

1.2 Überblick und oberflächliche Halsmuskeln

A Systematische Gliederung der Muskelgruppen am Hals

Die nächsten Lerneinheiten folgen dieser Gliederung in der Darstellung der Muskulatur. Dabei sind die Muskeln aus der Sicht der topografischen Anatomie des Halses gegliedert – es können sich also auch andere Einteilungsschemata ergeben. So sind die Nackenmuskeln topografisch gesehen ein Teil der Halsmuskulatur, funktionell gehören sie zur autochthonen Rückenmuskulatur, die hier nicht näher besprochen wird. Die Eingeweidemusculatur des Halses, obwohl z. T. quergestreift, wird bei den Eingeweiden besprochen.

Oberflächliche Halsmuskeln

- Platysma
- M. sternocleidomastoideus
- M. trapezius*

Obere Zungenbeinmuskeln (suprahyoidale Muskeln)

- M. digastricus
- M. geniohyoideus
- M. mylohyoideus
- M. stylohyoideus

Untere Zungenbeinmuskeln (infrahyoidale Muskeln)

- M. sternohyoideus
- M. sternothyroideus
- M. thyrohyoideus
- M. omohyoideus

* kein Halsmuskel im engeren Sinne, wird hier nur wegen seiner topografischen Bedeutung aufgeführt

Prävertebrale Muskeln (tiefe gerade Halsmuskeln)

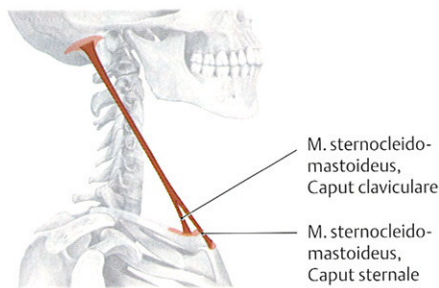
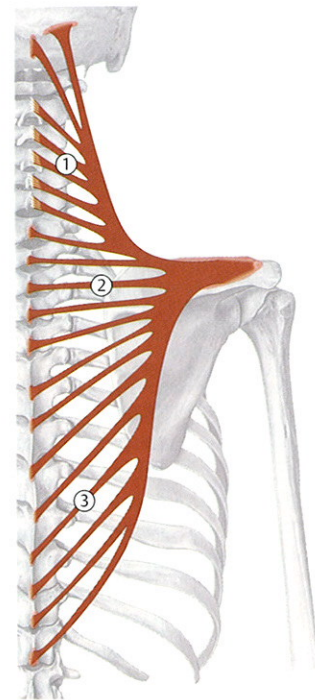
- M. longus capitis
- M. longus colli
- M. rectus capitis anterior
- M. rectus capitis lateralis

Seitliche (tiefe) Halsmuskeln

- M. scalenus anterior
- M. scalenus medius
- M. scalenus posterior

Nackenmuskeln (autochthone Rückenmuskeln) = M. erector spinae

- M. semispinalis capitis
- M. semispinalis cervicis
- M. splenius capitis
- M. splenius cervicis
- M. longissimus capitis
- M. iliocostalis cervicis
- Mm. suboccipitales

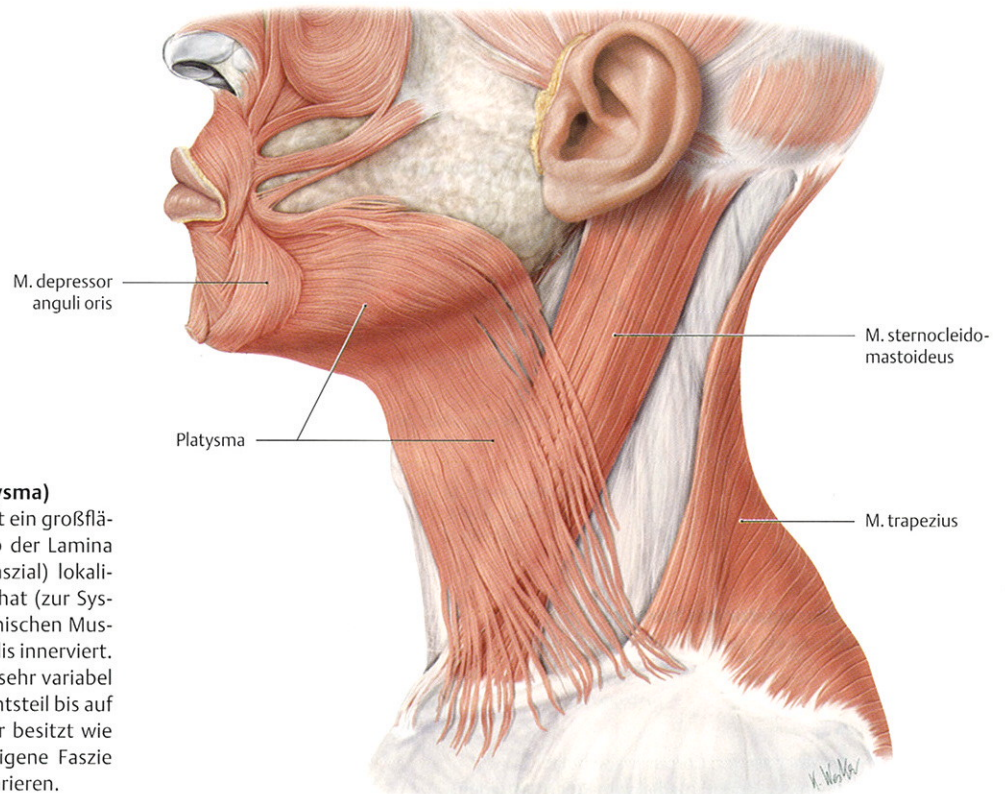


B M. sternocleidomastoideus im Überblick

- Ursprung:**
- Caput sternale: Manubrium sterni
 - Caput claviculare: mediales Drittel der Clavicula
- Ansatz:** Proc. mastoideus und Linea nuchalis superior
- Funktion:**
- einseitig:
 - Lateralflexion des Kopfes zur ipsilateralen Seite
 - Rotation des Kopfes zur kontralateralen Seite
 - beidseitig:
 - Dorsalexension des Kopfes
 - Atemhilfsmuskel mit Punctum fixum am Kopf
- Innervation:** N. accessorius (XI. Hirnnerv) und direkte Äste aus dem Plexus cervicalis (C1–2)

C M. trapezius im Überblick

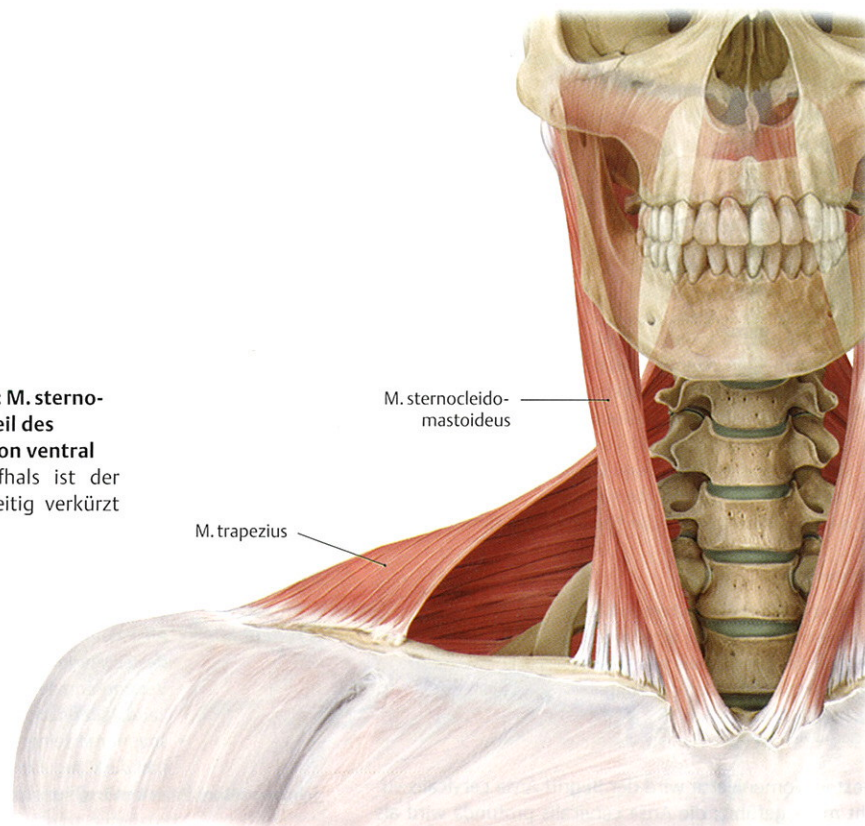
- Ursprung:**
- ① Pars descendens:
 - Os occipitale (Linea nuchalis superior und Protuberantia occipitalis externa)
 - über das Lig. nuchae an die Procc. spinosi aller Halswirbelkörper
 - ② Pars transversa:
 - Sehnen Spiegel auf Höhe der Procc. spinosi der 1.–4. Brustwirbelkörper
 - ③ Pars ascendens:
 - Procc. spinosi der 5.–12. Brustwirbelkörper
- Ansatz:**
- laterales Drittel der Clavicula (Pars descendens)
 - Acromion (Pars transversa)
 - Spina scapulae (Pars ascendens)
- Funktion:**
- Pars descendens:
 - zieht die Scapula schräg aufwärts und dreht sie nach außen (synergisch mit der Pars inferior des M. serratus anterior)
 - neigt den Kopf zur ipsilateralen Seite und dreht ihn zur kontralateralen Seite (Punctum fixum am Schultergürtel)
 - Pars transversa: verlagert das Schulterblatt nach medial
 - Pars ascendens: zieht die Scapula nach kaudal-medial (unterstützt die rotatorische Wirkung der Pars descendens)
 - gesamter Muskel: Fixierung des Schulterblatts am Thorax
- Innervation:** N. accessorius (XI. Hirnnerv) und Plexus cervicalis (C2–4)



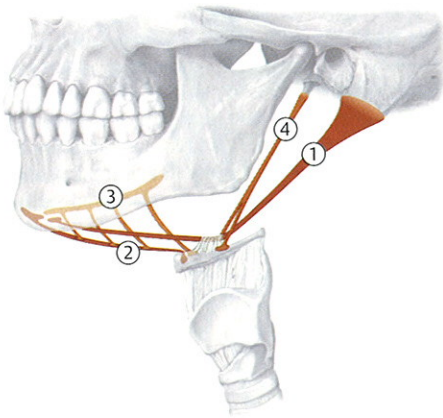
D Hautmuskel des Halses (Platysma)

Ansicht von links. Das Platysma ist ein großflächiger Hautmuskel, der oberhalb der Lamina superficialis der Halsfaszie (epifaszial) lokalisiert ist und keine eigene Faszie hat (zur Systematik s. A). Er zählt zu den mimischen Muskeln und wird wie sie vom N. facialis innerviert. Seine Ausdehnung ist individuell sehr variabel und kann sich vom unteren Gesichtsteil bis auf den oberen Thorax erstrecken. Er besitzt wie alle mimischen Muskeln keine eigene Faszie und ist deshalb schwerer zu präparieren.

E Oberflächliche Halsmuskeln: M. sternocleidomastoideus und Halsteil des M. trapezius in der Ansicht von ventral
 Beim sog. angeborenen Schiefhals ist der M. sternocleidomastoideus einseitig verkürzt und narbig degeneriert, s. S. 43.



1.3 Supra- und infrahyoidale Muskeln



A Suprahyoidale Muskulatur im Überblick

Obere Zungenbeinmuskeln (suprahyoidale Muskulatur)

① M. digastricus

- Ursprung:**
- Venter anterior: Corpus mandibulae
 - Venter posterior: medial vom Proc. mastoideus (Incisure mastoidea)
- Ansatz:** über eine Zwischensehne mit bindegewebiger Schlaufe am Zungenbeinkörper
- Funktion:**
- hebt das Zungenbein an (Schluckbewegung)
 - unterstützt die Kieferöffnung
- Innervation:** N. mylohyoideus (aus N. mandibularis des V. Hirnnervs)

② M. geniohyoideus

- Ursprung:** Corpus mandibulae
- Ansatz:** Zungenbeinkörper
- Funktion:**
- zieht das Zungenbein nach vorne (Schluckbewegung)
 - unterstützt die Kieferöffnung
- Innervation:** Rr. ventrales des 1. und 2. Zervikalnervs

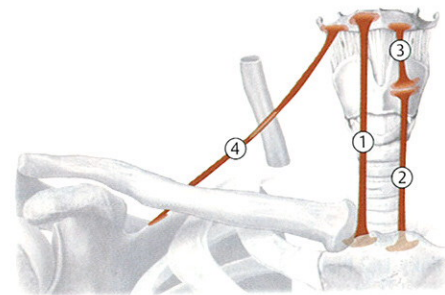
③ M. mylohyoideus

- Ursprung:** Innenseite des Unterkiefers (Linea mylohyoidea)
- Ansatz:** über eine median gelegene Ansatzsehne (Raphe mylohyoidea) am Zungenbeinkörper
- Funktion:**
- spannt und hebt den Mundboden
 - zieht das Zungenbein nach vorne (Schluckbewegung)
 - unterstützt die Öffnung und Seitwärtsbewegung (Mahlbewegung) des Unterkiefers
- Innervation:** N. mylohyoideus (aus N. mandibularis des V. Hirnnervs)

④ M. stylohyoideus

- Ursprung:** Proc. styloideus des Os temporale
- Ansatz:** mit gespaltener Sehne am Zungenbeinkörper
- Funktion:**
- hebt das Zungenbein nach oben (Schluckbewegung)
 - unterstützt die Kieferöffnung
- Innervation:** N. facialis (VII. Hirnnerv)

* Nach der neuesten Nomenklatur wird der Begriff Ansa cervicalis superficialis nicht mehr geführt; die Ansa cervicalis profunda wird als Ansa cervicalis bezeichnet. Da die Begriffe in der Praxis jedoch weiterhin sehr gebräuchlich sind, werden sie auch hier im Atlas verwendet.



B Infrahyoidale Muskulatur im Überblick

Untere Zungenbeinmuskeln (infrahyoidale Muskulatur)

① M. sternohyoideus

- Ursprung:** Hinterseite des Manubrium sterni und des Sternoklavikulargelenks
- Ansatz:** Körper des Zungenbeins
- Funktion:**
- zieht das Zungenbein nach unten (Fixierung des Zungenbeins)
 - Verlagerung des Kehlkopfs und des Zungenbeins nach kaudal (Phonation, Endphase des Schluckaktes)
- Innervation:** Ansa cervicalis profunda* des Plexus cervicalis (C1–4)

② M. sternothyroideus

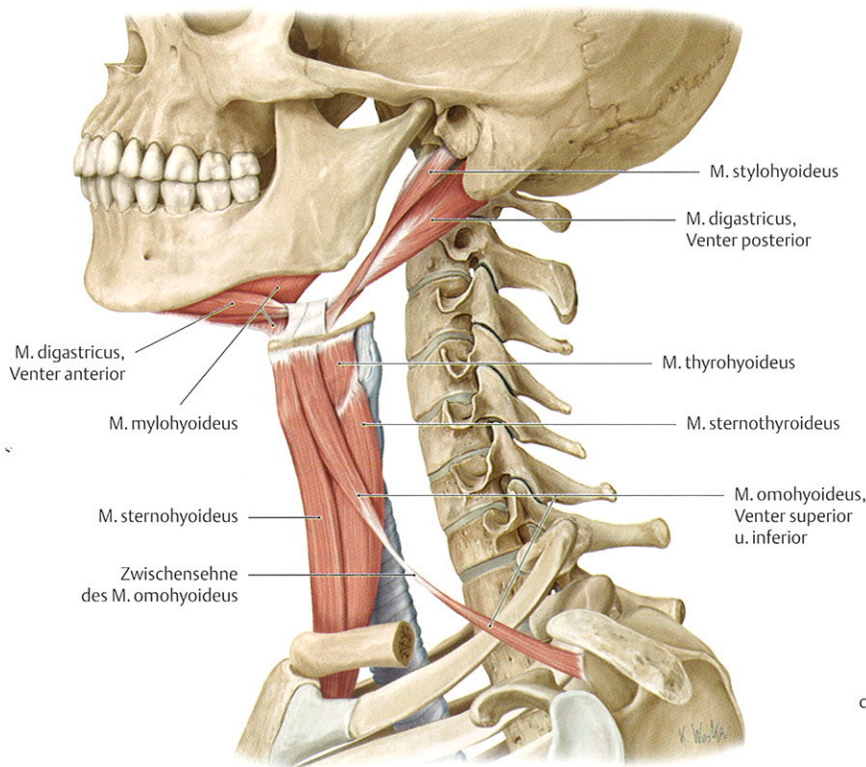
- Ursprung:** Hinterseite des Manubrium sterni
- Ansatz:** Schildknorpel (Cartilago thyroidea)
- Funktion:**
- zieht den Kehlkopf bzw. das Zungenbein nach unten (Fixierung des Zungenbeins)
 - Verlagerung des Kehlkopfs und des Zungenbeins nach kaudal (Phonation, Endphase des Schluckaktes)
- Innervation:** Ansa cervicalis profunda des Plexus cervicalis (C1–4)

③ M. thyrohyoideus

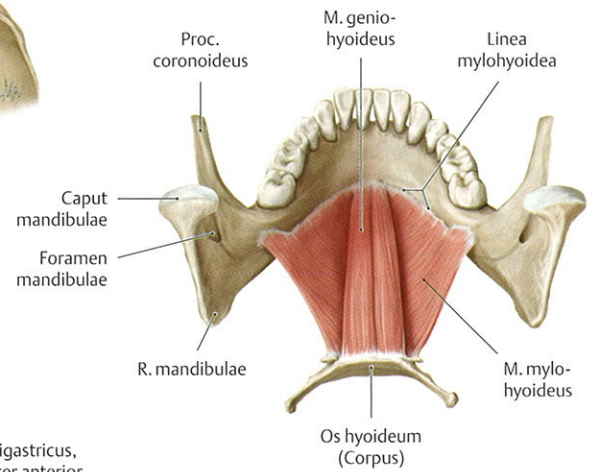
- Ursprung:** Schildknorpel (Cartilago thyroidea)
- Ansatz:** Körper des Zungenbeins
- Funktion:**
- Absenkung und Fixierung des Zungenbeins
 - Anhebung des Kehlkopfes beim Schlucken
- Innervation:** Ansa cervicalis profunda des Plexus cervicalis (C1–4)

④ M. omohyoideus

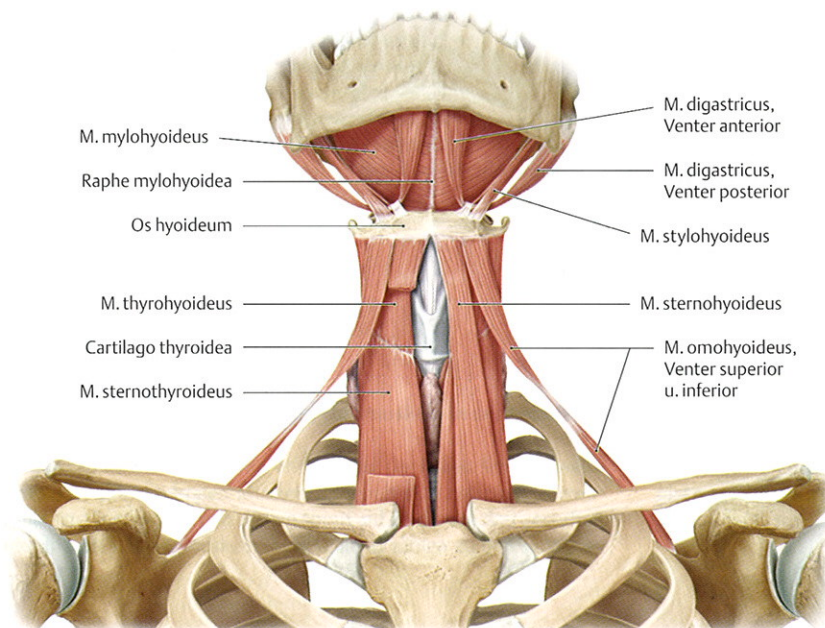
- Ursprung:** Margo superior des Schulterblatts
- Ansatz:** Körper des Zungenbeins
- Funktion:**
- Absenkung des Zungenbeins nach unten (Fixierung des Zungenbeins)
 - Verlagerung des Kehlkopfs und des Zungenbeins nach kaudal (Phonation, Endphase des Schluckaktes)
 - spannt mit seiner Zwischensehne die Halsfaszie und hält die V. jugularis interna offen
- Innervation:** Ansa cervicalis profunda des Plexus cervicalis (C1–4)



C Supra- und infrahyoidale Muskulatur in der Ansicht von links

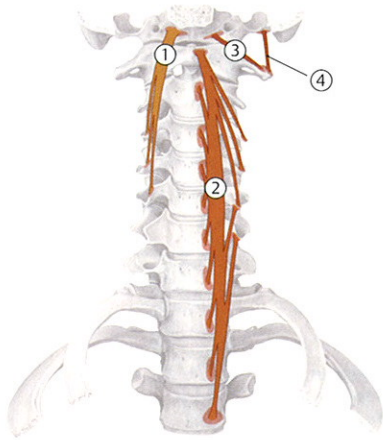


E Suprahyoidale Muskulatur: Mm. mylohyoideus und geniohyoideus in der Ansicht von dorsokraniel



D Supra- und infrahyoidale Muskulatur in der Ansicht von ventral
Der M. sternohyoideus der rechten Seite ist gefensterter.

