

STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM RESPIRASI

Respirasi adalah pertukaran gas, yaitu oksigen (O_2) yang dibutuhkan tubuh untuk metabolisme sel dan karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan dari metabolisme tersebut dikeluarkan dari tubuh melalui paru.

STRUKUTR SISTEM RESPIRASI

Sistem respirasi terdiri dari:

1. Saluran nafas bagian atas

Pada bagian ini udara yang masuk ke tubuh dihangatkan, disarung dan dilembabkan

2. Saluran nafas bagian bawah

Bagian ini menghantarkan udara yang masuk dari saluran bagian atas ke alveoli

3. Alveoli

terjadi pertukaran gas antara O_2 dan CO_2

4. Sirkulasi paru

Pembuluh darah arteri menuju paru, sedangkan pembuluh darah vena meninggalkan paru.

5. Paru

terdiri dari :

- a. Saluran nafas bagian bawah
 - b. Alveoli
 - c. Sirkulasi paru
- #### 6. Rongga Pleura

Terbentuk dari dua selaput serosa, yang meluputi dinding dalam rongga dada yang disebut pleura parietalis, dan yang meliputi paru atau pleura veseralis

7. Rongga dan dinding dada

Merupakan pompa muskuloskeletal yang mengatur pertukaran gas dalam proses respirasi

Saluran Nafas Bagian Atas

a. Rongga hidung

Udara yang dihirup melalui hidung akan mengalami tiga hal :

- Dhangatkan
- Disaring
- Dan dilembabkan

Yang merupakan fungsi utama dari selaput lendir respirasi (terdiri dari : Psedostrafied ciliated columnar epitelium yang berfungsi menggerakkan partikel partikel halus kearah faring sedangkan partikel yang besar akan disaring oleh bulu hidung, sel golbet dan kelenjar serous yang berfungsi melembabkan udara yang masuk, pembuluh darah yang berfungsi menghangatkan udara). Ketiga hal tersebut dibantu dengan concha. Kemudian udara akan diteruskan ke

b. Nasofaring (terdapat pharyngeal tonsil dan Tuba Eustachius)

c. Orofaring (merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring,terdapat pangkal lidah)

d. Laringofaring(terjadi persilangan antara aliran udara dan aliran makanan)

Saluran Nafas Bagian Bawah

a. Laring

Terdiri dari tiga struktur yang penting

- Tulang rawan krikoid
- Selaput/pita suara
- Epilottis
- Glottis

b. Trakhea

Merupakan pipa silinder dengan panjang ± 11 cm, berbentuk $\frac{3}{4}$ cincin tulang rawan seperti huruf C. Bagian belakang dihubungkan oleh membran fibroelastik menempel pada dinding depan esofagus.

c. Bronkhi

Merupakan percabangan trakhea kanan dan kiri. Tempat percabangan ini disebut carina. Bronchus kanan lebih pendek, lebar dan lebih dekat dengan trachea.

Bronchus kanan bercabang menjadi : lobus superior, medius, inferior. Bronchus kiri terdiri dari : lobus superior dan inferior

Alveoli

Terdiri dari : membran alveolar dan ruang interstisial.

Membran alveolar :

- Small alveolar cell dengan ekstensi ektoplasma ke arah rongga alveoli
- Large alveolar cell mengandung inclusion bodies yang menghasilkan surfactant.
- Anastomosing capillary, merupakan sistem vena dan arteri yang saling berhubungan langsung, ini terdiri dari : sel endotel, aliran darah dalam rongga endotel
- Interstitial space merupakan ruangan yang dibentuk oleh : endotel kapiler, epitel alveoli, saluran limfe, jaringan kolagen dan sedikit serum.

Aliran pertukaran gas

Proses pertukaran gas berlangsung sebagai berikut: alveoli epitel alveoli « membran dasar « endotel kapiler « plasma « eritrosit.

Membran « sitoplasma eritrosit « molekul hemoglobin

O^2

CO^2

Surfactant

Mengatur hubungan antara cairan dan gas. Dalam keadaan normal surfactant ini akan menurunkan tekanan permukaan pada waktu ekspirasi, sehingga kolaps alveoli dapat dihindari.

