durchblutung nur an umschriebener Stelle gestört. Die Einzelnaht ist deshalb für die Durchblutung des Wundrandes günstiger als die fortlaufende Naht. Es wird daher nur die Einzelnaht besprochen.

Einzelnähte werden auch als *Knopfnähte* bezeichnet, da jede Naht für sich geknüpft wird. Bei der einfachen, überwendlichen Knopfnäht verläuft der Faden an korrespondierender Stelle senkrecht durch beide Wundränder und wird dann geknotet.

Die **vertikale Rückstichnaht** wird auch nach ihrem Erstbeschreiber **Donati-Naht** genannt.

Bei dieser Naht sticht man zunächst etwas weiter vom Wundrand entfernt senkrecht durch beide Wundränder und führt den gleichen Faden wieder zurück, indem man unmittelbar neben dem Wundspalt senkrecht durch beide Wundränder sticht. **Allgöwer** hat 1963 diese vertikale Rückstichnaht in eine unvollständige Intrakutannaht abgewandelt.

Die vertikale Rückstichnaht nach Donati oder Allgöwer ergibt bei nahezu allen Hautwunden die beste Adaptation. Beide Wundränder werden breit erfaßt, gut zusammengehalten und ausgekrempt. Bei nicht zu stark entwickeltem subkutanem Fettgewebe macht diese Naht eine Subkutannaht überflüssig.

Praktische Hinweise zur Technik der Hautnaht

Bei einer Hautnaht sollen Ein- und Ausstichstellen nicht unmittelbar am Wundrand liegen. Je tiefer und weiter vom Wundrand entfernt der Einstich erfolgt, desto mehr stellen sich die Wundränder beim Anziehen des Fadens auf. Wird die Nadel dagegen nur oberflächlich und nahe dem Wundrand durch das Gewebe geführt, stülpen sich die Wundränder ein.

Die Nadel muß stets senkrecht durch das Gewebe geführt werden. Bei den gebräuchlichen gebogenen Nadeln muß man deshalb mit der Hand eine der Nadelbiegung entsprechende, bogenförmige Bewegung ausführen, andernfalls pflügt das Nadelende das Gewebe förmlich auf.

Bei schrägen oder ungleichen Wundflächen kann häufig allein durch verschiedenes Fassen der jeweiligen Seite mit der Naht eine gute Adaptation der Wundränder erreicht werden.

Die Knopfnähte werden in Abständen von 1,0 - 1,5 cm gelegt. Dabei ist es für die Durchblutung der Wundränder besser, die Abstände eher weiter als enger zu wählen. Jedes unnötige Fassen der Wundränder mit der Pinzette ist zu vermeiden.

Beim Legen der Fäden ist darauf zu achten, daß keine Hohlräume zwischen den Gewebegrenzen entstehen, die Anlaß zur Serom- oder Hämatombildung geben könnten.

Serom- oder Hämatomhöhlen drängen die Wundränder auseinander und verzögern die Wundheilung. Wenn sich eine Seromhöhle mit Bindegewebe füllt, zieht die später einsetzende Narbenkontraktion die darüberliegenden Wundränder nach innen, so daß eine kosmetisch störende eingezogene Narbe entsteht.

Grundvoraussetzung für eine ungestörte Wundheilung ist die richtig dosierte Nahtspannung. Durch die Naht sollen die Wundränder lediglich locker aneinandergelegt werden. In locker adaptierten Wundbezirken nimmt die Durchblutung rasch zu, während die Revaskularisierung in Wundbezirken, die unter Spannung geknotet wurden, längere Zeit auf sich warten läßt.

Grundsätzlich soll der Knoten einer Naht nicht auf, sondern neben der Wunde liegen. Bei zu kurz abgeschnittenen Fadenenden besteht die Gefahr, daß die Fadenenden beim Quellen des Fadens oder auch infolge der Elastizität des Nahtmaterials in den Knoten zurückgezogen werden und sich dadurch der Knoten öffnet. Es empfiehlt sich deshalb, die Fäden erst 3 - 5 mm hinter dem Knoten abzuschneiden.

Für die Hautnaht eignet sich am besten die vertikale Rückstichnaht. Diese Nähte erlauben eine besonders exakte Adaptation der Wundränder. Sollten bei der Naht Einstichkanäle und Schnürfurchen aus kosmetischen Gründen vermieden werden, sollte man sich zur **fortlaufenden Intrakutannaht** entschließen.

Zur Entlastung der Hautnaht empfiehlt sich zuweilen das Anlegen von Entspannungsnähten. Durch die breit fassende Entspannungsnäht wird das Gewebe zusammengehalten und so die eigentliche Wunde entlastet. Die Entspannungsnähte beginnen und enden ca. 4cm von der Wundlinie entfernt. Die Entspannungsnähte bleiben 2 - 3 Wochen liegen.