1.4 Prävertebrale und seitliche (tiefe) Halsmuskeln



A Prävertebrale Muskeln im Überblick

① M. longus capitis

Ursprung: Tubercula anteriora der Querfortsätze des 3.–6. Halswirbels

Ansatz: Pars basilaris des Os occipitale

Funktion:

- einseitig: Lateralflexion und geringfügige Rotation des Kopfes zur ipsilateralen Seite
- beidseitig: Ventralflexion des Kopfes

Innervation: direkte Äste aus dem Plexus cervicalis (C1–4)

② M. longus colli (cervicis)

Ursprung:

- Pars recta (medialer Teil): Vorderseiten der Wirbelkörper des 5.–7. Halswirbels und des 1.–3. Brustwirbels
- Pars obliqua superior: Tubercula anteriora der Querfortsätze des 3.–5. Halswirbels
- Pars obliqua inferior: Vorderseiten des 1.–3. Brustwirbelkörpers

Ansatz:

- Pars recta: Vorderseiten des 2.–4. Halswirbels
- Pars obliqua superior: Tuberculum anterius des Atlas
- Pars obliqua inferior: Tubercula anteriora der Querfortsätze des 5. und 6. Halswirbels

Funktion:

- einseitig: Lateralflexion und Rotation der HWS zur ipsilateralen Seite
- beidseitig: Ventralflexion der HWS

Innervation: direkte Äste aus dem Plexus cervicalis (C2–6)

③ M. rectus capitis anterior

Ursprung: Massa lateralis des Atlas

Ansatz: Pars basilaris des Os occipitale

Funktion:

- einseitig: Lateralflexion im Atlantookzipitalgelenk
- beidseitig: Ventralflexion im Atlantookzipitalgelenk

Innervation: R. ventralis des 1. Zervikalnervs

④ M. rectus capitis lateralis

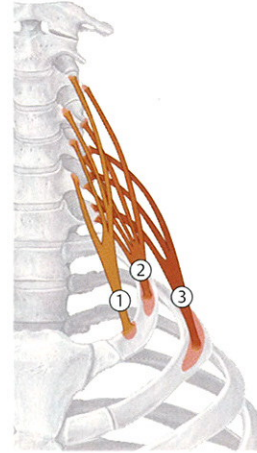
Ursprung: Proc. transversus des Atlas

Ansatz: Pars basilaris des Os occipitale (lateral von den Condylus occipitales)

Funktion:

- einseitig: Lateralflexion im Atlantookzipitalgelenk
- beidseitig: Ventralflexion im Atlantookzipitalgelenk

Innervation: R. ventralis des 1. Zervikalnervs



B Seitliche (tiefe) Halsmuskeln im Überblick

Mm. scaleni

Ursprung:

- ① M. scalenus anterior: Tubercula anteriora der Querfortsätze des 3.–6. Halswirbels
- ② M. scalenus medius: Tubercula posteriora der Querfortsätze des 3.–7. Halswirbels
- ③ M. scalenus posterior: Tubercula posteriora der Querfortsätze des 5.–7. Halswirbels

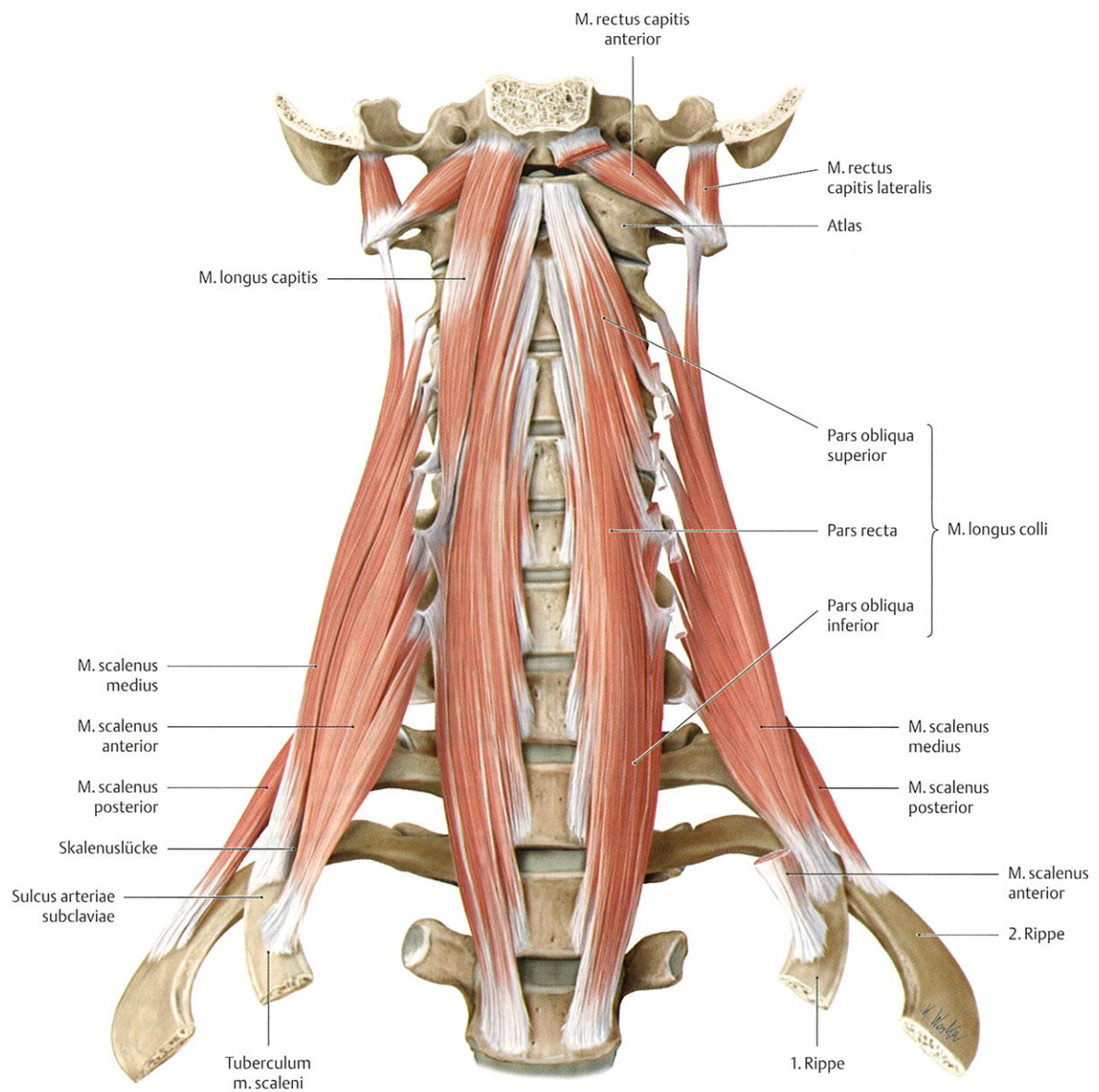
Ansatz:

- M. scalenus anterior: Tuberculum musculi scaleni der 1. Rippe
- M. scalenus medius: 1. Rippe (dorsal des Sulcus arteriae subclaviae)
- M. scalenus posterior: Außenfläche der 2. Rippe

Funktion:

- Punctum mobile an den Rippen: Inspiration (Heben der oberen Rippen)
- Punctum fixum an den Rippen: Lateralflexion der HWS zur ipsilateralen Seite (bei einseitiger Kontraktion)
- Ventralflexion des Halses (bei beidseitiger Kontraktion)

Innervation: direkte Äste aus dem Plexus cervicalis und dem Plexus brachialis (C3–6)



C Prävertebrale und seitliche (tiefe) Halsmuskeln in der Ansicht von ventral

M. longus capitis und M. scalenus anterior auf der linken Seite teilweise entfernt. Die prävertebralen Muskeln spannen sich zwischen Halswirbelsäule und Schädel aus und wirken somit auf beide. Die drei gestaffelt angeordneten Treppenmuskeln (Mm. scaleni) zählen zu den seitlichen

(tiefen) Halsmuskeln, sie spannen sich zwischen Halswirbelsäule und Brustkorb aus, deshalb wirken sie auch als Atemhilfsmuskeln. Zwischen dem vorderen und mittleren Treppenmuskel befindet sich die *Skalenuslücke*, eine topografisch wichtige Struktur, durch die der Plexus brachialis und die A. subclavia ziehen.

2.4 Übersicht über das Nervensystem am Hals und Versorgung durch Spinalnervenäste

A Übersicht über das Nervensystem am Hals

Am Hals treten folgende Strukturen des peripheren Nervensystems auf: Spinalnerven, Hirnnerven und Nerven des autonomen Nervensystems. Diese Tabelle fasst die wichtigsten Strukturen in der Reihenfolge der nächsten Lerngeheiten zusammen.

Die den Hals versorgenden **Spinalnerven** (Nn. spinales) entstammen den zervikalen Rückenmarkssegmenten C1–4. Man unterscheidet dorsale und ventrale Rami:

- Die dorsalen Rami der Spinalnerven aus den Rückenmarkssegmenten C1–3 (N. suboccipitalis, N. occipitalis major und tertius) innervieren motorisch die autochthonen Nackenmuskeln sowie sensibel die Dermatome C2 und 3 an Nacken und Hinterhaupt (s. B).
- Die ventralen Rami der Spinalnerven aus den Rückenmarkssegmenten C1–4 innervieren motorisch die tiefen Halsmuskeln (kurze, direkte Äste aus den ventralen Rami) und schließen sich am Hals zum Plexus cervicalis zusammen (s. C), der Haut und Muskulatur des vorderen und seitlichen Halses (alles außer Nacken) innerviert.

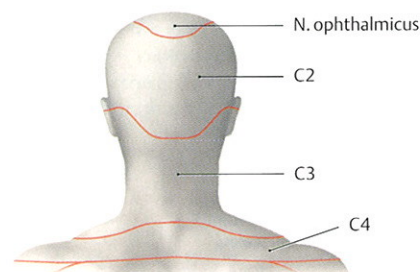
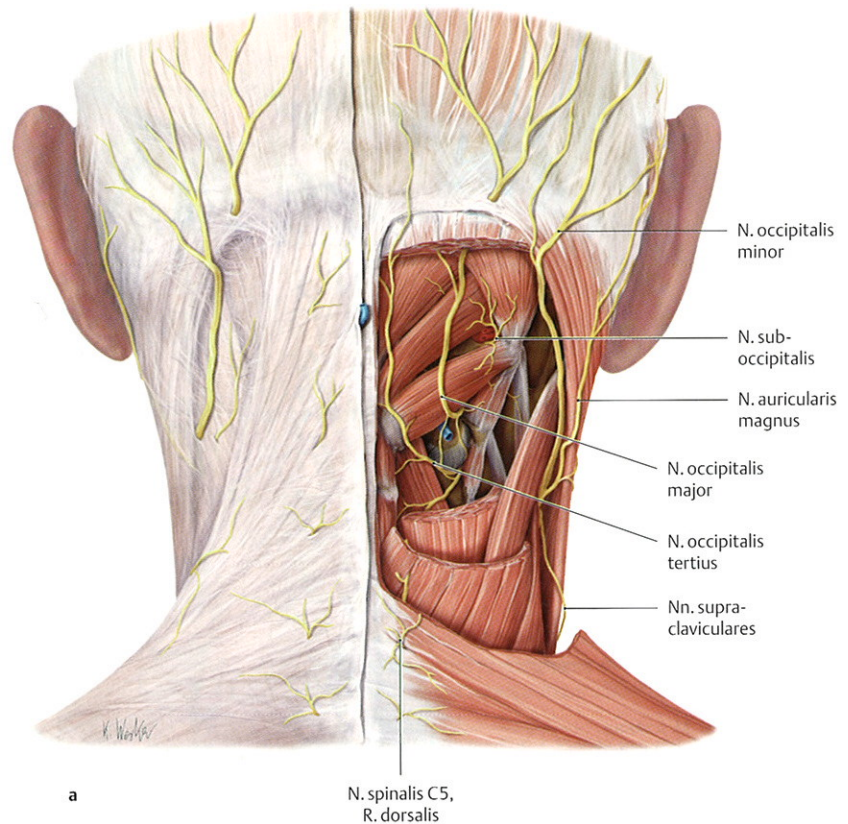
Die folgenden, im Hals vorkommenden **Hirnnerven** entstammen dem Hirnstamm:

- N. glossopharyngeus (IX),
- N. vagus (X),
- N. accessorius (XI),
- N. hypoglossus (XII).

Sie innervieren motorisch und sensibel Pharynx und Larynx (IX, X), motorisch den M. trapezius und den M. sternocleidomastoideus (XI) und die Zungenmuskulatur (XII) sowie den Mundboden.

Der **sympathische Grenzstrang** (Truncus sympathicus) ist Teil des autonomen Nervensystems und verläuft mit seinen drei Ganglien dicht neben der Halswirbelsäule. Die postganglionären Fasern ziehen mit den Karotiden zu ihren Versorgungsgebieten im Kopf-Hals-Bereich.

Der **Parasympathikus** als weiterer Teil des autonomen Nervensystems wird am Hals durch den N. vagus, der gleichzeitig ein Hirnnerv ist, repräsentiert.



B Motorische und sensible Innervation der Nackenregion

Ansicht von dorsal; **a** Spinalnervenäste im Nacken; **b** segmentale Versorgungsareale.

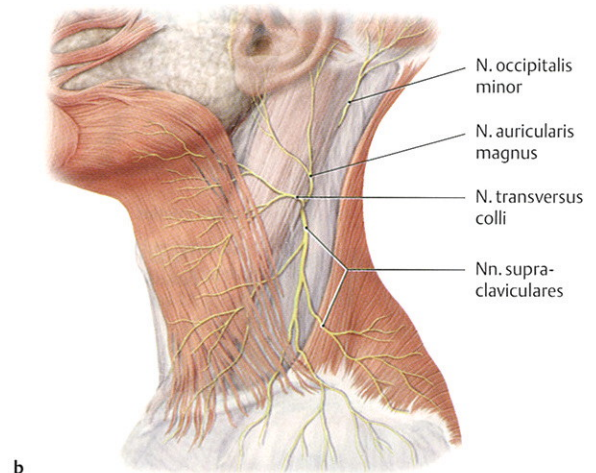
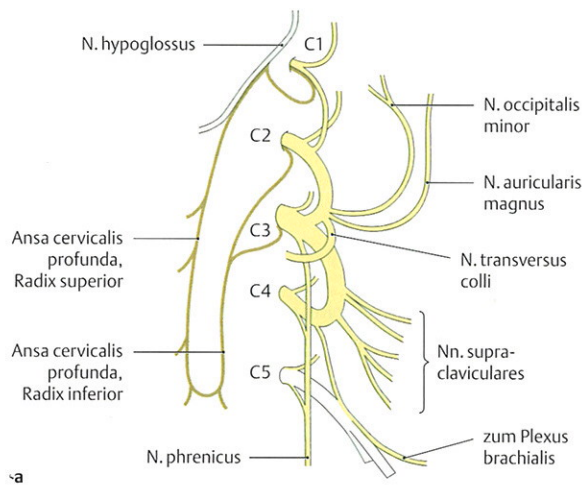
Die Nackenregion wird motorisch und sensibel zum größten Teil von **dorsalen** Ästen der Spinalnerven aus den Rückenmarkssegmenten C1–3 versorgt:

- N. suboccipitalis (C1),
- N. occipitalis major (C2) und
- N. occipitalis tertius (C3).

Beachte ihren epifaszialen Verlauf links (a). Von lateral strahlen Nerven, die von **ventralen** Ästen der Spinalnerven aus dem Plexus cervicalis stammen, in den Nackenbereich ein:

- N. occipitalis minor und
- N. auricularis magnus.

Beachte: Der dorsale Ast des 1. Spinalnervs (N. suboccipitalis) ist rein motorisch (s. a), deshalb existiert kein C1-Dermatom.



C Motorische und sensible Innervation des vorderen und seitlichen Halses

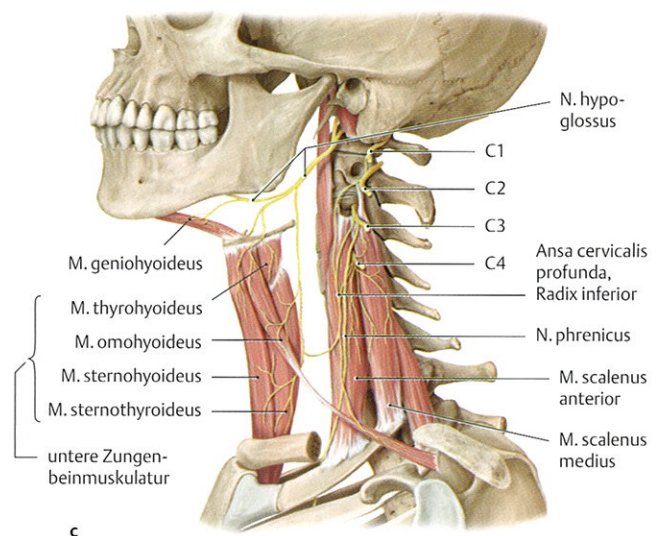
Der vordere und seitliche Hals wird im Gegensatz zu Nacken und Hinterhaupt ausschließlich von *ventralen* Ästen der zervikalen Spinalnerven C1–4 versorgt. Diese Äste senden einerseits kurze Rami zu den tiefen Halsmuskeln (s. c), andererseits entsenden sie Rami, die ein Nervengeflecht bilden, den Plexus cervicalis. Er besteht aus einer Pars sensorica und einer Pars motorica zur Versorgung von Haut und Muskeln des Halses.

a Verzweigungsschema des Plexus cervicalis (Ansicht von links): Die motorischen Fasern aus C1–3 bilden die Ansa cervicalis profunda*. Sie innervieren die untere Zungenbeinmuskulatur (s. c). Die Fasern aus C1 lagern sich ohne Faseraustausch vorübergehend an den N. hypoglossus an, bevor sie wieder separat als *Radix superior* der Ansa cervicalis profunda weiterziehen, um die Mm. omohyoideus, sternothyroideus und sternohyoideus zu innervieren. Lediglich die Fasern für den M. thyrohyoideus und den M. geniohyoideus verlaufen auch weiterhin mit dem N. hypoglossus. Ein weiterer Teil der Fasern von C2 bildet zusammen mit den Fasern aus C3 die *Radix inferior* der Ansa cervicalis profunda. Die Hauptmasse der Fasern von C4 zieht im N. phrenicus abwärts zum Zwerchfell (s. D).

b Sensible Versorgung des vorderen und seitlichen Halses (Ansicht von links): Am *Punctum nervosum* (sog. Erb-Punkt, etwa in der Mitte des Hinterrandes des M. sternocleidomastoideus) verzweigen sich folgende Nerven des Plexus cervicalis zur sensiblen Versorgung des vorderen und seitlichen Halses (*Pars sensorica* des Plexus cervicalis):

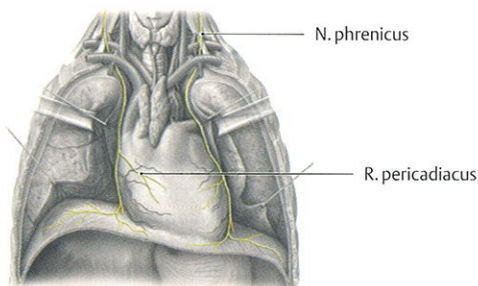
- N. occipitalis minor,
- N. auricularis magnus mit R. anterior und R. posterior
- N. transversus colli und
- Nn. supraclaviculares.

c Motorische Versorgung des vorderen und seitlichen Halses. Der größte Teil der Muskulatur im Bereich des vorderen und seitlichen



Halses wird von den ventralen Ästen der Spinalnerven versorgt. Ihre motorischen Fasern ziehen entweder direkt als kurze Fasern aus den Rr. ventrales zu den tiefen Halsmuskeln oder sie bilden die *Radix motorica* (Pars motorica) des Plexus cervicalis.

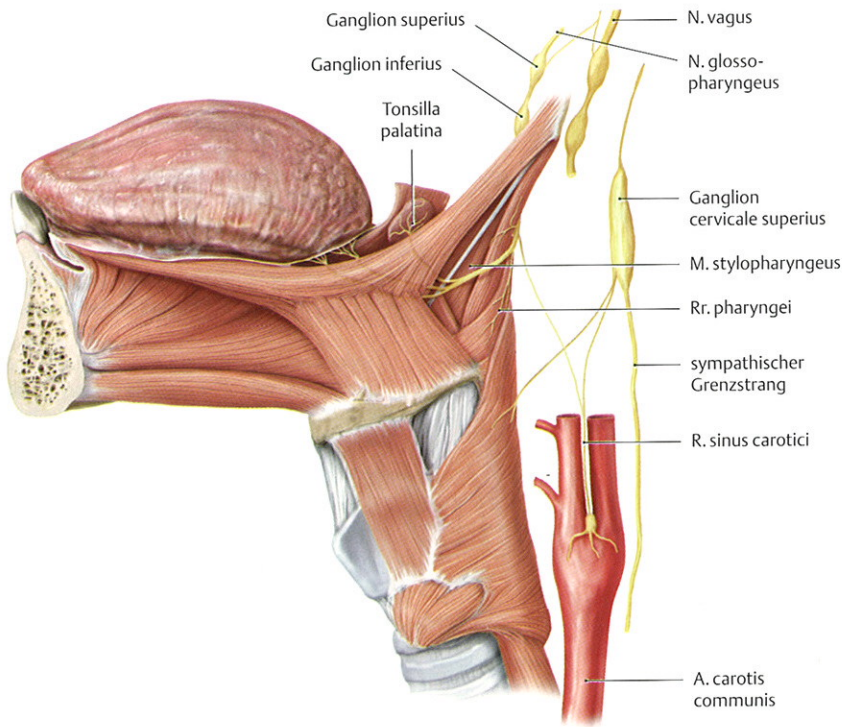
* Die Ansa cervicalis profunda ist die hier dargestellte Nervenschlinge des Plexus cervicalis. Vgl. die Ansa cervicalis superficialis, die eine Anastomose zwischen dem N. transversus colli und dem R. colli n. facialis darstellt (s. S. 45).



