

Jacek LORKOWSKI<sup>1</sup>  
Renata WILK<sup>2</sup>  
Eugeniusz PENKIN<sup>1</sup>  
Waldemar HŁADKI<sup>3</sup>

## Anatomia kliniczna układu oddechowego

### Anatomy of respiratory system

<sup>1</sup>Klinika Ortopedii i Traumatologii Centralnego Szpitala Klinicznego MSWiA, Warszawa  
Kierownik Kliniki:  
Prof. dr hab. med. Ireneusz Kotela

<sup>2</sup>Zakład Anatomii, Katedra Nauk Podstawowych, Wydział Nauk o Zdrowiu, Katowice  
Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach.  
Kierownik Zakładu:  
Dr med. Virginia Likus

<sup>3</sup>Katedra Ortopedii, Traumatologii i Rehabilitacji, Zakład Fizjoterapii, Akademia im. Frycza-Modrzewskiego, Krakowie, ul. Herlinga Grudzińskiego 1  
Kierownik Zakładu:  
Prof. dr hab. Joanna Golec

#### Słowa kluczowe:

układ oddechowy, anatomia, anatomia kliniczna

#### Key words:

respiratory system, anatomy, clinical anatomy

Układ oddechowy człowieka to przede wszystkim jednostka anatomiczno-czynnościowa służąca wymiany gazowej – oddychania. Autorzy przedstawiają w artykule podstawy anatomii układu oddechowego poszerzone o wybrane istotne problemy kliniczne.

#### Wstęp

Układ oddechowy jest przede wszystkim odpowiedzialny za wymianę gazową pomiędzy komórkami organizmu a środowiskiem, pozwalając na wnikanie tlenu a usuwanie dwutlenku węgla z organizmu. Tlen jest niezbędny do produkcji energii niezbędnej do prowadzenia procesów metabolicznych przez komórki. Budowa poszczególnych odcinków układu oddechowego różni się w zależności od pełnionych przez nie funkcje. Podstawowy podział dróg oddechowych obejmuje górne i dolne drogi oddechowe. Do górnych dróg oddechowych zaliczane są:

- nos zewnętrzny
- jama nosowa
- zatoki przynosowe
- gardło
- krtań do poziomu głośni z przedślonką

W obrębie górnych dróg oddechowych odbywa się proces ogrzewania oraz nawilżania powietrza a ponadto oczyszczanie go ze szkodliwych pyłów dzięki ich przywieraniu do rzęsek oraz śluzu pokrywającego ich ściany. Dolne drogi oddechowe obejmują:

- krtań od poziomu jamy podgłośniej
- tchawicę
- oskrzela zewnętrzne i wewnętrzne

Z punktu widzenia funkcjonalnego drogi oddechowe można podzielić na część przewodzącą powietrze oraz część zapewniającą wymianę gazową (od poziomu oskrzelików oddechowych) [1,2,3].

#### Budowa szczegółowa układu oddechowego

Nos zewnętrzny (*nasus externus*)

W budowie nosa zewnętrznego można wyróżnić grzbiet nosa łączący

The human respiratory system is primarily an anatomical and functional unit used for gas exchange - breathing. In the article, the authors present the basics of the anatomy of the respiratory system, extended with selected important clinical problems.

podstawę nosa z jego wierzchołkiem. Dolna część nosa jest zaopatrzona w nozdrza zewnętrzne (*nares*) ograniczone przez skrzydła nosa i prowadzące do przedsionka nosa. Nos zewnętrzny budują parzyste kości nosowe, które są połączone z wyrostkami nosowymi szczęki u podstawy oraz częścią nosową kości czołowej. **Chrząstki boczne nosa** (*cartilagine laterales*), **chrząstki skrzydłowe większe oraz mniejsze** (*cartilagine alares maiores et minores*) – parzyste a także chrząstka przegrody nosa (*cartilago septi nasi*) stanowią elementy chrzęstnego szkieletu nosa zewnętrznego, pomiędzy chrząstkami znajduje się tkanka łączna włóknista. Zewnętrzna część nosa jest pokryta przez **mięsień nosowy** (*musculus nasalis*) należący do mięśni wyrazowych twarzy otaczających skrzydła nosa, na zewnątrz od mięśnia leży skóra, która dodatkowo wnika do przedsionka nosa, ta część skóry jest porośnięta **włosami nosowymi** (*vibrissae*), służącymi jako dodatkowa bariera przed wnikaniem dużych zanieczyszczeń do dróg oddechowych [2,4,6].

#### Jama nosowa (*Cavum nasi*)

Jama nosowa stanowi przedłużenie nosa zewnętrznego. Jest podzielona na 2 części przez przegrodę nosa, która składa się z części kostnej oraz chrzęstnej. Część kostną przegrody nosa buduje: blaszka pionowa kości sitowej (*lamina perpendicularis ossis ethmoidalis*) oraz lemiesz (*vomer*), chrzęstna przegroda nosa uzupełnia lemiesz w jego przejściu w obręb nosa zewnętrznego. Ograniczenia kostne jamy nosowej budują:

- Ścianę górną: trzon kości klinowej (*corpus ossis sphenoidalis*), część nosowa kości czołowej (*pars nasalis ossis frontalis*) oraz dwie kości nosowe (*os nasalis*).

#### Adres do korespondencji:

Jacek Lorkowski  
02-507 Warszawa, ul. Wołoska 137  
e-mail: jacek.lorkowski@gmail.com

- Ściana dolna jamy nosowej jest utworzona przez wyrostki podniebienne szczęki (*processus palatinus maxillae*) oraz blaszki poziome kości podniebionych (*lamina horizontalis ossis palatini*).