Zur Subkutannaht sollte nur „Catgut plain“ oder Fäden aus Polyglykolsäure verwendet werden. Spätestens bei der ersten Muskelkontraktion schneidet jeder Faden in der Muskulatur durch. Genäht werden können allenfalls nur die Bindegewebssepten der einzelnen Muskeln.

Die Entfernung der Hautnähte sollte möglichst frühzeitig erfolgen. Jede Hautnaht, die länger als 3 Tage liegt, hinterläßt eine narbige Stichkanalzeichnung. Im allgemeinen sind die Wundränder nach 8 - 10 Tagen ausreichend fest verheilt. Die Hautfäden können am Hals und im Gesicht bereits nach 5 - 6 Tagen, am behaarten Schädel nach 6 - 7 Tagen, bei Laparotomiewunden nach 8 - 10 Tagen, am weniger gut durchbluteten Unterschenkel und Fuß aber erst nach 10 - 12 Tagen entfernt werden.

Verband und Nachbehandlung

Von den verschiedenen Herstellern wird heute eine Fülle von Verbandmaterialien angeboten. Die bunte Palette reicht von den einfachen Baumwollauflagen und verschiedenen Tüllverbänden über synthetische Hautersatzmaterialien bis hin zur Verwendung von homologen und heterologen Hauttransplantaten als „biologischer“ Wundverband.

Die Idealforderungen, die man heute an ein Verbandmaterial stellen muß, lassen sich etwa folgendermaßen zusammenfassen:

Es muß steril sein und eine hohe Saugfähigkeit besitzen, es darf nicht mit der Wunde verkleben und muß frei sein von Stoffen, die eine Hautsensibilisierung hervorrufen oder den

Heilungsverlauf stören können. Schließlich muß das Verbandmaterial durchlässig sein für Luft, nicht aber für Bakterien.

Die Vor- und Nachteile der einzelnen Verbandmittel müssen sorgfältig gegeneinander abgewogen werden und das für die jeweilige Wundbehandlung am besten geeignete Verbandmaterial ist zu wählen.

Verband bei durch Naht verschlossenen Wunden

Im Anschluß an die Hautnaht wird die Wunde mit einem sterilen Verband bedeckt. Zur postoperativen Wundversorgung haben sich Materialien wie *Hansapor steril* (Beiersdorf) bewährt. *Hansapor steril* ist strahlenindifferent, klebt rundum ohne die Haut zu mazerieren, besitzt eine gute Saugfähigkeit und ein hohes Sekretaufnahmevermögen ohne mit der Wunde zu verkleben.

Im Bereich der Extremitäten wird unter sorgfältig bemessenem Druck ein Kompressionsverband angelegt. Er soll zur Obliteration (*Verschuß einer Körperhöhle, eines Gefäßes od. eines Ausführungsgangs*) der Wundspalten beitragen.

Vom 3. postoperativen Tage an sind die Wundränder ausreichend verklebt und die lokalen Abwehrmechanismen mobilisiert, so daß nunmehr einer offenen Wundbehandlung der Vorzug gegeben werden sollte. Die freie Sicht erlaubt ein ständiges Überwachen der Wundverhältnisse.

Verband bei frischen und älteren Defektwunden

Bei großen Hautdefekten mit ausgedehnter Weichteiltraumatisierung ist der zunächst offenen Wundbehandlung der Vorzug zu geben. Den biologisch begründeten Vorteilen einer offenen Wundbehandlung steht die Gefahr der sekundären Keimbesiedelung und damit einer möglichen Wundinfektion allerdings entgegen.

Es gibt unterschiedliche Hautersatzmaterialien, deren Wirkungsmechanismus sich durch eine mechanische Wundreinigung erklärt. Die regelmäßige Entfernung von koaguliertem Wundexsudat, anfallendem Zelldetritus und bakterienhaltigen Fibrinbelägen beim jeweiligen Auflagenwechsel vermindert nicht nur die Zahl der Bakterienkolonien, sie entzieht auch den Bakterien den für ihre Vermehrung notwendigen Nährboden, so daß die Keimbesiedelung der Wundoberfläche begrenzt bleibt.

Als Verbandmaterial bei frischen und älteren Defektwunden hat sich die Hautersatzfolie *Epigard* (Parke-Davis) bewährt. Ihre nur beschränkte Saugfähigkeit macht einen täglichen Verbandwechsel notwendig.

