

Anatomi Sistem Respirasi

Anatomi • SKDI Anatomi Sistem Respirasi

Pelajari struktur dan fungsi dasar sistem respirasi serta korelasi klinisnya.

Modul 1: Modul 1: Pendahuluan Sistem Respirasi

1.1 Definisi dan Ruang Lingkup

Sistem respirasi adalah sistem organ yang berfungsi melakukan pertukaran gas (O_2 dan CO_2) antara tubuh dan lingkungan. Secara anatomis dibagi menjadi saluran pernapasan atas (hidung, faring, laring) dan bawah (trakea, bronkus, paru). Embriologis, sistem ini berkembang dari foregut dan lengkung faringeal (arkus faringeal I-VI) pada minggu ke-4 kehamilan. Kelainan kongenital seperti fistula trakeoesofageal atau atresia koana dapat terjadi akibat gangguan perkembangan. Kavum nasi memiliki tiga konka hidung (superior, media, inferior) yang berfungsi meningkatkan turbulensi udara, pemanasan, dan humidifikasi. Vaskularisasi hidung melibatkan arteri oftalmika, maksilaris, dan fasialis, dengan pleksus Kiesselbach di area Little sebagai lokasi tersering epistaksis anterior. SKDI Level 1A: pengenalan struktur dasar. Laring mengandung membran krikotiroid di antara tulang rawan krikoid dan tiroid; membran ini merupakan lokasi krikotiroidotomi/needle cricothyroidotomy darurat pada obstruksi jalan napas atas.

1.2 Struktur Saluran Pernapasan Atas

Saluran pernapasan atas terdiri dari hidung eksternal, kavum nasi, sinus paranasal (frontal, etmoid, sphenoid, maksilar), dan faring. Sinus paranasal berfungsi sebagai resonansi suara, pengurangan berat tengkorak, dan produksi mukus yang mengalir ke meatus hidung melalui ostium alami. Sinusitis maksilaris paling sering terjadi karena ostiumnya terletak tinggi sehingga drainase sulit. Faring dibagi menjadi nasofaring (belakang kavum nasi, berisi adenoid/faring tonsil dan torus tubarius), orofaring (berisi tonsil palatina, arkus palatoglossus anterior, dan arkus palatofaringeus posterior), serta laringofaring/hipofaring. Arkus palatoglossus dan palatofaringeus membentuk ismus orofaringeal. Vaskularisasi faring berasal dari arteri faringeal asenden, palatina asenden, dan palatina desenden cabang arteri maksilaris. Persarafan motorik dan sensorik faring terutama melalui nervus vagus (CN X) dan pleksus faringeal, sehingga kerusakan nervus ini menyebabkan disfagia dan disfonia. Faringitis paling sering etiologi virus dan Streptococcus grup A.

1.3 Embriologi Sistem Respirasi

Perkembangan sistem respirasi dimulai dari minggu ke-4 gestasi dari foregut. Respiratory diverticulum (bud paru) tumbuh dari dinding ventral foregut, dipisahkan oleh septum trakeoesofageal menjadi trakea ventral dan esofagus dorsal. Ketidaksempurnaan pemisahan ini menyebabkan fistula trakeoesofageal (tipe C paling sering) atau atresia esofagus. Tunas paru bercabang membentuk pohon bronkial secara dichotomus; minggu ke-16 terbentuk bronkiolus, minggu ke-24 tercapai jumlah alveoli yang cukup untuk viabilitas ("e25 minggu). Tahap pseudoglandular (minggu 5-16), kanalikular (16-26), dan sakular (26-birth) adalah periode kritis perkembangan. Produksi surfaktan oleh pneumosit tipe II dimulai minggu ke-20, namun maturasi optimal tercapai minggu ke-35; defisiensi menyebabkan respiratory distress syndrome (RDS) pada neonatus preterm. Laring berkembang dari arkus

faringeal IV (tulang rawan tiroid) dan VI (krikoid, aritenoid, kornikulat, kuneiform).

Modul 2: Modul 2: Struktur Saluran Pernapasan Bawah

2.1 Anatomi Saluran Pernapasan Bawah

Trakea sepanjang $\pm 10-12$ cm dari vertebra C6-T5, tersusun atas 16-20 cincin tulang rawan hialin berbentuk huruf C (bagian posterior terbuka, ditutupi otot trakealis untuk akomodasi esofagus). Trakea bercabang di karina (T4-T5) menjadi bronkus utama kanan (lebih vertikal, lebih pendek, lebih lebar—sehingga benda asing lebih sering masuk) dan kiri. Bronkus utama bercabang menjadi bronkus lobaris (3 kanan: superior, media, inferior; 2 kiri: superior, inferior), kemudian bronkus segmentalis (10 total). Bronkus segmentalis apikal posterior kanan sering menjadi lokasi reaktivasi tuberkulosis. Bronkiolus terminalis (<1 mm) tidak memiliki tulang rawan, dindingnya memiliki otot polos yang dapat mengalami bronkospasme pada asma. Mukosa dilapisi epitel pseudokompleks bersilia dengan sel goblet; di alveoli, pneumosit tipe I (pertukaran gas, 95% luas permukaan) dan tipe II (surfaktan) mendominasi. Vaskularisasi dari arteri bronkialis cabang aorta torakalis; persarafan otonom dari nervus vagus dan simpatis.

