



**MODUL ANATOMI FISILOGI
(KES106)**



Universitas
Esa Unggul
DISUSUN OLEH
DR. MIRA ASMIRAJANTI, SKP., MKEP

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2020**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Alloh swt, karena berkat rahmat dan karunia-Nyalah modul anatomi dan fisiologi untuk mahasiswa keperawatan dapat selesai. Saya menyadari bahwa modul ini jauh dari sempurna, oleh karena itu berharap kepada semua pembaca untuk dapat memberikan kritik dan saran yang membangun, baik dalam hal penulisan atau apapun kekurangan dari modul ini.

Saya menyadari bahwa terwujudnya modul ini tidak terlepas dari dukungan banyak pihak. Kepada pihak yang telah membantu saya ucapkan terima kasih. Saya sangat berharap modul ini dapat diterima untuk dapat dijadikan dasar untuk meningkatkan keilmuan yang lebih baik, bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi perkembangan dunia keperawatan umumnya. Aamiin.

Jakarta, Februari 2021

Penulis

Dr. Mira Asmirajanti, SKp., MKep

DAFTAR ISI

	Hal
JUDUL	0
KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	2
MODUL 1	3
DASAR-DASAR ANATOMI FISILOGI DAN STRUKTUR ANATOMI TUBUH MANUSIA	
MODUL 2	17
OVERVIEW SISTEM-SISTEM PADA TUBUH MANUSIA	
MODUL 3	32
SISTEM MUSKULOSKELETAL	
MODUL 4	50
SISTEM KARDIOVASKULER	
MODUL 5	68
SISTEM PERNAFASAN	
MODUL 6	89
SISTEM PENCERNAAN	
MODUL 7	103
HATI, KANDUNG EMPEDU, DAN PANKREAS	
MODUL 8	116
SISTEM SARAF	
PENUTUPAN	147
DAFTAR PUSTAKA	148

MODUL 1

DASAR-DASAR ANATOMI FISIOLOGI DAN STRUKTUR ANATOMI TUBUH MANUSIA

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui dan mempelajari tentang latar belakang.
2. Mengetahui dan mempelajari tentang dasar-dasar anatomi fisiologi
3. Mengetahui dan mempelajari tentang struktur anatomi tubuh manusia

B. LATAR BELAKANG

Perawat sebagai salah satu profesi yang berhubungan dengan manusia. Manusia memiliki anatomi fisiologi tubuh yang harus dikenali dengan baik oleh perawat agar dapat bekerja sama dalam memenuhi kebutuhannya dasar manusianya. Perawat harus dapat bekerja sama dengan pasien untuk memenuhi kebutuhan dasar manusianya secara aman dan selamat. Perawat harus mengetahui, mempelajari dan memahami ANATOMI FISIOLOGI manusia dengan baik.

C. MATERI DASAR-DASAR ANATOMI FISIOLOGI

Materi dasar-dasar anatomi fisiologi ini menyampaikan hal-hal yang penting untuk diketahui oleh perawat sebagai berikut:

1. Pengertian Anatomi Fisiologi dan Patofisiologi

Belajar tentang anatomi fisiologi (1), ada 2 istilah yang harus diketahui, dipelajari dan dipahami, yaitu:

- a. **Anatomi** adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk dan susunan tubuh dengan cara menguraikan tubuh melalui potongan – potongan bagian tubuh dan hubungan organ tubuh satu dengan yang lainnya atau struktur tubuh. Anatomi memiliki banyak subdisiplin, yaitu:

Sitologi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur sel secara mikroskopis.

Histologi adalah ilmu yang mempelajari tentang jaringan.

Anatomi perkembangan adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur sejak dari telur sampai dewasa.

Embriologi adalah ilmu yang mempelajari struktur sejak dari pembuahan sampai minggu kedelapan kehamilan.

Gross Anatomy adalah ilmu yang mempelajari struktur tanpa memerlukan bantuan mikroskop.

Patologi anatomi adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan struktur akibat penyakit.

Regional Anatomy adalah ilmu yang mempelajari tentang bagian-bagian tubuh tertentu, seperti kepala atau ekstremitas bawah.