- Ściana boczna jest utworzona głównie przez trzon kości szczękowej (*corpus maxillae*), blaszkę pionową kości podniebiennej (*lamina perpendicularis ossis palatini*) oraz błędnik sitowy (*labirintus ethmoidalis*)

- Ścianę przysrodkową tworzy: przegroda nosa

Jama nosowa jest węższa w części górnej a szersza u dołu. Z bocznej ściany w głąb jamy nosowej wychodzą kostne wyrostki w postaci małżowin nosowych górnej, środkowej i dolnej (*concha nasalis superior, media et inferior*) dzielące jamę nosową na przewody nosowe górny, środkowy i dolny (*meatus nasi superior media et inferior*) przechodzące poniżej jednoimiennej małżowiny. Powyżej i ku tyłowi od małżowiny nosowej górnej znajduje się zachyłek klinowo – sitowy (*recessus sphenoidal*). W przewodzie nosowym środkowym znajdują się ujścia zatok przynosowych podobnie jak w zachyłku klinowo – sitowym. W przewodzie nosowym dolnym znajduje się ujście przewodu nosowo – łzowego odprowadzającego łzy z oczodołu do jamy nosowej. Ściany jamy nosowej wyściełają dwa rodzaje nabłonka, dolną część nabłonek oddechowy typowy dla dróg oddechowych, górną część nabłonek węchowy, którego zadaniem jest odbieranie wrażeń węchowych. W tylnej części jama nosowa łączy się z częścią nosową gardła poprzez nozdrza tylne (*choanae*) [1,2,3].

Unaczynienie tętnicze i żyłne nosa zewnętrznego i jamy nosowej:

- tętnica sitowa przednia i tylna (*arteria ethmoidalis anterior et posterior*) z tętnicy ocznej (*arteria ophthalmica*)

- tętnica klinowo – podniebienne (*arteria sphenopalatina*) od tętnicy szczękowej (*arteria maxillaris*) zaopatrują wewnątrz jamy nosowej oraz nosa zewnętrznego, zarówno ściany boczne oraz ścianę przysrodkową.

Nos zewnętrzny dodatkowo uzyskuje unaczynienie z:

- z gałęzi nosowych tętnicy podoczodołowej (*arteria infraorbitalis*) oraz tętnicy twarzowej (*arteria facialis*)

Sploty żyłne z błony śluzowej odprowadzają krew do:

- żyły klinowo – podniebiennej (*vena sphenopalatina*)

- żyły ocznej (*vena ophthalmica*) a stąd krew żylna jest odprowadzana do splotu żylnego skrzydłowego

- żyły twarzowej (*vena facialis*), która odprowadza krew do żyły szyjnej wewnętrznej.

Unerwienie jamy nosowej i nosa zewnętrznego:

- nerw nosowo – podniebienne (*ner-*

*vus nasopalatinus*) z nerwu szczękowego NC V2 (*nervus maxillaris*) do błony śluzowej przegrody nosowej

- nerw nosowy górny tylny boczny oraz dolny tylny boczny (*nervus nasalis superior posterior lateralis et inferior posterior lateralis*) z nerwu podniebiennego większego

- nerw sitowy przedni i tylny (*nervus ethmoidalis anterior et posterior*) z nerwu nosowo – rzęskowego (*nervus nasociliaris*) od nerwu ocznego NC VI (*nervus ophthalmicus*)

Nos zewnętrzny jest głównie unerwany przez

- nerw oczny NC VI (*nervus ophthalmicus*)

- gałęzie nosowe od nerwu podoczodołowego (*nervus infraorbitalis*) od nerwu szczękowego V2 (*nervus maxillaris*)

- nerw twarzowy (*nervus facialis*) zaopatruje mięsień nosowy

- nerwy węchowe NC I (*nervi olfactorii*) unerwiają nabłonek węchowy pokrywający wewnątrz jamy nosowej i przechodząc przez blaszkę sitową kości sitowej dociera do opuszki węchowej na podstawie płata czołowego mózgu [5,7].

Zatoki przynosowe (*sinus paranasales*)

Stanowią przestrzenie powietrzne wypełniające kości czaszki. Znajdują się w następujących kościach: czołowej, klinowej, sitowej oraz szczękowych. Możemy w nich wyróżnić: zatokę czołową (*sinus frontalis*), zatokę klinową (*sinus sphenoidalis*), zatokę szczękową (*sinus maxillaris*) oraz komórki sitowe przednie środkowe i tylne (*cellulae ethmoidales anteriores, mediae et posteriores*). Ściany zatok przynosowych są wyściełone przez błonę śluzową i zawierają ciepłe powietrze, ogrzewane przez spłyty naczyń krwionośnych śluzówki pozwalając na ogrzewanie powietrza przechodzącego przez jamę nosową. Ujścia zatok przynosowych znajdują się w obrębie jamy nosowej przede wszystkim w obrębie przewodu nosowego środkowego z wyjątkiem zatoki klinowej oraz komórek sitowych tylnych uchodzących do zachyłku klinowo – sitowego [1,2,3].

#### Uwagi kliniczne

> Skrzywienie przegrody nosowej może być niekiedy poważnym problemem, szczególnie jeżeli przegroda styka się z bocznią ścianą jamy nosowej, ponieważ może powodować problemy z oddychaniem. Przy zabiegach wymagających intubacji przez nos ta nieprawidłowość wymaga wcześniejszego sprawdzenia, który przewód nosowy wykazuje lepszą drożność. Polecając pacjentowi oddychanie prawym lub lewym przewodem nosowych określa się, który z nich jest szerszy lub też który preferuje pacjent.

Najczęściej jednak przeprowadza się intubację przez prawy przewód nosowy jednak dla wygody pacjenta można intubację przeprowadzić przez lewy. W każdym przypadku należy zachować ostrożność aby uniknąć wywołania krwawienia na skutek uszkodzenia błony śluzowej jamy nosowej o bardzo silnym unaczynieniu [8,9].