Modul 3: Modul 3: Struktur dan Fungsi Paru-paru

3.1 Anatomi Paru-paru

Paru-paru terletak dalam rongga toraks, dilindungi pleura viseral (melapisi permukaan paru) dan pleura parietal (melapisi dinding toraks); di antaranya terdapat rongga pleura dengan cairan pleura yang mengurangi gesekan saat respirasi. Paru kanan memiliki 3 lobus (superior, media, inferior) dipisahkan fisura oblik dan horizontal; paru kiri memiliki 2 lobus (superior, inferior) dipisahkan fisura oblik, dengan lingula sebagai ekuivalen lobus media. Hilum paru mengandung bronkus utama, arteri pulmonalis, vena pulmonalis, limfatik, dan nervus. Impressio kardiaka lebih dalam pada paru kiri karena apeks jantung mengarah ke kiri dan inferior. Vaskularisasi fungsional dari arteri pulmonalis (membawa darah deoksigenasi dari ventrikel kanan), sedangkan vaskularisasi nutrisi dari arteri bronkialis. Persarafan otonom dari pleksus pulmonalis (nervus vagus dan simpatis T2-T5). Lobus media paru kanan sering menjadi lokasi pneumonia komunitas.

3.2 Fungsi dan Mekanisme Pernapasan

Ventilasi paru terjadi melalui perubahan tekanan intrapleura. Tekanan intrapleura normal -5 cmH₂O (akhir ekspirasi) menjadi -8 cmH₂O (inspirasi) akibat kontraksi diafragma (innervasi nervus frenikus C3-C5) dan otot interkostal eksternus. Ekspirasi pasif terjadi saat relaksasi otot inspirasi. Surfactan (dipalmitoilfosfatidilkolin) yang diproduksi pneumosit tipe II menurunkan tegangan permukaan alveoli menurut hukum Laplace, mencegah kolaps alveolar dan meningkatkan compliance paru. Compliance paru menurun pada fibrosis pulmoner, meningkat pada emfisema. Spirometri mengukur tidal volume (± 500 mL), kapasitas vital (VC), dan FEV₁/FVC; rasio <70% menunjukkan obstruksi (asma, COPD), restriksi jika VC menurun. Pusat pernapasan di medula oblongata (grup respirasi dorsal/ventral) dan pons (grup pneumotaksik/apneustik) mengatur ritme. Kemoreseptor sentral (medula) sensitif terhadap PaCO₂, perifer (arkus karotis/aorta) sensitif terhadap PaO₂ dan pH. Disclaimer: Informasi ini untuk tujuan pendidikan. Selalu verifikasi dengan pedoman klinis terkini.

Daftar Pustaka / Referensi

1. Moore, K.L., Dalley, A.F., & Agur, A.M.R.. Clinically Oriented Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins (2018).
2. Standring, S.. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. Elsevier (2021).
3. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran (PNPK) Tata Laksana Gagal Napas Akut. Kemenkes RI (2020).
4. Besa Ziso, Tim L. Williams, R. Jon L. Walters, Stephan R. Jaiser, Johannes Attems, Udo C. Wiesmann. Facial Onset Sensory and Motor Neuronopathy: Further Evidence for a TDP-43 Proteinopathy. Case Reports in Neurology (2015). doi:10.1159/000381944
5. Connie C.W. Hsia, Dallas M. Hyde, Ewald R. Weibel. Lung Structure and the Intrinsic Challenges of Gas Exchange. Comprehensive Physiology (2016). doi:10.1002/cphy.c150028
6. PERKI (Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia). Pedoman Tatalaksana Hipertensi Pulmonal. <https://www.perki.org/pedoman> (2022).
7. Sadler, T.W.. Langman's Medical Embryology. Wolters Kluwer (2019).
8. Miserocchi, G., & Beretta, E.. A new look at the respiratory system: the integrated role of pleura and chest wall. Journal of Applied Physiology, 122(5), 1266-1275 (2017).

Disclaimer / Pernyataan Penting

Materi dalam dokumen ini disusun untuk tujuan pendidikan kedokteran berdasarkan kurikulum SKDI 2012. Informasi klinis harus selalu diverifikasi dengan sumber terkini (pedoman nasional, jurnal terindeks, konsultasi supervisor klinis). Penulis dan Malayan Saintifika tidak bertanggung jawab atas keputusan klinis yang diambil berdasarkan materi ini semata.