Sirkulasi Paru

Mengatur aliran darah vena – vena dari ventrikel kanan ke arteri pulmonalis dan mengalirkan darah yang bersifat arterial melalui vena pulmonalis kembali ke ventrikel kiri.

Paru

Merupakan jalinan atau susunan bronhus bronkiolus, bronkiolus terminalis, bronkiolus respiratory, alveoli, sirkulasi paru, syaraf, sistem limfatik.

Rongga dan Dinding Dada

Rongga ini terbentuk oleh:

- Otot -otot interkostalis
- Otot - otot pektoralis mayor dan minor
- Otot - otot trapezius
- Otot -otot seratus anterior/posterior
- Kosta- kosta dan kolumna vertebralis
- Kedua hemi diafragma

Yang secara aktif mengatur mekanik respirasi.

Gambar 1 Anatomi sistem pernafasan

FUNGSI RESPIRASI DAN NON RESPIRASI DARI PARU

1. Respirasi : pertukaran gas O^2 dan CO^2
2. Keseimbangan asam basa
3. Keseimbangan cairan
4. Keseimbangan suhu tubuh
5. Membantu venous return darah ke atrium kanan selama fase inspirasi
6. Endokrin : keseimbangan bahan vaso aktif, histamine, serotonin, ECF dan angiotensin
7. Perlindungan terhadap infeksi: makrofag yang akan membunuh bakteri

Mekanisme Pernafasan

Agar terjadi pertukaran sejumlah gas untuk metabolisme tubuh diperlukan usaha keras pernafasan yang tergantung pada:

1. Tekanan intar-pleural

Dinding dada merupakan suatu kompartemen tertutup melingkupi paru. Dalam keadaan normal paru seakan melekat pada dinding dada, hal ini disebabkan karena ada perbedaan tekanan atau selisih tekanan atmosfer (760 mmHg) dan tekanan intra pleural (755 mmHg). Sewaktu inspirasi diafragma berkontraksi, volume rongga dada meningkat, tekanan intrapleural dan intralveolar turun dibawah tekanan atmosfer sehingga udara masuk. Sedangkan waktu ekspirasi volume rongga dada mengecil mengakibatkan tekanan intra pleural dan tekanan intra alveolar meningkat diatas atmosfer sehingga udara mengalir keluar.

2. Compliance

Hubungan antara perubahan tekanan dengan perubahan volume dan aliran dikenal sebagai compliance.

Ada dua bentuk compliance:

- Static compliance, perubahan volume paru persatuan perubahan tekanan saluran nafas (airway pressure) sewaktu paru tidak bergerak. Pada orang dewasa muda normal : 100 ml/cm H₂O
- Effective Compliance : (tidal volume/peak pressure) selama fase pernafasan. Normal: ± 50 ml/cm H₂O

Compliance dapat menurun karena:

- Pulmonary stiffes : atelektasis, pneumonia, edema paru, fibrosis paru
- Space occupying proses: effuse pleura, pneumothorak
- Chestwall undistensibility: kifoskoliosis, obesitas, distensi abdomen

Penurunan compliance akan mengakibatkan meningkatnya usaha/kerja nafas.

3. Airway resistance (tahanan saluran nafas)

Rasio dari perubahan tekanan jalan nafas

SIRKULASI PARU

a. Pulmonary blood flow total = 5 liter/menit

Ventilasi alveolar = 4 liter/menit

Sehingga ratio ventilasi dengan aliran darah dalam keadaan normal = $4/5 = 0,8$

b. Tekanan arteri pulmonal = 25/10 mmHg dengan rata-rata = 15 mmHg.

Tekanan vena pulmonalis = 5 mmHg, mean capillary pressure = 7 mmHg

Sehingga pada keadaan normal terdapat perbedaan 10 mmHg untuk mengalirkan darah dari arteri pulmonalis ke vena pulmonalis

c. Adanya mean capillary pressure mengakibatkan garam dan air mengalir dari rongga kapiler ke rongga interstitial, sedangkan osmotic colloid pressure akan menarik garam dan air dari rongga interstitial ke arah rongga kapiler. Kondisi ini dalam keadaan normal selalu seimbang. Peningkatan tekanan kapiler atau penurunan koloid akan menyebabkan peningkatan akumulasi air dan garam dalam rongga interstitial.