> Polipy jamy nosowej są to wypuklenia błony śluzowej zatok przynosowych, które zwykle pojawiają się w obrębie komórek sitowych lub przewodu nosowego środkowego. Objawami jest przekrwienie błony śluzowej nosa, zatłakany nos, brak węchu lub jego osłabienie przy jednoczesnym braku dolegliwości bólowych głowy lub twarzy charakterystycznych dla zapalenia zatok [10].

#### Gardło (*Pharynx*)

Gardło jest elementem łączącym układ oddechowy i pokarmowy. Składa się głównie z mięśniówki, której przyczep początkowy znajduje się na guzku gardłowym podstawy czaszki i sięga do poziomu kręgu C6. Można w nim wyróżnić część nosową (*nasopharynx*), ustną (*oropharynx*) i krtoniową (*laryngopharynx*).

W budowie ściany gardła wyróżnia się cztery warstwy:

- błonę zewnętrzną, stanowiącą część powięzi policzkowo – gardłowej

- błonę mięśniową, którą stanowią:
  - mięśnie zwieracze gardła górny, środkowy i dolny (*constrictor pharyngis superior, medius et inferior*)

- mięśnie dźwigacze gardła mięsień podniebienne – gardłowy (*musculus palatopharyngeus*), trąbkowo – gardłowy (*musculus salpingopharyngeus*), rylcowo – gardłowy (*musculus stylopharyngeus*)

- błonę śluzową w części ustnej i krtoniowej z nabłonka wielowarstwowego płaskiego w nosowej z nabłonka oddechowego czyli walcowatego migawkowego

W obrębie gardła tworzy się tzw. pierścień gardłowy chłonny, który budują skupiska tkanki limfatycznej określane jako migdałki, są to: migdałki podniebienne (*tonsilla palatina*) przylegające do podniebienia oraz migdałek językowy (*tonsilla lingualis*) stanowiący tylną część języka w obrębie części ustnej gardła, migdałki trąbkowe (*tonsilla tubaria*) na wale trąbkowym oraz migdałek gardłowy (*tonsilla pharyngea*) w części nosowej gardła [1,2,3].

Unaczynienie tętnicze i żyłne gardła

- Tętnica gardła
  - tętnica gardłowa wstępująca (*arteria pharyngea ascendens*)

- tętnica tarczowa górna (*arteria thyroidea superior*)

- tętnica twarzowa (*arteria facialis*)

- tętnica szczękowa (*arteria maxillaris*) od tętnicy szyjnej zewnętrznej

(*arteria carotis externa*)

Odpyływ żylny

- spłot żylny gardłowy odprowadza krew do żyły szyjnej wewnętrznej [5,7].

Unerwienie gardła

- Spłot gardłowy (*plexus pharyngeus*) powstający z gałęzi gardłowych nerwu błędnego NC X (*nervus vagus*) i językowo – gardłowego NC IX (*nervus glossopharyngeus*) zapewnia unerwienie czuciowe błony śluzowej gardła.

- Nerw błędny NC X (*nervus vagus*) zapewnia unerwienie ruchowe większości z mięśni gardła

- Nerw językowo – gardłowy NC IX (*nervus glossopharyngeus*) zapewnia unerwienie ruchowe dla mięśnia ryłcowo – gardłowego.

- Nerw błędny NC X (*nervus vagus*) zapewne unerwienie przywspółczulne dla gruczołów błony śluzowej gardła

- Gałęzie szyjnego pnia współczulnego dostarcza włókien współczulnych [5,7].

### Uwagi kliniczne

> Migdałek gardłowy, który znajduje się na tylnej ścianie części nosowej gardła. Często ulega u dzieci powiększeniu co utrudnia oddychanie szczególnie w nocy. Ponadto może zaburzać funkcjonowanie trąbki słuchowej i powodować przewlekłe zapalenia ucha środkowego prowadząc nawet do zaburzeń słuchu u dzieci. W przypadku konieczności intubacji przez nos, może znacznie ją utrudniać [8,9].

> Migdałki podniebienne położone bocznie w części ustnej gardła w przypadku powiększenia utrudniają przeprowadzenie intubacji przez usta. Podejrzuje się, że zarówno migdałek gardłowy jak i migdałki podniebienne mogą odgrywać rolę w wywoływaniu oraz nasilaniu objawów występowania alergii u dzieci [7,11].

### Krtań (*Larynx*)

Krtań łączy gardło z tchawicą ale także pełni rolę jako narząd pozwalający na wydawanie dźwięków. Poprzez swoją budowę nie pozwala na przedostanie się części pokarmu do dróg oddechowych. Krtań leży do przodu od gardła i rozpoczyna się u osoby dorosłej od poziomu kręgu C4 do C6, jej położenie zmienia się z wiekiem stąd u dzieci krtań leży wyżej a u osób starszych niżej.

Budowa krtani obejmuje szkielet zbudowany z chrząstek parzystych oraz nieparzystych.

• Chrząstka tarczowata (*cartilago thyroidea*) zbudowana jest z dwóch blaszek połączonych ze sobą w linii pośrodkowej. Na jej górnym brzegu znajduje się wcięcie tarczowe górne tworząc jednocześnie wyniosłość krtaniową, u mężczyzny widoczną jako tzw. Jabłko Adama, na brzegu dolnym

znajduje się nieco mniejsze wcięcie tarczowe dolne. W tylnej części brzeg górny przedłuża się w róg górny, natomiast brzeg dolny przedłuża się w róg dolny.