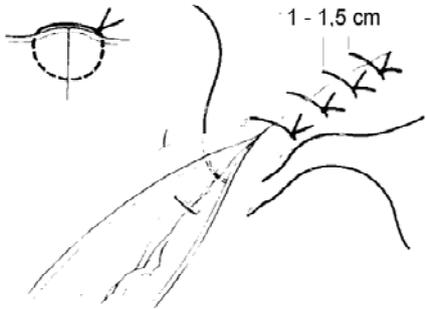
Nachbehandlung

Die unmittelbar auf die Wundnaht folgenden Tage stellen eine kritische Phase in der Nachbehandlung dar. Klinische Routineüberwachung und regelmäßige Verbandvisiten sind in dieser Phase wesentlich, um mögliche Wundkomplikationen rechtzeitig zu erkennen. Erneute Zunahme von Schmerz und Schwellung und ein Anstieg von Temperatur und Leukozytenzahl verlangen die sofortige Inspektion der Wunde.

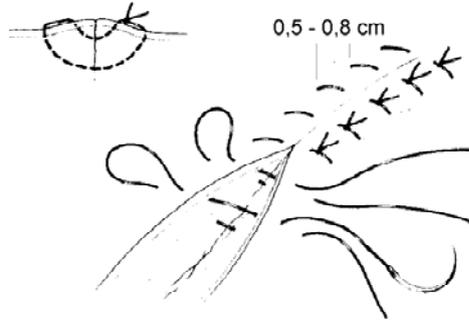
Bis zum Abklingen des posttraumatischen Ödems wird die Extremität hochgelagert und - soweit möglich - mit einem leichten Gips- bzw. Tapeverband ruhiggestellt. Dem Gipsverband kommt jedoch nur eine analgetisch-antiphlogistische Bedeutung zu.

Während man den Verletzten frühzeitig isometrische Übungen zur Muskelkräftigung durchführen läßt, sollte bei ausgedehnten Weichteilschäden mit der eigentlichen Mobilisierung in der Regel bis zum Abschluß der Wundheilung gewartet werden.

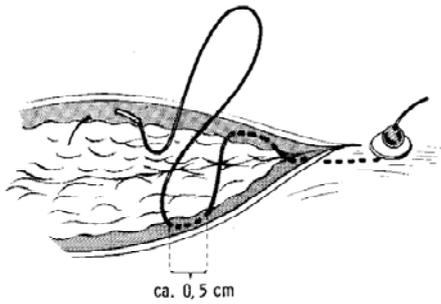
Gängige Nahttechniken



Überwendliche Einzelnaht



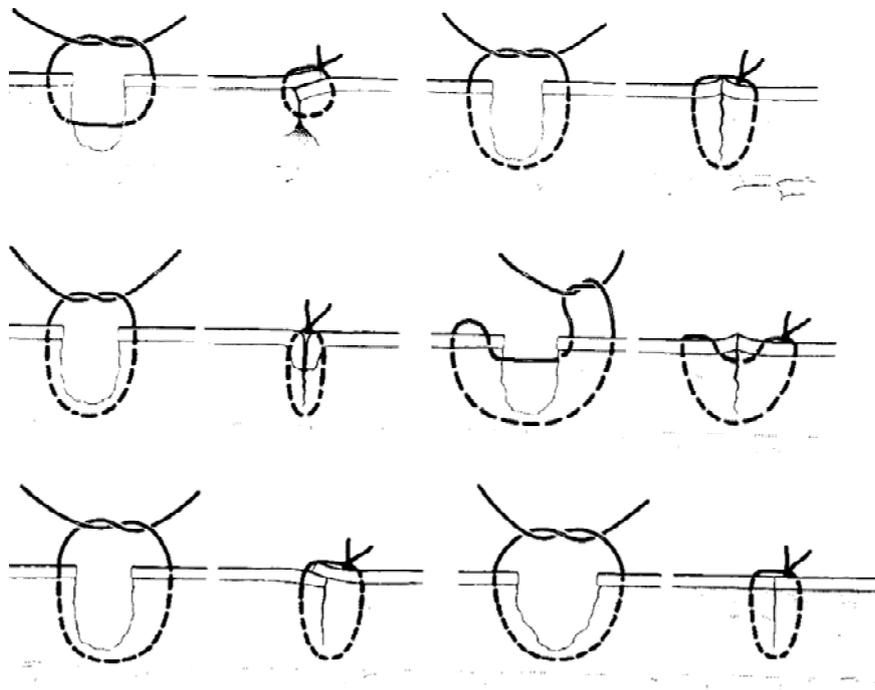
Vertikale Rückstichnaht



Intrakutannaht

falsch

richtig



Vorlesungskonzept des Dozenten Bernd F. Abel, Spitaler Straße 14, 20095 Hamburg

Alle Rechte, auch die des Nachdruckes, der photomechanischen Wiedergabe und Übersetzung vom Autor vorbehalten.

1996