TRANSPOR OKSIGEN

1. Hemoglobin

Oksigen dalam darah diangkut dalam dua bentuk:

- Kelarutan fisik dalam plasma
- Ikatan kimiawi dengan hemoglobin

Ikatan hemoglobin dengan tergantung pada saturasi O₂, jumlahnya dipengaruhi oleh pH darah dan suhu tubuh. Setiap penurunan pH dan kenaikan suhu tubuh mengakibatkan ikatan hemoglobin dan O₂ menurun.

2. Oksigen content

Jumlah oksigen yang dibawa oleh darah dikenal sebagai oksigen content (Ca O₂)

- Plasma

- Hemoglobin

REGULASI VENTILASI

Kontrol dari pengaturan ventilasi dilakukan oleh sistem syaraf dan kadar/konsentrasi gas-gas yang ada di dalam darah

Pusat respirasi di medulla oblongata mengatur:

- | | |
|-------------------|----------------|
| -Rate impuls | Respirasi rate |
| -Amplitudo impuls | Tidal volume |

Pusat inspirasi dan ekspirasi : posterior medulla oblongata, pusat kemo reseptor : anterior medulla oblongata, pusat apneu dan pneumothoraks : pons.

Rangsang ventilasi terjadi atas : PaCo₂, pH darah, PaO₂

PEMERIKSAAN FUNGSI PARU

Kegunaan: untuk mendiagnostik adanya : sesak nafas, sianosis, sindrom bronkitis

Indikasi klinik:

- Kelainan jalan nafas paru,pleura dan dinding toraks
- Payah jantung kanan dan kiri
- Diagnostik pra bedah toraks dan abdomen
- Penyakit-penyakit neuromuskuler
- Usia lebih dari 55 tahun.

Anatomi Saluran Nafas

Saluran penghantar udara hingga mencapai paru-paru adalah hidung, farinx, larinx, trachea, bronkus, dan bronkiolus.

Hidung

Nares anterior adalah saluran-saluran di dalam rongga hidung. Saluran-saluran itu bermuara ke dalam bagian yang dikenal sebagai vestibulum. Rongga hidung dilapisi sebagai selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah, dan bersambung dengan lapisan farinx dan dengan selaput lendir sinus yang mempunyai lubang masuk ke dalam rongga hidung. Septum nasi memisahkan kedua cavum nasi. Struktur ini tipis terdiri dari tulang dan tulang rawan, sering membengkok kesatu sisi atau sisi yang lain, dan dilapisi oleh kedua sisinya dengan membran mukosa. Dinding lateral cavum nasi dibentuk oleh sebagian maxilla, palatinus, dan os. Sphenoidale. Tulang lengkung yang halus dan melekat pada dinding lateral dan menonjol ke cavum nasi adalah : conchae superior, media, dan inferior. Tulang-tulang ini dilapisi oleh membrane mukosa.

Dasar cavum nasi dibentuk oleh os frontale dan os palatinus sedangkan atap cavum nasi adalah celah sempit yang dibentuk oleh os frontale dan os sphenoidale. Membrana mukosa olfaktorius, pada bagian atap dan bagian cavum nasi yang berdekatan, mengandung sel saraf khusus yang mendeteksi bau. Dari sel-sel ini serat saraf melewati lamina cribriformis os frontale dan kedalam bulbus olfaktorius nervus cranialis I olfaktorius.

Sinus paranasalis adalah ruang dalam tengkorak yang berhubungan melalui lubang kedalam cavum nasi, sinus ini dilapisi oleh membrana mukosa yang bersambungan dengan cavum nasi. Lubang yang membuka kedalam cavum nasi :

Lubang hidung

Sinus Sphenoidalis, diatas concha superior

Sinus ethmoidalis, oleh beberapa lubang diantara concha superior dan media dan diantara concha media dan inferior

Sinus frontalis, diantara concha media dan superior

Ductus nasolacrimalis, dibawah concha inferior.