• Chrząstka pierścieniowata (*cartilago cricoidea*): tworzy zamknięty pierścień, składający się z dwóch części łuku położonego z przodu oraz blaszki leżącej z tyłu. W obrębie blaszki można zauważyć powierzchnie stawowe dla stawów pierścienno – tarczowych utworzonych z rogami dolnymi chrząstki tarczowatej krtani. Na górnym brzegu chrząstki znajdują się dwie powierzchnie stawowe dla stawów pierścienno – nalewkowych utworzonych z podstawami chrząstek nalewkowatych.

• Chrząstki nalewkowate (*cartilago arytenoidea*): o kształcie piramidy, leżą na górnym brzegu chrząstki pierścieniowatej. Mają 3 ściany (przysrodkową, tylną i przednio-boczną) i ograniczają tylną część krtani. Swoimi wyrostkami (głosowym i mięśniowym) łączą się z więzadłami głosowymi oraz mięśniami krtani.

• Nagłośnia (*epiglottis*): ma kształt przypominający liść, swoją szypułką łączy się z chrząstką tarczowatą, Nagłośnia górnym brzegiem sięga powyżej kości gnykowej i znajduje się pod nasadą języka co pozwala w trakcie przełykania na uciśnięcie nagłośni i zamknięcie wejścia do krtani.

• Chrząstki rożkowate (*cartilago corniculata*) łączą się z wierzchołkami chrząstek nalewkowatych

• Chrząstki klinowate (*cartilago cuneiformis*) bardzo drobne chrząstki włączone w fałdy nalewkowo – nagłośniowe [2,3,5,7].

Poszczególne elementy krtani są połączone z pozostałymi strukturami szyi oraz ze sobą za pomocą tkanki włóknistej.

Pomiędzy chrząstką tarczowatą krtani a kością gnykową występuje błona tarczowo – gnykowa (*membrana thyrohyoidea*) wzmocniona przez trzy więzadła: więzadło tarczowo – gnykowe pośrodkowe (*ligamentum thyrohyoideum medianum*) oraz dwa boczne (*ligamentum thyrohyoideum laterale*) łączące kość gnykową z rogami górnymi chrząstki tarczowatej. Pomiędzy chrząstką pierścieniowatą krtani a chrząstką tarczowatą krtani znajduje się więzadło pierścienno – tarczowe (*ligamentum cricothyroideum*). Pomiędzy chrząstką pierścieniowatą krtani a pierwszą chrząstką tchawiczą leży więzadło pierścienno – tchawicze (*ligamentum cricotracheale*). Połączenie pomiędzy kością gnykową a chrząstką nagłośniową stanowi więzadło gnykowo – nagłośniowe (*ligamentum hyoepiglotticum*).

Pomiędzy samymi chrząstkami krtani elementami ograniczającymi drogę powietrza w krtani są błona czworokątna (*membrana quadran-*

*gularis*) uzupełnia ona przestrzeń pomiędzy chrząstką nalewkowatą a chrząstką nagłośniową. Dolna część błony czworokątnej stanowi więzadło przedsionkowe (*ligamentum vestibulare*) ich przyczep znajduje się na chrząstce tarczowatej w miejscu połączenia jej blaszek i do chrząstki nalewkowatej (dołek trójkątny). Błona pierścienno – głosowa (*membrana cricovocalis*) stanowi połączenie chrząstki pierścieniowatej z wargą głosową i tworzy boczną ścianę stożka sprężystego (*conus elasticus*). Węzadło głosowe (*ligamentum vocale*) przechodzące od chrząstki tarczowatej krtani w miejscu połączenia jej blaszek, do wyrostka głosowego chrząstki nalewkowatej stanowią górną część stożka sprężystego. Stanowią podstawę warg głosowych.

Pomiędzy chrząstkami krtani występują także połączenia stawowe:

• Staw pierścienno – tarczowy (*articulatio cricothyroideus*) utworzony pomiędzy rogiem dolnym chrząstki tarczowatej krtani oraz powierzchnią stawową na powierzchni bocznej chrząstki pierścieniowatej

• Staw pierścienno – nalewkowy (*articulatio cricoarytenoideus*) utworzony pomiędzy górnym brzegiem chrząstki pierścieniowatej oraz chrząstką nalewkowatą.

Jamę krtani można podzielić na 3 piętra:

• górne - stanowi przedsionek krtani (*vestibulum laryngis*) – od wejścia do krtani (na poziomie górnego brzegu nagłośni oraz fałdów nalewkowo – nagłośniowych)

• środkowe - głośnia (*glottis*) pomiędzy fałdami przedsionkowymi a głosowymi pomiędzy fałdem przedsionkowym a głosowym znajduje się zagłębienie wyszcielone błoną śluzową tzw. kieszonka krtaniowa (*ventriculus laryngis*).

• dolne – stanowi jama podgłośniowa (*cavitas infraglottica*) [2,3,5,7].

### Uwagi kliniczne

> Zabieg konikotomii czyli przecięcia więzadła pierścienno – tarczowego może być stosowany wyjątkowo jako zabieg ratujący życie w przypadku niedrożności dróg oddechowych dochodzi powodującej zatrzymanie oddechu. Może być stosowany w np. w przypadku wystąpienia silnej reakcji anafilaktycznej lub po ukąszeniu owada. Po przecięciu więzadła pierścienno-tarczowego wprowadza się rurkę przez wytworzony otwór [9,12].

Mięśnie krtani pozwalają na wypełnienie przez krtań wszystkich jej funkcji poprzez zmianę położenia poszczególnych chrząstek krtani a także krtani jako całości. Mięśnie zlokalizowane na zewnątrz krtani takie

jak mięśnie nad i podgnykowe mają za zadanie unosić (mięsień tarczowo – gnykowy (*musculus thyrohyoideus*) lub obniżać (mięsień mostkowo – gnykowy (*musculus sternohyoideus*) krtań wraz z kością gnykową w trakcie przełykania. Mięsień zwieracz dolny gardła jest także zwieraczem krtani.

