

# SCHULE NEU ERLEBEN

[www.ecolea.de](http://www.ecolea.de)



# **ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE BEI KINDERN**



# THEMEN

- 1. Umstellung Fetalkreislauf**
- 2. Entwicklungsstufen**
- 3. Normwerte**
- 4. Besonderheiten respiratorischer Trakt**
- 5. Blutvolumen**
- 6. Wärmehaushalt**
- 7. Knochenbildung / Wachstum**
- 8. Untersuchung**

## **1. FETALER KREISLAUF**

- gewährleistet die Sauerstoffversorgung des ungeborenen Kindes
- besteht aus besonderen anatomischen Strukturen
- nach der Geburt erfolgt eine Umstellung des Kreislaufes

# 1. FETALER KREISLAUF

- Anreicherung des Blutes mit Sauerstoff findet in der Plazenta statt
- Tritt durch die Vena umbilicalis in den Fetus ein
- Ein kleiner Teil gelangt zur Leber, der Großteil gelangt über den Ductus venosus (arantii) an der Leber vorbei in die V. cava inferior

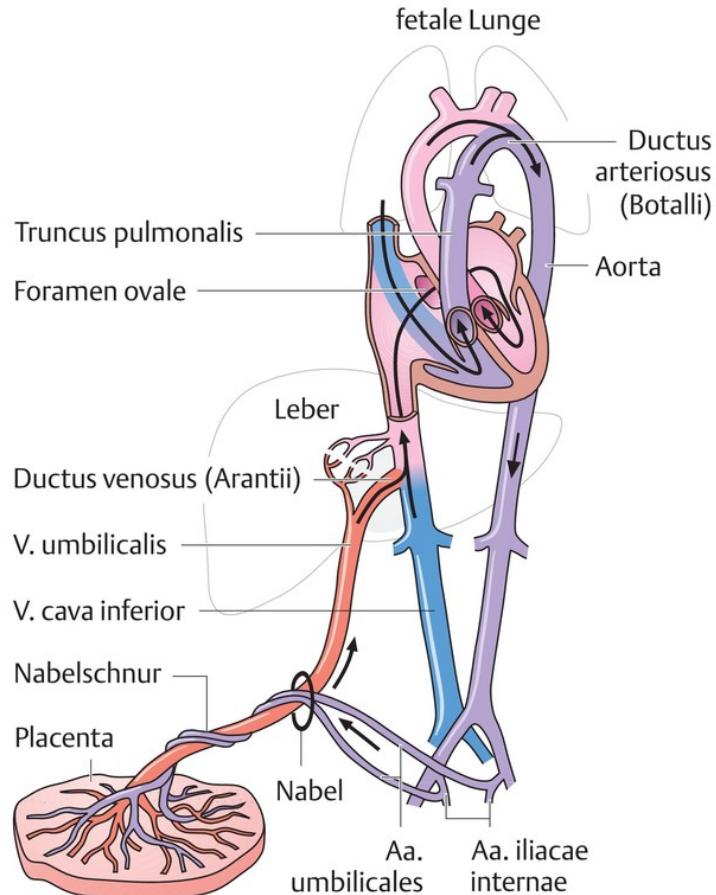
# 1. FETALER KREISLAUF

- Im Herzen muss das sauerstoffreiche Blut den Lungenkreislauf umgehen
- Das Blut gelangt durch das **Formalen ovale** in den linken Vorhof
- Dann durch den **Ductus arteriosus (Botalli)** vom Truncus pulmonalis in die Aorta

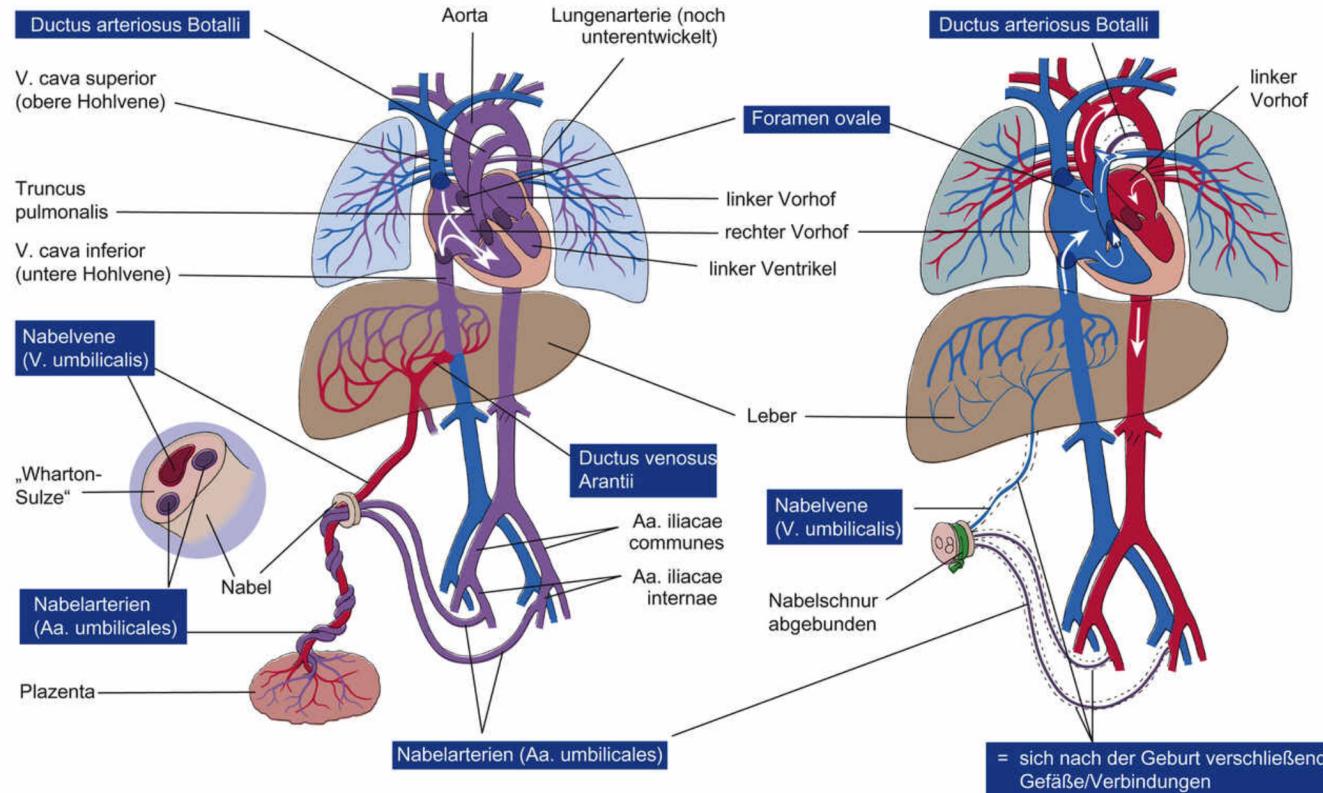
# 1. FETALER KREISLAUF

## Kreislaufumstellung nach der Geburt

- das **Formalen ovale** verschliesst sich mechanisch durch den erhöhten Druck im linken Herzen und verwächst
- **Ductus arteriosus botalli** und Ductus venosus kontrahieren und verwachsenen in bindegewebige Stränge
- **Nabelvenen/arterie** verlieren Funktion durch Abnabeln



# 1. Fetaler Kreislauf



# EXKURS: FORAMEN OVALE UND PROSTAGLANDINE

- Das Offenbleiben des Ductus arteriosus ist an das Vorhandensein von Prostaglandinen gekoppelt
- Eine Hemmung der Prostaglandinsynthese kann einen Verschluss bewirken
- Die Gabe von NSAR während des 3. Trimenon kann einen vorzeitigen Verschluss nach sich ziehen
- Bei der Therapie eines persistierenden Ductus botalli können NSAR als Therapie angewandt werden

## **2. ENTWICKLUNGSSTUFEN**

### **DAS NEUGEBORENE**

- Saug - Kind
- bis zu 20 Stunden Schlaf
- Körperhaltung ähnlich wie im Mutterleib
- das selbstständige Halten des Kopfes nicht möglich
- Erkennen von einfachen Gesichtszügen /Reaktion auf Stimmen
- „Engelslächeln“
- Lächeln als Antwort auf Zuwendung (6.-8. LW)

## 2. ENTWICKLUNGSSTUFEN

### 3 MONATE KIND ( SCHAU KIND)

- Motorik zunehmend kontrolliert
- Kopf und Schulter können aus Bauchlage heraus oben gehalten werden
- gezieltes **Fokussieren von Bewegungen** (z.B. Verfolgen der eigenen Hände mit den Augen)
- zunehmende Reaktion auf Umwelt (z.B. Freude über Flasche)

## 2. ENTWICKLUNGSSTUFEN

### 6 MONATE KIND (GREIF-KIND)

- Hände öffnen sich
- Drehung von Bauch in die Rückenlage möglich
- Volle Kopfkontrolle
- Erforschen der Umwelt durch Tasten und **Greifen** (palmaries Greifen) und „Probieren“
- „Fremdeln“ beginnt

## 2. ENTWICKLUNGSSTUFEN

### 9 MONATE KIND (KRABBEL-KIND)

- Alleiniges Aufsetzen aus der Bauchlage
- Freies Sitzes
- Stehen mit Hilfe
- **Krabbeln**
- Pinzettengriff
- Zunehmendes Sozialverhalten (z.B. kennt eigenen Namen, fremdelt)

## 2. ENTWICKLUNGSSTUFEN

### 12 MONATE KIND (GEH-KIND)

- krabbelt viel
- **Läuft** an der Hand oder schon einzelne Schritte alleine
- isst selbstständig mit den Fingern
- einfache kleine Spiele möglich (Geben/ Nehmen)

## 2. ENTWICKLUNGSSTUFEN

### 2 JAHRE ( TROTZ- KIND)

- Fähigkeiten nehmen zu
- einfaches Treppen steigen
- trinkt aus Becher/ isst mit Löffel
- Anfänge von „Trockenwerden“ beginnen
- Besitzdenken —> **Trotzreaktionen** bei z.B. Unmut



## 2. ENTWICKLUNGSSTUFEN

### 3 JAHRE (ICH-KIND)

- grosser Bewegungsdrang
- folgt einfachen Aufforderungen
- einbeiniges Stehen für Sekunden möglich
- Dreirad fahren
- bevorzugte Händigkeit (Links bzw. Rechtshändig)
- Kind ist „sauber“
- wissbegierig (Warum-Fragen)
- Sozialverhalten und Empathie entwickeln sich weiter



## **2.ENTWICKLUNGSSTUFEN**

### **6-10 JAHRE (BEWEGUNGSKIND)**

- Schulkind
- Umgang mit einfachen Werkzeugen
- Zeichnen und Malen
- Mit zunehmenden Alter als Schulkind , Interesse an der Umwelt wächst, Abstraktionsfähigkeit /schlussfolgerndes Denken nimmt zu
- Verständnis für Körperfunktionen
- gute Schmerzlokalisation
- Schamgefühl

## 2. ENTWICKLUNGSSTUFEN

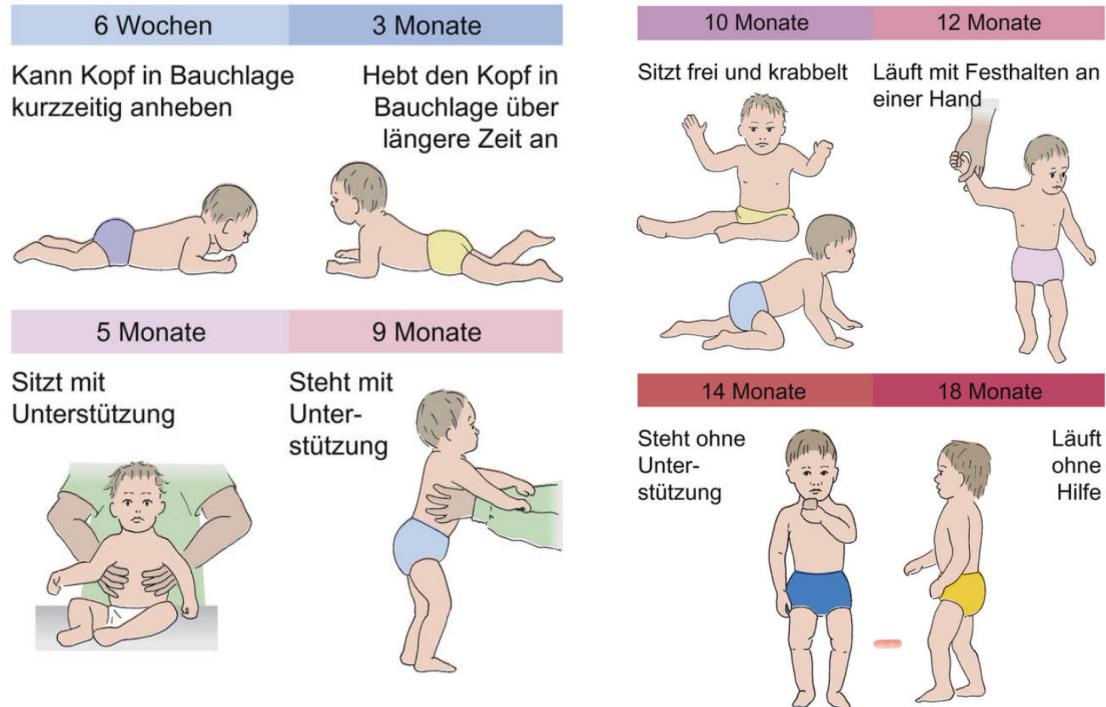
### PUBERTÄT

- 11.- 18. LJ
- gekennzeichnet von:
  - Wachstumsschub
  - Sekundäre Geschlechtsmerkmale stellen sich ein  
(Stimmbruch, Brustentwicklung)
  - Zeugungsfähigkeit beginnt zwischen 14-16 Jahren
  - Drang nach Unabhängigkeit
  - möchte Entscheidungen alleine treffen

## 2. ÜBERSICHT ENTWICKLUNGSSTUFEN



9 Monate





**Welche Verletzungen und / oder  
Erkrankungen können in den einzelnen  
Entwicklungsstufen der Kinder auftreten ?**

### **3. NORMWERTE KIND**

- **Puls**
- **Blutdruck**
- **Atemfrequenz**
- **Sauerstoffsättigung**

## **3. NORMWERTE PULS**

- Normaler HR ist regelmässig , nur mit kleinen Schwankungen
- Ursachen Herzrhythmusstörungen:
  - Anomalien oder Insulte des Überleitungssystems des Herzens/ Herzgewebe
  - Schock
  - Hypoxie

## **3. NORMWERTE BLUTDRUCK**

- Für korrekte Werte richtige altersentsprechende Blutdruckmanschette verwenden
- Hypotonie oft Zeichen eines drohenden Herz-Kreislaufstillstandes
- Rekapillarisierungszeit oft besserer Parameter für Schocksymptomatik als Blutdruck

### **3. NORMWERTE ATEMFREQUENZ**

- normaler Spontanatmung erfordert nur wenig Atemarbeit
- Die normale AF steht in umgekehrter Relation zum Alter des Kindes
- **Sehr schnelle oder sehr langsame Atmung ist ein Warnzeichen!**
- AF/min → (30 sec. auszählen)×2, immer wieder wiederholen!
- Säuglinge weisen oft unregelmäßige Atmung auf (Pausen bis zu 10-15sec)

### **3. NORMWERTE ATEMFREQUENZ UND ABWEICHUNGEN**

- Ursachen Bradypnoe
  - Erschöpfung der Atemmuskulatur
  - Verletzung ZNS/Atemzentrum
  - Schwere Hypoxie
  - Schwerer Schock
  - Hypothermie
  - Atemdepressiv machende Medikamente
  - Muskelerkrankungen

## **3. NORMWERTE ATEMFREQUENZ UND -ABWEICHUNGEN**

- **Ursachen Unregelmässiges Atemmuster**
  - Neurolog. Ursachen
  - Unreife bei Neugeborenen
- **Ursachen Tachypnoe**
  - Zeichen einer Dyspnoe
  - Stress
  - Fieber/Schmerzen/Anämie/Sepsis/Dehydrierung

## **3. NORMWERTE SAUERSTOFFSÄTTIGUNG**

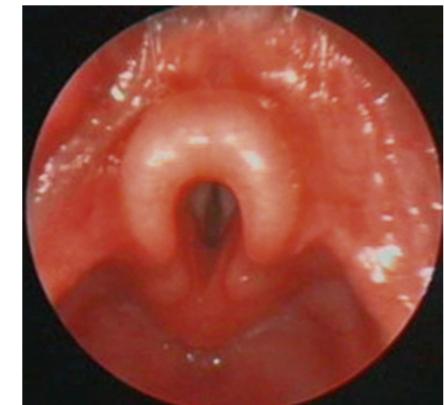
- das wichtigste technische Hilfsmittel zur Überwachung
- schnelles Erkennen von respiratorischen Insuffizienzen und /oder kritischen Hypoxien
- Sollwerte > 92 %
- Frühgeborene und Kinder mit Herzfehlern oft niedrigerer Wert  
( Eltern /Pflegepersonal nach „Normalwerten“ befragen)

# NORMWERTE

Alter	Gewicht	Herzfrequenz (/ min)	Systolischer Blutdruck	Atemfrequenz (/ min)
Neugeborenes	3,5 kg	100-180	60-100	25-60
3 Monate	5 kg	80-170	70-100	25-55
6 Monate	7 kg	80-160	70-100	25-55
1 Jahr	10 kg	70-150	70-102	20-40
2 Jahre	12 kg	60-140	74-108	20-40
4 Jahre	16 kg	60-140	78-108	20-40
6 Jahre	20 kg	60-135	82-112	15-30
8 Jahre	25 kg	60-135	86-116	15-30
10 Jahre	30 kg	60-135	90-120	15-30
12 Jahre	40 kg	60-120	90-124	14-20
14 Jahre	50kg	60-120	90-128	14-20

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT

- atemphysiologisch deutlicher Unterschied des Respirationstraktes zum Erwachsenen
- durch höheren Sauerstoffumsatz sind Kinder weniger in der Lage resp. Insuffizienzen auszugleichen
- enge Atemwege
- Schleimhäute empfindlich
- kleinste Irritationen → **Ödembildung**
- Sauerstoffverbrauch Säugling vs. Erwachsener  
**7ml/kg/min vs. 3-4 ml/kg/min**



## 4. BESONDERHEITEN RESPRATORISCHER TRAKT

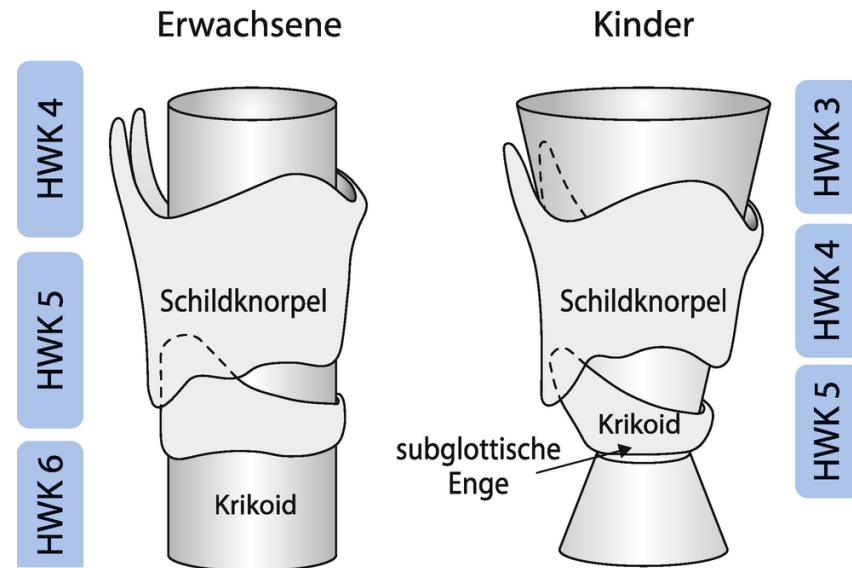
- DIE BESONDERHEITEN DER ATEMPHYSIOLOGIE GLIEDERN SICH IN:
  - Obere Atemwege
  - Untere Atemwege
  - Thorax
  - Lungengewebe
  - Atemmuskulatur

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT OBERE ATEMWEGE

- Besonders im Säuglingsalter findet die Atmung über die **Nase** statt
- Eine Mundatmung ist aus verschiedenen Gründen wenig effizient:
  - Große und hochgelegene Epiglottis (liegt dem weichen Gaumen an)
  - Im Verhältnis sehr große Zunge
- Eine **reine Mundatmung** kann bei Säuglingen schon eine respiratorische Insuffizienz darstellen

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT OBERE ATEMWEGE

- Die engste Stelle der oberen Luftwege ist bei Säuglingen im Bereich des **Cartilago cricoidea**



## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT

- UNTERE ATEMWEGE
  - Thorax
  - Lungengewebe
  - Atemmuskulatur

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT UNTERE ATEMWEGE

- Kinder besitzen einen deutlich **höheren Atemwegswiderstand**
- Dies begründet sich durch:
  - geringe Größe der Atemwege
  - geringerer Durchmesser der Atemwege
  - kleinen konduktiven Anteile machen einen großen Teil des Widerstandes aus (<2mm)
  - elastischere Atemwege (können leichter kollabieren)

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT THORAX

- Der Thorax nimmt einen weniger großen Stellenwert ein, dies liegt an:
  - sehr verformbarer Thorax
  - hohe Compliance
  - geringere Effizienz der Interkostalmuskulatur

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT LUNGENGEWEBE

- Die Anzahl der Alveolen nimmt bis zum 3. Lebensjahr kontinuierlich zu
- Das Lungenvolumen **verdreifacht** sich vom 6. Monat bis zum 1. Lebensjahr
- Die Ausbildung **kollateraler Ventilationskanäle** findet ab dem 3. bis 4. Lebensjahr statt
  - Dies führt zu einer schnelleren Störung des Ventilations-Perfusions-Gleichgewichts

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT ATEMMUSKULATUR

- durch die hohe Thoraxcompliance ist das **Diaphragma** der wichtigste Atemmuskel
- durch einen horizontalen Ansatz besteht eine Tendenz zur Retraktion der unteren Rippen
  - dies führt zu einem sich schnell entwickelnden Hoover-Zeichen bei Überblähung
- das Diaphragma besteht vor dem 1. Lebensjahr noch nicht aus **Typ-I-Muskelfasern** und ist daher schnell ermüdbar

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT ATEMRUHELAGE

- die Retraktionskraft der Lunge überwiegt durch die hohe Compliance des Thorax
- die Atemruhelage würde sich daher bei einem **sehr kleinen Lungenvolumen** befinden
- um dies Auszugleichen existieren verschiedene **kompensatorische Mechanismen**
- die Kompensation ist bis Ende des 1. Lebensjahres erforderlich

## 4. BESONDERHEITEN RESPIRATORISCHER TRAKT KOMPENSATION DER ATEMRUHELAGE

- permanente **tonische Aktivität** des Diaphragma
- **hohe Atemfrequenzen** verhindern eine vollständige Exspiration
- aktives **Verkleinern der Glottisöffnung** zur Erhöhung des Ausatemwiderstandes
  - Erhöhung der funktionellen Residualkapazität
  - nimmt bei Atembelastung zu und ist als exspiratorisches Stöhnen hörbar („Grunting“)

## 5. BLUTVOLUMEN

- 8% des Körpergewichtes entspricht Blutmenge im Körper
- d.h. bei 70 kg Erwachsenen → 5-6 l Blut
- d.h. bei 5 kg Kind →ca. **500 ml Blut**

## 6. THERMOREGULATION

- Kinder besitzen von Anfang an eine Thermoregulation zur Konstanthaltung der Körpertemperatur
- Hierbei existieren einige physiologischen Besonderheiten, gegenüber Erwachsenen:
  - Großes Körperoberfläche-Volumen-Verhältnis
  - Hohe Atemfrequenz
  - Schlechte Isolation durch dünne Subcutis
  - Fehlendes Kältezittern (Bis 6 Jahre)
  - Braunes Fettgewebe

## 6. THERMOREGULATION KÖRPEROBERFLÄCHE UND VOLUMEN

- Kinder besitzen im Verhältnis zum Volumen eine sehr große Körperoberfläche
- Das Verhältnis ist **3 mal größer** als bei einem Erwachsenen
- Dadurch kommt es zu einer sehr **schnellen Wärmeabgabe**
- Stellt eine der größten Gefahren für Hypothermien im Kindesalter dar

## 6. THERMOREGULATION BRAUNES FETTGEWEBE

- Besonders Säuglinge verfügen über Braunes Fettgewebe
- dient der direkten Thermogenese
- Da Kinder bis 6 Jahre kein Kältezittern entwickeln können, wird dieser Prozess auch „**Non shivering thermogenesis**“ genannt
  - diese hat ihr Maximum bei ca. 23°C erreicht
  - im Vergleich erreicht die Thermogenese eines Erwachsenen ihr Maximum erst bei 0-5°C

## **6. THERMOREGULATION BRAUNES FETTGEWEBE**

- Adipozyten enthalten zahlreiche Lipidtropfen
- die Färbung ist begründet auf eine besonders hohe Anzahl an Mitochondrien
- braunes Fettgewebe wird nicht dem Organismus zugeführt
- es wird direkt in Wärme umgewandelt
- induziert wird die Umwandlung bei unzureichender Wärmeentwicklung der Skelettmuskulatur
- ist ausschließlich bei Säuglingen anzufinden und kann nicht mehr aufgebaut werden

## 7. KNOCHENBILDUNG UND WACHSTUM

- das kindliche Skelett enthält je nach Alter viel Knorpelgewebe
- mit fortschreitendem Alter wird das Skelett zunehmend Knöchern
- wichtige Prozesse der Knochenentwicklung sind:
  - Längenwachstum
  - Dickenwachstum
  - Verknöcherung von Knochenverbindungen
    - Besonders der Schädelknochen

## 7. KONOCHENBILDUNG UND WACHSTUM KNOCHENENTWICKLUNG

- Man unterscheidet:
- **Osteogenese** (Knochenbildung)
  - Entstehung eines Knochens
  - Man unterscheidet desmale und chondrale Osteogenese
- **Ossifikation** (Verknöcherung)
  - Bildung von Knochengewebe
  - Osteoblasten bilden Osteoid welches mineralisiert

## DESMALE OSTEOGENESE

- aus **embryonalem Bindegewebe** bildet sich direkt Knochengewebe
- man spricht auch von direkter Ossifikation
- aus dem entstandenen **Geflechtknochen** entwickeln sich dann **Lamellenknochen**
- bei einer Fraktur bildet sich erst ein Wulst aus Geflechtknochen (Kallus), der anschließend verknöchert
- z.B.:
  - Schädeldach
  - Teile der Mandibula und Klavikula

# CHONDRALE OSTEOGENESE

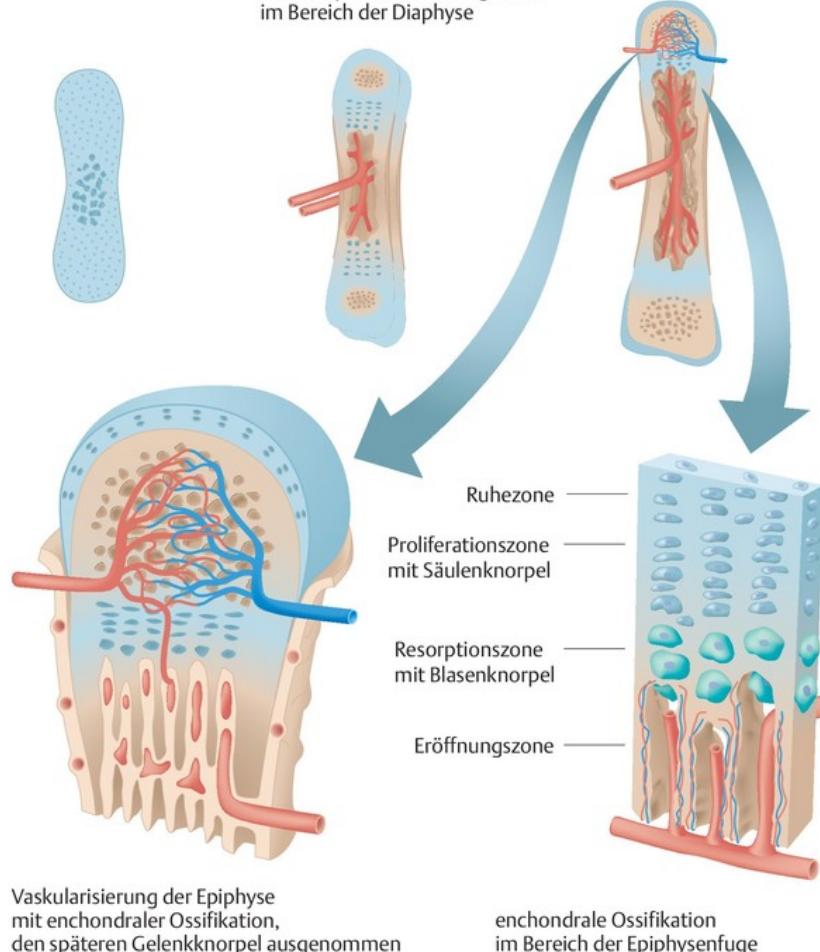
- **Knorpelmodelle** des Knochen bilden das sog. Primordialskelett
- dient dem **Längen- und Dickenwachstum**:
  - **Enchondrale Osteogenese**: Längenwachstum z.B. Epiphysenfuge
  - durch Vaskularisierung wandern Stammzellen in das Knorpelinnere ein
  - Differenzieren sich zu z.B. **Chondroblasten, Osteoblasten**
- **Perichondrale Osteogenese**: Dickenwachstum z.B. Diaphyse
  - Perichondrium (Knorpelhaut) wird zum Periost
  - von dort aus bildet sich der Knochen

# CHONDRALE OSTEOGENESE

Hyalines Modell eines  
Röhrenknochens

Ossifikation perichondral:  
perichondrale Knochenmanschette  
und Einsprossen der Blutgefäße  
im Bereich der Diaphyse

Ossifikation enchondral



## 8. UNTERSUCHUNG - PULS

- **Puls**
  - Zentrale Pulse    → A. femoralis  
                           → A. brachiales (Säuglingen)  
                           → A. carotis (ältere Kinder)  
                           → A. axillaris
  - Periphere Pulse → A. radialis  
                           → A. dorsalis pedis  
                           → A. tibialis posterior

## 8. UNTERSUCHUNG PULSMESSUNG BEIM KIND



Pulskontrolle an der A. femoralis



Pulskontrolle an der A. brachialis

## 8.UNTERSUCHUNG

- **Blutdruckmessung**

- Für eine korrekte Blutdruckmessung ist eine altersentsprechende Blutdruckmanschette zu verwenden

- **Sauerstoffsättigung**

- Zu verwenden sind flexible Sättigungsbandchen
- Minimieren Wackelartefakte
- Feste Fingerclips zu groß

# MESSUNG SAUERSTOFFSÄTTIGUNG



## **8.UNTERSUCHUNG BESONDERHEITEN BEIM KIND**

- Auf Augenhöhe gehen
- leise und ruhig sprechen
- Vorhaben erklären und Notwendigkeit dahinter
- altersgerecht kommunizieren
- Stethoskop anwärmen
- Hände vorwärmen

# **UNTERSUCHUNG BESONDERHEITEN BEIM KIND**

- bei älteren Kindern Schamgefühl beachten (z.B. bei Mädchen am Rücken abhören)
- Jugendliche nicht einfach „duzen“
- kindgerechtes Material (bunte RR- Manschetten, bunte Staubänder)
- SaO<sub>2</sub>- Sensoren, besonders bei wehrigen Kindern, ausser Reichweite (z.B. am Fuss mit Socke drüber)
- Atemfrequenz VOR Untersuchung auszählen (Angst erhöht AF)

# QUELLEN

- [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-54507-2\\_85](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-54507-2_85)
- [https://www.springermedizin.de/emedpedia/paediatrie/atempphysiologie-bei-saeuglingen-kindern-und-jugendlichen?epediaDoi=10.1007%2F978-3-642-54671-6\\_173](https://www.springermedizin.de/emedpedia/paediatrie/atempphysiologie-bei-saeuglingen-kindern-und-jugendlichen?epediaDoi=10.1007%2F978-3-642-54671-6_173)
- [https://www.kispi-wiki.ch/application/files/3115/4392/8244/Normale\\_Vitalparameter\\_Kispi LUA6.pdf](https://www.kispi-wiki.ch/application/files/3115/4392/8244/Normale_Vitalparameter_Kispi LUA6.pdf)
- PALS-Provider Handbuch American Heart Association, 2020
- Notfallsanitäter heute, 7. Auflage, 2020
- Mensch, Körper, Krankheit für den Rettungsdienst 2. Auflage, 2018