Anatomi radiografi adalah ilmu yang mempelajari tentang tubuh melalui sinar-X.

Anatomi suferfisial adalah ilmu yang mempelajari tentang tubuh melalui observasi dan palpasi.

Anatomi sistemik adalah ilmu yang mempelajari tentang sistem tubuh.

b. Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang fungsi tubuh dalam keadaan normal. Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari fungsi pada zat hidup, menerangkan faktor – faktor fisik dan kimia yang bertanggung jawab atas asal, perkembangan dan gerak kehidupan. Fisiologi manusia menerangkan tentang :

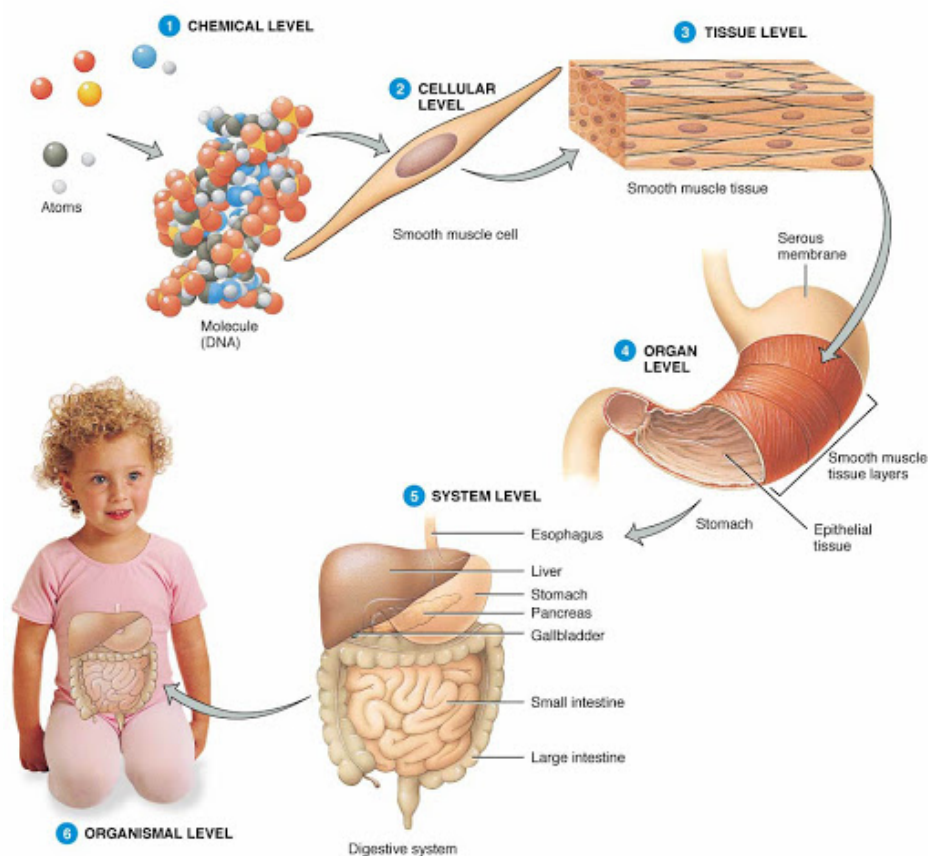
- Reaksi kimia yang terjadi di dalam sel
- Penghantaran impuls dari satu tubuh ke bagian tubuh lain
- Kontraksi otot
- Proses reproduksi
- Perubahan energi

c. **Patofisiologi** adalah setiap perubahan struktur tubuh yang abnormal. Patofisiologi merupakan bidang ilmu yang mempelajari **fungsi yang berubah** atau **terganggu**, yaitu perubahan – perubahan fisiologis yang ditimbulkan oleh penyakit pada organisme.

Setiap kali mempelajari struktur atau anatomi selalu berhubungan dengan fungsi karena struktur menentukan fungsi, dimana keduanya saling bergantung tetapi jika sudah terjadi penyimpangan maka sudah patofisiologi.

2. Tingkat Organisasi Tubuh

Tubuh adalah organisme yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak komponen, dimulai dari komponen yang terkecil yaitu atom dan bekerja menuju yang terbesar (lihat gambar 1).