Pada bagian belakang, cavum nasi membuka kedalam nasofaring melalui appertura nasalis posterior.

Faring (tekak)

adalah pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan oesopagus pada ketinggian tulang rawan krikoid. Maka letaknya di belakang larinx (larinx-faringeal). Orofaring adalah bagian dari faring merupakan gabungan sistem respirasi dan pencernaan.

Laring (tenggorok)

Terletak pada garis tengah bagian depan leher, sebelah dalam kulit, glandula thyroidea, dan beberapa otot kecil, dan didepan laringofaring dan bagian atas esopagus.

Laring merupakan struktur yang lengkap terdiri atas:

1. cartilago yaitu cartilago thyroidea, epiglottis, cartilago cricoidea, dan 2 cartilago arytenoidea
2. Membrana yaitu menghubungkan cartilago satu sama lain dan dengan os. Hyoideum, membrana mukosa, plica vokalis, dan otot yang bekerja pada plica vokalis

Cartilago thyroidea à berbentuk V, dengan V menonjol kedepan leher sebagai jakun. Ujung batas posterior diatas adalah cornu superior, penonjolan tempat melekatnya ligamen thyrohyoideum, dan dibawah adalah cornu yang lebih kecil tempat berartikulasi dengan bagian luar cartilago cricoidea.

Membrana Thyroide à menghubungkan batas atas dan cornu superior ke os hyoideum.

Membrana cricothyroideum à menghubungkan batas bawah dengan cartilago cricoidea.

Epiglottis

Cartilago yang berbentuk daun dan menonjol keatas dibelakang dasar lidah. Epiglottis ini melekat pada bagian belakang V cartilago thyroideum.

Plica aryepiglottica, berjalan kebelakang dari bagian samping epiglottis menuju cartilago arytenoidea, membentuk batas jalan masuk laring

Cartilago cricoidea

Cartilago berbentuk cincin signet dengan bagian yang besar dibelakang. Terletak dibawah cartilago thyroidea, dihubungkan dengan cartilago tersebut

oleh membrane cricotyroidea. Cornu inferior cartilago thyroidea berartikulasi dengan cartilago tyroidea pada setiap sisi. Membrana cricotracheale menghubungkan batas bawahnya dengan cincin trachea I

Cartilago arytenoidea

Dua cartilago kecil berbentuk piramid yang terletak pada basis cartilago cricoidea. Plica vokalis pada tiap sisi melekat dibagian posterio sudut piramid yang menonjol kedepan

Membrana mukosa

Laring sebagian besar dilapisi oleh epitel respiratorius, terdiri dari sel-sel silinder yang bersilia. Plica vocalis dilapisi oleh epitel skuamosa.

Plica vokalis

Plica vocalis adalah dua lembar membrana mukosa tipis yang terletak di atas ligamentum vocale, dua pita fibrosa yang teregang di antara bagian dalam cartilago thyroidea di bagian depan dan cartilago arytenoidea di bagian belakang.

Plica vocalis palsu adalah dua lipatan. membrana mukosa tepat di atas plica vocalis sejati. Bagian ini tidak terlibat dalam produksi suara.

Otot

Otot-otot kecil yang melekat pada cartilago arytenoidea, cricoidea, dan thyroidea, yang dengan kontraksi dan relaksasi dapat mendekatkan dan memisahkan plica vocalis. Otot-otot tersebut diinervasi oleh nervus cranialis X (vagus).

Respirasi

Selama respirasi tenang, plica vocalis ditahan agak berjauhan sehingga udara dapat keluar-masuk. Selama respirasi kuat, plica vocalis terpisah lebar.

Fonasi

Suara dihasilkan oleh vibrasi plica vocalis selama ekspirasi. Suara yang dihasilkan dimodifikasi oleh gerakan palatum molle, pipi, lidah, dan bibir, dan resonansi tertentu oleh sinus udara cranialis.

Gambaran klinis

Laring dapat tersumbat oleh:

- (a) benda asing, misalnya gumpalan makanan, mainan kecil
- (b) pembengkakan membrana mukosa, misalnya setelah mengisap uap atau pada reaksi alergi,
- (c) infeksi, misalnya difteri,
- (d) tumor, misalnya kanker pita suara.

Trachea atau batang tenggorok

Adalah tabung fleksibel dengan panjang kira-kira 10 cm dengan lebar 2,5 cm. trachea berjalan dari cartilago cricoidea kebawah pada bagian depan leher dan dibelakang manubrium sterni, berakhir setinggi angulus sternalis (taut manubrium dengan corpus sterni) atau sampai kira-kira ketinggian vertebrata torakalis kelima dan di tempat ini bercabang menjadi dua bronkus (bronchi). Trachea tersusun atas 16 – 20 lingkaran tak- lengkap yang berupa cincin tulang rawan yang diikat bersama oleh jaringan fibrosa dan yang melengkapi lingkaran disebelah belakang trachea, selain itu juga membuat beberapa jaringan otot.

Bronchus

Bronchus yang terbentuk dari belahan dua trachea pada ketinggian kira-kira vertebrata torakalis kelima, mempunyai struktur serupa dengan trachea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama. Bronkus-bronkus itu berjalan ke bawah dan kesamping ke arah tampuk paru. Bronkus kanan lebih pendek dan lebih lebar, dan lebih vertikal daripada yang kiri, sedikit lebih tinggi dari arteri pulmonalis dan mengeluarkan sebuah cabang utama lewat di bawah arteri, disebut bronkus lobus bawah. Bronkus kiri lebih panjang dan lebih langsing dari yang kanan, dan berjalan di bawah arteri pulmonalis sebelum di belah menjadi beberapa cabang yang berjalan ke lobus atas dan bawah.

Cabang utama bronchus kanan dan kiri bercabang lagi menjadi bronchus lobaris dan kemudian menjadi lobus segmentalis. Percabangan ini berjalan terus menjadi bronchus yang ukurannya semakin kecil, sampai akhirnya menjadi bronkiolus terminalis, yaitu saluran udara terkecil yang tidak mengandung alveoli (kantong udara). Bronkiolus terminalis memiliki garis tengah kurang lebih 1 mm. Bronkiolus tidak diperkuat oleh cincin tulang rawan. Tetapi dikelilingi oleh otot polos sehingga ukurannya dapat berubah. Seluruh saluran udara ke bawah sampai tingkat bronkiolus terminalis disebut saluran penghantar udara karena fungsi utamanya adalah sebagai penghantar udara ke tempat pertukaran gas paru-paru.

Alveolus yaitu tempat pertukaran gas asinus terdiri dari bronkiolus dan respiratorius yang terkadang memiliki kantong udara kecil atau alveoli pada dindingnya. Ductus alveolaris seluruhnya dibatasi oleh alveolis dan sakus alveolaris terminalis merupakan akhir paru-paru, asinus atau kadang disebut lobulus primer memiliki ukuran kira-kira 0,5 s/d 1,0 cm. Terdapat sekitar 20 kali percabangan mulai dari trachea sampai Sakus Alveolaris. Alveolus dipisahkan oleh dinding yang dinamakan pori-pori kohn.

Paru-Paru

Paru-paru terdapat dalam rongga thoraks pada bagian kiri dan kanan. Paru-paru memiliki :

1. Apex, Apex paru meluas ke dalam leher sekitar 2,5 cm diatas clavícula
2. permukaan costo vertebra, menempel pada bagian dalam dinding dada
3. permukaan mediastinal, menempel pada perikardium dan jantung.
4. dan basis. Terletak pada diafragma

paru-paru juga dilapisi oleh pleura yaitu parietal pleura dan visceral pleura. Di dalam rongga pleura terdapat cairan surfaktan yang berfungsi untuk lubrikasi. Paru kanan dibagi atas tiga lobus yaitu lobus superior, medius dan inferior sedangkan paru kiri dibagi dua lobus yaitu lobus superior dan inferior. Tiap lobus dibungkus oleh jaringan elastik yang mengandung pembuluh limfe, arteriola, venula, bronchial venula, ductus alveolar, sakus alveolar dan alveoli. Diperkirakan bahwa setiap paru-paru mengandung 150 juta alveoli, sehingga mempunyai permukaan yang cukup luas untuk tempat permukaan/pertukaran gas.