Mięśnie krtani dzieli się w zależności od ich oddziaływania na stawy:

Mięśnie napinające wargi głosowe:

- mięsień pierścienno-tarczowy (*musculus cricothyroideus*) - napina wargi głosowe zwiększając przednio-tylny wymiar głośni).

Mięśnie rozwierające szparę głośni:

- mięsień pierścienno-nalewkowy tylny (*musculus cricoarytenoideus posterior*) - odwodzi struny głosowe.

Mięśnie zwierające szparę głośni:

- mięsień pierścienno-nalewkowy boczny (*musculus cricoarytenoideus lateralis*) - przewodzi struny głośni, zamyka szparę głośni,

- mięsień nalewkowy poprzeczny (*musculus arytenoideus transversus et obliquus*) - przywodzi struny głosowe, zamyka szparę głośni w tylnym biegunie,

- mięsień tarczowo-nalewkowy wewnętrzny i zewnętrzny (*musculus thyroarytenoideus internus et externus*) - rozluźnia struny głosowe.

- mięsień przedsionkowy (*musculus vestibularis*)

Mięśnie otaczające wejście do krtani:

- mięsień tarczowo – nagłośniowy (*musculus throepiglotticus*)

- mięsień nalewkowo-nagłośniowy (*musculus aryepiglotticus*) - nieznacznie zwęża wejście do krtani [4,5].

Unaczynienie tętnicze i żyłne krtani:

Tętnice krtani

- tętnica krtaniowa górna (*arteria laryngea superior*) zaopatruje górne piętro krtani

- tętnica krtaniowa dolna (*arteria laryngea inferior*) zaopatruje dolne piętro krtani

Spływ żylny krtani:

- żyła krtaniowa górna (*vena laryngea superior*) odprowadza krew do żyły szyjnej wewnętrznej,

- żyła krtaniowa dolna (*vena laryngea inferior*) odpływa poprzez żyły tarczowe a stąd do lewej żyły ramiennej – głównej.

Unerwienie krtani

- Nerw krtaniowy górny (*nervus laryngeus superior*) gałąź nerwu błędnego NC X zaopatruje błonę śluzową górnej części krtani oraz mięsień pierścienno – tarczowy,

- Nerw krtaniowy dolny (*nervus laryngeus inferior*) gałąź nerwu krtaniowego wstecznego (*nervus laryngeus recurrens*) od nerwu błędnego NC X zaopatruje błonę śluzową górnej części krtani oraz pozostałe mięśnie wewnętrzne krtani [3,4,5,7].

### Uwagi kliniczne

> W Przeprowadzaniu intubacji dotchawiczej bardzo istotne jest dobre uwidocznienie nagłośni oraz strun głosowych w wejściu w postępowaniu anestezyjologicznym, a także w zabezpieczeniu dróg oddechowych i prowadzeniu wentylacji zastępczej u pacjentów z niewydolnością oddechową.

> Szpara głośni jest najwęższą częścią krtani u dorosłych podczas gdy u dzieci takim elementem jest jama podgłośniowa. Ma to znaczenie w doborze rozmiaru rurki intubacyjnej w przypadku intubacji przez usta.

> Przy porażeniu nerwu krtaniowego wstecznego i jednocześnie nerwu krtaniowego dolnego pojawia się przedłużająca się chrypka (przy uszkodzeniu jednostronnym lub bezgłos (przy uszkodzeniu obustronnym) stridor, duszność wdechowa i zaburzenia połykania co jest wynikiem porażenia mięśni wewnętrznych krtani. Najczęstszymi przyczynami są: nowotwory złośliwe w obrębie szyi, tętniaki pnia ramiennej głównej, tętnicy podobojczykowej prawej lub aorty i wole tarczycy. Może być także powikłaniem po operacji tarczycy – strumektomii [8,9,12].

### Tchawica (Trachea)

Ściana tchawicy jest zbudowana z trzech warstw tkanki uzupełnionych przez chrząstki tchawicze w liczbie od 16 do 20 o kształcie podkowy skierowanych zamkniętą częścią ku przodowi. Sięga od poziomu C6-C7 do poziomu Th4 czyli kąta mostka gdzie przechodzi w rozdwojenie tchawicy (bifurcatio trachea), i dzieli się na oskrzela główne. W miejscu podziału tchawicy występuje specyficzna chrząstka złożona z dwóch chrząstek podkowiastych tzw. ostroga tchawicy (*carina tracheae*) połączonej ze sobą. Jej górna część wpukla się w obręb tchawicy wyznaczając miejsce podziału na dwa oskrzela główne. Jej ściana jest zbudowana z trzech warstw:

- Warstwa zewnętrzna jest zbudowana z tkanki włóknistej i otacza chrząstki,

- Warstwa środkowa jest tworzona przez chrząstki oraz w tylnej części włókna mięśniowe łączące ich wolne końce tworząc tzw. mięsień tchawicy (*musculus trachalis*) pozwalający na zmianę średnicy tchawicy, tkanka włóknista przechodząca ku przodowi i tyłowi od chrząstek tchawiczych łączy się przechodząc pomiędzy nimi tworząc więzadła obrączkowe (*ligamentum anulare*)

- Warstwa wewnętrzna wyściółka jest zbudowana z nabłonka walcowatego migawkowego, wydziela śluz [3,4,5,6].

Długość tchawicy u osoby dorosłej

to 10-15 cm. Jest położona w linii pośrodkowej i przebiega do dołu i tyłu. Znajduje się ku przodowi od przetyku, a w jej sąsiedztwie przebiegają nerwy krtaniowe wsteczne. Na szyi ku przodowi od tchawicy znajduje się powięź szyjna, i przechodzą mięśnie podgnykowe, cieśń tarczycy i łuk żylny przedni szyi. Bocznie od tchawicy leżą płaty boczne tarczycy przechodzące ku górze na chrząstki tarczowate krtani, ponadto naczynia szyjne i tętnice tarczowe dolne. Chrząstki tchawicze zapewniają drożność dróg oddechowych przy jednoczesnym zachowaniu elastyczności w trakcie ruchów szyi [2,3,4].

Unaczynienie tętnicze i żyłne tchawicy.

Tętnice tchawicy:

- tętnica tarczowa dolna (*arteria thyroidea inferior*) z tętnicy podobojczykowej (*arteria subclavia*)

Odpływ żylny

- żyła tarczowa dolna (*vena thyroidea inferior*) do żyły ramiennej głównej (*vena brachiocephalica*)

Unerwienie tchawicy

- Nerw krtaniowy wsteczny (*nervus laryngeus recurrens*) od nerwu błędnego NC X (*nervus vagus*) unerwienie przywspólczulne i czuciowe

- Nerwy tchawicze (*nervi tracheales*) ze zwoju szyjnego środkowego (*ganglion cervicalis medius*) prowadzą włókna współczulne [5,7].

### Uwagi kliniczne

> Nacięcie tchawicy czyli tracheotomię przeprowadza się pomiędzy II, III lub też III, IV chrząstką tchawiczą. Może być przeprowadzona jako zabieg nagły ratujący życie lub planowy w celu ułatwienia pacjentowi oddychania w przebiegu choroby przewlekłej. Wprowadzenie rurki przez wytworzony otwór pozwala na długotrwałe wspomaganie oddychania [13].

### Drzewo oskrzelowe

Po podziale tchawicy na dwa oskrzela główne prawe i lewe (*bronchus principalis dexter et sinister*) na poziomie Th4 oskrzela kierują się do wnęki płuca (*hilum pulmonis*) leżącej na powierzchni śródpiersiowej aby utworzyć jeden z elementów jego korzenia. Oskrzelka główne różnią się budową: oskrzele prawe jest krótsze, szersze i położone bardziej pionowo będąc naturalnym przedłużeniem tchawicy, oskrzele główne lewe jest dłuższe, węższe i położone bardziej poziomo. Klinicznie prawe oskrzele główne jest bardziej dostępne dlatego w przypadku zachłyśnięcia częściej ulega stanom zapalnym, jest też miejscem gdzie częściej można znaleźć ciała obce. Podobnie po intubacji, zbyt głębokie wprowadzenie rurki dotchawiczej jej końcowy odcinek znajduje się w prawym oskrzelu, przy osłuchiwaniu słyszalne są głośniejsze

szmery oddechowe po stronie prawej [1,2,3].

Po wejściu do wnęki płuca oskrzele główne dzieli się na oskrzela płątowe: w przypadku prawego oskrzela oskrzele płątowe górne (nad tętnicze) (bronchus lobaris superior (*eparterialis*)) oddziela się wcześniej, które przechodzi w oskrzele płątowe górne (bronchus lobaris superior) następnie oddziela się oskrzele pod tętnicze (bronchus lobaris inferior (*hyparterialis*)) dzielące się na oskrzele płątowe środkowe i dolne (bronchus lobaris medius et inferior) w sumie trzy oskrzela płątowe. Oskrzele główne lewe jest we wnęce oskrzelem pod tętniczym i dzieli się na dwa oskrzela płątowe górne i dolne.

Oskrzelka początkowo przypominają budową tchawicę, posiadając chrząstki włączone w ich ścianę, chrząstki przypominają kształtem te, które występują w tchawicy a następnie przechodzą w nieregularnego kształtu płytki chrząstne. Ściany oskrzeli, wraz z kolejnymi podziałami stają się cieńsze a chrząstki i błona mięśniowa zanikają. Nabłonek zmienia się z migawkowego w oddechowy, który pozwala na wymianę gazową. Podziały oskrzeli, w których ścianach występują chrząstki określane są jako drzewo oskrzelowe, poniżej tam gdzie chrząstek już nie ma pojawia się drzewo oddechowe [3,4,5].

Podział drzewa oskrzelowego i oddechowego wygląda następująco:

- oskrzela główne (generacje 2-4)
- oskrzela płątowe
- oskrzela segmentowe (generacje 5-11)
- oskrzela podsegmentowe
- oskrzeliki końcowe (generacje 12-16)
- oskrzeliki oddechowe (generacje 17-19)
- przewody pęcherzykowe
- przedsionki
- woreczki pęcherzykowe
- pęcherzyki płucne (generacje 20 – 23)

#### Uwagi kliniczne

> Bronchoskopia z wykorzystaniem bronchoskopu pozwala na uwidocznienie wnętrza tchawicy i oskrzeli. Istotna jest obserwacja ostrogi tchawicy, ponieważ zmiana jej kształtu może świadczyć o powiększeniu węzłów chłonnych leżących w rozdwójniu tchawicy, które są główną drogą odpływu limfy z oskrzeli. Wziernikowanie tchawicy i oskrzeli pozwala na pobranie materiału do badań mikrobiologicznych lub histopatologicznych, ponadto może być stosowana do usuwania ciał obcych z dróg oddechowych oraz usuwania nadmiernej ilości wydzieliny [8,9,12].

#### Płuca (*Pulmones*)

Płuca są położone w jamie klatki piersiowej i objęte błoną surowiczą określaną jako opłucna (*pleura*). Szczyty płuc (*apex pulmonis*) sięgają powyżej górnego otworu klatki piersiowej leżąc u podstawy szyi, podst-

awy płuc (*basis pulmonis*) sąsiadują z kopolami przepony. Na każdym płucu można wyróżnić trzy powierzchnie: przeponową (*facies diaphragmatica*), żebrową (*facies costalis*) i śródpiersiową (*facies mediastinalis*) oraz trzy brzozy: przedni (*margo anterior*), tylny (*margo posterior*) i dolny (*margo inferior*). Na zewnętrznej powierzchni płuc jest widoczny podział na płaty, których granice są wyznaczane przez szczeliny międzypłatowe. W prawym płucu można wyróżnić trzy płaty oddzielone od siebie przez szczelinę skośną (*fissura obliqua*) oraz poziomą (*fissura horizontalis*). Szczelina skośna oddziela płat dolny (*lobus inferior*) od płata górnego (*lobus superior*) i środkowego (*lobus medius*) natomiast szczelina pozioma oddziela płat górny od środkowego. Płuco lewe ma mniejszą objętość i można w nim wyróżnić dwa płaty górny i dolny oddzielone od siebie przez szczelinę skośną. Języczek płuca lewego (*lingula pulmonis sinistri*) należący do górnego płata jest odpowiednikiem płata środkowego prawego płuca [3,4,5].

Podział płuc na segmenty i podsegmenty wynika z rozgałęzień drzewa oskrzelowego i tętnicy płucnej, każdy segment stanowi samodzielną jednostkę czynnościową, ponieważ posiada własne oskrzele segmentowe, tętnicę segmentową oraz dwie żyły segmentowe. Każdy segment jest oddzielony od pozostałych przez przegrody zbudowane z tkanki łącznej. Istnieje możliwość ich bezpiecznej chirurgicznej resekcji. W prawym płucu wyróżnia się 10 segmentów, w lewym od 8 do 10). Najmniejszą jednostką płuca jest grono (*acinum*). Pojęcie grona oznacza fragment mięszu płuca, do którego docierają oskrzeliki końcowe, w skład grona wchodzi dwa oskrzeliki oddechowe, przewodniki pęcherzykowe oraz woreczki pęcherzykowe z pęcherzykami płucnymi [5,7].

W obrębie wnęki płuca struktury wchodzące i wychodzące z płuc tworzą korzeń płuca.

Struktury tworzące korzeń płuca:

- Oskrzele główne prawe lub lewe
- Tętnica płucna prawa lub lewa
- Tętnice i gałęzie oskrzelowe przednie i tylne, prawe lub lewe
- Przedni i tylni splot płucny.
- Żyły płucne górna i dolna, prawe lub lewe
- Żyły oskrzelowe prawe lub lewe
- Naczynia chłonne

W korzeniu prawego płuca dodatkowo wyróżnia się oskrzele oskrzele płątowe górne (nad tętnicze) i gałąź płątowa górna prawej tętnicy płucnej. Topografia struktur korzenia płuca w prawym i lewym płucu różnią się od siebie. W obu płucach centralne położenie zajmuje oskrzele główne prawe i lewe. Do przodu od oskrzela głównego w obu przypadkach leży żyła płucna górna. Tętnica płucna leży powyżej oskrzela głównego w płucu prawym

dotąd do przodu od niego, zwykle podzielona na tętnice płątowe. Poniżej oskrzela głównego w obu przypadkach leży żyła płucna dolna. W korzeniu płuca prawego powyżej oskrzela głównego i powyżej tętnicy płucnej leży oskrzele płątowe górne (nad tętnicze). Wokół oskrzela głównego i nad tętnicze go – węzły chłonne oskrzelowo-płucne (wnętkowe) [3,4,5].

Błona surowicza pokrywająca płuca występuje zarówno na powierzchni każdego płuc przylegając bezpośrednio do jego mięszu oraz pomiędzy płatami w szczelinach międzypłatowych – opłucna trzewna lub płucna (*pleura visceralis, pulmonalis*) jak i ściany wewnętrzne klatki piersiowej – opłucna ścienna (*pleura parietalis*). Opłucna otaczająca korzeń płuca stanowi przejście pomiędzy opłucną trzewną i ścienną oraz przedłuża się ku dołowi do przepony tworząc więzadło płucne (*ligamentum pulmonale*) złożone z dwóch blaszek i ułożone w płaszczyźnie czołowej. Opłucną ścienną można podzielić na części, których nazwy są związane z ich położeniem. Opłucna żebrowa (*pleura costalis*) przylega do ścian bocznych klatki piersiowej, do żeber i do mięśni międzyżebrowych. Opłucna przeponowa (*pleura diaphragmatica*) pokrywa górną powierzchnię przepony. Opłucna śródpiersiowa (*pleura mediastinalis*) styka się z narządami śródpiersia, do których przylega każde z płuc. Osklepek opłucnej (*cupula pleurae*) wychodzi ponad otwór górny klatki piersiowej otaczając szczyt płuca, zapewnia szczelność każdego z worków opłucnowo – płucnych zapewniając utrzymanie odpowiedniego ciśnienia (podciśnienia) umożliwiającego prawidłową pracę płuc.

Przestrzeń znajdująca się pomiędzy opłucną ścienną i trzewną określaną jest jako jama opłucnej (*cavitas pleuralis*), zawiera ona niewielką ilość płynu surowiczego, który zmniejsza tarcie w trakcie wykonywania ruchów oddechowych [4,5,7].

Płuca należą do narządów posiadających podwójne unaczynienie czynnościowe i odżywcze, oba układy naczyniowe są od siebie całkowicie oddzielone.

Unaczynienie tętnicze i żyłne płuc (czynnościowe)

- tętnica płucna prawa i lewa (*arteria pulmonaris dextra et sinistra*) gałęzie pnia płucnego (*truncus pulmonaris*) wychodzącego bezpośrednio z prawej komory serca,

- żyły płucne górna i dolna prawa i lewa (*vena pulmonalis superior et inferior dextra et sinistra*) odprowadzają krew do lewego przedsionka serca.

Unaczynienie tętnicze i żyłne płuc (odżywcze)

- tętnica oskrzelowa przednia prawa (*arteria bronchialis anterior dextra*) od tętnicy piersiowej wewnętrznej prawej

(*arteria thoracica interna dextra*) gałąź tętnicy podobojczykowej prawej (*arteria subclavia dextra*) zaopatruje prawe oskrzele i prawe płuco od przodu,

- tętnica oskrzelowa przednia lewa (*arteria bronchialis anterior sinistra*) od tętnicy piersiowej wewnętrznej lewej (*arteria thoracica interna sinistra*) gałąź tętnicy podobojczykowej lewej (*arteria subclavia sinistra*) zaopatruje lewe oskrzele i lewe płuco od przodu,

- pojedyncza tętnica oskrzelowa tylna prawa (*arteria bronchialis posterior dextra*) gałąź aorty piersiowej zaopatruje prawe oskrzele i prawe płuco od tyłu,  
- dwie tętnice oskrzelowe tylne lewe (*arteriae bronchiales posteriores sinistrae*) gałęzie aorty piersiowej (*aorta thoracica*) zaopatruje lewe oskrzele i lewe płuco od tyłu [5,7].

Odpyływ krwi żyłnej z płuc:

- żyła oskrzelowa przednia prawa (*vena bronchialis anterior dextra*) odprowadza krew do prawej żyły piersiowej wewnętrznej (*vena thoracica interior*) a stąd do żyły ramiennie – głowowej prawej (*vena brachiocephalica dextra*),

- żyła oskrzelowa przednia lewa (*vena bronchialis anterior sinistra*) odprowadza krew do żyły piersiowej wewnętrznej lewej (*vena thoracica interna sinistra*) a żyły ramiennie – głowowej prawej (*vena brachiocephalica sinistra*),

- żyła oskrzelowa tylna prawa (*vena bronchialis posterior dextra*) odprowadza krew do żyły nieparzystej (*vena azygos*) a stąd bezpośrednio do żyły głównej górnej (*vena cava superior*),

- żyła oskrzelowa tylna lewa (*vena bronchialis posterior sinistra*) odprowadza krew do żyły nieparzystej krótkiej (*vena hemiazygos*) a stąd do żyły nieparzystej (*vena azygos*) [5,7].

Unerwienie płuc

- nerw błędny NC X (*nervus vagus*) zaopatruje płuca czuciowo,

- nerw błędny NC X (*nervus vagus*) dostarcza włókien przywspółczulnych do splotu płucnego,

- piersiowy odcinek pnia współczulnego dostarcza włókien współczulnych do splotu płucnego. - mięszsz płucny nie posiada receptorów bólowych informacje z płuc przesyłane do mózgu dotyczą stopnia rozprężenia płuc i stopnia obkurczenia oskrzeli [4,5,7].

**Uwagi kliniczne**

> Drenaż opłucnej jest zabiegiem wykonywanym u pacjentów przy stwierdzeniu np. odmy opłucnowej czyli gromadzenia si powietrza w jamie opłucnej, które nie może jej opuścić i powoduje ucisk na płuco oraz narządy wewnętrzne śródpiersia. Inne przypadki kiedy konieczny jest drenaż opłucnej to gromadzący się w jamie opłucnej płyn np. krew w wyniku urazu lub ropy w wyniku zakażenia bakteryjnego. Drenaż

powietrza wykonywany jest u leżącego pacjenta poprzez wprowadzenie rurki pomiędzy III a IV lub IV a V żebrzem w linii pachowej przedniej ku przodowi od płuca. W przypadku drenażu płynu rurka jest wprowadzana pomiędzy VII a VIII lub VIII a IX żebrzem pomiędzy linią pachową środkową a tylną ku tyłowi od płuca [14].

Piśmiennictwo:

1. **Bochenek A, Reicher M.** Anatomia człowieka. tom II, PZWL Warszawa 2007.

2. **Waugh A, Grant A.** Anatomia i fizjologia człowieka w warunkach zdrowia i choroby. Wyd 1 polskie. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2012.

3. **Woźniak W.** Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2013.

4. **Drake LD, Vogl AW, Mitchell AWM.** Gray Anatomia Podręcznik dla studentów. Ed. I polska. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2010.

5. **Lorkowski J.** Anatomia dla studentów fizjoterapii. Repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne- Oficyna Wydawnicza AFM. Kraków 2011.

6. **Cichoński T, Litwin JA, Mirecka J.** Kompendium histologii. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.

7. **Moore KL, Dalley AF, Agur AMR.** Clinically Oriented Anatomy. 6th Ed. Wolters Kluwer/ Lippincott Williams & Wilkins 2010.

8. **Allman GK, Wilson IH.** Oksfordzki Podręcznik Anestezjologii pod red. Ewy Mayzner-Zawadzkiej, Medpage, Warszawa 2009.

9. **Smith T, Colin Pinnock, Ted Lin.** Podstawy Anestezjologii, Wydanie trzecie pod red. Andrzeja Kańskiego, DB Publishing, Warszawa 2012.

10. **Marseglia GL, Caimmi D, Pagella F, Matti E, Labo E, Licari A, Salpietro A, Pelizzo G, Castellazzi AM.** Adenoids during childhood: The facts. Int Immunopathol Pharmacol. 2011; 24 (4 Suppl): 1-5.

11. **Georgy MS, Peters AT.** Chapter 7. Nasal polyps. Allergy Asthma Proc. 2012;33. Suppl. 1 :22-23.

12. **Larsen R. Anestezjologia.** Wydanie II polskie pod red. Andrzeja Kùblera. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

13. **Iwankiewicz S.** Tracheotomia. PZWL, Warszawa 2008.

14. **Kuźdzał J.** Drenaż jamy opłucnej. Medycyna Praktyczna – Chirurgia. Kraków 2012.