Gambar 1

Organisasi tubuh adalah sebagai berikut:

- a. **Atom** misalnya hidrogen, karbon.
- b. **Molekul** misalnya air, glukosa.
- c. **Makromolekul** (molekul besar) misalnya protein, DNA.
- d. **Organel** (ditemukan di dalam sel) misalnya nukleus, mitokondria.
- e. **Jaringan** misalnya tulang, otot.
- f. **Organ** misalnya jantung, ginjal.
- g. **Sistem organ** misalnya rangka, kardiovaskular, pernapasan, ginjal.
- h. **Organisme** misalnya tikus, anjing, gajah, dan tentu saja, **manusia**.

3. Karakteristik Kehidupan

Semua organisme yang hidup umumnya memiliki karakteristik tertentu. Meskipun karakteristik ini mungkin berbeda antara satu organisme dengan organisme lainnya tetapi semuanya harus memelihara kehidupan. Karakteristik tersebut adalah:

- a. **Reproduksi** - baik pada tingkat mikro dan makro. Reproduksi merupakan proses yang penting. Pada tingkat makro adalah reproduksi organisme, dan pada tingkat mikro adalah reproduksi sel baru untuk menjaga efisiensi dan pertumbuhan organisme.
- b. **Pertumbuhan** - hal penting untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme.
- c. **Pergerakan** - perubahan posisi serta pindah sebagai bagian dari gerakan. Karakteristik ini penting agar organisme dapat mencari nutrisi, mencari pasangan untuk reproduksi, melarikan diri jika ada predator dan sebagainya
- d. **Respirasi** - respirasi eksternal penting untuk mendapatkan oksigen dan melepaskan karbon dioksida (atau memperoleh karbon dioksida dan melepaskan oksigen jika tanaman hijau), sedangkan respirasi internal melepaskan energi dari makanan.

- e. **Responsif** - organisme harus mampu merespon perubahan lingkungan misalnya jika ada rangsangan lain seperti bahaya predator.
- f. **Digesti** - ini adalah pemecahan zat makanan yang dicerna, sehingga organisme dapat menghasilkan energi yang diperlukan untuk hidupnya.
- g. **Absorpsi** - penyerapan zat makanan, seperti hasil pemecahan zat makanan yang dicerna, melalui membran dan ke dalam cairan tubuh, termasuk darah dan getah bening kemudian zat tersebut dibawa ke seluruh bagian tubuh organisme yang membutuhkannya.
- h. **Sirkulasi** - pergerakan zat melalui cairan tubuh.
- i. **Asimilasi** - perubahan zat yang diserap menjadi zat yang berbeda, yang dapat dimanfaatkan oleh jaringan tubuh.
- j. **Ekskresi** - membuang zat-zat sisa dari tubuh, baik karena tidak berguna bagi tubuh atau karena berbahaya bagi tubuh.

4. Keperluan Tubuh

Ada lima hal penting yang dibutuhkan semua organisme, termasuk manusia, yaitu:

a. Air

- Air adalah zat paling banyak ditemukan di tubuh. Saat lahir, 78% tubuh bayi terdiri dari air. Pada usia 1 tahun ini telah terjadi penurunan menjadi 65%. Pada pria dewasa mengalami penurunan kembali menjadi 60% dan pada wanita dewasa menjadi 55% (wanita memiliki lebih banyak lemak dibandingkan pria pada tubuh mereka, hal tersebut terlihat dari persentasenya, demikian juga laki-laki dewasa yang gemuk akan memiliki persentase yang lebih rendah daripada laki-laki dewasa kurus).
- Air dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme yang diperlukan suatu organisme untuk bertahan hidup.

- Air diperlukan untuk mengangkut zat-zat penting di tubuh organisme.
- Air mengatur suhu tubuh – suhu tubuh manusia berada dalam kisaran suhu yang sangat pendek sehingga tidak mampu mengatasi perubahan suhu yang tinggi di dalam tubuh. Jika suhu tubuh melebihi kisaran ini - baik di bawah atau di atas - maka kematian akan terjadi. Berkeringat merupakan cara air menurunkan suhu tubuh - air mendinginkan permukaan tubuh saat menguap (pendinginan atau evaporasi).

b. Makanan

- Makanan sebagai sumber energi bagi organisme untuk memenuhi semua karakteristik penting yang telah disebutkan di atas.
- Makanan juga sebagai suplai zat makanan untuk karakteristik yang telah disebutkan di atas - terutama pertumbuhan.

c. Oksigen

- Oksigen membentuk 20% udara dan digunakan dalam pelepasan energi dari yang berasimilasi

d. Panas

- Panas
- Panas adalah suatu bentuk energi yang sebagian mengontrol kecepatan terjadinya reaksi metabolik.

e. Tekanan

- Ada dua jenis tekanan yang dibutuhkan oleh suatu organisme:
 - tekanan atmosfer, yang penting dalam proses pernapasan;
 - tekanan hidrostatik, yang membuat darah mengalir ke seluruh tubuh.

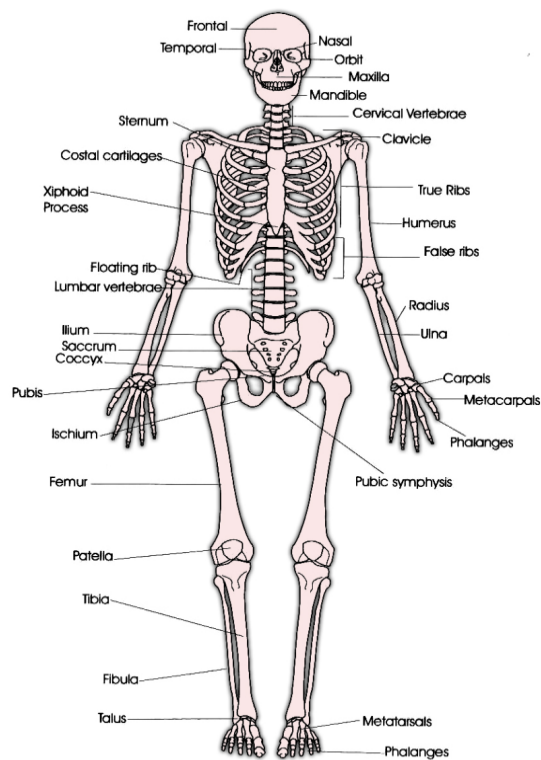
D. MATERI STRUKTUR ANATOMI TUBUH MANUSIA

Materi struktur anatomi (2) ini menyampaikan hal-hal yang penting untuk diketahui oleh perawat sebagai berikut:

1. Secara Makroskopis

Struktur anatomi tubuh manusia secara makroskopis (lihat gambar 2) meliputi:

- a. Kepala
- b. Leher
- c. Badan
 - Rongga dada
 - Rongga Abdomen
 - Rongga pelvis
- d. Anggota gerak
 - Anggota gerak atas
 - Anggota gerak bawah



Gambar 2

2. Secara Mikroskopis

Struktur anatomi tubuh manusia secara mikroskopis meliputi:

- a. Sel adalah bagian terkecil dari tubuh yang hanya bisa dilihat di bawah mikroskop
- b. Jaringan adalah sekumpulan sel yang serupa besar, bentuk, kerjanya dan terikat menyatu
- c. Organ adalah sekumpulan bermacam jaringan menjadi satu mempunyai fungsi khusus
- d. Sistem(sistim) adalah susunan dari organ – organ yang mempunyai kerja tertentu

3. Unsur Dasar Tubuh

- a. Tubuh tersusun oleh 3 unsur dasar:
 - Sel merupakan komponen hidup
 - Substansi interseluler merupakan hasil produksi sel, terdapat diantara sel-sel, mempunyai bentuk fisik sebagai substansi dasar dan serabut – serabut .
 - Komponen cairan tubuh sangat menonjol dalam plasma darah, cairan limfe dan cairan jaringan
- b. Selama perkembangan mudigah terdiri atas 3 lapis selular:
 - Eksoderm
 - Mesoderm
 - Endoderm
- c. Masing-masing berfungsi khusus, perkembangan yang akan datang dan diferensiasi menjadi jaringan dewasa.

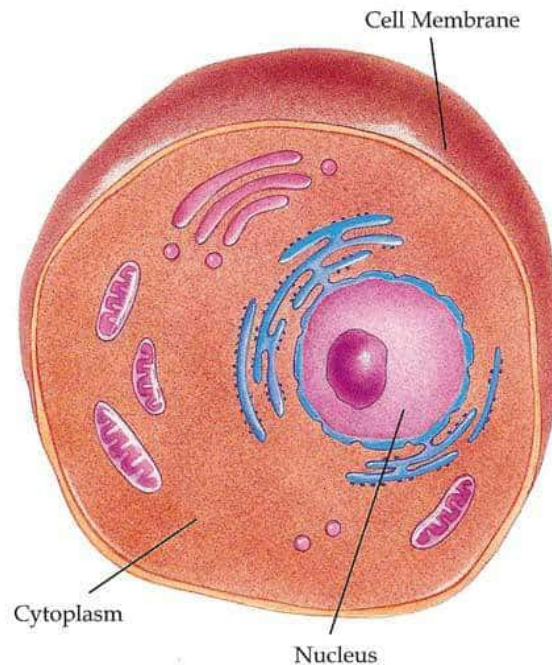
4. Struktur Sel

Sel secara harafiah adalah **unit kehidupan terkecil** yang menunjukkan bermacam - macam fenomena yang berhubungan dengan kehidupan. Berbagai zat yang menyusun sel bersama – sama dinamakan protoplasma, dengan 5 zat dasar yaitu Air,

Elektrolit, Protein, Lipid dan Karbohidrat. Sel mengandung dua bagian utama (lihat gambar 3) yaitu

a. Nukleus atau inti sel

- Nukleus dipisahkan dari sitoplasma oleh membrane inti.
- Nukleus bertindak sebagai pusat pengaturan dimana DNA berpusat di dalamnya.
- Nukleus terdapat di dalam semua sel, kecuali sel eritrosit dewasa dan trombosit (sel keping).
- Bentuk nukleus disesuaikan dengan bentuk sel, tetapi pada umumnya berbentuk bulat atau lonjong



Gambar 3

b. Sitoplasma.

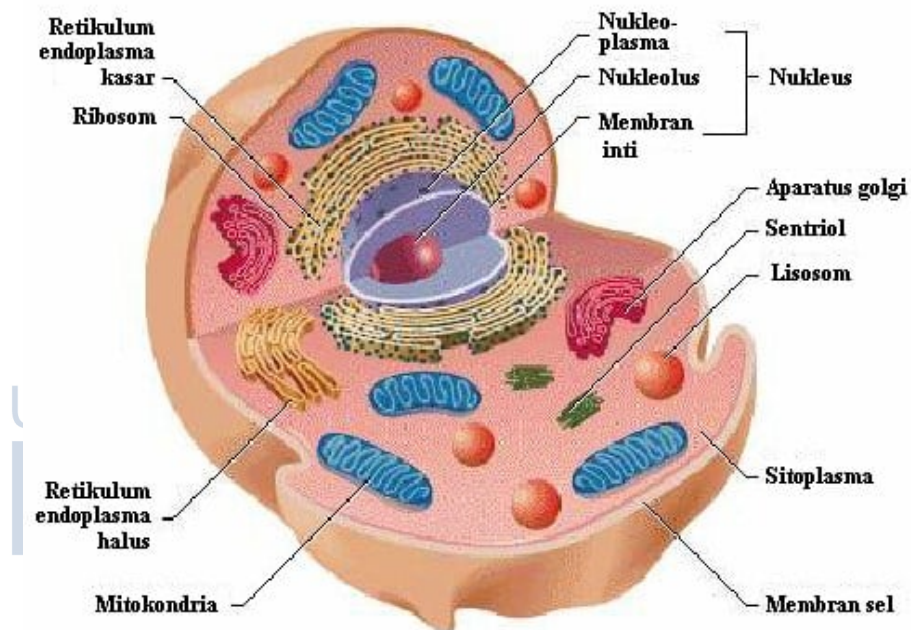
- **Sitoplasma** dipisahkan dari cairan sekitar oleh membrane sel.
- Di bawah mikroskop cahaya, sitoplasma nampak homogen dan mengandung berbagai macam bangunan kecil berbentuk granular, fibrilar dan vakuolar, yang mempunyai fungsi berbeda-beda.
- Sitoplasma adalah medium berair yang banyak mengandung 2 jenis utama struktur yang disebut:

- o Organel sel merupakan sel yang mengandung struktur fisika. Sangat terorganisasi sebagai komponen hidup unsur struktur sel dengan masing – masing mempunyai fungsi khusus.
- o Inklusi adalah kumpulan atau hasil sel yang tidak hidup.

