

## Gruppe 5 – Hirnstamm

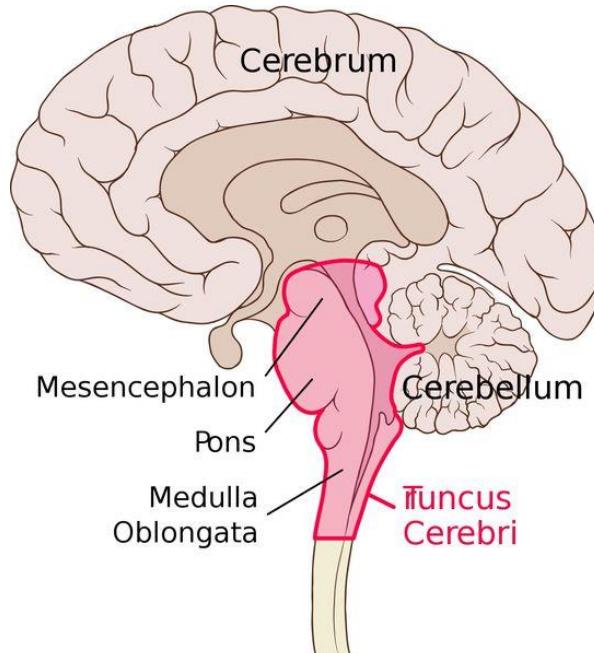
### 1. Anatomische Strukturen des Hirnstamms

Der Hirnstamm ist der vom Großhirn überlagerte Bereich des Gehirns unterhalb des Zwischenhirns, wobei das Kleinhirn nicht mit dazugerechnet wird. Der Hirnstamm geht an der Schädelbasis über die Medulla oblongata in das Rückenmark über. Die Kerngebiete der Hirnnerven III bis XII verlaufen durch den Hirnstamm. Der Hirnstamm umfasst die Anteile des Zentralen Nervensystems, die das Großhirn mit dem Rückenmark verbinden. Der Hirnstamm wird in Mittelhirn (Mesencephalon), Brücke (Pons) und verlängertes Mark (Medulla oblongata) gegliedert und besteht sowohl aus auf- und absteigenden Bahnen als auch aus Ansammlungen von Nervenzellen.

**Mittelhirn:** unter anderem Umschaltstation für Hör- und Sehnervenbahnen, Nucleus ruber und der Substantia nigra beeinflussen die Körperhaltung und Muskeltonus

**Brücke:** wichtige Schaltstelle bei der Feinabstimmung von Bewegungsabläufen, Kerngebiet und Austritt von Hirnnerven

**Verlängertes Mark:** Kontrolle des Blutkreislaufs, der Atmung, außerdem Nies-, Husten-, Schluck- und Saugreflex sowie Erbrechen



### 2. Medulla oblongata

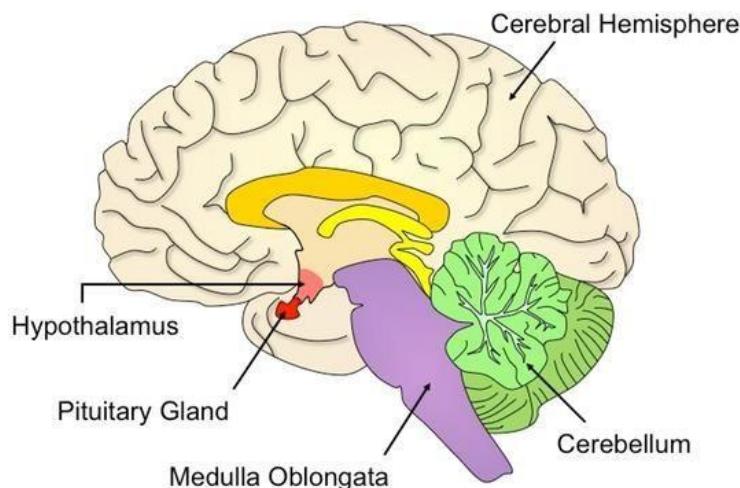
#### Allgemein

- auch verlängerte Mark, oder Markhirn genannt
- setzt sich aus Myelencephalon (enthält Hirnnervenkerne) und Nachhirn zusammen
- am weitesten kaudal gelegene Teil des Hirnstamms → Übergang zum Rückenmark-

- gehört zum Zentralnervensystem
- geht vom Abgang des ersten Spinalnerven – vom großen Hinterhauptsloch – ohne scharfen Übergang aus dem Rückenmark hervor
- Nachhirn reicht bis hinauf zur Brücke im Hinterhirn → dieser Abschnitt ist beim Erwachsenen etwa 3cm lang

## Funktion

- Beherbergt wichtige neuronale Zentren für die Kontrolle des Blutkreislaufs, der Atmung, sowie Reflexzentren, Brechzentrum, beherbergt Rezeptoren für Regulation des Säure-Basen-Haushalts



## 3. Pathophysiologie des Einklemmungssyndroms

- Volumen innerhalb des Schädelns bestimmt für intrakraniellen Druck
- Volumen besteht aus Hirngewebe, dem Liquor und dem Blutvolumen
- in gewissen Rahmen (begrenzte Zeit und begrenztes Volumen) kann Körper durch Umverteilung von Liquor und Blutvolumen auf Druckanstieg reagieren  
→ ist dies ausgereizt, steigt der ICP steil an
- Parenchym (macht etwa 80% des Hirnvolumens aus) kann sich nicht kompensatorisch "verkleinern"  
→ wird daher in anatomisch vorgegebene Öffnung gedrückt - dabei kommt es zu irreversiblen Hirnschäden bis hin zum Tod des Betroffenen
- je nach Lokalisation unterscheidet man in obere und untere Einklemmung

### \*Obere Einklemmung\*

- Verdrängung von Hirnmasse in das Tentorium cerebelli (Kleinhirnzelt, auch Tentoriumsschlitz),
- Tentorium cerebelli trennt die mittlere von der hinteren Schädelgrube, hat eine stabilisierende Funktion im Schädelinneren

### \*Untere Einklemmung\*

- Verdrängung von Anteilen des Kleinhirns in das Foramen magnum
- werden dabei Anteile der Medulla oblongata (in der sich das Atemzentrum befindet) komprimiert, erleidet der Patient einen Atemstillstand

## 4. Zusammenhang zwischen cerebralem Perfusionsdruck, Hirndruck und Einklemmung

### Allgemeines:

- Intrakranieller Druck – „Hirndruck“  
→ zusammengesetzt aus Volumina von Hirnsubstanz, Blutgefäßen und Liquor (auch ICP – Intracranial Pressure)
  - Druck des Inhalts des Hirnschädelns auf die Hirnhäute
- Summe aus Liquor, Blut und Hirnmasse muss stets gleich bleiben
  - steigt eine Komponente an, nimmt eine der anderen ab
    - ➔ wenn das nicht möglich, dann Anstieg des Hirndruck
    - ➔ Monro-Kellie-Doktrin  
(Gesamtvolumen im Schädel muss konstant bleiben, sonst Steigerung des ICP)
- wenn Anstieg V – Hirnmasse, dann wird Liquor aus Ventrikeln und äußeren Liquorräumen und Blut aus Venen des Gehirns abgepresst → konstantes Volumen des Schädelns
- wenn Kompensationsmechanismus aufgebraucht, dann Erhöhung des Drucks im Hirnschädel  
(weil Hirndurchblutung entspricht dieser Formel: CPP = MAD – ICP)

### Zusammenhang:

- wenn ICP erhöht → Hirndurchblutung verschlechtert (wenn Kompensation nicht möglich)
- folglich → Schwellung nimmt weiter zu (denn im Schädel wird ein ständiger Druckausgleich angestrebt)
  - ➔ Volumenzunahme des Gehirns
  - ➔ Verschlechterung der Durchblutung
  - ➔ Weitere Volumenzunahme des Gehirns
  - ➔ Zusammenbruch der Hirndurchblutung
  - ➔ Bewusstlosigkeit
  - ➔ Tod
- Geschwindigkeit der Volumenzunahme abhängig von Krankheitsbild  
Bsp.:
  - Tumor kann lange unbemerkt bleiben – langsam
  - Subarachnoidalblutung (SAB) – schnell (wenige Minuten)

### Folgen der Volumenzunahme: (siehe „3. Pathophysiologie des Einklemmungssyndroms“)

- untere Einklemmung
  - o Verlagerung von Gehirnanteilen ins Foramen magnum

(Folge: oft Atemstillstand durch Komprimierung der Medulla oblongata)

- Obere Einklemmung

Intrakranieller Druckanstieg	
<b>Ursachen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlaganfall, Blutung, Tumor, Ödem, Entzündung</li> </ul>
<b>Symptome</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Frühstadium:</b> Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Schluckauf, Nackensteife, Seh- und Augenbewegungsstörungen, Antriebs- und Orientierungsstörungen, reflektorische vegetative Symptome</li> <li>• <b>Spätstadium:</b> Massen- und Wälzbewegungen, Beuge- oder Streck-Synergismen, Bewusstseinsstörungen/Bewusstlosigkeit, Cushing-Reflex (hoher Blutdruck bei niedriger Herzfrequenz), Atemstörung, Ausfall der Schutzreflexe, Lärm- und Lichtscheu</li> </ul>
<b>Maßnahmen</b>	
<b>Monitoring</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SpO<sub>2</sub>, BZ, RR, Puls, EKG, AF, Temperatur</li> </ul>
<b>Basismaßnahmen und Lagerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freimachen und Freihalten der Atemwege</li> <li>• O<sub>2</sub>-Gabe über Maske oder Nasensonde nach SpO<sub>2</sub> (Zielwert: 94–98 %)</li> <li>• Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in leichter Oberkörperhochlage (15° Drehpunkt Hüfte) zum Aspirationsschutz und Vermeidung eines weiteren intrakraniellen Druckanstiegs mit Kopf in Neutralstellung</li> <li>• Bewusstloser Patient: Stabile Seitenlage mit leichter Oberkörperhochlage</li> <li>• Vermeiden von Beugung, Überstreckung oder starker Seitwärtsdrehung des Kopfes</li> </ul>
<b>Erweiterte Maßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• i.v. Zugang und Blutentnahme</li> </ul>
<b>Medikamente und Dosierungsempfehlungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analgesie: 5–10 mg Morphin i.v., kein ASS</li> <li>• Volumentherapie: restriktiv; maximal 500 ml balancierte Voll-elektrolytlösung i.v., keine Gabe von Mannit- oder Sorbitlösungen</li> </ul>

## 5. Atemzentrum

- Atemzentrum = nicht scharf abgrenzbarer Nervenzellverband des ZNS, der die Atmung steuert
- Kerne des Atemzentrums sind in Formatio reticularis der Medulla oblongata
- spezialisierte Kerngebiete in der Brücke und dem verlängerten Rückenmark erhalten Informationen über den Kohlendioxid- und Sauerstoffgehalt des Blutes von Sensoren in anderen Bereichen des Körpers
- Atemzentren senden daraufhin Signale an die Atemmuskulatur, um die Tiefe der Atemzüge und die Atemfrequenz zu dämpfen oder zu verstärken
- Unterscheidung in: inspiratorisch & exspiratorisch aktive Neuronen, sowie postinspiratorische Neuronen
- Postinspiration: Atemvolumen wird kurz gehalten, bevor Einleitung Expiration

- von Zellverbänden generierte Atemmuster kann in gewissem Maß verändert werden, da Atemmuskulatur willkürlich gesteuert werden kann
- eingeschränkte willkürliche Kontrolle bei stärkeren Schwankungen der Konzentrationen von Kohlendioxid, Sauerstoff oder Änderung des pH-Wertes
- auch Hustenreflex und das Husten werden wahrscheinlich durch multifunktionale Neuronen des Atemzentrums gesteuert („Hustenzentrum“)

## Unterteilung

### Dorsale respiratorische Gruppe (DRG)

- loses Netz im dorsalen Anteil der Medulla oblongata, zieht sich fast durch gesamte Länge der Medulla
- meisten Neurone liegen im Nucleus tractus solitarii
- Funktion DRG: Erstellung eines rhythmischen Atemmusters
- generiert für ca. 2 Sekunden Aktionspotentiale zur Inspiration, dann für 3 Sekunden zu ruhen und passive Exspiration zu erlauben
- Aktionspotentiale werden dabei ansteigend generiert, um abrupte Einatmung zu verhindern
- generierte Signale werden zur Atemmuskulatur geleitet

### Ventrale respiratorische Gruppe (VRG)

- liegt lateral und ventral zur DRG
- wird vor allem unter Belastung aktiv
- Funktion VRG:
  - o Ermöglichung einer forcierten Atmung
  - o sowohl inspiratorisch als auch exspiratorisch aktiv

### Pneumotaktisches Zentrum

- liegt im oberen Teil des Pons
- Funktion:
  - o Kontrolle des Punktes an dem Inspiration gestoppt wird
- Zentrum beeinflusst indirekt die Atemfrequenz, da diese von Länge der Inspiration beeinflusst wird

### Apneustisches Zentrum

- im unteren Teil des Pons lokalisiert
- „Apneusis“ bezieht sich ursprünglich auf krankhaftes Atemmuster („nach Luft japsen“)
- Funktion:
  - o Verstärkung der Inspiration bei gesteigertem Sauerstoffbedarf (z.B. bei Anstrengung)

## 6. Brechzentrum

- Brechzentrum = Kerngebiete und Faserverbindungen des ZNS, welche an Steuerung und Auslösung des Erbrechens beteiligt sind
- sind Anteile der Formatio reticularis, Area postrema, Nucleus tractus solitarii; liegen alle im Hirnstamm

### Afferente Verbindungen zum Brechzentrum:

- Großhirnrinde (Empfindungen wie Ekel)
- Gleichgewichtsorgan und Kleinhirn („Erbrechen nach Achterbahnfahrt“)
- Nervus vagus, mit Informationen aus Gastrointestinaltrakt (z.B. zu schnelle Füllung)
- Area postrema ist ein Bereich, in dem Blut-Hirn-Schranke funktionell aufgehoben ist
- Giftstoffe (z.B. Ethanol) erreichen Gehirn und können Erbrechen auslösen
- erhöhter intrakranieller Druck, welcher über Area postrema vermittelt wird ist ebenso wichtiger Trigger für Brechreiz
- auch Neurotransmitter wie zum Beispiel Serotonin, Dopamin, Histamin spielen für Erbrechen eine Rolle
- Gegner entsprechender Rezeptoren führen zu Hemmung des Brechreizes und werden als Antiemetikum eingesetzt

## 7. Herz-Kreislauf

- Kreislaufregulation bei körperlicher Arbeit muss sich an die Bedürfnisse der Muskeln anpassen
- dazu muss Herz stärker pumpen
- diese Regulation erfolgt durch Zentren in M.o.  
→ hemmende und fördernde Impulse werden über das Nachhirn an Großhirnrinde weitergegeben