D Nervus phrenicus

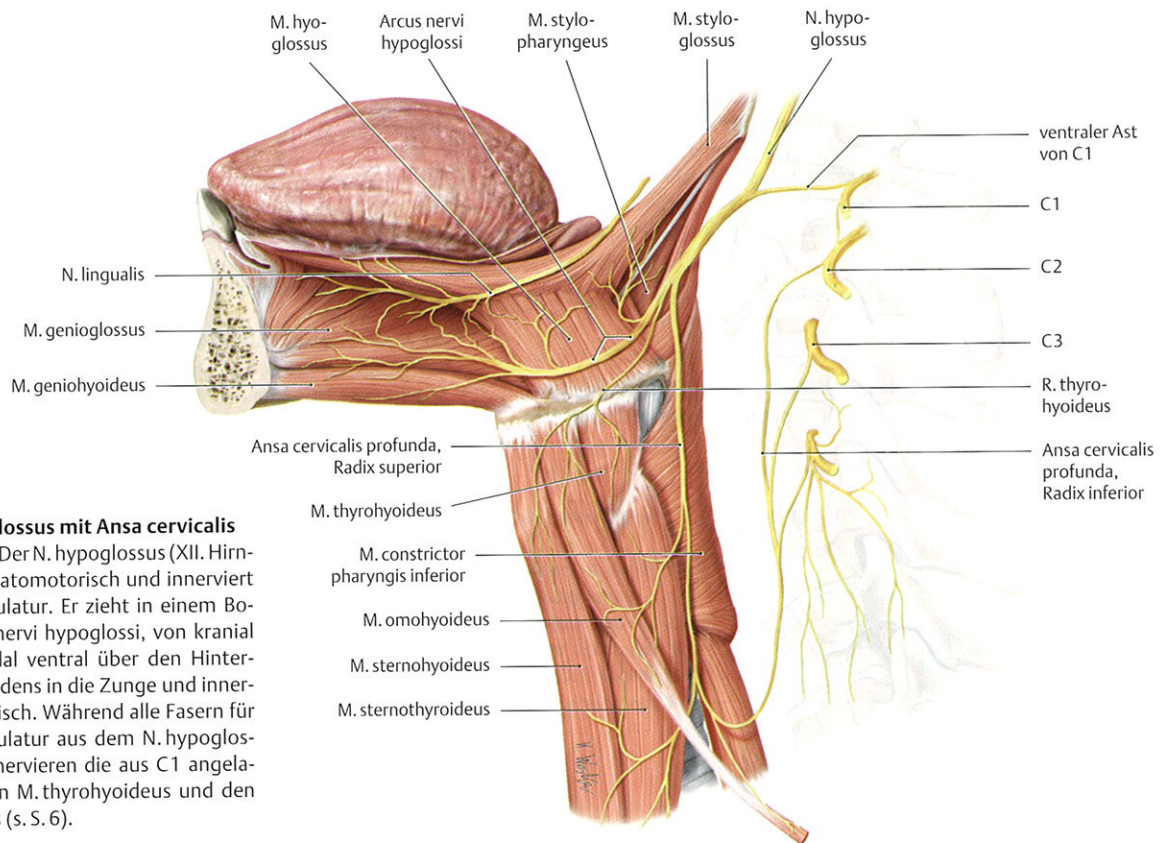
Ansicht von ventral. Der N. phrenicus stammt hauptsächlich aus dem Segment C4 und versorgt motorisch das Zwerchfell, das einen aus dem Hals ausgewanderten Muskel darstellt, der seine Innervation mitgenommen hat. Der N. phrenicus zieht von seinen ventralen spinalen Wurzeln („C3, 4 and 5 keep the diaphragm alive“) auf dem M. scalenus anterior nach kaudal durch die obere Thoraxapertur zum Zwerchfell. Wenn bei einem Unfall das Rückenmarksegment C4 (Hauptwurzel des N. phrenicus) beiderseits geschädigt wird, erstickt der Patient meist am Unfallort, da der Hauptmuskel der Atmung ausfällt.

2.5 Hirnnerven und vegetatives Nervensystem am Hals



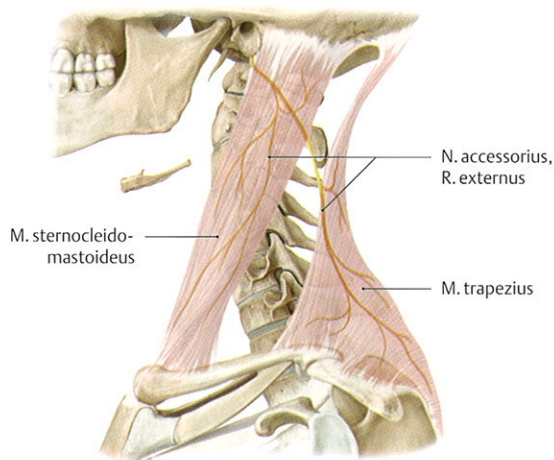
A Nervus glossopharyngeus

Ansicht von links. Der N. glossopharyngeus (IX. Hirnnerv) enthält die motorischen Fasern für die Schlundschnürer und den M. stylopharyngeus sowie sensible Fasern für Rachen-schleimhaut, Tonsillen und das hintere Zungendrittel inklusive der Geschmacksfasern. Er bildet Anastomosen mit dem sympathischen Grenzstrang und mit dem N. vagus zur Sicherstellung der autonomen Versorgung seines Innervationsgebietes. Vom Ganglion inferius zieht der R. sinus carotici zur Teilungsstelle der A. carotis communis. Impulse von Chemo- und Mechanorezeptoren im Glomus caroticum werden zur Medulla oblongata und zum dorsalen Vagus Kern geleitet (Regulation von Blutdruck und Herzschlagfrequenz).



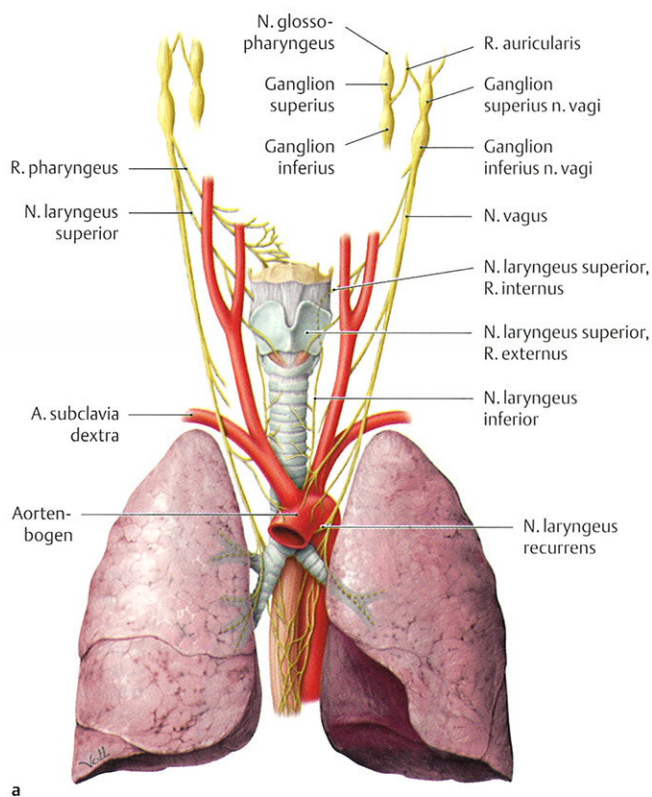
B Nervus hypoglossus mit Ansa cervicalis

Ansicht von links. Der N. hypoglossus (XII. Hirnnerv) ist rein somatomotorisch und innerviert die Zungenmuskulatur. Er zieht in einem Bogen, dem Arcus nervi hypoglossi, von kranial dorsal nach kaudal ventral über den Hinter- rand des Mundbodens in die Zunge und innerviert diese motorisch. Während alle Fasern für die Zungenmuskulatur aus dem N. hypoglossus stammen, innervieren die aus C1 angelagerten Fasern den M. thyrohyoideus und den M. geniohyoideus (s. S. 6).

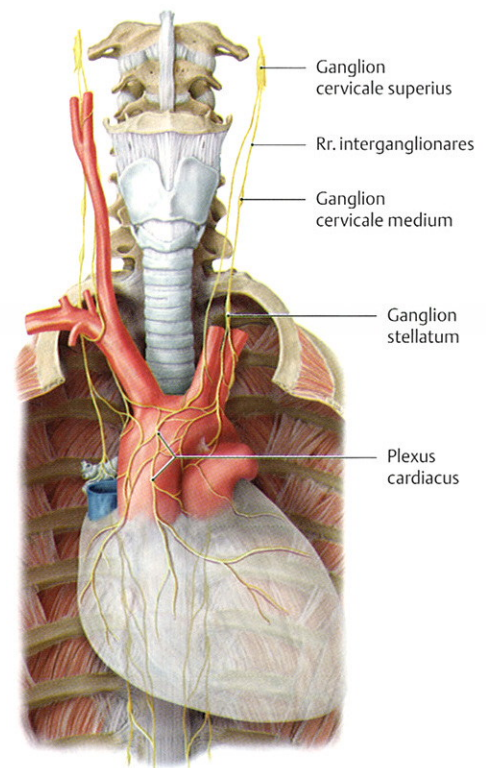


C Nervus accessorius am Hals

Ansicht von links. Der N. accessorius (XI. Hirnnerv) ist rein motorisch. Er zieht von dorsal in den M. sternocleidomastoideus, andere Fasern ziehen zum M. trapezius weiter. Bei tiefen (präskalenischen) Lymphknotenbiopsien kann der N. accessorius am Hals geschädigt werden. Die Folge sind entweder abstehende Schulterblätter (Scapula alata) und die Unfähigkeit, den Arm über 90° zu elevieren (wenn die Fasern zum M. trapezius betroffen sind) oder eine Kopfschiefhaltung (wenn die Fasern zum M. sternocleidomastoideus betroffen sind).



a



b

D Nervus vagus am Hals und Halsgrenzstrang

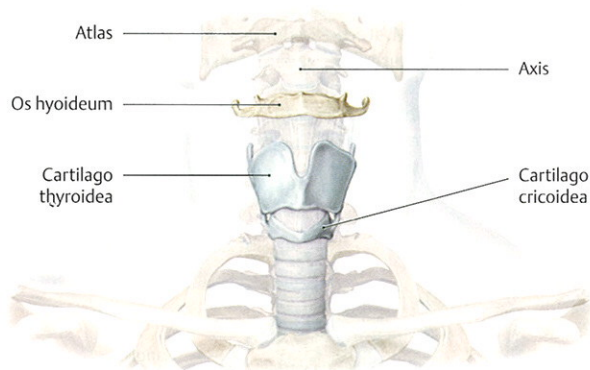
a Ansicht von ventral. Der N. vagus (X. Hirnnerv) enthält die Fasern des kranialen Abschnitts des Parasympathikus (Teil des autonomen Nervensystems) für Hals, Thorax und Teile des Bauchraumes. Er zieht durch die Vagina carotica des Halses hindurch (zur Topografie s. S. 47). Zur Versorgung des Kopf- und Halsbereiches werden nur wenige Äste abgegeben:

- R. auricularis, ein sensibler Ast, der die Hinterfläche des Ohres und den äußeren Gehörgang versorgt;
- R. pharyngeus, motorische Fasern zur Versorgung der Muskulatur des Pharynx und des weichen Gaumens;
- N. laryngeus superior, ein gemischter sensibler und somatomotorischer Nerv zur Innervation der Kehlkopfmuskulatur (M. cricothyroideus) und der sie umgebenden Schleimhaut;

- N. laryngeus recurrens mit seinem Endast, dem N. laryngeus inferior, der die somatomotorischen Kehlkopfmuskeln und die sie umgebende Schleimhaut versorgt (s. S. 30). Der N. laryngeus recurrens zieht rechts um die A. subclavia, links um den Aortenbogen.

b Ansicht von ventral. Der Halsgrenzstrang ist Teil des Sympathikus und endet etwa 2 cm unterhalb der Schädelbasis. Er besteht aus einer Kette sympathischer Ganglien, deren postganglionäre Axone für den Kopfbereich bestimmt sind. Diese Axone bilden die Rr. interganglionares, die dann größtenteils in einem Geflecht um die A. carotis externa enden. Nur wenige Axone enden in einem Geflecht um die A. carotis interna, mit der sie weiter zum Kopf ziehen. Das unterste Halsganglion kann mit dem 1. Thorakalganglion zum Ganglion cervicothoracicum (stellatum) verschmelzen.

3.3 Kehlkopf (Larynx): Lage, Form und Kehlkopfnorpel

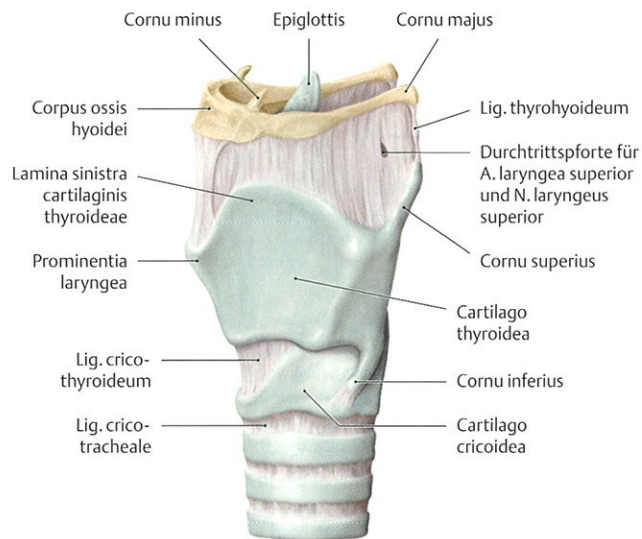


A Lage des Kehlkopfes im Hals

Ansicht von ventral. Bei mittlerer Kehlkopfstellung und gerader Kopfhaltung liegt:

- das Zungenbein (Os hyoideum) in Höhe des 3.–4. Halswirbels,
- der Oberrand des Kehlkopfes in Höhe des 5. Halswirbels,
- der Übergang zur Luftröhre in Höhe des 6.–7. Halswirbels.

Bei Frauen und Kindern sind diese Strukturen jeweils etwa eine halbe Wirbelhöhe höher lokalisiert. Beim Mann springt der obere Teil des Kehlkopfes (Schildknorpel, s. B) als sog. „Adamsapfel“ (Prominentia laryngea) besonders hervor.

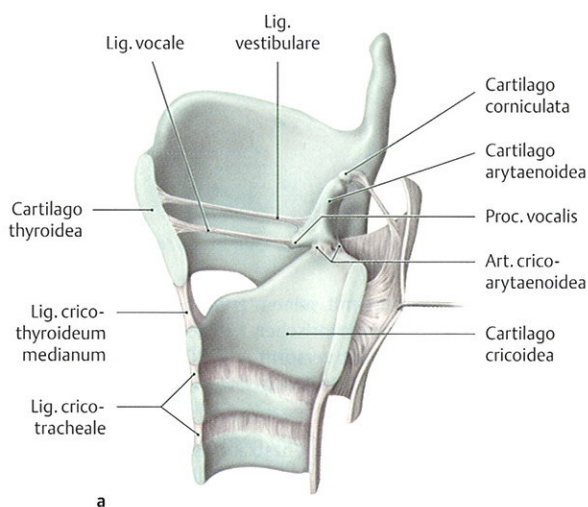


B Der Kehlkopf als Ganzes

Schrägansicht von links-ventral. Vom Kehlkopf sieht man in dieser Ansicht folgende Knorpel:

- Kehildeckel (Epiglottis, s. D),
- Schildknorpel (Cartilago thyroidea, s. E) und
- Ringknorpel (Cartilago cricoidea, s. F).

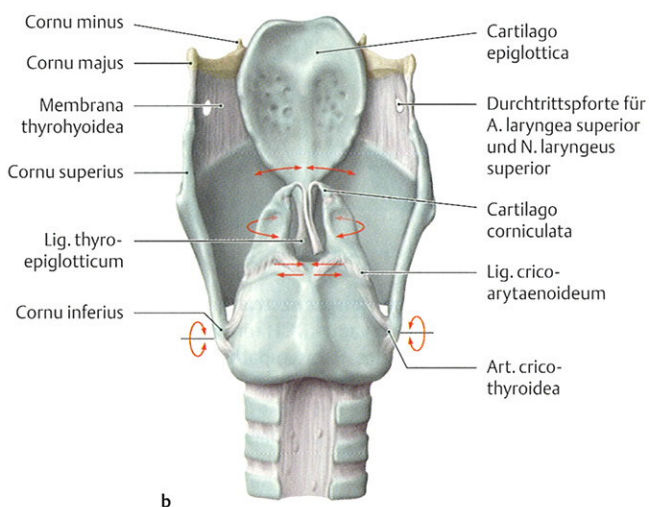
Diese Knorpel sind untereinander sowie mit Trachea und Zungenbein durch elastische Bänder verbunden, die das Verschieben des Kehlkopfes beim Schluckakt ermöglichen (s. S. 37). In dieser Ansicht nicht zu sehen sind die Stell- oder Aryknorpel (Cartilagine arytaenoideae) sowie der Spitzknorpel (Cartilago corniculata) (s. G).



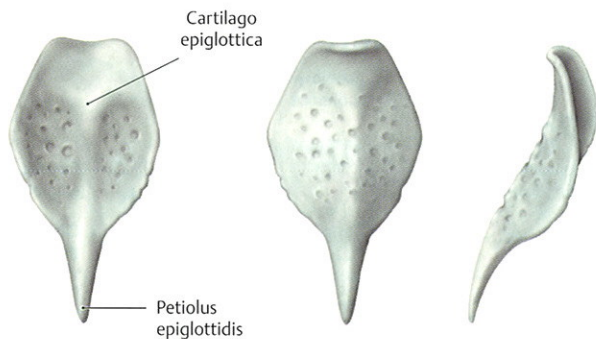
C Kehlkopfnorpel und -bänder

a Sagittalschnitt, Ansicht von links-medial. Der Schildknorpel umschließt den größten Teil der Kehlkopfnorpel, sein kaudaler Teil artikuliert mit dem Ringknorpel (Art. cricothyroidea).

b Ansicht von dorsal. Die Bewegungsrichtungen in den einzelnen Gelenken sind durch Pfeile gekennzeichnet. Der Schildknorpel kann ge-

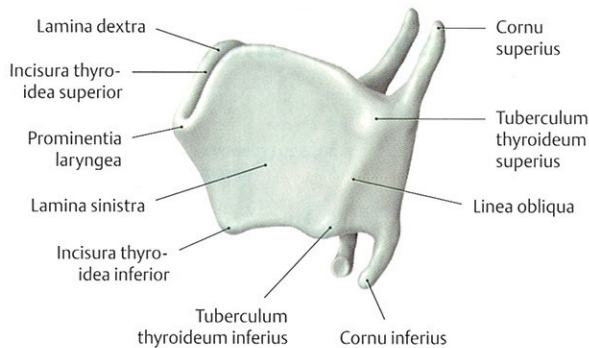


gen den Ringknorpel in der Art. cricothyroidea gekippt werden. Die Basis der Aryknorpel beiderseits können mit der Oberkante des Ringknorpels in der Art. cricoarytaenoidea im Sinne einer Dreh- und Gleitbewegung gegen den Ringknorpel bewegt werden. Während der Lautbildung bewegen sich die Stellknorpel (Cartilago arytaenoidea),



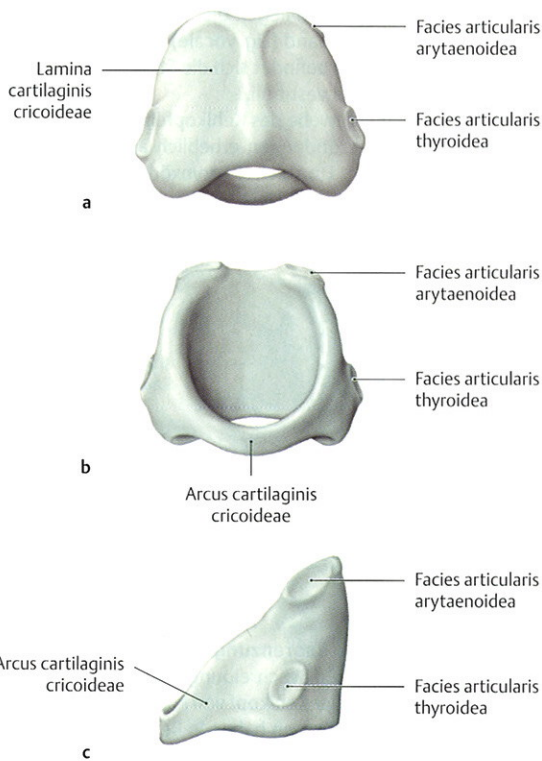
D Kehldeckelknorpel (Cartilago epiglottica)

Ansicht von laryngeal, lingual und links. Die Epiglottis enthält in ihrem Inneren ein Skelett aus dem hier dargestellten elastischem Knorpel (Cartilago epiglottica). Dieser Knorpel sorgt dafür, dass die Epiglottis am Ende des Schluckaktes (Fortfall des Muskelzuges!) von selbst in ihre Ausgangsposition zurückkehrt. Wird die Epiglottis bei Tumoroperationen entfernt, muss der Patient das fehlerfreie Schlucken ohne Epiglottis mühsam erlernen (Aspirationsgefahr).



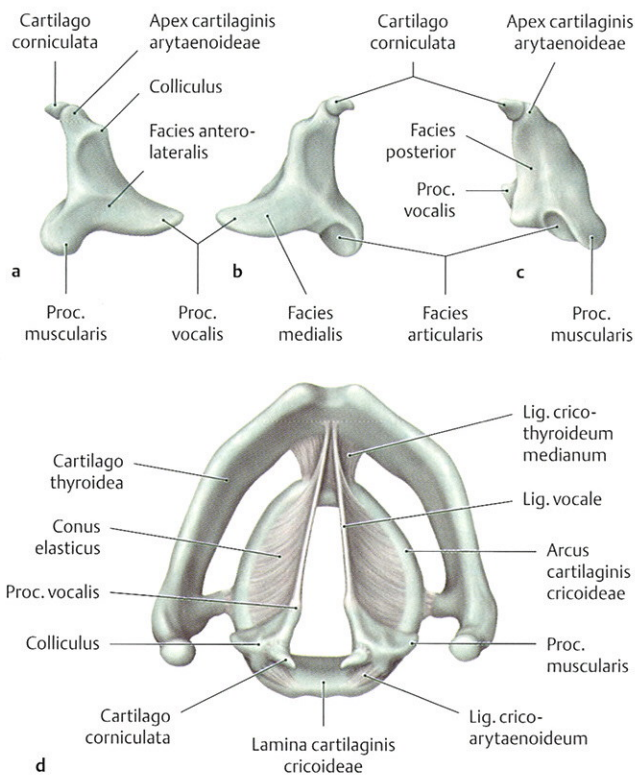
E Schildknorpel (Cartilago thyroidea)

Ansicht von schräg-links. Dieser hyaline Knorpel besteht aus zwei vierseitigen Platten, den Laminae dextera und sinistra, die in der Mitte kielartig zusammenstoßen. Am oberen Ende dieses Zusammenschlusses befindet sich die Prominentia laryngea, die beim Mann als Adamsapfel imponiert. Am Hinterende tragen die Platten die Cornu superius bzw. inferius, die als Ansatzpunkte für Bänder dienen (s. B).



F Ringknorpel (Cartilago cricoidea)

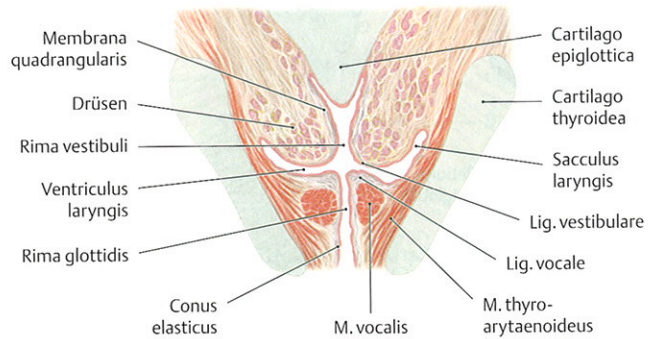
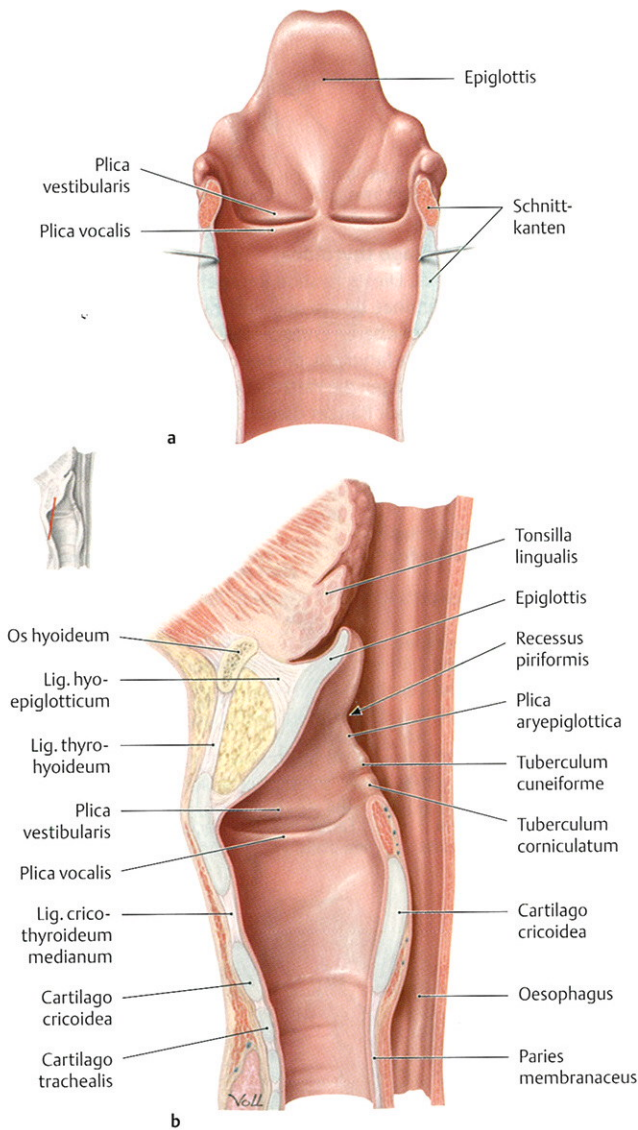
Ansicht von dorsal (a), ventral (b) und links (c). Dieser hyaline Knorpel ist ähnlich wie ein Siegelring aufgebaut. Dorsal besitzt er eine Ringknorpelplatte (Lamina cartilaginis cricoideae). Am oberen Ende dieser Platte ist eine Gelenkfläche für die Aryknorpel vorhanden, am unteren Ende eine für den Schildknorpel. Der Unterrand des Ringknorpels schließt über eine Bandverbindung an die Trachea an (s. B u. C).



G Stellknorpel (Cartilago arytaenoidea) und Spitzenknorpel (Cartilago corniculata)

Jeweils rechter Knorpel, Ansicht von lateral (a), medial (b), dorsal (c) und kranial (d). Wörtlich übersetzt bedeutet Cartilago arytaenoidea „Gießbeckenknorpel“, im Deutschen wird er als Stellknorpel bezeichnet, weil seine Position die Stellung der Stimmbänder verändert (s. S. 29). Der pyramidenförmige, hyaline Stellknorpel besitzt drei Flächen (Facies anterolateralis, medialis, posterior) eine Basis mit zwei Fortsätzen, Proc. vocalis und Proc. muscularis, sowie eine Spitze, Apex. Auf der Spitze sitzt der Spitzenknorpel, Cartilago corniculata, auf, der aus elastischem Knorpel besteht.

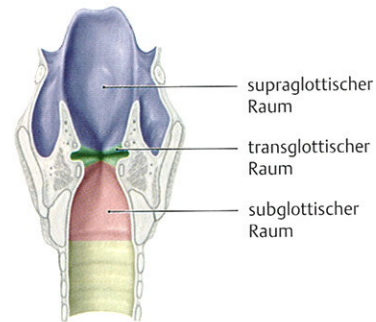
3.4 Kehlkopf: Innenrelief und Systematik der Leitungsbahnen



B Taschenfalten (Plicae vestibulares) und Stimmfalten (Plicae vocales)

Frontalschnitt. In dieser Darstellung sind die Taschenfalten (Plicae vestibulares oder „falsche Stimmbänder“), gut zu erkennen. Sie enthalten das Taschenband (Lig. vestibulare), das freie untere Ende der Membrana quadrangularis. Zwischen den Taschenfalten bleibt die Rima vestibuli frei. Unterhalb der Taschenfalten liegen die Stimmfalten (Plicae vocales). Sie enthalten das Stimmband (Lig. vocale) und den Stimmmuskel (M. vocalis). Zwischen beiden befindet sich die Stimmritze (Rima glottidis), die enger ist als die Rima vestibuli.

Beachte: Das lockere Bindegewebe des Kehlkopfeingangs kann nach Insektenstichen oder bei Entzündungen erheblich anschwellen und die Rima vestibuli verschließen. Ein solches Larynxödem (fälschlich oft als Glottisödem bezeichnet) geht mit dem Symptom Atemnot einher (Erstickungsgefahr!).



A Kehlkopfinnenraum (Cavitas laryngis): Schleimhautrelief und Gliederung in Etagen

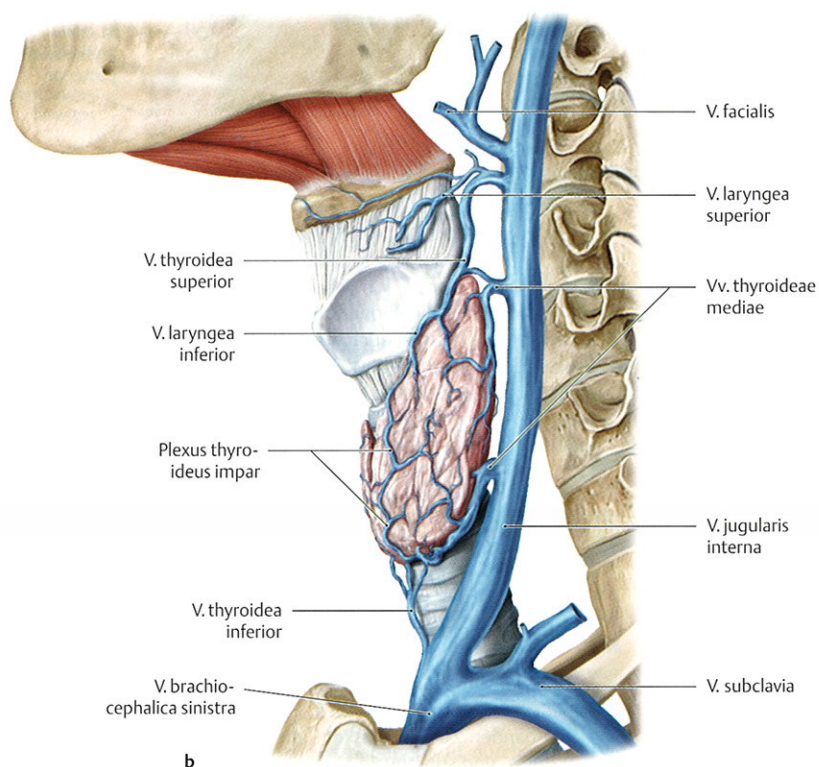
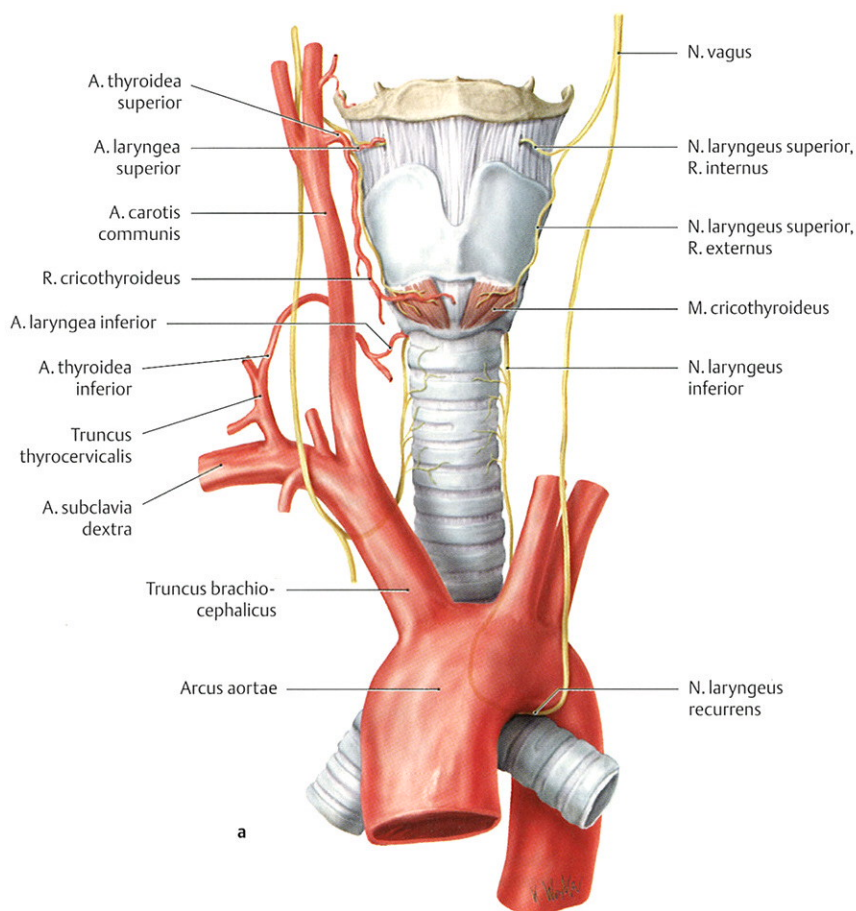
a Ansicht von dorsal. Muskelschlauch von Rachen und Speiseröhre von dorsal eröffnet und weit auseinandergezogen (Schnittkanten). Der gesamte Innenraum des Kehlkopfes ist von Schleimhaut überzogen, die – außer auf den Stimmfalten – locker auf der jeweiligen Unterlage aufliegt (Gefahr des Larynxödems, s. B). Zwischen Aryknorpeln und Epiglottis liegen beidseitig die Plicae aryepiglotticae, seitlich dieser Plicae befinden sich die Recessus piriformes (Schleimhautrinnen). *Beachte:* Diese Schleimhautrinnen haben eine wichtige Funktion beim Nahrungstransport. Da sich Luft- und Speiseröhre in dieser Region überkreuzen, gleitet die Nahrung in diesen Recessus am Kehlkopf vorbei in die Speiseröhre, wobei beim Schluckakt der Luftweg durch die Epiglottis verschlossen wird (s. S. 37).

b Mediansagittalschnitt, Ansicht von links. Zur Beschreibung der exakten Lokalisation eines pathologischen Befundes wird die Cavitas laryngis in drei Etagen oder Räume gegliedert (vgl. C).

C Kehlkopfetagen und ihre Begrenzungen

Ansicht von dorsal. Zur exakten Beschreibung der Lokalisation eines pathologischen Befundes wird der Kehlkopf von kranial nach kaudal in drei Etagen eingeteilt. Diese drei Etagen haben in Bezug auf den Lymphabfluss eine Bedeutung.

Kehlkopfetage	Ausdehnung
supraglottischer Raum (Vestibulum laryngis I)	vom Kehlkopfeingang (Aditus laryngis) bis zu den Taschenfalten (Plicae vestibulares)
transglottischer Raum (Cavitas laryngis intermedia II)	von den Taschenfalten über den Ventriculus laryngis (eine Schleimhautausbuchtung) bis zu den Stimmfalten (Plicae vocales)
subglottischer Raum (Cavitas infraglottica III)	von den Stimmfalten bis zum unteren Rand des Ringknorpels

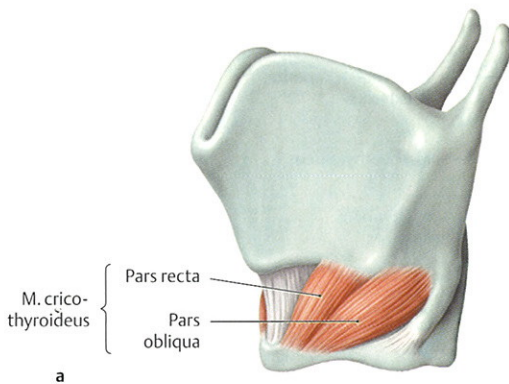


D Blutversorgung und Innervation

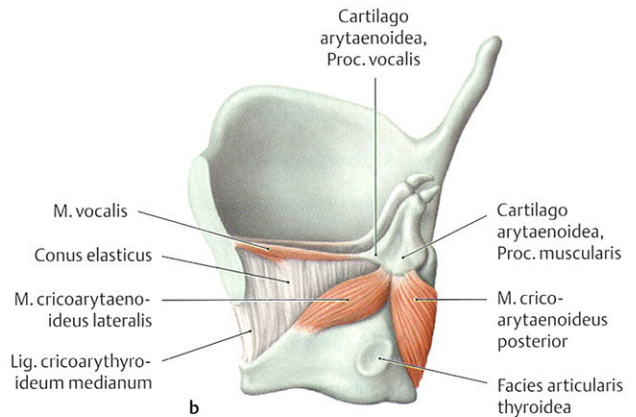
a Arterielle und nervale Versorgung: Ansicht von ventral. Die Blutversorgung des Kehlkopfes erfolgt aus zwei größeren Arterien, der A. laryngea superior aus dem Stromgebiet der A. carotis externa und der A. laryngea inferior aus dem Stromgebiet der A. subclavia (via Truncus thyrocervicalis). Somit liegt eine analoge Versorgung wie bei der Schilddrüse vor. Die Innervation erfolgt über die Nn. laryngeus superior und inferior (beide aus dem N. vagus, s. S. 19). Beachte die enge Beziehung zwischen Nerven und Arterien: Bei einem linksseitigen Aortenaneurysma kann eine Rekurrensparese auftreten (Einengung des Nervs durch das Aneurysma), die sich in Heiserkeit äußert (nähere Erläuterung der Ursache s. S. 31).

b Venöse Drainage: Ansicht von links. Die V. laryngea superior mündet in die V. thyroidea superior, die in die V. jugularis interna drainiert. Die V. laryngea inferior mündet in den Plexus thyroideus impar, der zumeist über die V. thyroidea inferior in die V. brachiocephalica sinistra drainiert.

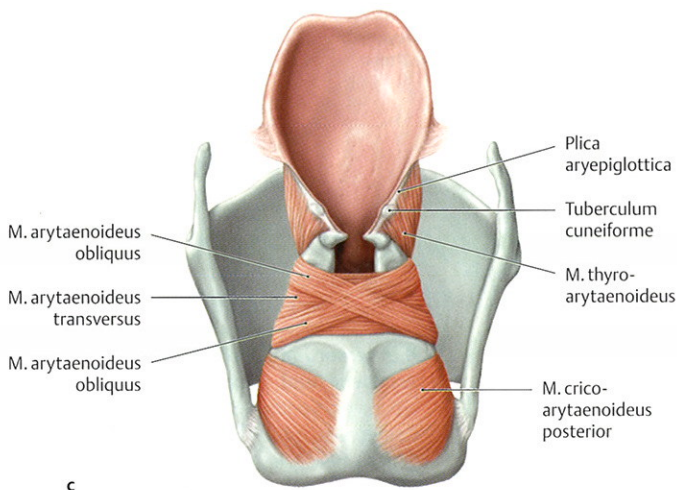
3.5 Kehlkopf: Muskeln



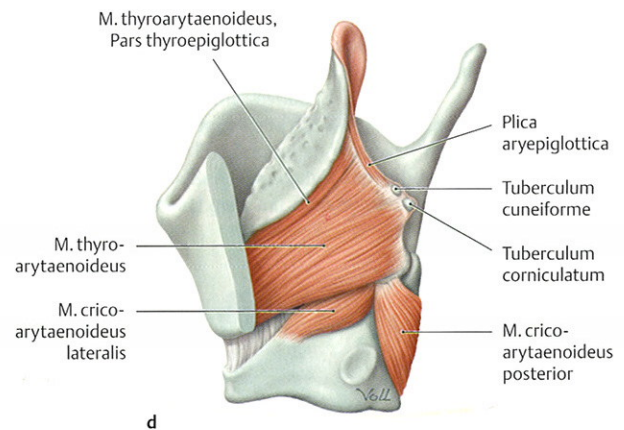
a Ansicht von schräg-links



b Ansicht von lateral-links, linke Schildknorpelhälfte entfernt



c Ansicht von dorsal



d Ansicht von links; fast die gesamte linke Hälfte des Schildknorpels wurde entfernt zur Sicht auf die Epiglottis und den M. thyroarytaenoideus, Pars externa

A Kehlkopfmuskeln*

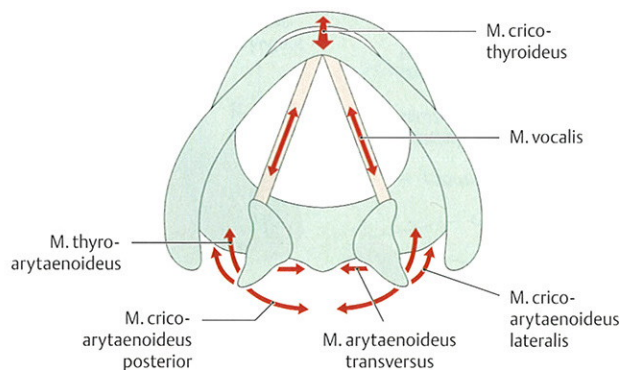
a Äußerer Kehlkopfmuskel: Der *M. cricothyroideus* (klinisch oft als *Anticus* bezeichnet) liegt als einziger Kehlkopfmuskel dem Kehlkopf von außen an. Durch seine Kontraktion kippt der Ringknorpel nach hinten, so dass die Stimmbänder angespannt werden. Aufgrund dieser Wirkungsweise zählt er zusammen mit dem *M. vocalis* (s. b) zu den sog. *Spannmuskeln*. Der *M. cricothyroideus* wird als einziger Muskel vom *N. laryngeus superior* (*R. externus*) innerviert.

b-d Innere Kehlkopfmuskeln (*Mm. cricoarytaenoideus posterior und lateralis* sowie *M. thyroarytaenoideus*). Sie setzen alle am Stellknorpel an und können die Stellung der Stimmbänder verändern. Sie werden daher zusammenfassend auch als *Stellmuskeln* bezeichnet. Die Kontraktion des *M. cricoarytaenoideus posterior* (klinisch *Posticus*) dreht den Stellknorpel nach außen und leicht zur Seite, dadurch *öffnet* er – als einziger Kehlkopfmuskel – die *gesamte* Stimmritze (*Rima glottidis*). Der *M. cricoarytaenoideus lateralis* (klinisch *Lateralis*) verschließt und öffnet jeweils einen *Teil* der Stimmritze. Er öffnet die *Pars intercartilaginea* und schließt die *Pars intermembranacea*, dadurch werden die Spitzen der *Procc. vocales* zueinander geführt (s. B). Da die-

ser Mechanismus die Phonation einleitet, bezeichnet man diesen inneren Kehlkopfmuskel auch als *Phonationsmuskel*. Den *vollständigen* Schluss der Stimmritze bewirken außer dem *M. vocalis* der *M. arytaenoideus transversus* sowie der *M. thyroarytaenoideus* (s. c).

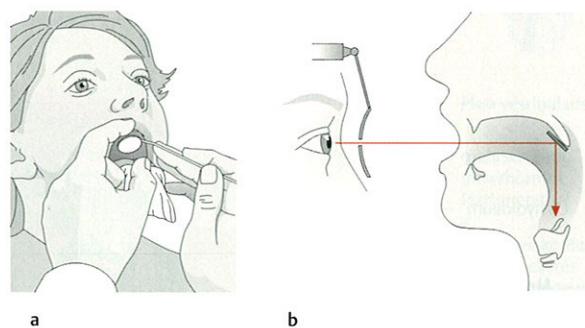
Beachte: Alle *inneren* Kehlkopfmuskeln werden vom *N. laryngeus inferior*, dem Endast des *N. laryngeus recurrens*, motorisch innerviert. Fällt der *N. laryngeus recurrens* einseitig aus (z. B. links aufgrund von Lymphknotenmetastasen eines Bronchialkarzinoms am Lungenhilus), führt dies zur gleichseitigen Parese des *M. cricoarytaenoideus posterior*. Eine vollständige Öffnung der Stimmritze ist dann nicht mehr möglich, die Folge ist Heiserkeit. Fällt der *N. laryngeus recurrens* beiderseits (z. B. Schilddrüsenoperation) aus, verengt sich die Stimmritze durch das Überwiegen der Schließer: Erstickungsgefahr.

* Die hier besprochenen Muskeln bewegen die Kehlkopfknorpel gegeneinander und beeinflussen Spannung und/oder Stellung der Stimmbänder. Zu den Muskeln, die den Kehlkopf *als Ganzes* bewegen (infra- und suprahayale Muskulatur sowie *M. constrictor pharyngis inferior*) s. S. 6.



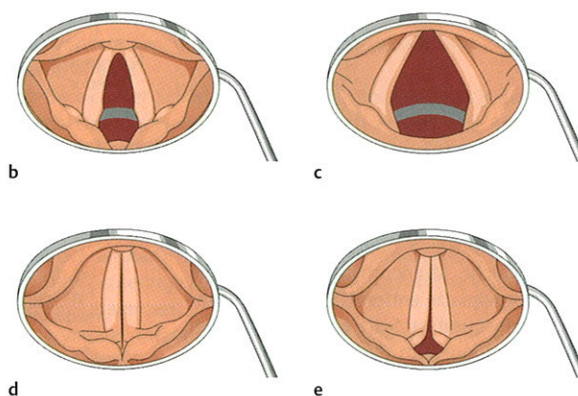
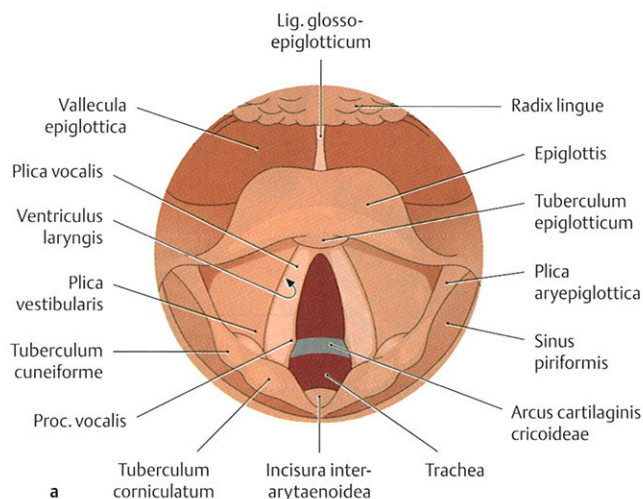
B Zugrichtungen und Funktionen der Kehlkopfmuskeln

Glottisöffnung (= Stimmlippenabduktion)	M. cricoarytaenoideus posterior (M. posticus)
Glottisöffnung und -verschluss (Stimmlippenab- und -adduktion)	M. cricoarytaenoideus lateralis (M. lateralis)
Glottisverschluss (= Stimmlippenadduktion)	M. arytaenoideus transversus (M. transversus) M. thyroarytaenoideus
Stimmlippenspannung	M. cricothyroideus (M. anticus) M. vocalis



C Kehlkopfspiegelung

- a Kehlkopfspiegelung aus der Sicht des Arztes: Der Kehlkopf ist der direkten Inspektion nicht zugänglich, kann aber über einen Spiegel sichtbar gemacht werden. Dazu hält der Untersucher mit einer Hand die Zunge des Patienten, während er mit der anderen Hand den Kehlkopfspiegel (alternativ das Endoskop) einführt.
- b Strahlengang bei der Kehlkopfspiegelung: Der Kehlkopfspiegel lenkt vor der Uvula den Strahlengang nach kaudal in Richtung Kehlkopf. Die so erhobenen Befunde sind in D dargestellt.



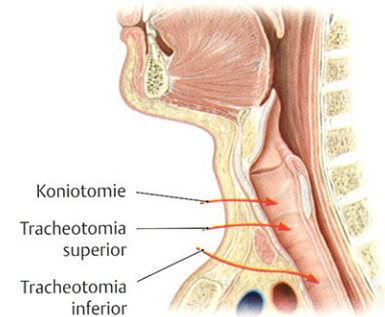
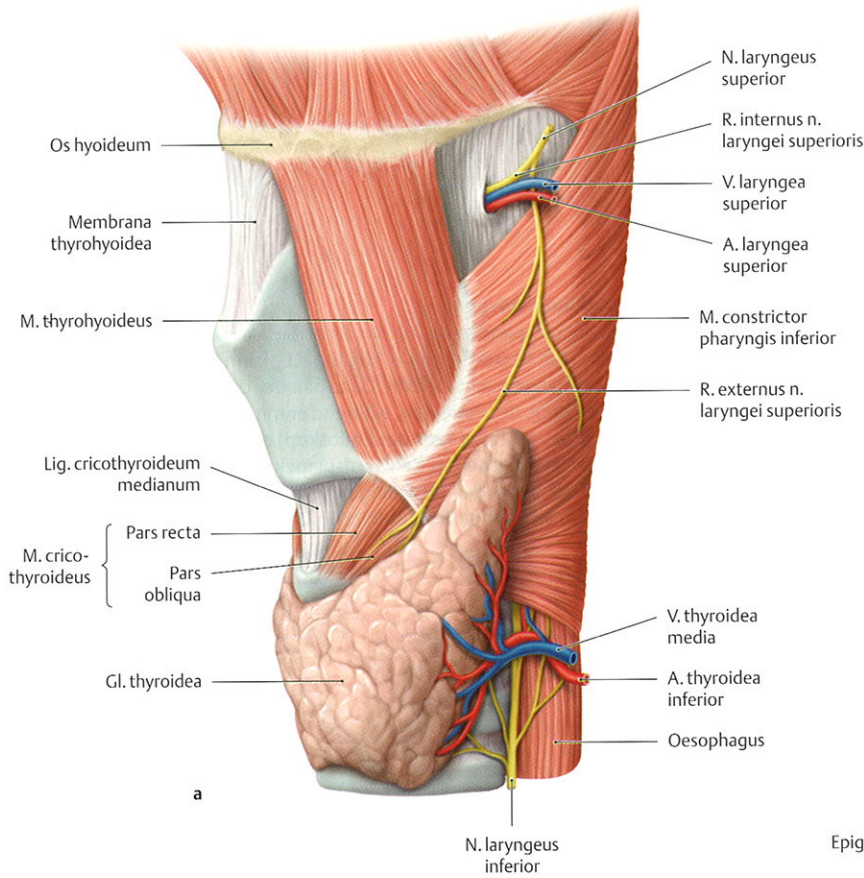
D Der Larynx im Kehlkopfspiegelbild (nach Berghaus, Rettinger u. Böhme)

Bei der indirekten Laryngoskopie erscheint das Spiegelbild als virtuelles Bild, wobei die rechte und linke Seite anatomisch korrekt wiedergegeben wird, d. h. die rechte Stimmlippe erscheint im Spiegelbild auf der rechten Seite. Die anatomisch ventral gelegenen Strukturen (z. B. Zungengrund, Valleculae, Epiglottis) hingegen zeigen sich im Spiegel oben, die dorsalen Abschnitte (z. B. Incisura interarytaenoidea) befinden sich im unteren Teil des Spiegels. Die sog. „Stimmbänder“ erscheinen als glatt begrenzte Bänder, die sich durch ihre hellere Farbe deutlich von der übrigen Schleimhaut abheben. Grund: Unter dem mehrschichtig unverhornten Plattenepithel der Plica vocalis fehlen Submukosa und Blutgefäße, die übrige Schleimhaut ist dagegen gut durchblutet. Die

Glottis wird in Respirations- (offen) und Phonationsstellung (geschlossen) beurteilt, indem man den Patienten abwechselnd atmen und „hiii“ singen lässt. Die Beurteilung erfolgt aufgrund pathologisch-anatomischer (z. B. Rötung, Schwellung, Ulzeration) sowie funktioneller (z. B. Stimmbandposition) Veränderungen.

- a Erläuterung des Spiegelbildes;
- b-e Befunde im Kehlkopfspiegel: *Respirationsstellungen*: geöffnete Stimmritze bei normaler (b) und verstärkter Atmung (c); *Phonationsstellung* mit komplett geschlossener Stimmritze (d); geringe Öffnung der Glottis im hinteren Stimmlippendrittel bei der Flüstersprache (e).

3.6 Kehlkopf: Topografie und klinische Anatomie



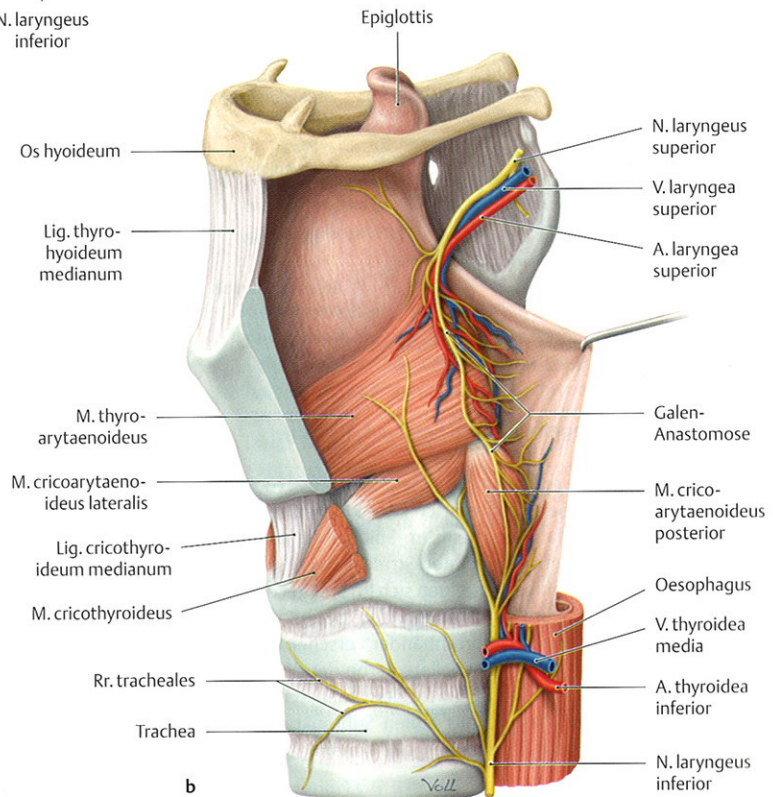
B Zugangswege zu Kehlkopf und Luftröhre
 Mediansagittalschnitt, Ansicht von links. Bei einem akuten Verschluss des Kehlkopfes durch ein Ödem (= Flüssigkeitseinlagerung z. B. bei Allergie) und daraus resultierender akuter Erstickungsgefahr, sind folgende operative Zugangswege zur Luftröhre möglich:

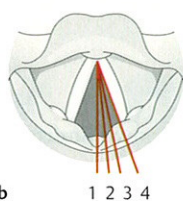
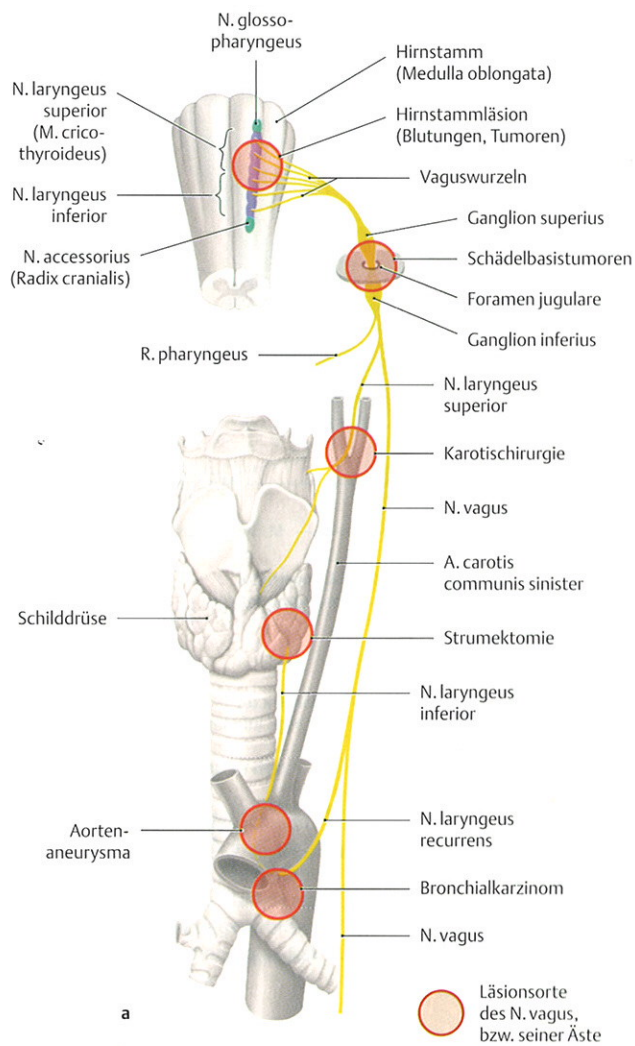
- Spaltung des Lig. cricothyroideum medianum (sog. Koniotomie),
- Einschnitt in die Luftröhre (= Luftröhrenschnitt) direkt über der Schilddrüse (= Tracheotomia superior) oder etwas unterhalb der Schilddrüse (Tracheotomia inferior).

A Topografie des Kehlkopfes: Blut- und Nervenversorgung

Ansicht von links; **a** oberflächliche Schicht, **b** tiefe Schicht, M. cricothyroideus und linke Schildknorpelplatte entfernt, Pharynxschleimhaut abgelöst und zur Seite geklappt. Arterien und Venen dringen im Wesentlichen von dorsal in den Kehlkopf ein.

Beachte: Der N. laryngeus superior innerviert mit seinem motorischen Ast (R. externus) den M. cricothyroideus und mit seinem sensiblen Ast (R. internus) die Schleimhaut des Kehlkopfes bis herab zu den Stimmlippen. Der N. laryngeus inferior hingegen versorgt motorisch *alle* anderen (inneren) Kehlkopfmuskeln sowie sensibel die Kehlkopfschleimhaut unterhalb der Stimmlippen.



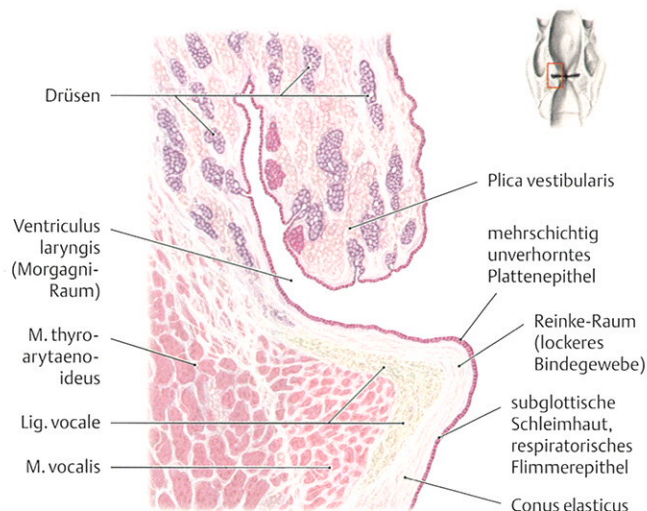


Stellungen der Stimmfalten
 1. Median- oder Phonationsstellung
 2. Paramedianstellung
 3. Intermediärstellung
 4. Lateral- oder Respirationsstellung

C Auswirkungen von zentralen und peripheren Schädigungen des Nervus vagus auf die Stellung der Stimmfalten

Der N. vagus innerviert mit seinem motorischen (branchiogen-efferenten) Anteil die Pharynx- und Larynxmuskulatur. Ursprung dieser motorischen Fasern ist der *Nucleus ambiguus* im Hirnstamm, dessen Zellgruppen eine somatotopische Anordnung erkennen lassen: Zwischen den kranial entspringenden Nervus-glossopharyngeus-Fasern und den kaudal entspringenden Nervus-accessorius-Fasern liegen die Ursprungsneurone von N. laryngeus superior und inferior sowie der motorischen Fasern für die Muskeln des weichen Gaumens und des Schlunds. Insbesondere zentrale bzw. hohe periphere Läsionen des N. vagus führen zu Lähmungen der Rachen- und Kehlkopfmuskulatur und haben daher Einfluss auf die Stellung der Stimmfalten:

- **zentrale Vagusläsionen** im Kerngebiet des Nucleus ambiguus (z. B. infolge von Tumoren, Blutungen oder Bulbärparalysen im Bereich des



D Aufbau der Stimmlippe (Plica vocalis)

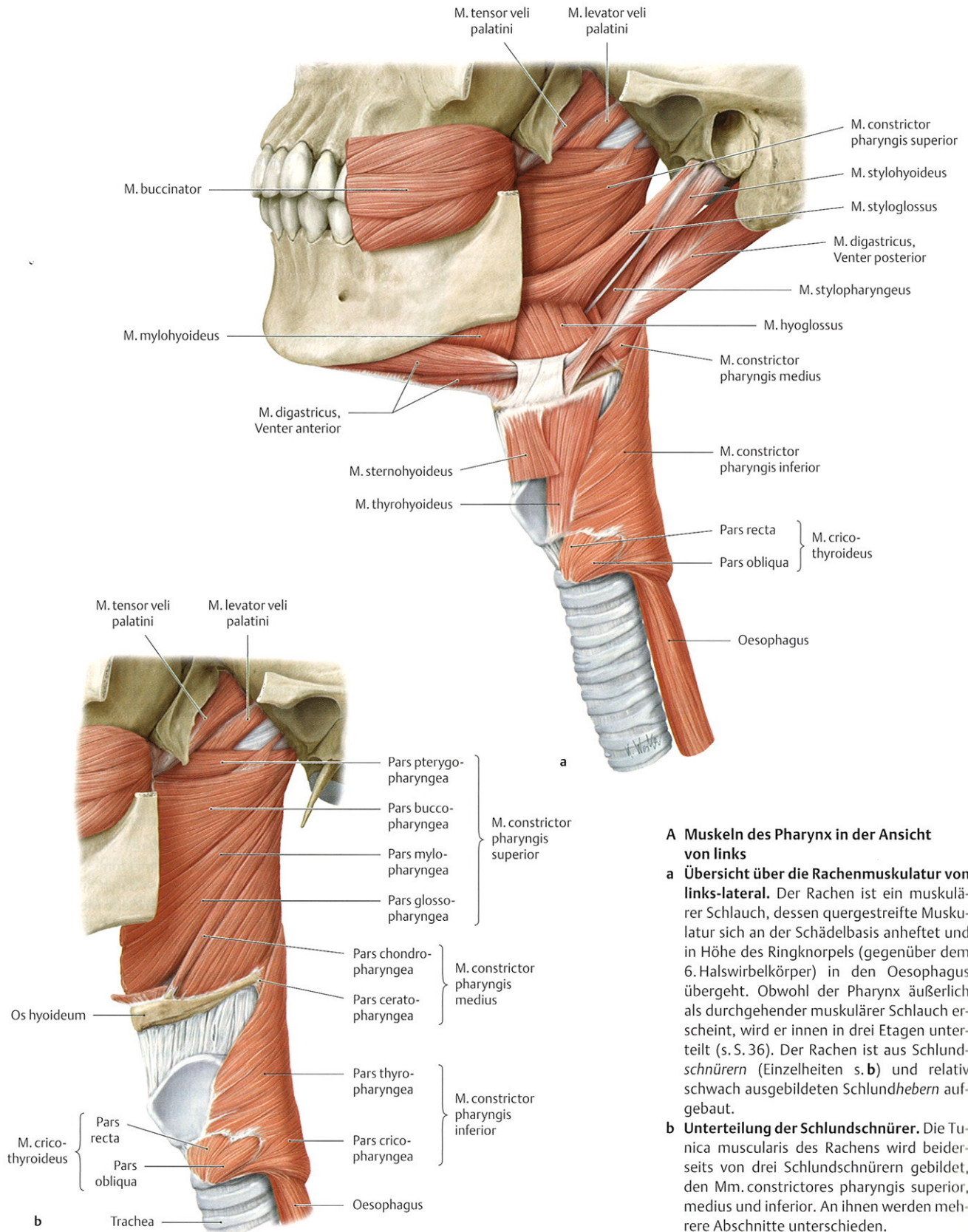
Schematisierter histologischer Frontalschnitt in der Ansicht von dorsal. Die mechanisch stark beanspruchte Stimmlippe (zur Orientierung s. Navigator) ist von mehrschichtig unverhorntem Plattenepithel überzogen (bei Entartung daher Plattenepithelkarzinom). In dem sich anschließenden subglottischen Raum befindet sich das respiratorische Flimmerepithel. Die Schleimhaut sitzt auf lockerem Bindegewebe, das bei Rauchern durch den chronischen Reiz des Zigarettenrauchs im Reinke-Raum zu einem chronischen Ödem führen kann, was sich in einer rauhen Stimme („verrauchte Stimme“) äußern kann.

Hirnstammes) → Intermediär- bis Paramedianstellung der Stimmfalten (s. b);

- **hohe periphere Vagusläsionen** in Abhängigkeit vom Ort der Leitungsunterbrechung:
 - im Bereich der Schädelbasis in Höhe des Foramen jugulare (z. B. durch Nasopharynx-tumoren) → durch Ausfall aller inneren und äußeren Kehlkopfmuskeln Intermediär- bzw. Paramedianstellung der betroffenen Stimmfalte (s. b), dadurch kein Glottisschluss und starke Heiserkeit,
 - N. laryngeus superior im mittlerer Halsbereich (z. B. als Komplikation bei der Karotischirurgie) → durch Tonusverlust des M. cricothyroideus geringe Heiserkeit mit Stimmchwäche v. a. im Bereich hoher Frequenzen,
 - N. laryngeus inferior (recurrens) im unteren Halsbereich (z. B. durch Schilddrüsen-Operationen wie Strumektomie, durch Bronchialkarzinome oder Aortenaneurysmen) → durch Ausfall aller inneren Kehlkopfmuskeln auf der betroffenen Seite Median- bis Paramedianstellung der Stimmlippe, geringe Heiserkeit, Verschlechterung der Singstimme, rasche Stimmermüdung, keine Atemnot.

Beachte: Bei beidseitigen Läsionen besteht in der Regel eine deutliche Verschlechterung der Symptomatik; z. B. führt eine beidseitige Rekurrensparese zum Stimmstillstand in Paramedianstellung, zu ausgeprägter Luftnot und starkem inspiratorischen Stridor (bei akutem Auftreten ist häufig eine Tracheotomie erforderlich, s. S. 26). Neben den motorischen Ausfällen kommt es in Abhängigkeit vom Läsionsort zu unterschiedlich lokalisierten Sensibilitätsverlusten der Larynxschleimhaut (s. S. 30). Darüber hinaus führen Vagusschädigungen z. B. zu einer Abschwächung des Würgereflexes, zu Schluckstörungen, Fremdkörpergefühl und Husten sowie zu einer nieselnden Sprache (mangelnder Verschluss des Nasen- und Mundraumes); in der Regel herabhängendes Gaumensegel auf der betroffenen Seite (Ausfall des M. levator veli palatini) und Verlagerung der Uvula zur gesunden Seite.

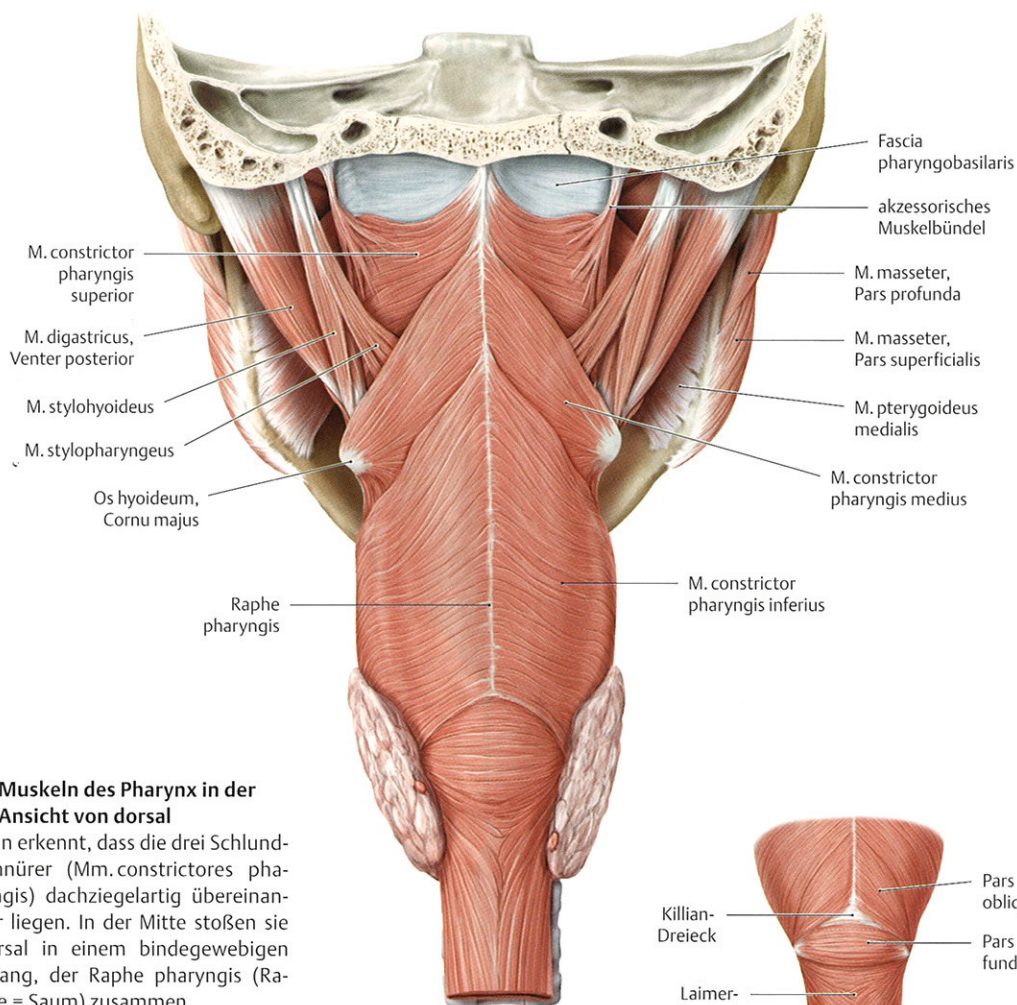
3.7 Rachen (Pharynx): Muskeln



A Muskeln des Pharynx in der Ansicht von links

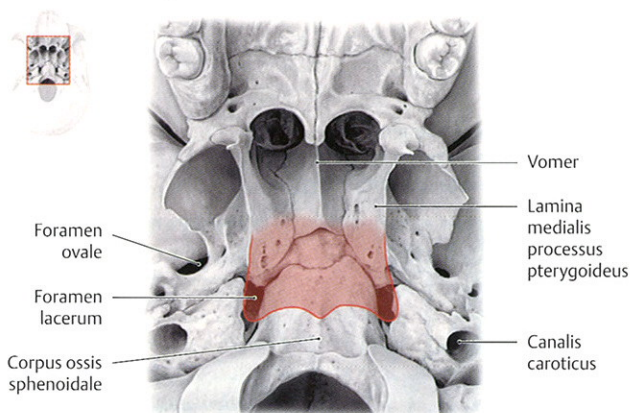
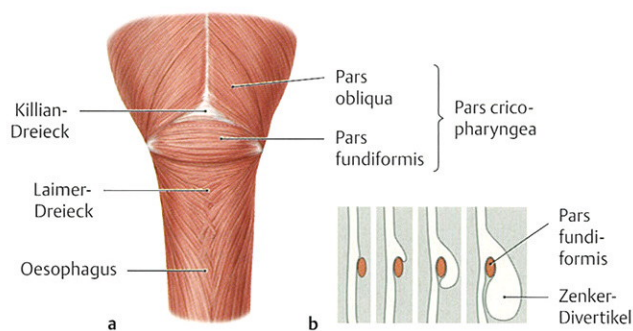
a Übersicht über die Rachenmuskulatur von links-lateral. Der Rachen ist ein muskulärer Schlauch, dessen quergestreifte Muskulatur sich an der Schädelbasis anheftet und in Höhe des Ringknorpels (gegenüber dem 6. Halswirbelkörper) in den Oesophagus übergeht. Obwohl der Pharynx äußerlich als durchgehender muskulärer Schlauch erscheint, wird er innen in drei Etagen unterteilt (s. S. 36). Der Rachen ist aus Schlundschnürern (Einzelheiten s. **b**) und relativ schwach ausgebildeten Schlundhebern aufgebaut.

b Unterteilung der Schlundschnürer. Die Tunica muscularis des Rachens wird beiderseits von drei Schlundschnürern gebildet, den Mm. constrictores pharyngis superior, medius und inferior. An ihnen werden mehrere Abschnitte unterschieden.



B Muskeln des Pharynx in der Ansicht von dorsal

Man erkennt, dass die drei Schlund-schnürer (Mm. constrictores pharyngis) dachziegelartig übereinander liegen. In der Mitte stoßen sie dorsal in einem bindegewebigen Strang, der Raphe pharyngis (Raphe = Saum) zusammen.



C Fascia pharyngobasilaris an der Schädelbasis

Ansicht von kaudal. Die Pharynxmuskulatur entspringt an der Schädelbasis mit einer verdickten Bindegewebsschicht, der Fascia pharyngobasilaris (rot dargestellt). Sie kann als Ursprungsehne der Muskulatur aufgefasst werden.

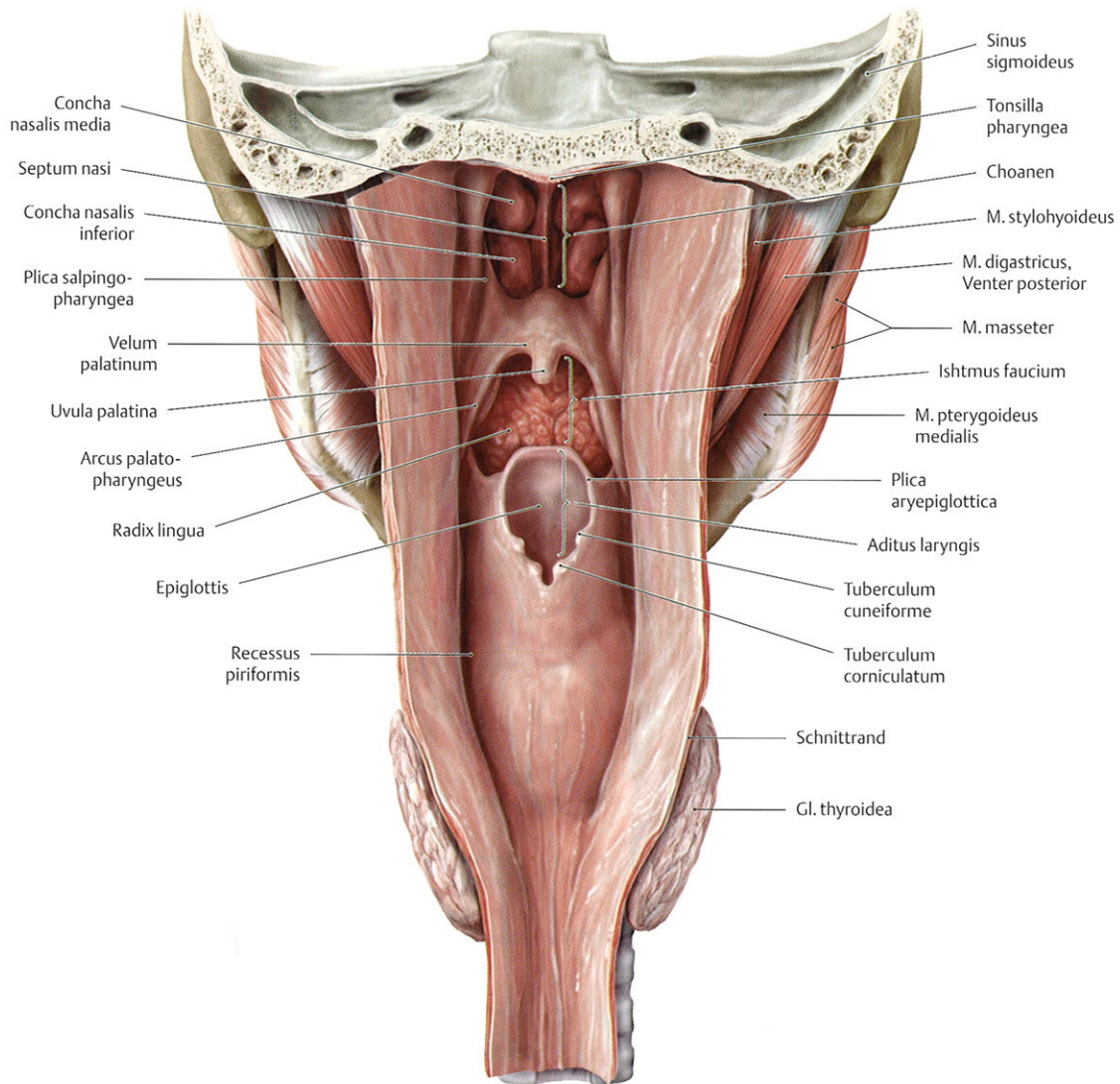
D Übergang Pharynx-Oesophagus-Muskulatur und Entstehung eines Zenker-Divertikels

a Ansicht von dorsal; b Ansicht von links.

Die Pars cricopharyngea des M. constrictor pharyngis inferior wird weiter in eine Pars obliqua und eine Pars fundiformis (Killian-Schleudermuskel) unterteilt. Zwischen diesen beiden Muskelanteilen liegt das muskelschwache Killian-Dreieck. Am Unterrand der Pars fundiformis biegen die Muskelfasern V-förmig nach kaudal um und bilden das sog. Laimer-Dreieck. Aufgrund der Muskelschwäche des Killian-Dreiecks kann sich die Schleimhaut des Hypopharynx nach außen über die Pars fundiformis des M. cricopharyngeus vorwölben (b). Mögliche Folge ist ein Zenker-Divertikel, eine Aussackung, in der sich Speisereste einlagern, die diese Aussackung stetig vergrößern (Gefahr einer Blockade des Ösophaguslumens durch Druck des Divertikelsackes von außen!). Als diagnostischer Hinweis gilt das Herauswürgen von eingelagerten Speiseresten (Regurgitation). Das Zenker-Divertikel tritt im mittleren bis hohen Lebensalter auf. Bei den älteren daher nur bedingt operationsfähigen Patienten durchtrennt man die Pars fundiformis des M. constrictor pharyngis inferior endoskopisch.

Beachte: Da das Zenker-Divertikel als Hypopharynxdivertikel am Übergang zum Oesophagus liegt, wird es als Grenzdivertikel bezeichnet (die oft verwendete Bezeichnung Ösophagusdivertikel ist falsch).

3.8 Rachen: Schleimhautrelief und Verbindungen zur Schädelbasis



A Schleimhautrelief des Pharynx

Ansicht von dorsal. Die muskuläre Hinterwand des Pharynx ist dorsal geschlossen. Zur Darstellung ihres Schleimhautreliefs wurde sie hier median gespalten und zur Seite geklappt. Nach ventral findet man drei Öffnungen des Muskelschlauchs:

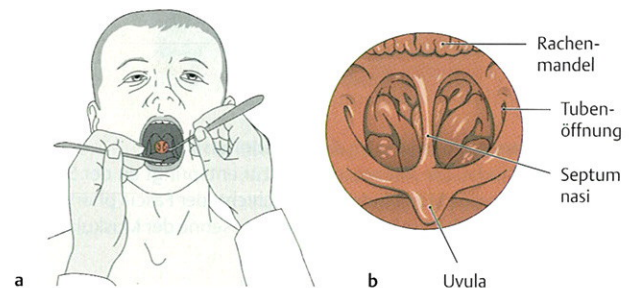
- zur Nasenhöhle (Choanen),
- zur Mundhöhle (Isthmus faucium) und
- zum Kehlkopfeingang (Aditus laryngis).

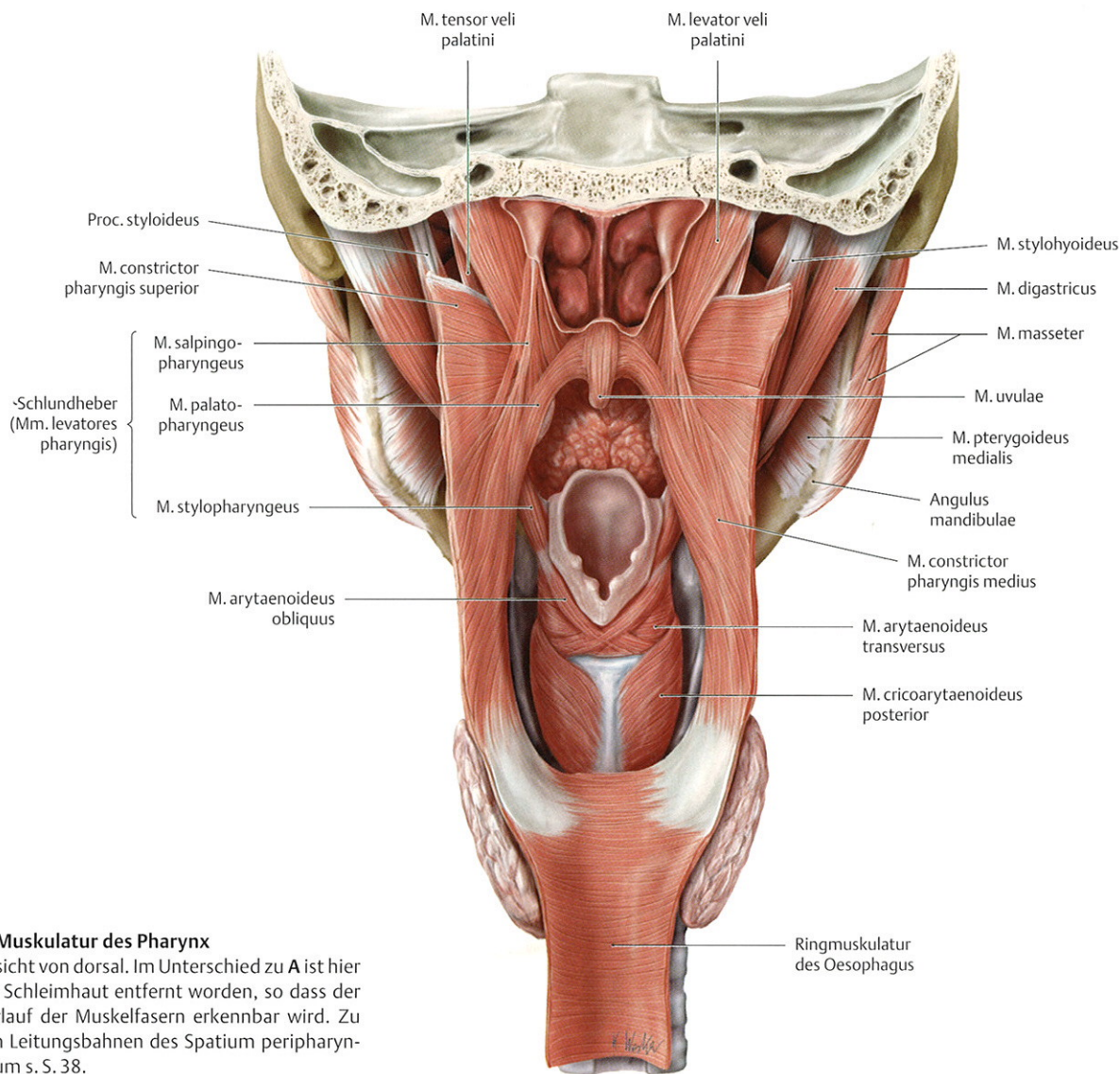
Entsprechend gliedert man den Pharynx in eine Pars nasalis, oralis und laryngea (s. S. 36).

B Posteriore Rhinoskopie

Mit Hilfe der hinteren Rhinoskopie kann der Nasenrachen eingesehen werden.

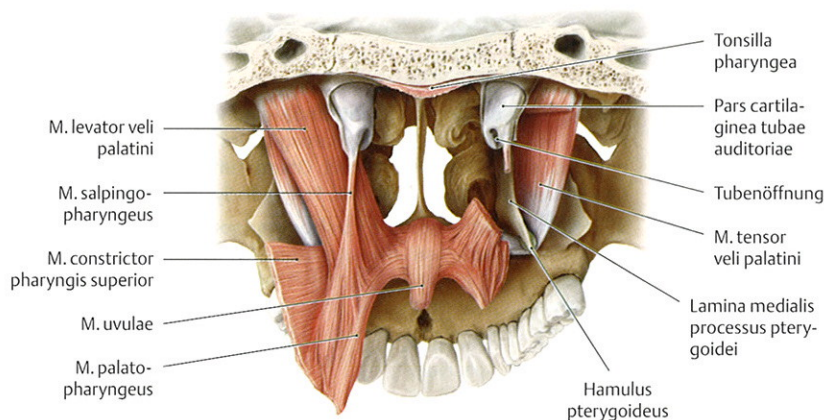
- Haltung des Mundspatels und des Spiegels. Um den Nasopharynx komplett einzusehen (s. b), muss der Spiegel mehrfach gekippt werden.
- Aus einzelnen Spiegelbildern zusammengesetztes Bild der hinteren Rhinoskopie. Man erkennt die Tubenöffnung und die Rachenmandel (Tonsilla pharyngea, s. S. 35).





C Muskulatur des Pharynx

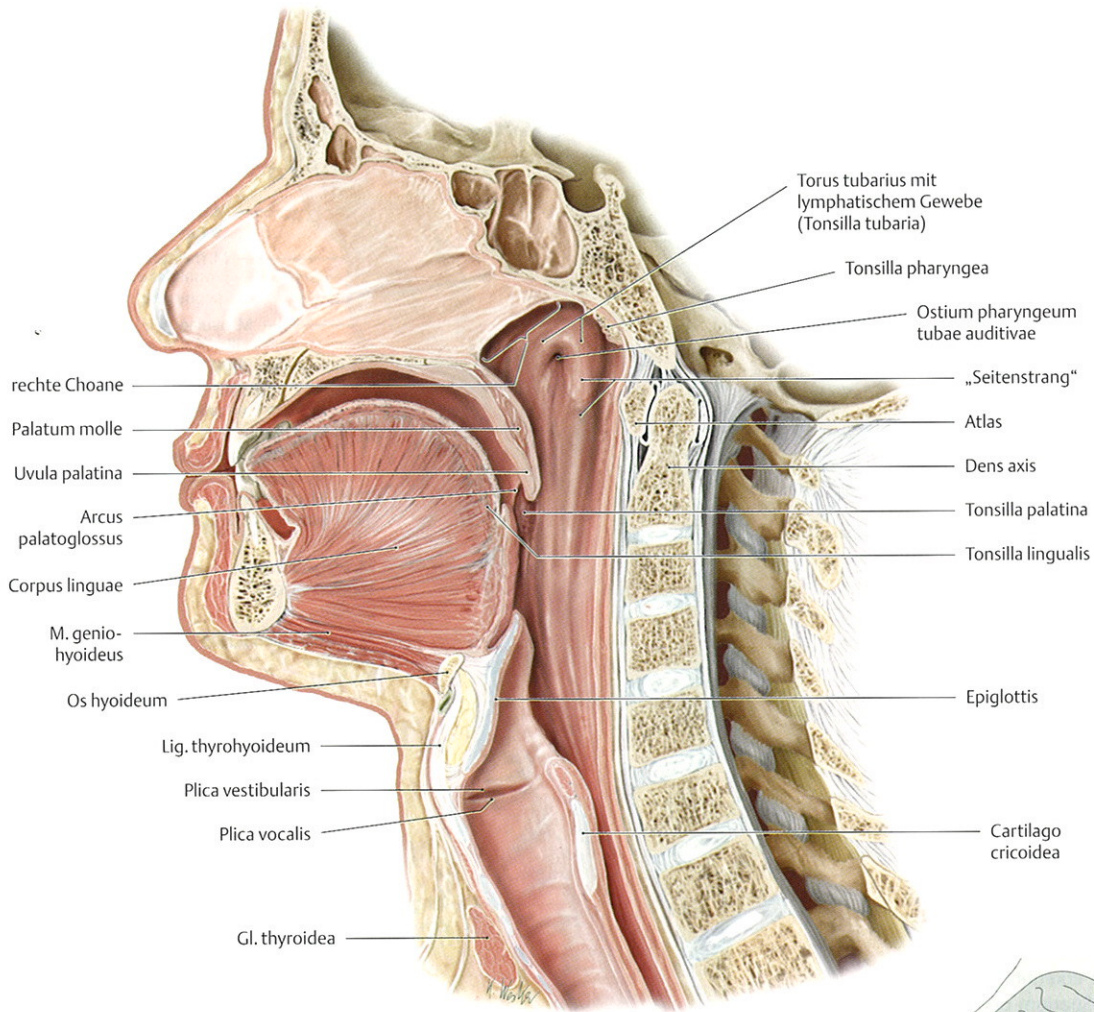
Ansicht von dorsal. Im Unterschied zu A ist hier die Schleimhaut entfernt worden, so dass der Verlauf der Muskelfasern erkennbar wird. Zu den Leitungsbahnen des Spatium peripharyngeum s. S. 38.



D Muskeln des Gaumensegels und der Tuba auditiva

Ansicht von dorsal; Keilbein dorsal der Öffnung der Choanen in der Frontalebene durchgesägt; auf der rechten Seite wurden reseziert: M. levator veli palatini, M. salpingopharyngeus, M. palatopharyngeus und M. constrictor pharyngis superior. Diese Muskeln sind Teil des Fauces (= Schlund; Raum zwischen Gaumensegel, Gaumenbögen und Zungenrücken), der die dorsale Begrenzung der Mundhöhle darstellt. Sie sind hier aufgeführt, damit man die muskuläre Grundlage des Schleimhautbildes der hinteren Rhinoskopie versteht (s. B).

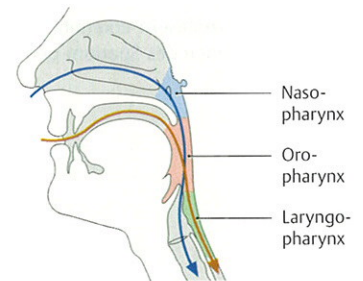
3.9 Rachen: Topografie und Innervation



A Mediansagittalschnitt

Ansicht von links. Man erkennt Nasenscheidewand, Mundhöhle, Rachen, Trachea und Oesophagus. Am Übergang von Nasen- und Mundhöhle in den Pharynx liegen die Tonsillen des lymphatischen Rachenringes, die eine wichtige Rolle bei der frühzeitigen Identifikation und Abwehr von Krankheitserregern spielen (bei größeren Entzündungen übergreifen in den Peripharyngealraum, s. S. 40). Sie werden unterteilt in *Tonsilla pharyngea* (unpaare Rachenmandel am Dach des Pharynx), *Tonsillae palatinae* (paarige Gaumenmandeln zwischen den beiden Gaumenbögen) und *Tonsilla lingualis* (paarige Zungenmandel am Zungengrund). Darüber hinaus gibt es noch das lymphatische Gewebe um die Tubenmündung (Tonsilla tubaria), das sich nach kaudal in die sog. Seitenstränge fortsetzt.

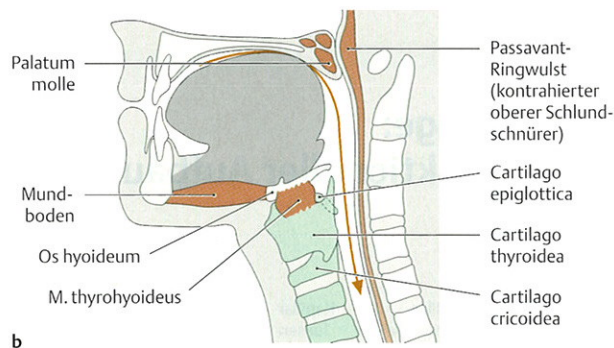
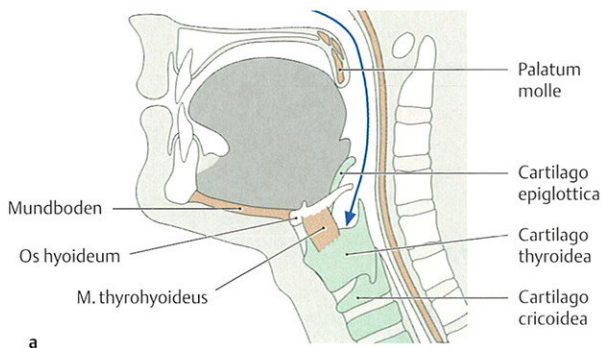
Die Tuba auditiva stellt die Verbindung zum Mittelohr dar und sorgt für den Ausgleich des Luftdrucks im Mittelohr. Eine Schwellung im Bereich der Tubenöffnung (Tonsilla tubaria), die schon bei einer banalen Entzündung auftreten kann, verschließt die Tubenöffnung mit der Folge, dass kein Druckausgleich im Mittelohr mehr stattfindet (sog. Tubenbelüftungsstörung). Dadurch ist das Trommelfell nicht mehr voll beweglich: Der Patient leidet unter einer leichten Hörminderung. Ein weiterer Grund für einen Verschluss der Tube kann durch eine Vergrößerung der Rachenmandel (Tonsilla pharyngea) bedingt sein, die ebenfalls das Tubenlumen verschließen kann (sog. Polypen bei Kleinkindern).



B Etagegliederung der Schlundhöhle (Cavitas pharyngis)

Ansicht von links. Die Cavitas pharyngis wird in *Nasopharynx*, *Oropharynx* und *Laryngopharynx* unterteilt. Oberer Luft- und unterer Speiseweg überkreuzen sich im Oropharynx. Folgende Synonyma für die drei Etagen des Pharynx sind gebräuchlich:

obere Etage:	Pars nasalis pharyngis	Nasopharynx	Epipharynx
mittlere Etage:	Pars oralis pharyngis	Oropharynx	Mesopharynx
untere Etage:	Pars laryngealis pharyngis	Laryngopharynx	Hypopharynx



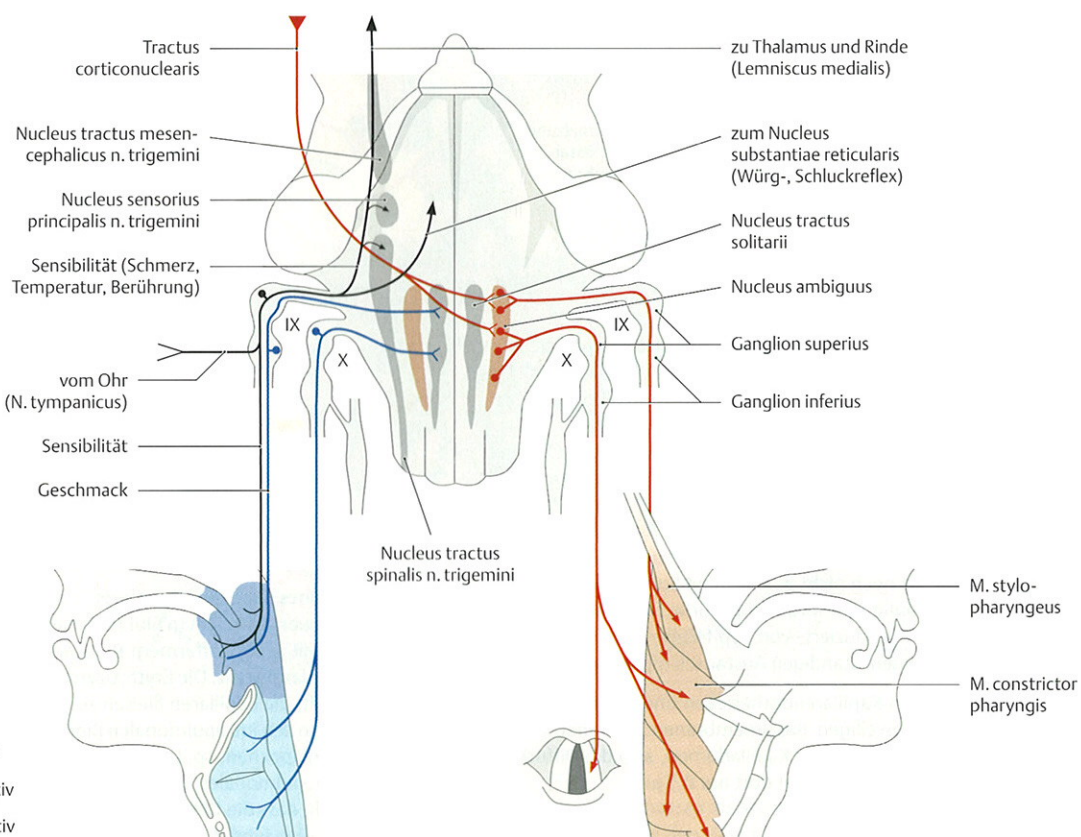
C Anatomie des Schluckaktes

Der Kehlkopf, als Bestandteil des Luftweges, liegt beim Erwachsenen vor dem Eingang zum Speiseweg (a). Beim Schluckakt (b) wird der Luftweg daher kurzzeitig verschlossen, damit keine Nahrung in die Trachea gelangt. Der Schluckakt wird willkürlich eingeleitet. Man unterscheidet drei Phasen:

1. willkürliche Einleitung des Schluckaktes,
2. reflektorischer Verschluss der Atemwege und

3. reflektorischer Transport der Nahrung durch Schlund und Speiseröhre.

In der 2. Phase wird der Kehlkopf durch Kontraktion der Mundbodenmuskulatur (Mm. mylohyoidei, Mm. digastrici) und der Mm. thyrohyoidei angehoben, die Epiglottis verschließt den Kehlkopfeingang, der untere Luftweg ist somit verschlossen. Gleichzeitig wird der weiche Gaumen (Palatum molle) gespannt und angehoben und gegen die hintere Pharynxwand gedrängt (Verschluss des oberen Luftweges).

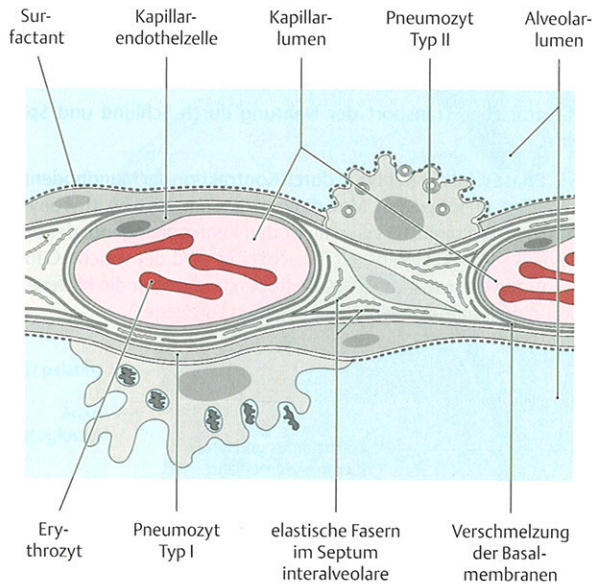


D N. vagus und N. glossopharyngeus: Periphere Innervationsgebiete und Kerngebiete im Hirnstamm (nach Duus)

Ansicht von dorsal. Sowohl der N. glossopharyngeus (IX) als auch der N. vagus (X) haben ihre Kerngebiete im Hirnstamm. Auf der linken Seite des Hirnstammes sind die sensiblen Kerne, auf der rechten Seite die motorischen Kerngebiete eingezeichnet.

Beachte, dass beide Nerven an der sensiblen und motorischen Versorgung des Rachens beteiligt sind, sie bilden zusammen den Plexus pharyngeus.

2.10 Lunge: Funktioneller Aufbau des Gefäßbaums



A Auskleidung der Alveolen

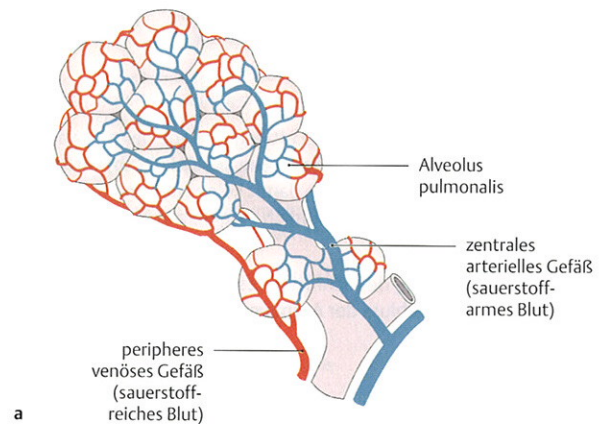
Alveolen werden von zwei Typen von Alveolarepithelzellen (= Pneumozyten) ausgekleidet:

- Alveolarepithelzellen Typ I: überwiegen in der Anzahl, sind flach ausgebreitet und bilden eine kontinuierliche Schicht (= Deckzellen). Untereinander sind sie durch Zonulae occludentes eng miteinander verbunden.
- Alveolarepithelzellen Typ II: deutlich größer als Typ-I-Zellen; oft einzeln (= Nischenzellen). Sie produzieren einen Protein-Phospholipid-Film, den sog. Surfactant, der sich auf der ganzen Alveolenoberfläche verteilt und die Oberflächenspannung der Alveolen herabsetzt (leichtere Dehnung der Lungen!). Die unreife Lunge frühgeborener Kinder produziert oft noch nicht ausreichend Surfactant. Frühgeborene haben daher häufig Atemprobleme. Surfactant wird von Typ-II-Zellen kontinuierlich produziert, von Typ-I-Zellen kontinuierlich resorbiert, so dass er einem ständigen Austausch unterliegt.

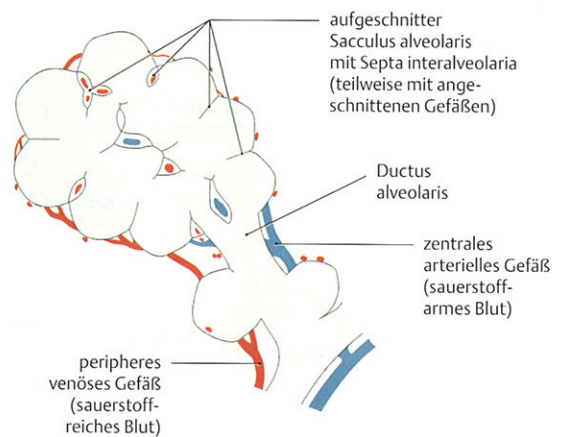
An der Kontaktstelle von Kapillarendothelzellen und Typ-I-Pneumozyten verschmelzen die jeweiligen Basalmembranen. Die anatomische Entfernung von Alveolarlichtung zu Kapillarlumen, also die Diffusionsstrecke für den Gasaustausch, beträgt dort nur 0,5 µm.

Beachte: Alle Erkrankungen, die

- die Diffusionsstrecke Alveolarlumen – Kapillarlumen verlängern (Einlagerung von Wasser = Ödem oder bei Entzündung),
- die Belüftung (Zerstörung von Alveolen, z. B. bei Lungenüberblähung [Lungenemphysem]) oder Durchblutung (Verödung von Kapillaren) der Lungen vermindern oder
- einen Flüssigkeitseintritt in die Alveolen bewirken (Lungenentzündung), vermindern die Kapazität zum alveolokapillären Gasaustausch und verschlechtern damit die Atmung.



a

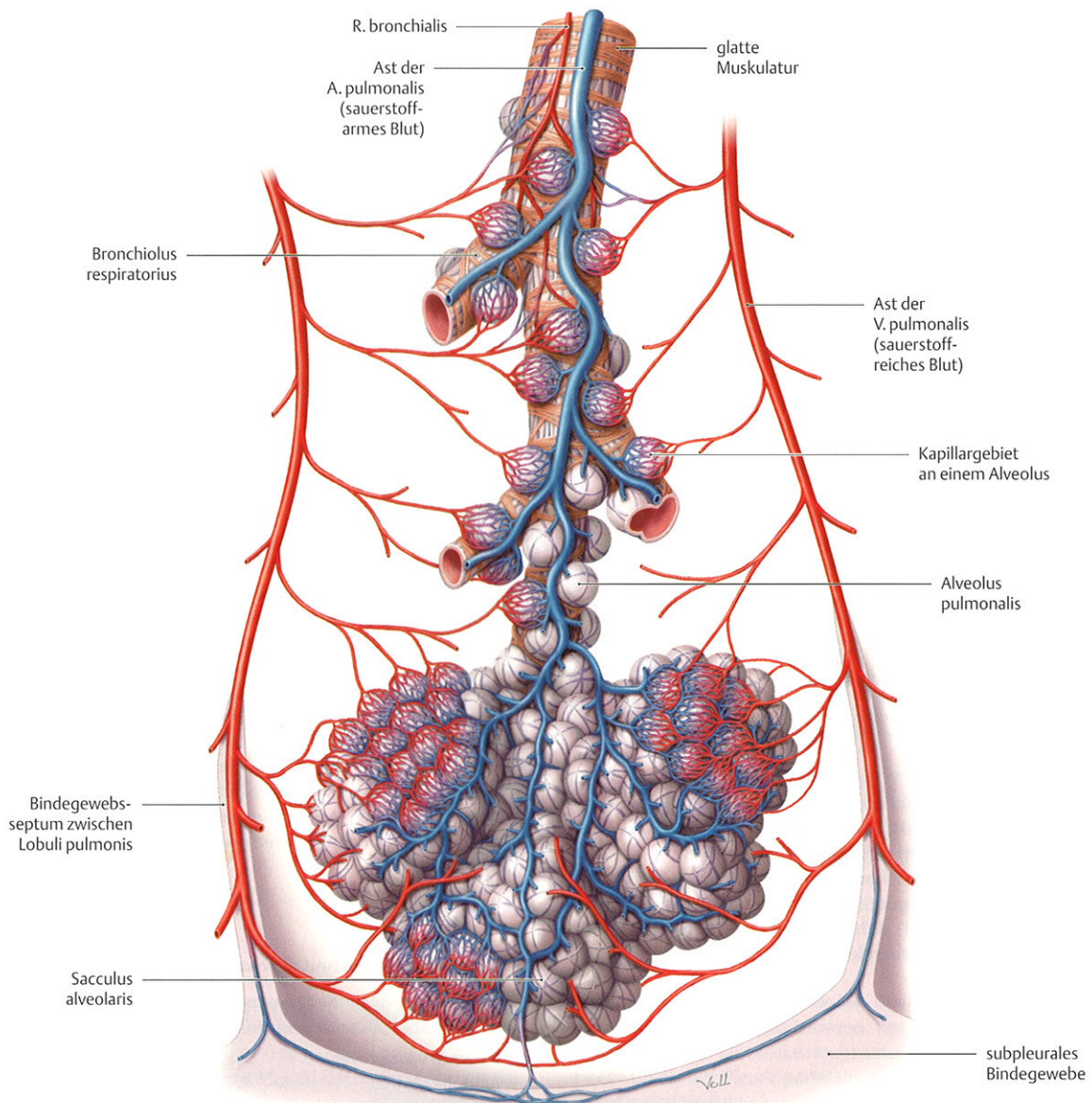


b

B Feinbau eines Sacculus alveolaris

Gefäße mit sauerstoffreichem Blut (venöser Schenkel der Gefäßstrecke) rot, Gefäße mit sauerstoffarmem Blut (arterieller Schenkel der Gefäßstrecke) blau dargestellt. Die Erythrozyten in den kleinen Kapillaren binden Sauerstoff, die Kapillaren fließen zu größeren Gefäßen zusammen. Sie verlaufen in den intrapulmonalen Bindegewebssepten zunächst zwischen Lungenläppchen, später zwischen Lungensegmenten und münden in die Vv. pulmonales. Der aufgeschnittene Sacculus alveolaris (b) zeigt deutlich, dass die Gefäße die Alveolen nicht nur an der Außenfläche des Sacculus umgeben, sondern auch in die Septa interalveolaria eindringen, so dass die Kapillaren mit mehreren benachbarten Alveolen am Gasaustausch teilnehmen können.

Beachte: Der Ast der A. pulmonalis und der betreffende Abschnitt des Bronchialsystems (Bronchus, Bronchiolus) liegen immer gemeinsam im Zentrum der Lungenbaueinheit (Segment, Lobulus); der Ast der V. pulmonalis liegt dagegen immer in der Peripherie des Segmentes oder Lappchens, damit er das sauerstoffreiche Blut aus den Kapillaren aufnehmen kann.

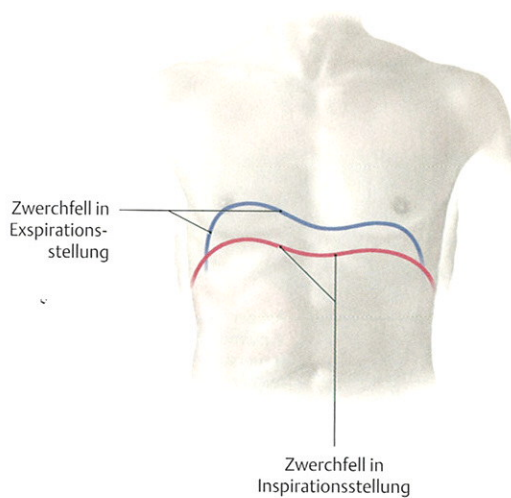


C Bronchiolus respiratorius mit Gefäßbaum

Gefäße mit sauerstoffreichem Blut (venöser Schenkel der Gefäßstrecke) rot, Gefäße mit sauerstoffarmem Blut (arterieller Schenkel der Gefäßstrecke) blau dargestellt. Um den Gasaustausch zwischen der Luft in den Alveolen und dem Blut zu gewährleisten, muss sich der Gefäßbaum der Lunge in analoger Weise aufteilen wie der Bronchialbaum. Feinste Verzweigungen der A. pulmonalis folgen als Kapillaren der Aufteilung des Bronchialbaums bis in die Wand zwischen den Alveolen (Septa interalveolaria, s. B).

Zahlreiche Anastomosen zwischen den Vasa publica (A. und V. pulmonalis) einerseits und den Vasa privata (R. bronchialis und V. bronchialis) andererseits (s. S. 122) bewirken, dass bei einer Lungenembolie (Verschluss eines Astes der A. pulmonalis durch ein Blutgerinnsel) das nachgeschaltete Lungengewebe nicht zugrunde gehen muss: es kommt nicht zu einem Lungeninfarkt.

2.11 Zwerchfell (Diaphragma)

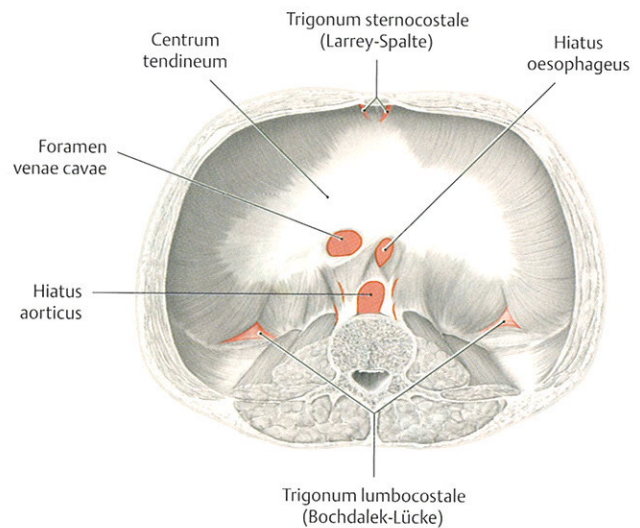


A Projektion des Diaphragma auf den Rumpf

Ansicht von ventral. Dargestellt sind Expirations- (blau) und Inspirationsstellung (rot). In Expirationsstellung steht das Zwerchfell (rechts) bis zur 4. Rippe hoch, bei maximaler Inspiration kann das Zwerchfell rechts bis fast zur 7. Rippe abgesenkt werden.

Beachte:

- Der konkrete Zwerchfellstand ist abhängig von Konstitutionstyp, Geschlecht, Lebensalter.
- Links steht das Zwerchfell wegen der asymmetrischen Lage des Herzens tiefer als rechts.
- Bei Einatmung kommt es nicht nur zu einer Senkung des Zwerchfells, sondern v. a. auch zu einer Abflachung der beiden Kuppeln.
- Am liegenden Menschen steht das Zwerchfell höher (Druck der intra-abdominalen Organe) als am stehenden Menschen.
- Das Bewegungsausmaß des Zwerchfells bei Inspiration lässt sich anhand der Verschiebung des gut tastbaren Leberrandes abschätzen.
- Am Leichnam (Präpariersaal) steht das Zwerchfell aufgrund des Tonusverlustes höher als am Lebenden bei Expiration.

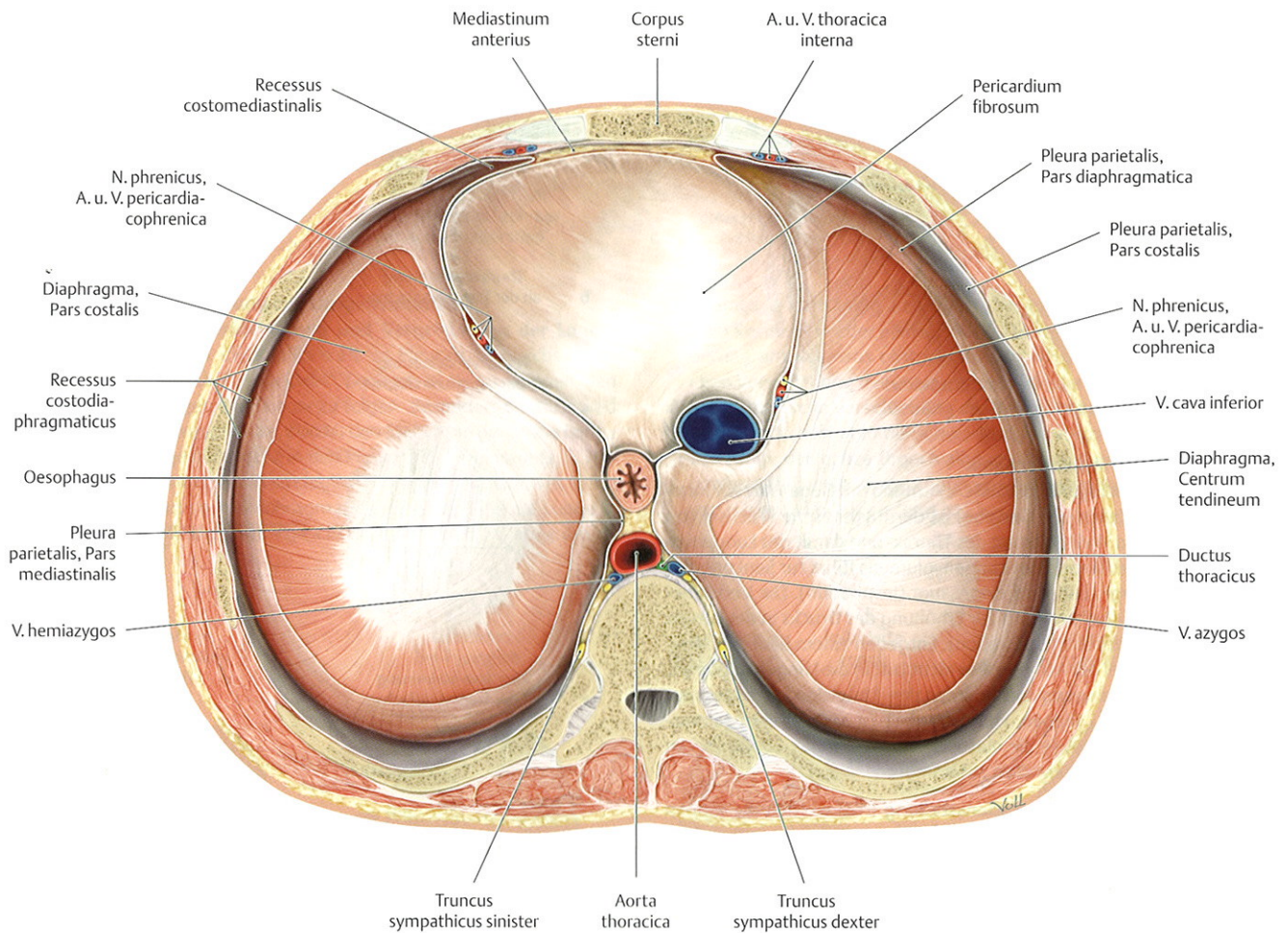


B Zwerchfelllücken

Ansicht von kaudal. Hier werden nur die Lücken im Zwerchfell und die vom Thorax zum Abdomen bzw. umgekehrt durchtretenden Strukturen (s. C) besprochen. Zu Aufbau und Form des Diaphragmas s. Prometheus, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. Das Zwerchfell ist topografisch der Verschluss der unteren Thoraxapertur. Die Zwerchfelllücken entstehen, weil die Spalten zwischen den einzelnen Zwerchfellanteilen nur bindegewebig verschlossen sind und weil Leitungsbahnen entweder durch das Muskelgewebe oder durch das sehnige Zentrum des Zwerchfells hindurchtreten. Die größeren Lücken sind insofern von klinischer Bedeutung, als an diesen Schwachstellen Organe des Abdomens im Rahmen eines Eingeweidebruchs (Hernie) in den Thorax verlagert werden können. Am häufigsten sind solche Hernien am Hiatus oesophageus. In C sind die Lücken und die durchtretenden Strukturen zusammengefasst.

C Zwerchfelllücken und durchtretende Strukturen

Zwerchfelllücke	Durchtretende Struktur
Foramen venae cavae (in Höhe BWK 8)	V. cava inferior R. phrenicoabdominalis des rechten N. phrenicus (der linke R. phrenicoabdominalis tritt durch die Muskulatur hindurch)
Hiatus oesophageus (in Höhe BWK 10)	Oesophagus Trunci vagales anterior und posterior (auf dem Oesophagus)
Hiatus aorticus (in Höhe BWK 12/LWK 1)	Pars descendens aortae Ductus thoracicus
Spalten im Crus mediale	V. azygos, V. hemiazygos, Nn. splanchnici
Spalten zwischen Crus mediale und Crus laterale	Truncus sympathicus
Trigonum sternocostale	A. u. V. thoracica interna/epigastrica superior

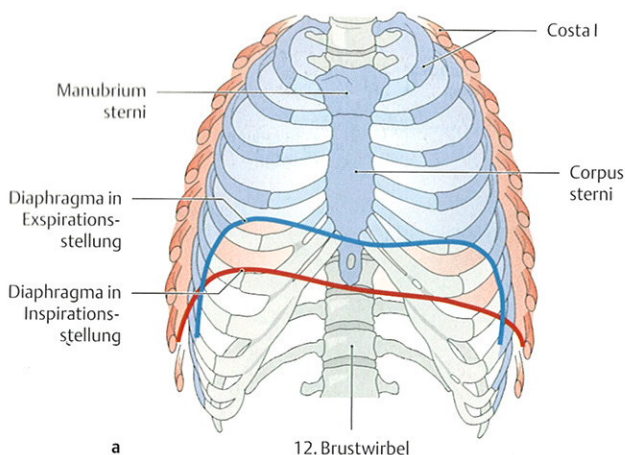


D Verschluss der unteren Thoraxapertur: Diaphragma

Ansicht von kranial. Herz und Lungen entfernt, Pleura parietalis auf dem Zwerchfell weiträumig gefenestert. Aufgrund der Wölbung des Zwerchfells senkt sich zwischen den parietalen Pleurablättern ein Recessus der Pleura ein, der *Recessus costodiaphragmaticus*, der mit Pars costalis und Pars diaphragmatica der Pleura parietalis ausgekleidet ist. Ein weiterer Recessus, der *Recessus costomediastinalis*, entsteht (weitgehend unabhängig von der Zwerchfellwölbung) zwischen Rippen und Sternumrückwand einerseits und Herzbeutelvorderwand andererseits. Er wird von Pars costalis und Pars mediastinalis der Pleura parietalis ausgekleidet. Bei der Inspiration dringt die Lunge teilweise in diese sog. Komplen-

tärräume vor (s. S. 93). Der schmale, mit Fett und Bindegewebe gefüllte Raum zwischen Sternumrückwand, Perikard und den Recessus costomediastinales ist das Mediastinum anterius. Zwischen Perikard und Pars mediastinalis der Pleura parietalis verlaufen der N. phrenicus und die A. und V. pericardiacophrenica nach kaudal zum Zwerchfell. Bedeckt von Pleura parietalis ziehen links und rechts des Sternum die A. und V. thoracica interna nach kaudal, um an der (hier nicht sichtbaren) Lücke am Trigonum sternocostale durch das Zwerchfell durchzutreten. Dorsal, sehr dicht an der Wirbelsäule, ziehen die Aorta thoracica, Vv. azygos und hemiazygos, Ductus thoracicus und die Anteile des Truncus sympathicus durch das Zwerchfell in das Abdomen (bzw. kommen von dort).

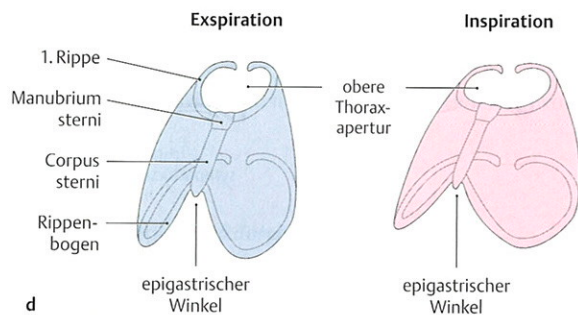
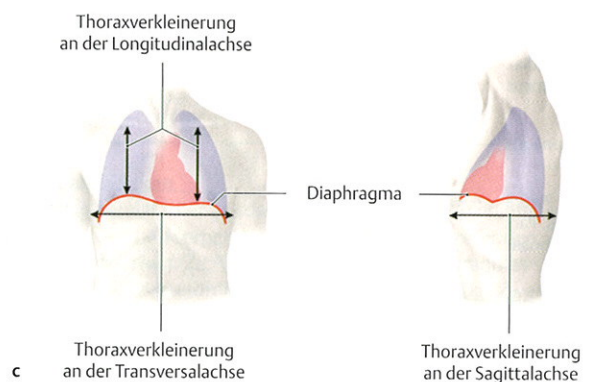
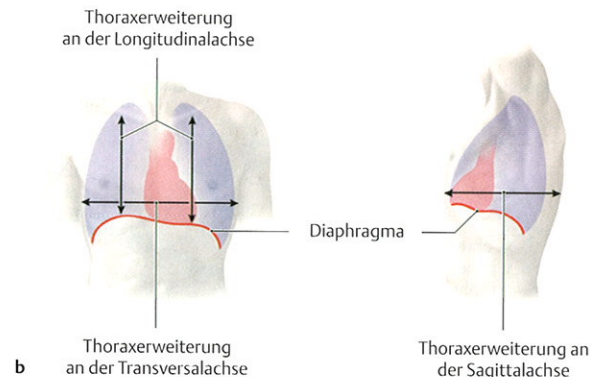
2.12 Atemmechanik



A Grundlagen der Atemmechanik

Mechanische Grundlage für die äußere Atmung (im Gegensatz zur inneren Atmung der Zellen und Gewebe) ist der rhythmische Wechsel von Vergrößerung und Verkleinerung des Thorax- und damit des Lungenvolumens. Die Vergrößerung des Lungenvolumens führt zur Senkung des Drucks in der Lunge: Luft wird eingesaugt (Inspiration). Die Verkleinerung des Lungenvolumens führt zur Erhöhung des Drucks in der Lunge: Luft wird hinausgepresst (Expiration). Entgegen einem häufigen Missverständnis wird bei der Atmung also nicht Luft in die Lungen gepumpt, sondern durch Erzeugung intrapulmonalen Unterdrucks eingesaugt („Blasebalgwirkung“). Rippen, Thoraxmuskeln (v. a. die Interkostalmuskeln) und Zwerchfell sowie die elastischen Fasern in der Lunge wirken bei der Atmung folgendermaßen zusammen:

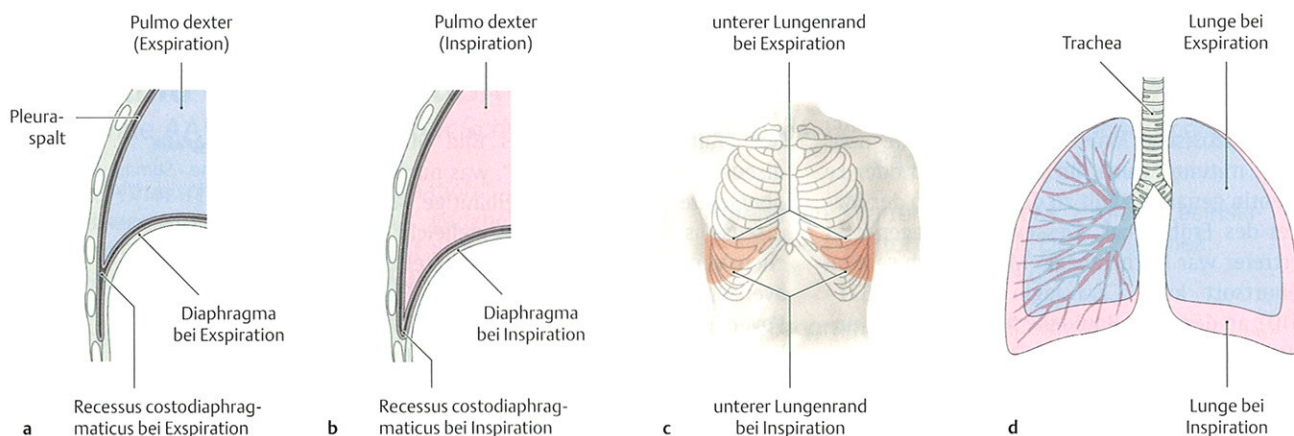
- Bei Bewegung in die **Inspirationsstellung** (rot) werden die Rippen durch die Interkostalmuskeln (v. a. Mm. intercostales externi) und die Mm. scaleni angehoben. Da die Rippen gekrümmt sind und schräg von oben nach unten verlaufen, verbreitert sich der Thorax durch dieses Anheben sowohl zur Seite hin („zu den Flanken“) als auch nach vorne. Gleichzeitig werden die Zwerchfellkuppeln durch Kontraktion abgesenkt (rote Zwerchfellkontur in a), so dass sich der Thorax auch nach unten erweitert. Zudem vergrößert sich der epigastrische Winkel (s. d). Durch diese Vorgänge erweitert sich das Thoraxvolumen insgesamt.
- Bei Bewegung in die **Expirationsstellung** (blau) wird der Thorax in alle Raumrichtungen wieder verkleinert, das Thoraxvolumen vermindert sich. Dieser Vorgang erfordert keine weitere Muskelenergie: Die inspiratorisch tätigen Muskeln erschlaffen, die Lunge zieht sich wieder zusammen, indem die zahlreichen bei der Inspiration gedehnten elastischen Fasern des Lungenbindegewebes die in ihnen gespeicherte Dehnungsenergie wieder abgeben. Nur bei forcierter Ausatmung senken expiratorisch wirksame Muskeln (v. a. Mm. intercostales interni) den knöchernen Thoraxrahmen (schneller und in höherem Ausmaß als dies durch die elastischen Fasern alleine möglich wäre) aktiv ab.



B Atemmuskeln

Inspiratorisch wirksam	Expiratorisch wirksam
Mm. scaleni	Mm. intercostales interni
Mm. intercostales externi	M. transversus thoracis
Mm. intercartilaginei	M. subcostalis
Mm. serrati posteriores superiores und inferiores	
Diaphragma	

Die Schultergürtelmuskeln, deren primäre Aufgabe die Bewegung des Schultergürtels ist, können bei fixierter oberer Extremität (Aufstützen des Armes) den Thorax, an dem sie entspringen, heben und weiten und so als sog. Atemhilfsmuskeln bei forcierter Atmung (Atemnot!) tätig werden (s. Prometheus, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem).



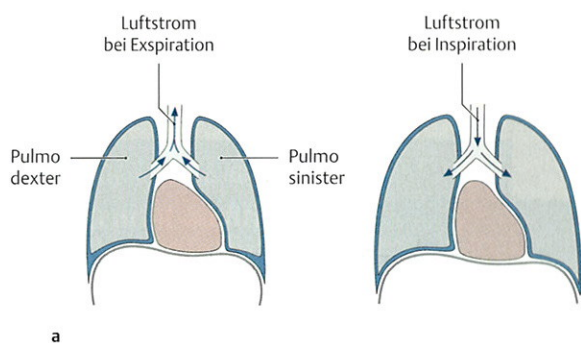
C Respiratorische Änderung des Lungenvolumens

a-c Respiratorische Verkleinerung und Vergrößerung der Lunge:

Die Lunge wird über die Kapillarkraft im Pleuraspalt gleichsam an die Wand der Pleurahöhle „geklebt“. Dadurch ist sie gezwungen, den Volumenänderungen des Thorax zu folgen. Besonders deutlich wird dies an den Recessus pleurae, also an den Stellen, an denen die Lunge in Atemmittellage nicht ganz in den Pleuraspalt hineinragt (s. S. 79). Durch die Abflachung der Zwerchfellwölbung bei Inspiration (s. S. 90) wird der Recessus costodiaphragmaticus erweitert und die Lunge in den so frei werdenden Raum gleichsam hineingesaugt, ohne ihn al-

lerdings je vollständig auszufüllen, bei Expiration zieht sie sich aus dem Recessus wieder etwas zurück. Die respiratorische Volumenänderung am Recessus costodiaphragmaticus führt zu einer erheblichen Verschiebung der unteren Lungenränder (c).

d Respiratorische Verschiebung des Bronchialbaums: Im Rahmen der respiratorischen Volumenschwankungen verschiebt sich innerhalb der Lunge der ganze Bronchialbaum. Diese strukturellen Verschiebungen sind umso ausgeprägter, je weiter der Bronchialbaumanteil von Hilum pulmonis entfernt ist.

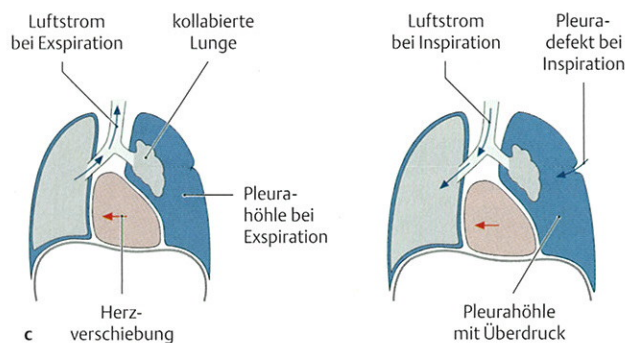
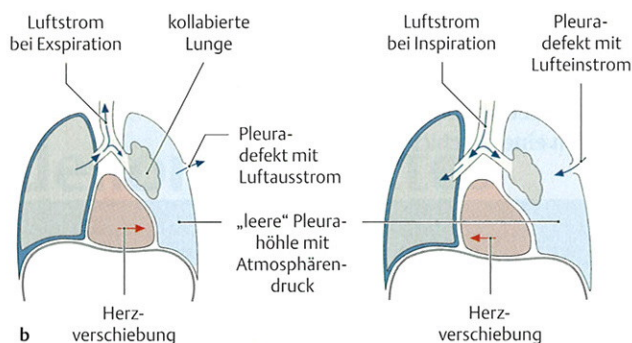


D Veränderung der Atemmechanik beim Pneumothorax

a Normale Atemmechanik: Der Pleuraspalt ist nach allen Seiten dicht verschlossen.

b Pneumothorax: Durch eine Verletzung der parietalen Pleura links ist von außen Luft in den Pleuraspalt eingedrungen. Die mechanische Wirkung des kapillären Pleuraspaltes (s. C) ist aufgehoben, die linke Lunge aufgrund der Eigenelastizität ihres Bindegewebes kollabiert. Sie nimmt nicht mehr an der Atmung teil. Nur noch die rechte - intakte - Pleurahöhle ist atemmechanisch aktiv. Bei Einatmung wird Luft in die eröffnete Pleurahöhle gesaugt, bei Ausatmung wieder hinausgedrückt. Da in der rechten Pleurahöhle noch normale respiratorische Druckschwankungen vorherrschen, links aufgrund des Defektes aber nicht mehr, kommt es zu atemsynchronen Rechts-links Bewegungen des Mediastinums (sog. Mediastinalflattern).

c Spannungspneumothorax (Ventilpneumothorax): Traumatisch losgelöstes und verschobenes Gewebe bedeckt den Defekt in der Pleurahöhle von der Innenseite wie eine „verschiebbare Wand“ (Kulisse) und verhindert das Ausströmen von Luft. Luft passiert den Defekt nur noch in eine Richtung: nach innen. Dies führt dazu, dass die Pleurahöhle bei jedem Atemzug eine kleine Menge Luft an der Kulisse vorbei ansaugt, diese Luft aber nicht mehr entlässt. Nach und



nach wird die Pleurahöhle aufgepumpt („Fahrradventilmechanismus“). Das Mediastinum wird allmählich zur gesunden Seite hin verschoben (sog. Mediastinalverschiebung), was zu einem Abknicken der herznahen Gefäße führen kann. Der Spannungspneumothorax verläuft ohne Therapie immer tödlich.