5. Bagian-bagian Sel

Bagian-bagian sel (terlihat gambar 4) terdiri dari

- Membran sel merupakan suatu selaput tipis terdiri dari moleku lipid dan protein yang tersusun secara mosaik. Berfungsi untuk mengatur keluar masuk zat dalam mengadakan respons terhadap perubahan lingkungan.
- Membrane sel merupakan membrane inti



Gambar 4

- Nukleus atau Inti sel, dibatasi oleh selaput inti yang berpori dan mengandung plasma inti. Anak inti dan benang – benang kromatin sebagai pembawa sifat genetik
- Mitokondria merupakan tempat berlangsungnya pernafasan sel dan pembentukan energi di dalam sel

- e. Ribosom sebagai tempat untuk mensintesis protein.
- f. Lisosom sebagai cadangan enzim pencernaan yang di dalamnya terdapat enzim hidrolisis seperti protease, nuklease, glikosidase, lipase, fosfolipase & fosfatase.
- g. Aparatus golgi sebagai proses terjadinya sekresi kompleks glikoprotein tertentu. Apparatus golgi juga diduga merupakan gudang sementara dan kondensasi zat-zat yang akan disekresi, membantu sintesis karbohidrat dan menggabungkannya dengan protein membentuk glikoprotein. Fungsi lain adalah membentuk membran plasma.
 - a. Retikulum endoplasma merupakan tempat menempel butir – butir ribosom, tempat terjadinya proses sintesis (sistim pembuatan, pemrosesan dan penambalan) terdiri dari retikulum granula dan agranula.
 - b. Sentriol, Silia dan Flagelum
 - c. Mikrotubulus

6. Faktor Penunjang Kehidupan Sel

Kehidupan sel dapat berlangsung jika ditunjang faktor yang utama yaitu oksigen dan zat makanan. Reaksi dari Oksigen dan hasil metabolisme zat makanan menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk metabolisme sel. Oksigen di dalam tubuh didapat dari udara luar tubuh yang dihirup pada saat bernafas yaitu udara masuk kedalam paru – paru, kemudian di dalam paru oksigen mengalami difusi masuk ke dalam darah, di dalam darah oksigen diangkut oleh eritrosit, oleh jantung darah yang kaya oksigen dipompa keseluruh tubuh dan digunakan untuk metabolisme seluruh sel.

Makanan masuk ke dalam mulut diteruskan kesaluran pencernaan, dipecah dan diolah menjadi karbohidrat, asam lemak, asam amino dan sebagainya. Pemecahan makanan, kimus diserap diusus halus masuk ke dalam darah dan digunakan untuk metabolisme sel. Hati

membantu mengubah susunan kimia sebagian zat menjadi bentuk yang siap digunakan untuk etabolisme sel.

7. Reproduksi Sel

Reproduksi sel merupakan hal yang penting untuk kelangsungan hidup sel. Daur kehidupan sel menjalani 2 tahap yang terdiri dari

- a. Tahap pertumbuhan yaitu interfase
- b. Tahap pembelahan yaitu mitosis

Daur kehidupan dibedakan 2 daur sebagai berikut:

- a. Daur Kromosom, pada daur kromosom akan terlibat sintesis DNA.
- b. Daur Sitoplasma, pada daur Sitoplasma melibatkan pertumbuhan sel yaitu memperbanyak kandungan sel lainnya dan sitokinesis yaitu pemisahan menjadi dua sel mandiri

8. Membran Sel

- a. Membrane tersusun dari lapisan satu atau lebih dari satu yang terletak di atas membran basal dan sampai ke permukaan. