

# Minimalinvasive Chirurgie

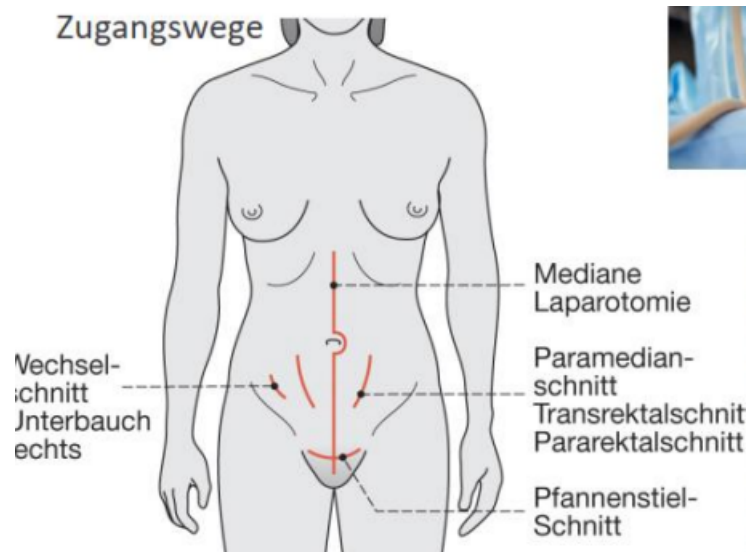
## Einführung

### ▼ Zusammenfassung

#### ▼ Allgemeines

= Operationstechniken mit kleinen Schnitten und minimalen Gewebetrauma

- Entwicklung in den 80er Jahren
- Zugangswege:



- Orientierungspunkte: Knochenstrukturen (Becken, Rippen, Wirbelsäule), Leitstrukturen (Gefäße, Nerven), Kompartimente (Thorax-/Abdominal-/ Retroperitonealraum)

#### ▼ topographische Anatomie

= Lagebeziehung von Organen, Gefäßen und Nerven

- ist unabdingbar für präzise Orientierung und Vermeidung von Strukturverletzungen

#### ▼ Vor- und Nachteile

Vorteile:

- geringeres Trauma, schnellere Genesung, weniger postoperative Schmerzen
- Reduktion von Infektionen und Krankenhausaufenthaltsdauer

Nachteile:

- längere Eingriffszeiten
- teuer
- wesentlich mehr und aufwändigere Geräte

## Grundprinzipien der operativen Versorgung

## ▼ Zusammenfassung

### ▼ Warum operieren?

- Wiederherstellung von Gesundheit und Körperfunktionen
- Schmerzlinderung und Verbesserung der Lebensqualität
- Patientenwunsch

### ▼ Indikationen und Kontraindikationen

Indikationen:

- akute/ lebensbedrohliche Eingriffe
- chronische Erkrankungen
- onkologische Eingriffe
- präventive Maßnahmen
- ästhetische/ rekonstruktive Maßnahmen
- alternative Therapien ausgeschöpft

Kontraindikationen

- allgemeine, kardiale, pulmonale Kontraindikationen (Vorerkrankungen)
- metabolische oder endokrine Störungen
- psychosoziale oder ethische Aspekte

### ▼ Entscheidungsfindung

- individuelle Abwägung zwischen Nutzen und Risiko
- Patientenwunsch und Aufklärung berücksichtigen
- Multidisziplinäre Entscheidung in komplexen Fällen

### ▼ Ablauf

- Aufklärung und Einwilligung

→ ärztliche Berufspflicht, Aufklärung über Risiken, Erfolgsaussichten, Erweiterungsops oder alternativen,...

- präoperative Diagnostik (Labor, Bildgebung)
- Vorbereitung der Patienten (nüchtern, Hygiene, Medikationsanpassung)
- Patientensicherheit: Sicherheitscheckliste (vor OP, vor Hautschnitt, nach OP)
- Patientenlagerung, Desinfektion, Abdeckung

→ Routinemaßnahmen zur Reduktion der transienten und residenten Keimbesiedelung der Haut vor chirurgischen Eingriffen (z.B.: chirurgische Händedesinfektion nach der 3R Regel)

- nach OP: Aufwachraum, tägliche Visite
- ! bis 60 Tage danach: OP-Komplikation

### ▼ Laparotomie

1. Schichten der Bauchdecke müssen durchdrungen werden (Haut, Fettgewebe, Faszien, Muskulatur, Bauchfell)
2. Instrumente (Skalpell, Klammern, Nähzeug, Stapler,...)
3. Bauch wird für bessere Zugänglichkeit mit CO2 befüllt (da nicht reaktiv und vom Körper abbaubar)

#### ▼ Anastomosen

= natürliche oder künstlich angelegte Verbindung zwischen zwei oder mehr getrennt verlaufenden Leitungsbahnen des gleichen Typs (Blut,...)

## Operative Zugangswege

#### ▼ Zusammenfassung

= Wege, um chirurgische Instrumente sicher in den Körper einzuführen

→ schonen von Gewebe, Nerven und Blutgefäßen

→ natürliche Körperöffnungen (z.B. Mund, Nase) oder künstliche Zugänge (z.B.: Trokar-Inzisionen)

#### ▼ offen vs. minimal invasiv

offen:

+direkte Sicht auf Operationsfeld

-höheres Gewebetrauma

minimal invasiv:

+geringeres Trauma, schnellere Genesung, reduziertes Infektionsrisiko

-speziellere Instrumente, Kamera und deutlich teurer

#### ▼ Thoraxwand

- Haut
- subkutanes Fettgewebe
- Muskelschichten (externe und interne Zwischenrippenmuskeln, innere Brustmuskeln)
- Rippen und Brustbein
- Pleura (Rippen-/Lungenfell)
- Interkostalnerven, -arterien, -venen
- Druckerstellung mittels CO2 (gering), einseitiger Lungenentlüftung

→ Verwendung von Thorakoskop und Trokar-Systemen

#### ▼ Bauchwand

- Haut
- subkutanes Fettgewebe
- Muskelschichten (äußerer und innerer schräger Bauchmuskel, querer Bauchmuskel, gerader Bauchmuskel)

- Faszien und Peritoneum
- Druckerstellung mittels CO<sub>2</sub>

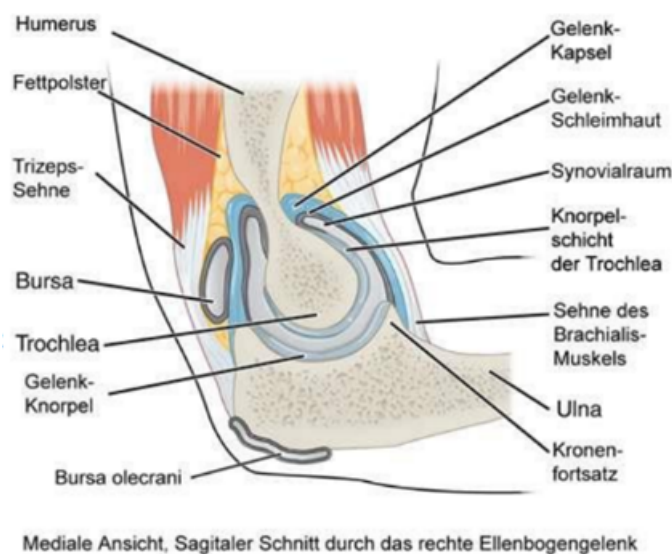
→ Verwendung von Veres-Nadeln und Trokar-Systemen

#### ▼ Gelenke

- Gelenkpartner: Gelenkkopf, -pfanne, -knorpel
- Gelenkkapsel: äußere Schicht (stratum fibrosum), innere Schicht (stratum synoviale), Gelenkspalt, Bandstrukturen, Blutgefäße und Nerven
- Druckerstellung: spülen und füllen mit steriler Flüssigkeit

→ Verbesserung der Sicht und Vermeidung von Knorpelschäden

- mittels Arthroskope und Spülgeräte

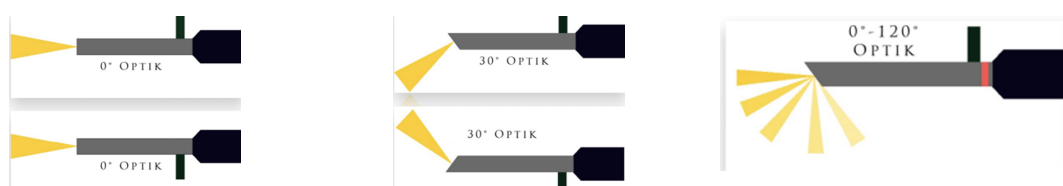


#### ▼ Schädel und Wirbelsäule

- intrakranielle Zugänge müssen präzise geplant und durchgeführt werden
- mittels Mikroskopen und neurochirurgischen Robotern

#### ▼ Laparoskopie

- Laparoskop: Monitor, Kamerasteuereinheit, Kaltlichtquelle, Thermoflator, HF-Generator, Saug-Spülvorrichtung, ggf. Steuerungseinheit energy devices und Dokumentationssystem
- Optik: Horizont-Kamerakopf, Optik 12 Uhr/ 6 Uhr-Lichtleitkabel,
- Optikformen: Durchmesser 5mm vs. 10mm, Blickwinkel 0° vs. 30°, Endochamäleon



- Bestandteile: Effektor, Hülse, Handgriff
- Kapnoperitoneum: Insufflation des Abdomens mit 15mmHg (20mmHg bei adipösen Patienten), normaler Druck bei <5mmHg
- Eigenschaften von Gasen:
  - resorbierbar, wasserlöslich
  - geringere Emboliegefahr
  - nicht-entzündlich
- Lokale und systemische Effekte:
  - peritoneale Ausdehnung, vagale Reizung
  - Kompression venöser Kapazitätsgefäße
  - erhöhte Nachlast
  - Hyperkapnie, Azidose

## Operative Notfälle

### ▼ Zusammenfassung

=akute, lebensbedrohliche oder schwerwiegende medizinische Zustände, die sofortige Intervention erfordern

- schnelle Verschlechterung durch Traumata, Erkrankungen, Infektionen
- Ziele: Stabilisierung, Behebung der Ursache, Vermeidung von Komplikationen

### ▼ Schockraum

- speziell ausgestatteter Bereich zur Stabilisierung von Patienten
- technische Ausstattung: Überwachungsmonitore, Beatmungsgeräte, Defibrillator, Infusions-/ Bluttransfusionssysteme, mobile Bildgebung
- strukturierte Abläufe, vorbereitete Medikamente,...
- interdisziplinäres Team

### ▼ ABCDE-Schema

- A: Atemwegssicherung (airway)
- B: Atemüberwachung (breathing)
- C: Blutkreislauf (circulation)
- D: neurologischer Status (disability)
- E: vollständige Untersuchung (exposure)

### ▼ abdominale Notfälle

- Akute Appendizitis
  - Entzündung des Blinddarms, die zu Perforation führen kann.

- Ileus (Darmverschluss)  
→ Mechanisch (z. B. durch Tumoren) oder paralytisch (z. B. durch entzündliche Prozesse)
- Perforation eines Hohlorgans  
→ Beispielsweise Magen- oder Darmperforation
- Akute Cholezystitis  
→ Entzündung der Gallenblase
- Pankreatitis  
→ Entzündung der Bauchspeicheldrüse
- Inkarzerierte Hernie  
→ Einklemmung von Darmanteilen in einer Hernie

#### ▼ thorakale Notfälle

- Spontanpneumothorax  
→ Luftansammlung im Pleuraraum, die den Lungenflügel kollabieren lässt
- Hämatothorax  
→ Blutansammlung im Pleuraraum, z. B. durch Trauma
- Thorakale Aortendissektion  
→ Lebensbedrohlicher Riss in der Gefäßwand der Aorta

#### ▼ traumatologische Notfälle

- Polytrauma  
→ Kombination von potenziell lebensbedrohlich Verletzungen
- Offene Frakturen  
→ Knochenbruch mit Durchtritt durch die Haut
- Akute Gefäßverletzungen  
→ Blutungen oder Thrombosen
- Weichteilverletzungen  
→ Tiefe Wunden, oft mit Infektionsgefahr

#### ▼ neurochirurgische Notfälle

- Akutes Subduralhämatom/Epiduralhämatom  
→ Blutungen im Schädelinneren
- Intrakranielle Blutung (Schlaganfall)  
→ Blutung im Gehirn, oft durch Aneurysma oder Trauma
- Hydrocephalus  
→ Akute Ansammlung von Liquor im Gehirn

#### ▼ kardiochirurgische Notfälle

- Aortenaneurysma-Ruptur  
→ Platzen eines Aneurysmas in der Aorta
- Akuter Herzinfarkt mit mechanischer Komplikation  
→ Ruptur der Herzwand oder Papillarmuskelabriss

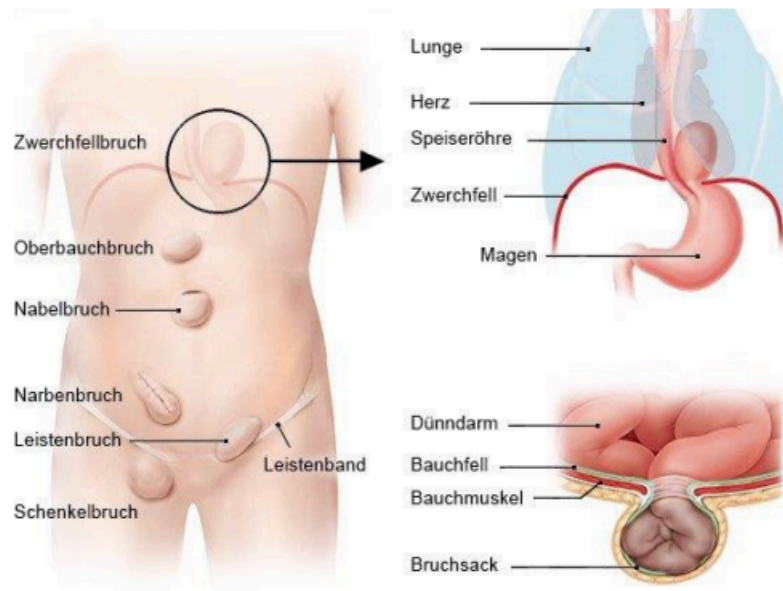
- Herzbeuteltamponade
  - Flüssigkeitsansammlung im Herzbeutel
- ▼ urologische Notfälle
  - Nierenkolik durch Harnleiterstein
    - Blockierung des Harnflusses durch Steine
  - Akute Pyelonephritis
    - Entzündung des Nierenbeckens mit möglicher Sepsis
  - Paraphimose
    - Akute Schwellung der Eichel durch eine zurückgezogene Vorhaut
- ▼ gynäkologische Notfälle
  - Eileiterschwangerschaft
    - Lebensbedrohliche Ruptur der Eileiter durch eine Schwangerschaft
  - Ovarialtorsion
    - Verdrehung eines Eierstocks
  - Akutes Abdomen in der Schwangerschaft
    - Ursache kann u. a. eine Plazentaablösung sein
- ▼ pädiatrische Notfälle
  - Invagination (Darmeinstülpung)
    - Besonders bei Säuglingen, mit Darmverschlussgefahr
  - Akute Epiglottitis
    - Lebensgefährliche Entzündung der Kehldeckelschleimhaut
  - Mekoniumileus
    - Darmverschluss bei Neugeborenen
- ▼ infektiöse Notfälle
  - Nekrotisierende Faszitis
    - Bakterielle Infektion des Weichgewebes
  - Sepsis
    - Lebensbedrohliche systemische Infektion, die eine chirurgische Sanierung erfordert
  - Gasbrand (Clostridieninfektion)
    - Tödliche bakterielle Infektion von Weichteilen
- ▼ weitere Notfälle
  - Kompartmentsyndrom
    - Druckerhöhung im Muskelkompartiment, die zur Gewebsnekrose führen kann
  - Akuter Verschluss einer Extremitätenarterie
    - Plötzliche Durchblutungsstörung
  - Fremdkörper in den Atemwegen
    - Erstickungsgefahr durch Obstruktion

## Hernien

## ▼ Zusammenfassung

### ▼ Definition

= Vorwölbungen von Organen/ Gewebe durch Schwachstellen in der Abdominalwand



### ▼ Häufigkeit

Leistenhernien sind die häufigsten (80%), Männer dabei 8 mal mehr als Frauen. Danach Narbenhernien (20%)

### ▼ Anatomie

Leistenkanal wird bei Männern von Samenleiter und Blutgefäßen durchdrungen, bei Frauen ein kleines Band

### ▼ Hernientypen

Leistenhernie

- Einteilung: direkte (mediale) Hernien (meist erworben) und indirekte (laterale) Hernien (angeboren oder erworben)
- = Eingeweidebruch in der Leistengegend

Narbenhernie

- Entstehung nach OP
- begünstigt durch Adipositas, Wundheilungsstörungen, Schwangerschaft, Alter, Lebensstil

Innere Hernien

- Verlagerung von Bauchorganen in den Brustraum
- z.B. Zwerchfellhernien

### ▼ Symptome und Diagnostik

- sichtbare Vorwölbung, Schmerzen bei Belastung
- unregelmäßige Bauchform, Verdauungsprobleme (Narbenhernie)
- Ultraschall, CT, körperliche Untersuchung

#### ▼ Therapie

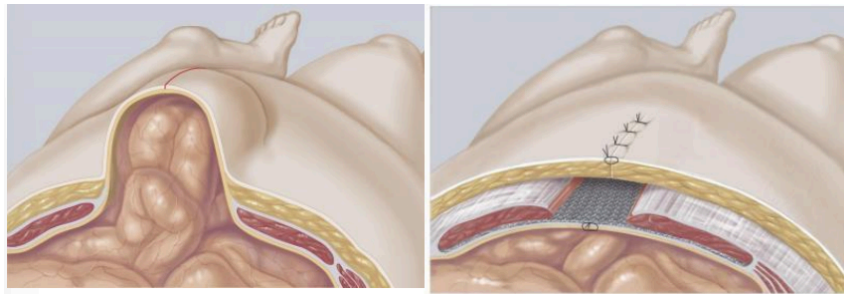
Brüche heilen nicht spontan aus, daher OP

Bei Leistenhernien

- offene Verfahren (Lichtenstein-Methode)
- minimalinvasive Techniken (TAPP, TEP)
- TAPP = total extraperitoneale Hernioplastik
- TEP = transabdominelle präperitoneale Patchplastik

Bei Narbenhernien

- Netzümplantation zur Stabilisierung der Bauchwand



Komplikationen: Inkarnation von Darmteilen (!Darmverschluss), rezidiv bei unzureichender Versorgung

#### ▼ Nachsorge

- nach 1-2 Tagen: alltägliche Verrichtungen
- danach in den ersten 2 Wochen: leichte Belastung - Heben und Tragen bis max.10kg
- nach 2-4 Wochen: Belastungssteigerung - Fahrradfahren, Laufen, Schwimmen
- nach 4 Wochen (Plug-/Netz-Technik): volle Belastbarkeit ohne Einschränkung
- nach 6 Wochen (Shouldice-Technik): volle Belastbarkeit ohne Einschränkung

#### ▼ Prävention

Gewichtsreduktion, Vermeidung von chronischem Husten/ Verstopfung

! schwache Bauchmuskeln und schwaches Bindegewebe machen anfälliger

## Roboter-assistierte Chirurgie

#### ▼ Zusammenfassung

##### ▼ Definition

Roboter = Ein mit Greifarmen ausgerüsteter Automat, der ferngesteuert oder nach Sensorsignalen bzw. einprogrammierten Befehlsfolgen anstelle eines Menschen bestimmte mechanische Tätigkeiten verrichtet.

!! bei OP: nicht autonome ferngesteuerte Ferneinheit des Operators

#### ▼ Historischer Überblick

- 80er: Roboter für Biopsie mit dem Ziel der Erhöhung der Präzision
- 90er: Entwicklung von PROBOT für Prostataoperationen mit Fokus auf Automatisierung und Genauigkeit  
ROBODOC für Einsatz in der Orthopädie (Hüftprothesen)
- 00er: erste Telechirurgie zwischen New York und Frankreich
- Entwicklung von DaVinci

#### ▼ DaVinci

= vierarmiger Roboter, bei dem die Arme dem menschlichen Handgelenk nachempfunden sind

- volle Bewegungsfreiheit, 7 Freiheitsgrade
- Skalierung der Bewegung
- Tremorreduktion

#### ▼ Meilensteine

- Echtzeit-Bildgebung
- submillimetrische Genauigkeit
- Reduzierung von Narben und postoperativen Schmerzen
- ergonomisches Design für komfortable Bedienung
- komplexe Bewegungen ermöglicht
- automatisierte Assistenzsysteme und Fehlererkennung

#### ▼ Vergleich zur konventionellen Chirurgie

| Laparoskopie                                        | Roboterassistierte Chirurgie                     |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| kleine Schnitte                                     | kleine Schnitte                                  |
| Geringer Blutverlust                                | geringer Blutverlust                             |
| wenig Schmerzen                                     | wenig Schmerzen                                  |
| Blickrichtung nicht gleich<br>Arbeitsrichtung       | Blickrichtung ist gleich<br>Arbeitsrichtung      |
| Bewegungsumlenkung am Trokar                        | volle Bewegungsfreiheit mit 7<br>Freiheitsgraden |
| Bewegungsverstärkung durch<br>Länge des Instruments | Skalierung der Bewegung und<br>Tremorreduktion   |

#### ▼ Anwendungsbereiche

▼ Aspekte

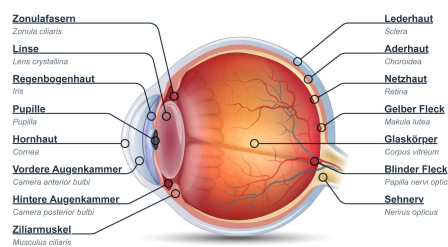
- Hohe Anschaffungs- und Wartungskosten
- Längere Operationszeiten
- Abhängigkeit von Technologien
- Viele neue Arbeitsplätze (Chirurgen, Techniker, Assistenz)
- reduzierte menschliche Interaktionen
- ungeklärte ethische Fragen: Wer haftet, wer hat Zugang,...

## Augenheilkunde 1

▼ Zusammenfassung

▼ Anatomie

insgesamt max 60 Dioptrien



▼ Akkommodation

- Nahsicht: Ziliarmuskel angespannt, Zonulafasern locker, Linse kugelförmig
- Fernsicht: Ziliarmuskel locker, Zonulafasern angespannt, Linse oval

▼ Störungen

- Emmetropie = Normalsichtigkeit, Licht trifft auf Fovea
- Myopie = Kurzsichtigkeit, Auge zu lang/ zu große Brechkraft, Brennpunkt vor Fovea
- Hyperopie = Weitsichtigkeit, Auge zu kurz/ Brechkraft zu klein, Brennpunkt hinter Fovea
- Astigmatismus = Stabsichtigkeit, Hornhautverkrümmung, unterschiedliche Brechkräfte
- Presbyopie = Alterssichtigkeit, Linse weniger flexibel

▼ Brillenwerte

- z.B. OD: -1,5 sph -0,75 zyl 170° (add +2,5)
- Seite: OD/ OS
- Sphärischer Wert: gleicht Myopie/ Hyperopie aus
- Zylinder: Astigmatismus Ausgleich
- Achsenlage
- Addition: Ausgleich der Altersweitsichtigkeit

#### ▼ Diagnostik

- Autorefraktometer (Brechkraft des Auges mittels Infrarot)
- Visusbestimmung (Buchstabentafeln, Ringe, einheitlich und logarithmisch)
- Augenarzt: Spaltlampe, Lupe
- Innendruckmessung
- Perimetrie (Gesichtsfeldbestimmung, starr oder kinetisch)
- Elektrophysiologie
- Bildgebung (Ultraschall, OCT, OCT-A, Hornhauttopographie,...)

#### ▼ Therapie

- Laser: verschiedene Wellenlängen, für Hornhaut, Linse, Netzhaut, Ziliarmuskel
- Krytherapie: für größere Areale, z.B. falsch gewachsene Wimpern
- Operationen: Tränenwege, Katarakt, Intraokulare Chirurgie, Irisersatz, Retinachip

→ kleine Instrumente, Viskoelastika, Tamponaden, Fäden

## Augenheilkunde 2

#### ▼ Zusammenfassung

##### ▼ Wechselwirkungen

- Biostimulation: Softlaser, geringe Energiedichte, Wundheilung & Schmerzreduktion
- Photochemische Prozesse: Chromophorenzusatz (Farbstoff), lichtinduzierte chemische Reaktion
- Photokoagulation: Aufwärmen des Gewebes bis Koagulationsgrenze, höhere Energiedichten, meist CW-Laser

→ diese drei: Dauerlaser, höhere Energie, etwas präziser

- Thermische Photoablation: kurzzeitige Pulse, Überhitzen des Gewebes über 100°C, meist IR-Laser (nicht präzise, Koagulationsrand)
- Photoablation: „kalter“ Gewebeabtrag, atomare Bindungen werden ohne Wärmeübergang aufgerissen, UV-Laser (heilt nicht komplett, da der Körper 193nm nicht kennt)
- Photodisruption: optischer Durchbruch, Mikroexplosionen (am Anfang des Infrarotbereichs)

→ diese drei: kurze Pulse

##### ▼ Refraktive Laserchirurgie

- Korrektur von Fehlsichtigkeiten
- 193nm Excimer Laser
- Schema: Applikations-Scanner

Techniken:

- ▼ PRK - Photorefraktive Keratektomie:

- Minimalinvasiv
- Wegschieben der Epithelschicht, kein HH- Schnitt, Entfernung von Hornhaut mit Laser
- Verbandskontaktlinse bis Epithel nachgewachsen ist

#### ▼ LASIK

- Tiefer Schnitt in HH → Flap, Zurückfallen des Lappens
- Abtrag durch Laser
- Zurückfallen der HH

#### ▼ SMILE Flex

- Schnitt unterhalb des Epithels, es entsteht eine Linse, die entfernt werden kann
- Diagnostik: Messung der Refraktion, Bestimmung der Zielrefraktion, Beschaffenheit der Hornhaut
- Topographie Messung der Hornhaut, Achsenlänge, HH-Dicke → IOL-Berechnung mit Ray Tracing

## Flexible Endoskopie

### ▼ Zusammenfassung

#### ▼ Was ist Endoskopie

- griechisch: das Innere betrachten
- =Untersuchungsverfahren, bei dem das Innere eines Hohlorgans/ einer Körperhöhle untersucht wird
- Spiegelung: erste Untersuchung mit Spiegel

#### ▼ Was wird benötigt

- angepasstes Gerät zum Intubieren
- Licht
- Insufflation von Luft
- Absaugung
- Spülung
- Arbeitskanal

→ heutzutage: LED, 4K-Auflösung, automatisierte Färbung, 135-fache Vergrößerung, automatische photometrische Steuerung

#### ▼ Was geht endoskopisch

##### ▼ allgemein

- flexibel: Chirurgie, Gastroenterologie, Pulmo, Gyn, Uro, HNO, Augenheilkunde, Prokto
- starr: Viszeral-/Thoraxchirurgie, Gyn, HNO, Ortho, Neuro, Uro

#### ▼ Vor der OP

- Diagnostik, Höhenlokalisation, Staging
- benignes Grundleiden
- Malignes Grundleiden: Erstdiagnose, Resektion, Höhenlokalisation und Ausdehnung
- Staging: Gewebegewinnung für Histologie, Bestimmung vom T-/N-Stadium

#### ▼ während der OP

- Lokalisation kleiner Befunde
- Laparoskopische Magen-Wedge-Resektion
- fehlende Tuschemarkierung auffrischen
- akute Komplikationen beseitigen (Anastomose-Blutung)
- nicht palpabler (tastbarer) Tumor im Kolon

#### ▼ nach OP

- Blutstillung: mechanisch (Clips, Stents, Unterspritzung), thermisch (Kauterisierung), auftragen von Hämatostyptika
- Anastomosen-Insuffizienz: Primärverschluss (Clip, Naht), Sekundärverschluss (Stent, Unterdruck, Drainage), Kombi
- Anastomosen-Stenose: Stent, Dilatation, Bougierung
- Motilitätsstörung: Anlage von PEG/EP zur Überbrückung
- Gallenleckage
- Stentanlage

#### ▼ statt OP

- Resektion von Primärtumoren: endoskopische Submukosa-Dissektion (ESD), endoskopische Mukosa-Resektion (EMR), Vollwandresektion (FTR)
- Tunnelungsverfahren: per-orale endoskopische Myotomie (POEM)
- PEG statt Witzel-Fistel
- Endoskopischer Magensleeve

## Appendektomie

#### ▼ Zusammenfassung

##### ▼ Ätiologie

- Obstruktion des Appendixlumens (Kotstein, Hyperplasie bei Infektion)
- Schleimansammlung, intraluminale Druckerhöhung
- Bakterienvermehrung
- Ischämie mit Gangrän (Absterben) und Perforation

##### ▼ Betroffene

- 151 / 100.000 pro Jahr
- Männer minimal öfter
- Männer jünger (10-14) als Frauen (15-19)

#### ▼ Indikation

- akute Appendizitis
- Gelegenheitsappendektomie
- Malignitäten
- Indikationsstellung: Anamnese, körperliche Untersuchung, Laborwerte, Bildgebung

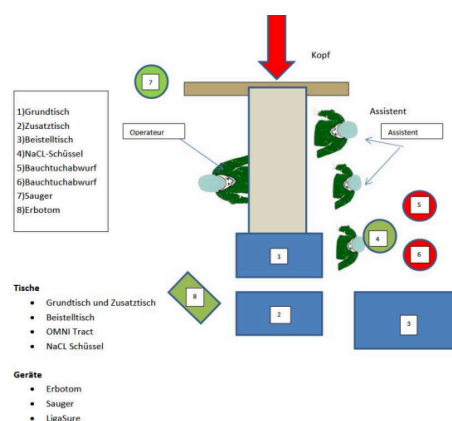
#### ▼ Symptome

- Bauchschmerzen, Erbrechen
- Fieber
- Schmerzen beim urinieren
- Durchfall oder Verstopfung
- Rülpsen

#### ▼ OP-Besteck

- Spül-/Saugeinheit
- Pinzette, Faszange
- Monopolare Schere
- Bipolarer Strom
- Bergebeutel
- Linearer Stapler

#### ▼ Aufbau



#### ▼ Komplikationen

| Mögliche Komplikationen                             |                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Freie Perforation                                   | Therapie primär operativ-notfallmäßig                                                                                                           |
| Perityphlitischer Abszess                           | Abszess in der Umgebung bei gedeckter Perforation, primär Appendektomie notfallmäßig (bei fehlender Expertise perkutane Drainage und Antibiose) |
| Appendixstumpf<br>- insuffizienz/<br>- appendizitis | Abdominelle Schmerzen, erhöhte Entzündungsparameter, Relaparoskopie mit ggf. Nachresektion/Übernähung bzw. vollständige Resektion               |
| Intraabdomineller Abszess                           | Inzidenz: 1,6-8%, Therapie Antibiotika ggf. mit zusätzlicher perkutaner Drainage oder ggf. erneute operative Exploration                        |
| Infektionen im Operationsgebiet                     | Inzidenz: 1,2-12% Therapie Antibiotika, Wundmanagement                                                                                          |

#### ▼ Postoperative Versorgung

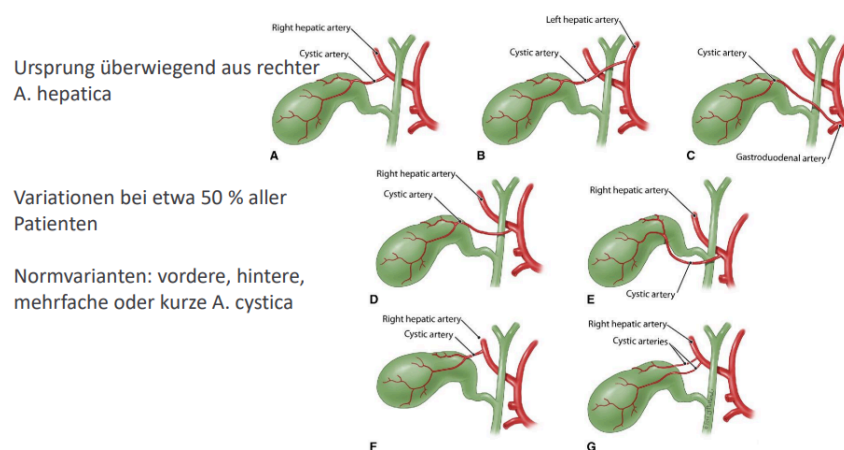
1. Aufwachraum/Normalstation
2. Entlassung nach 1-2 Nächten
3. antibiotischen Therapie
4. Nach ca. 2 Wochen normale Alltagsbelastung möglich
5. Ernährung normal möglich

## Cholezystektomie

#### ▼ Zusammenfassung

##### ▼ Anatomie

- Hepatobiliäres Dreieck (Calot-Dreieck): ductus hepaticus communis, ductus cysticus, unterer hinterer Rand der Leber
- Anatomische Varianz:



##### ▼ Betroffene

- 15-20% der Bevölkerung hat Gallensteine
- m/w: 1/2
- ca. 200000 OPs pro Jahr

##### ▼ Indikationen

1. symptomatische Cholezystolithiasis (Gallensteinleiden)
2. Akute Cholezystitis
3. Malignitäten
4. Gelegenheitscholezystektomie i.R. anderer Operationen
  - Indikationsstellung: körperliche Untersuchung, Sonographie, Laborwerte, Anamnese

▼ Ätiologie

- 6 F: fat, Forty, Fertile, Female, Fair, Family

▼ Symptome

- Fieber, Übelkeit, Erbrechen
- Fettunverträglichkeit, Anorexie
- Magenschmerzen
- Schmerzen beim Einatmen
- Gelbsucht

▼ Cholezystolithiasis vs. Choledocholithiasis

|                                         |                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| Kolikartige schmerzen rechter Oberbauch | Rechtsseitiger Oberbauchschmerz          |
| Kein Ikterus                            | meist Ikterus                            |
| 3 schichtung der Galleblase             | Meist keine Reaktion der Galleblase      |
| Kein Aufstau der Gallengänge            | Aufstau der intrahepatischen Gallengänge |
| Fieber                                  | Fieber möglich                           |

▼ Laparoskopische Cholezystektomie

- Saug-Spüleinheit
- Monopolares Häckchen
- Monopolarer Strom
- Faszange, Pinzette
- Clipapplikator
- Bergebeutel
- Hem-O-Lok-Clips

▼ Komplikationen

- Verletzung der Gallenwege, Gallenlecks
- Gefäßverletzungen, Blutungen
- Verletzungen von Nachbarstrukturen (insbesondere Darm, Leber)

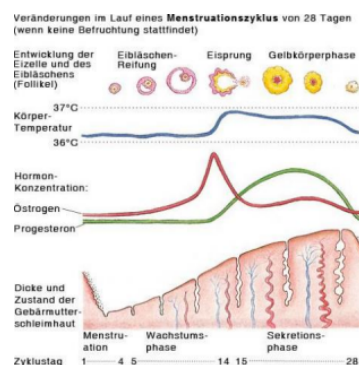
- Risikofaktoren: anatomische Varianz, Krankheitsfaktoren, Patientenfaktoren, Technische Faktoren

## Gynäkologie

### ▼ Zusammenfassung

#### ▼ Hysteroskopie

- =Gebärmutterspiegelung
- Aufbau: Lumen – Endometrium (Schleimhaut) – Myometrium (glatte Muskulatur) – Parametrium
- Veränderung im Zyklus:



- Erkrankungen:  
Schleimhaut: Polyp, Hyperplasie, Karzinom  
Muskulatur: Myom, Septum (Bindegewebs-/ Muskelbrücke), Angiosarkom
- Klinische Veränderungen: verstärkte Regelblutung (RB), verlängerte RB, Dauerblutung, Blutarmut (Anämie), Unterbauchschmerzen, gehäuft Fehlgeburten, Kinderlosigkeit, Frühgeburten
- Diagnostik:  
Ultraschall, Labor, Abstrich, Hysteroskopie
- Therapie:  
Ausschabung, Abtragung des Myoms/ Polyps, Gebärmutterentfernung (Hysterektomie)
- Diagnostisch mit hysteroskopischen Befunden:  
Polyp, Myom, Septum, IUP („Spirale“)
- Operativ: z.B. hysteroskopischer Shaver

## Proktologie

### ▼ Zusammenfassung

=Anatomie/ Krankheitslehre von Anus, Rektum und perianaler Haut

→ große Überschneidung mit anderen Gebieten (Uro, Gyn, Chirurgie, Gastroenterologie, Dermatologie)

#### ▼ Anatomie

- Anorektum
- Hämorrhoidalzone
- Analkanal (Plattenepithel)
- Proktodealdrüsen

#### ▼ Untersuchung

- früher: auf allen vieren/ über einen Bock gelehnt
- heute: Linksseitenlage oder auf einem gynäkologischen Stuhl
- mit Prokotskop/ Rektoskop

#### ▼ Krankheitsbilder

meist benigne, rasch therapierbare Krankheiten

Perianale Schmerzen werden oft auf ein hämorrhoidales Grundleiden zurückgeführt, aber ursächlich oft anderes Krankheitsbild

Es fehlen valide Daten zur Prävalenz, da das Thema sehr schambehaftet ist

##### ▼ Hämorrhoidalleiden

= Vergrößerung des corpus cavernosum recti

- Symptome: Nässen, Jucken, Schmerzen, Ekzeme
- Einteilung:

1. Grad: nur mit Rektoskop einsehbar, 2. 3. 4. Grad ohne Rektoskop

Stadium 1: symptomatische Therapie (Cremes, Suppositorien), Sklerosierungstherapie (Einspritzen, Veröden) und Ligaturtherapie (eher nicht)

Stadium 2: Sklerosierungstherapie, Ligaturtherapie

Stadium 3: Ligaturtherapie, Staplerhämorrhoidektomie, Ein-/Mehrsegment-Hämorrhoidektomie

Stadium 4: Ein-/Mehrsegment-Hämorrhoidektomie, aber nicht primär operativ, sondern erst abschwellen (mit Zucker z.B.)

##### ▼ Analvenenthrombose

= Thrombose anusnahe, oberflächlicher Venen

- hochschmerzhaft, plötzlicher Beginn
- Therapie nur symptomatisch, selbstlimitierend nach 1-3 Wochen
- Thrombektomie innerhalb 48-72 h möglich, aber unwahrscheinlich
- früher: einschneiden, heute nicht mehr
- ! Differenzierung zu Hämorrhoiden Stadium 4 schwierig

##### ▼ Analfissur

= Milli- bis Centimeter lange Einrisse

- hochschmerzhaft, plötzlicher Beginn, aber auch indolent möglich
- Einteilung in akut/ chronisch
- Therapie: konservativ (Stuhlweichhaltung, Analgesien, Vasodilatativa)
- Ätiologie: nicht vollständig geklärt (mechanisch, infektiös, vaskulär, neuromuskulär)
- meist Blickdiagnose

#### ▼ Analprolaps

= Prolaps des distalen Anteils des Rektums

- segmentär/ zirkulär
- meist als Nebenbefund, selten schmerzhaft
- selten Therapie

#### ▼ Analfistel/-abszess

= Infektion des kryptoglandulären Gewebes ausgehend von den Proktodealdrüsen

- Ausbreitung entlang der Spalträume
- zwei-/dreizeitige Therapie

#### ▼ Pilonidalsinusleiden

- = Steißbeinfistel/-abszess
- keine einheitliche Nomenklatur
- Ursache unbekannt

## Unterer GI-Trakt

### ▼ Zusammenfassung

#### ▼ Kolorektales Karzinom

= KRK

- zweithäufigstes Malignom, 70-75 Jahre, w/m: 50/50
- 90% folgen der Adenom-Karzinom-Sequenz
- 85% Adenokarzinome, 10-15% muzine Karzinome

#### ▼ Radikalität

neben dem Darmschlauch müssen auch Lymphknoten und Blutgefäße (Mesenterium) entfernt werden, da sonst Metastasengefahr. Es wird nach Baukastenprinzip entfernt

#### ▼ Zugangswege

entweder offen oder laparoskopisch. Zugangsweg z.B. übers kleine Becken → dort kaum Bewegungsfreiheit, deswegen Notwendigkeit eines zirkulären Staplers

#### ▼ Medizinischer Fortschritt

- Minimalisierung des Zugangswegs
- robotische Assistenz

- Energydevices

# Neurochirurgie

## ▼ Zusammenfassung

### ▼ Neuroonkologie

#### ▼ Meningeome

- häufigster Hirntumor
- Meist gutartig, langsam wachsend, entsteht aus Hirnhaut (Dura mater)
- Inzidenz steigend (Alterskrankheit)
- Heilung mittels Resektion (alternativ Radiotherapie oder Kombi)
- Lokalisation: überall an Hirnhaut
- Typisch: Dura Tail (verdickte Hirnhaut)
- Symptome: Kraftverlust, Taubheit in Extremitäten

#### ▼ Gliome

- hirneigene Tumore
- Entstehen aus Stützzellen des Hirngewebes
- Oligodendrozyten → Oligodendrogliome  
Astrozyten → Astrozytome  
Ependymzellen → Ependymome  
Neuronale Zellen → Neurozytome (sehr selten)
- Breitet sich im Hirngewebe aus (wächst von innen) → infiltrativ
- Häufig operativ nicht geheilt → Tumorzellen sehr verteilt
- Symptome: arterieller Hypertonus, Wesensveränderung, Desorientiertheit, Schwindel

#### ▼ Sekundäre Hirntumore

- Häufig, ca. 50-60% aller Hirntumore
- Tumorzellen gelangen über Blutweg ins Hirngewebe und verdrängen Hirngewebe

#### ▼ Primärtumore

- Frauen: Mamma-Ca, Bronchial-Ca, Colorectales-Ca, malignes Melanom
- Männer: Bronchial-Ca, Colorectales-Ca, Nierenzell-Ca

#### ▼ Vestibularisschwannom (Akustikusneurinom)

- Seltener, langsam-wachsender gutartiger Tumor des Gleichgewichts nervs
- Beschwerden:  
fortschreitende Hörminderung (N. cochlearis)  
Tinnitus (N. cochlearis)  
Schwindel (N. vestibularis)

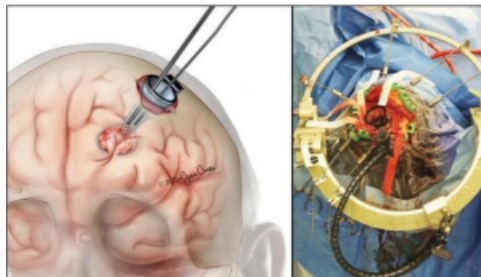
Bei großen Befunden: Sensibilitätsstörungen im Gesicht, motorische Gesichtslähmung,  
Gangstörung (Druck auf Hirnstamm, Nervenwasserstau)

#### ▼ Hypophysenadenom

- Langsam-wachsender Tumor der Hirnanhangsdrüse
- Beschwerden:  
Hormonstörung (Mangel/ Überschuss → daher vielfältige Symptome)  
Sehstörung (Druck auf Chiasma opticum)

#### ▼ Minimalinvasive Techniken

- Keyhole Surgery:  
Hirntumor über kleine Öffnung ausschaben → Platz zum Entfernen
- Über natürliche Öffnungen:  
z.B. durch Nase zur Hirnanhangsdrüse, frontobasale Tumore, selläre Tumore
- nutzen von Spalträumen  
z.B. Tumore des Kleinhirnbrückenwinkels (bei großer halbsitzender Position)
- Endoskopie: über den Ventrikel
- Tube Chirurgie



## HNO

#### ▼ Zusammenfassung

##### ▼ Allgemeines

= Krankheitslehre von Hals (Laryngologie), Nase (Rhiniologie), und Ohren (Otologie)  
anderer Name: ORL

Früher über Hohlspiegel, dann Entwicklung mit Operationsmikroskop und Endoskopen

Aktuell: Cochlear Implantat, Hirnstammstimulatoren, Nervenschrittmacher,  
Navigationssysteme in der endoskopischen Schädelbasischirurgie

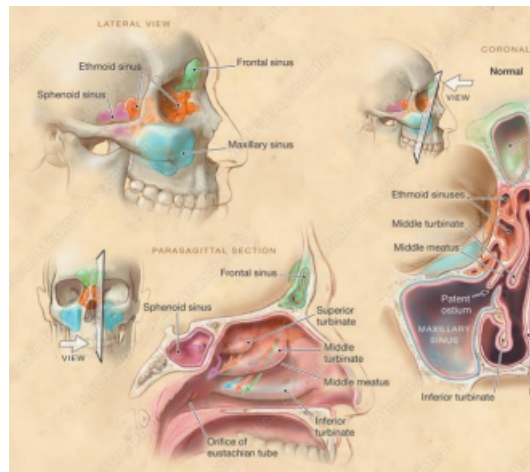
##### ▼ Rhinologie

- FESS: funktionelle endoskopische Nasennebenhöhlenchirurgie

→ häufige HNO Operation, minimalinvasiv, optisch unterstützt

→ Optimierung/ Erweiterung der natürlichen Drainagewege

## ▼ Anatomie



Kieferhöhle (Sinus maxillaris)

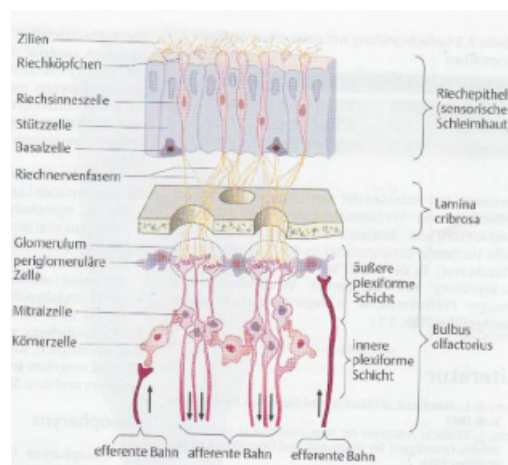
Siebbeinzellen (cellulae ethmoidales)

Keilbeinhöhle (Sinus sphenoidalis)

Stirnhöhle (Sinus frontalis)

## ▼ Oberflächenauskleidung

- Naseneingang: dünne Haut, Haare, Talgdrüse, Unterhautgewebe
- Nasenhaut-/Nebenhöhlen: Beginn der Mucosa mit schleimproduzierenden Drüsen und Flimmerhärchen
- Riechepithel/ Riechhaut:



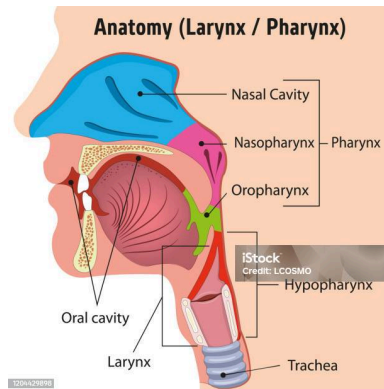
- Riechrinne (lamina cribrosa)

## ▼ Operation

- Pansinusoperation, wenn alle Nebenhöhlen operiert werden
- Ausprägung der Pneumatisation

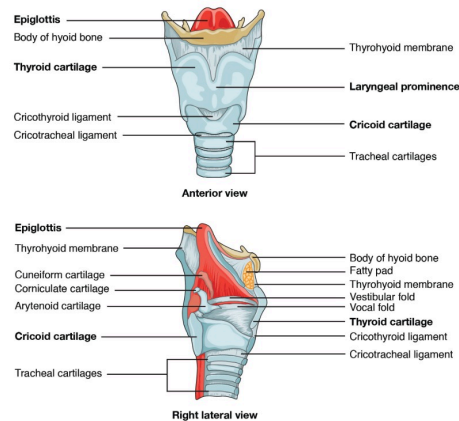
- Verlauf der Schädelbasis
- Lagebeziehungen zu wichtigen Strukturen
- ▼ Funktion der Nase/ Nasennebenhöhlen
  - Nase: Filtrierung, Reinigung, Anwärmen, Befeuchten, Riechen
  - Nebenhöhlen: Reduktion des Kopfgewichtes, Knautschzone, Resonanzraum, Bildung von Entzündungshemmern
- ▼ Krankheitsbilder
  - ▼ Rhinitis
    - = Rhinitis/ Rhinosinusitis/Sinusitis=Schnupfen
    - meist akut viral, auch bakteriell möglich
    - mögliche Komplikationen bei Auge, Schädelbasis und Stirnbein
  - ▼ außerdem
    - chronische Rhinosinusitis: kann Polypen ausbilden, Nasenatmungsstörung, Nasenfluss, Riechminderung, Nebenhöhlen/ Kopfschmerzen
    - Tumore
    - Traumata
    - Nasenbluten
    - Mucozele/ Pyozele Stirnhöhle: Abschottung der Stirnhöhle
- ▼ Therapie
  - primär symptomatisch: Nasenspray, Nasenspülung, Glucocorticoide, Schmerzmittel
  - Antibiotika
  - Operation bei Komplikationen oder wenn kein Ansprechen auf konservative Behandlung: Augenschwellung, Doppelbilder,...
- ▼ Mikroskopische NNH-Chirurgie
  - Vorteile: Beleuchtung, Vergrößerung, Zweihändiges Arbeiten möglich, 3D Sehen
  - Nachteile: enges Blickfeld, nicht um die Ecke sehen
- ▼ Endoskopische NNH-Chirurgie
  - Vorteile: dynamische Führung des Endoskops, Verschiedene Blickwinkel möglich, nahe Heranführung und damit bessere Visualisierung
  - Nachteile: keine 3D Sicht, Sichteinschränkung durch Blut, häufig nur einhändiges arbeiten
- ▼ Laryngologie
  - ▼ Anatomie
    - Pharynx=Schlund:
    - Epipharynx, Oropharynx, Hypopharynx
    - 4 schichtiger Wandaufbau: Schleimhaut, Muskelhaut, Muskulatur, Muskelhaut

•



### Larynx:

- Schildknorpel, Ringknorpel, Epiglottis, Stellknorpel, kleine Knorpel
- Muskulatur: innere Kehlkopfmuskulatur zur Bewegung der Stellknorpel und äußere Kehlkopfmuskulatur zur Spannung der Stimmlippen
- Hochsensible Nerven
- Innere Auskleidung: respiratorische Schleimhaut, bei der Glottis: Plattenepithel



### ▼ Funktion

Larynx: Stimmbildung, Ddruckerzeugung beim Pressen, Pusten, Husten, Schlucken

### ▼ Krankheiten

Symptome bei Pharynxerkrankungen: Halsschmerzen, Schluckschmerzen, Schluckstörungen, Halsschwellung, Luftnot

Symptome bei Larynxerkrankungen: Heiserkeit, Stimmänderungen/ -verlust, Luftnot, Husten, Schluckstörungen, Schmerzen

- virale und bakterielle Entzündungen mit/ohne Komplikationen (z.B. Mandelentzündungen)

- Tumore: gutartige (Lipome, Gefäßtumore, Nerventumore), bösartige (Karzinome)
- Entzündungen im Larynx (z.B. Epiglottitis)
- Reincke Ödem (Schwellungen der Stimmlippe)
- Schreiknötchen
- Lähmung des Kehlkopfs mit Stimmlippenstillstand oder kompletter Lähmung
- Larynxkarzinome: 40% supraglottisch, 59% glottisch, 1% subglottisch

#### ▼ Operationen

Bei bösartigen und gutartigen Erkrankungen/ Veränderungen

- offene Tumorentfernung mit Kehlkopfteilentfernung oder totaler Kehlkopfentfernung  
→ Tracheostoma für Atmung, Speiseröhre wird direkt an Schlund angeschlossen
- Ziel: nach Möglichkeit soviel wie möglich erhalten, schonende Operationstechniken, z.B. Endolaryngeale Operationen

→ minimalinvasiv, über natürlichen Zugangsweg, Vermeidung äußerer Schnitte und Eröffnung gesunder Strukturen

#### ▼ Laser

### ▼ Otologie

#### ▼ Anatomie

- Äußeres Ohr:  
Ohrmuschel, äußerer Gehörgang, äußere Fläche des Trommelfells  
Funktion: Empfang der Schallwellen, Weiterleitung an Trommelfell
- Mittelohr:  
Innere Fläche des Trommelfells, Mittelohrhöhle (Tympanon)
- Mittelohrhöhle:  
Gehörknöchelchen: Hammer, Amboss, Steigbügel  
Tympanale Öffnung der Tube (eustachische Röhre)  
Funktion: Schallübertragung an Innenohr, Abtransport von Luft & Schleim  
Symptome bei Krankheit:  
Hörminderung, Ohrenlaufen, Schmerzen, Gesichtsnervenschwäche
- Innenohr:  
Schnecke (Cochlea) mit Hörsinneszellen  
Labyrinthsystem (Gleichgewichtsorgane) → 3 Bogengänge  
Funktion: Schallenergie an Sinneszelle → Stimulation des Hörnervs, Erregung der Sinneszellen des Gleichgewichtsorgan  
Symptome bei Krankheit:  
Gehörminderung, Schwindel, Ohrgeräusche (Tinnitus)

#### ▼ Mittelohrchirurgie

- Operation mit dem Mikroskop

- Risiken: Ertaubung, Schwindel, Ohrgeräusche, Gesichtsnervenlähmung
- Tympanoplastiken: Wiederherstellung des Mittelohrs → Entfernung der Entzündung, Trommelfellrekonstruktion, Verbesserung der Übertragung (Gehörknöchelchen)
- Rekonstruktion der Schallübertragung:  
Steigbügeloperation mit CO2 Laser  
Sehr präzise, keine mechanische Berührung
- Fixierung/ Versteifung der Gehörknöchelchen

## MKG

### ▼ Zusammenfassung

#### ▼ Navigation

- in der OP: Kamera, Fixierung am Kopf und Referenzierungspunkte (mind. 3), aber je mehr desto besser
- vor der OP : CT oder DVT: für Tumorlokalisierung, Gesichtshälftenspiegelung,...
- in der OP: CT-Bogen
- CT: viele Schnittbilder, dafür höhere Strahlung → schönere Bilder
- DVT: 6-8 mal Strahlungsärmer, weniger Schnittbilder, aber ausreichend für MKG
- ! CT und DVT können keine Weichteildarstellung machen
- MRT: Weichteildarstellung ohne Strahlung

#### ▼ Medizintechnik

- Endoskopie: Fallbeispiele: Augenbodenbruch und Auge rutscht in Augenhöhle
- CAD-CAM: patientenspezifische Implantate (PSI) für Rekonstruktion

→ Primär-/Sekundärrekonstruktion

→ Vorteile: Präzisierung und Voraussagbarkeit, Verminderung von postoperativen Komplikationen, Minimierung der OP-Zeit

- 3D-Drucker: druckt das konstruierte Ersatzteil innerhalb 12-16 Stunden aus, falls nötig in der Zwischenzeit ein Provisorium

#### ▼ Operationen und Krankheitsbilder

- Kraniofaziale Chirurgie: meistens komplette Gesichtsdefekte bei Kleinkindern, da keine gesunde Gesichtshälfte existiert, wird ein durchschnittliches Gesicht erstellt
- Traumata: vor Anschnallpflicht waren die meisten Traumata Schnittverletzungen, jetzt eher Gesichtsschädelfrakturen

→ MKG macht Mittelgesicht und Unterkiefer, darüber ist die Neurochirurgie zuständig

- Le Fort Einteilung von Gesichtsfrakturen: nur sehr plakativ und umfasst nicht alle Bruchmuster, ist aber leicht zu verstehen



- Trapdoor-Fraktur: vor allem bei jungen Mädchen, nach Schlag aufs Auge bricht der Augenboden wie eine Falltür, klappt zurück und klemmt dabei Augenmuskel ein
- ! Anatomie des Unterkiefers: wegen des Gesichtsnervs kann nicht einfach irgendwo gebohrt werden, sondern nur unterhalb oder knapp oberhalb, außerdem muss man bei bikortikalen Schrauben darauf achten, das Innenleben des Knochens nicht zu zerstören

## Knochenbruchheilung

### ▼ Zusammenfassung

#### ▼ Anatomie



#### ▼ Zellen

- sollten im GG stehen
- Osteoblasten → Knochenaufbau, aus mesenchymalen Stammzellen
- Osteoklasten → Knochenabbau, aus hämatopoetischen Stammzellen

#### ▼ Funktion

- Schutz der Organe
- Bewegung im Raum
- Ort der Hämatopoese (=Blutbildung)
- Speicher für Minerale, Wachstumsfaktoren, Schwermetalle, Calcium/Phosphat

#### ▼ Untersuchungstechniken

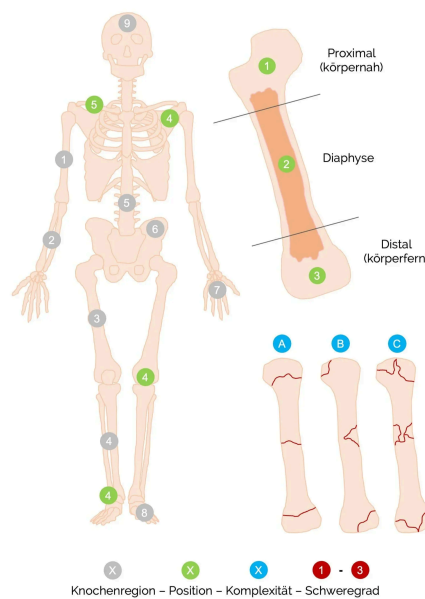
- Klinische Untersuchung
- Radiologische Verfahren
- Röntgen-Spezialaufnahmen (mit Druck und Gewicht)
- Szintigraphie, Sonographie
- Punktion

### ▼ Frakturverfahren

- operativ - konservativ
- minimalinvasiv - offen
- primär - verzögert
- frühfunktionell - immobilisierend

### ▼ AO-Klassifikation

1. jeder Knochen bekommt eine Nummer (für uns 1-4 wichtig)
2. Stelle des Bruchs gibt zweite Ziffer an
3. Art der Fraktur (Schweregrad mittels Buchstabe)



### ▼ Arten der Heilung

Direkt/ Primär:

- selten, entweder bei Kindern oder wenn Spalt >0,5 mm
- keine Kallusbildung, direkte intramembranöse Knochenbruchheilung aus Osteoblasten

Indirekt/ Sekundär:

- häufigste Art
- Stabilisierung über Kallus, aus Chondrozyten gebildet
- Fraktur → Hämatom-Inflammation → reparative Phase → Kallus-Bildung (erst weich, dann hart) → Remodelling

Pseudoarthrose:

- = Falschgelenk
- Heilung > 6 Monate

# Osteosynthese

## ▼ Zusammenfassung

=operative Versorgung einer Fraktur/ Knochenverletzung

### ▼ Stabilität

absolute Stabilität:

- direkte/ primäre Heilung → Gelenkfrakturen
- Zugschraube, Zuggurtung, Kompressionsplatte

relative Stabilität:

- indirekte/ sekundäre Heilung
- Trümmerbrüche, im Schaftbereich
- Fixateur externe, Nagelosteosynthese, Plattenosteosynthese
- Bewegung im Bruchbereich wichtig

# Fixateur externe, Zuggurtung, Nagelosteosynthese

## ▼ Zusammenfassung

### ▼ Fixateur externe

- = Teile des Haltesystems befinden sich außerhalb des Körpers
- Prinzip: Fern der Fraktur eingebrachte Nägel/ Schrauben werden winkelstabil über Verbindungssysteme verbunden
- keine Manipulation von Fraktur und Weichteilen
- Indikation: Damage control bei Polytrauma, bei offenen Frakturen oder Weichteilschaden, Infekt

→ meistens temporär, dann Wechsel auf anderes Osteosynthesesystem

- Vorteile: kürzere OP-Dauer, Schonung von Weichteilen und Fraktur, Korrektur jederzeit möglich
- Nachteile: nicht optimale Reposition, verzögerte Heilung, zu geringe Stabilität für Ausheilung, Einschränkung der Muskelbeweglichkeit, Bohrlochosteitis
- Vorgehen: je 2 Pins werden proximal und distal der Fraktur eingebracht

→ je näher desto stabiler, aber nicht zu nah

- Sonderfälle: unilaterale Fixateure, Ringfixateur

### ▼ Zuggurtung

- Interfragmentäre Kompression
- Dynamische Kompression
- zum Beispiel bei Patellaquerfraktur
- Bei Beugung werden Zugkräfte in Druckkräfte umgewandelt



#### ▼ Nagelosteosynthese

- intramedulläre Schienung
- kann Kraft Ein-/Umleitung in/ um Knochen bewirken
- bei extraartikulären Frakturen (= ohne Gelenkbeteiligung)

## Alterstraumatologie

#### ▼ Zusammenfassung

##### ▼ Allgemeines

- >60: alt, >75: älter, >90: hochbetagt, >100 langlebig
- kalendarisches vs. biologisches Alter

##### ▼ Geriatrische Patienten

- >80 Jahre oder 70-79 mit positivem ISAR-Score
- Multimorbidität
- erhöhte Vulnerabilität wegen erhöhter Suszeptibilität und erschwerter Rückkehr zur Homöostase
- Komorbidität

##### ▼ Altersfraktur

- Kombination aus niedrigenergie Trauma und vorbestehender Polymorbidität
- Häufig hüftgelenksnahe Femurfrakturen und Beckenfrakturen

##### ▼ Frakturen

##### ▼ Schenkelhalsbruch

- häufigste Altersfraktur, w/m: 2/1
- typisch: Bein verkürzt und außenrotiert
- Klassifikation nach Garden oder Pauwell
- immer operativ therapiert
- Gelenkerhaltend: bei eingestauchter, nicht dislozierter Fraktur, zeitnahe Versorgung

- Gelenkersetzend: Additionsfrakturen, verschiedene Kombinationen aus Titan, Polyethylen, Keramik oder Cobalt-Chrom
- ▼ Pertochantäre Femurfraktur
  - zweit häufigste Fraktur, w/m: 2/1
  - CT erwägen
  - immer operativ
- ▼ Proximale Humerusfraktur
  - w/m: 2/1
  - CT erwägen
  - Klassifikation nach Neer
  - konservativ oder operativ, wenn offen oder stark disloziert
  - operativ: Winkelstabile Platte mit Gewinde in der Platte
- ▼ Herausforderungen
  - Osteoporose
  - Alter, Geschlecht, Medikamente
  - metabolische Faktoren
  - endokrine Faktoren
  - Nikotinabusus
  - Infektion
  - offene Frakturen

## Plastische Chirurgie

- ▼ Zusammenfassung
  - die 4 Säulen: Rekonstruktive, Hand, Verbrennungs- und Ästhetische Chirurgie
  - Rekonstruktive Leiter:
  - freie Lappenplastik: gerne mit Latissimus dorsi (Muskeln) und Fibula (Knochenrekonstruktion)

## Prothesensteuerung

- ▼ Zusammenfassung
  - Ziel: Wiederherstellung der Handfunktion mittels Prothese
  - ! je höher das Amputationsniveau, desto mehr Gelenke und damit Funktionen müssen ersetzt werden
- ▼ Arten von Prothesen
  - kosmetische Prothesen (keine Funktion)

- mechanische Prothesen → über Seilzug, Bewegung aus der Schulter steuert die Handfunktion (robust, günstig, aber sehr grobmotorisch)
- myoelektrische Prothesen: Ansteuerung über EMG (Muskelaktivität), mehrere Elektroden am Stumpf

#### ▼ Kontrollmechanismen

##### ▼ Störfaktoren

- Schweiß
- Hautbeschaffenheit, Haare
- Anpressdruck im Schaft
- Elektrische Interferenz
- Bewegungsartefakte

##### ▼ Allgemein

- EMG Signalaufnahme (Signal abhängig von Platzierung und Anzahl der Elektroden)
- konventionell: Raw → Filtration → Rectification → smoothing → RMS
- Aktivierung nach Überschreiten des Schwellenwerts
- umschalten des Modus über Co-Kontraktion

##### ▼ Classification

- supervised learning

→ Zuordnen eines Werts/ einer Klasse (output) zu Eingabedaten (input)

- pattern recognition: Vorhersage einer Bewegung, die ausgeführt werden soll (über Muster aller EMG Signale)
- flexibel, intuitiv, limitiert durch Anatomie (4-8 Freiheitsgrade), wiederholte Aufnahme von Trainingsdaten, Bewegungen nur nacheinander ausführbar

##### ▼ Regression

- Zuordnung von Zahl zu Bewegung (z.B. Winkel)
- Input: EMG-Signale, Output: Winkel/ Koordinaten der Hand
- kontinuierliche Kontrolle verschiedener Freiheitsgrade
- flexibel, intuitiv, voller Bewegungsumfang, aber weniger zuverlässig

#### ▼ Ausblicke

- bessere, genauere ML-Modelle
- optimierte Aufnahme/ Verarbeitung der Trainingsdaten
- Robustheit gegen Störfaktoren
- Transfer von Forschung in Klinik
- Ansatz: regenerative peripheral nerve interfaces (RPNIs)

→ Nerven aufdröseln und mit Muskeln umgeben

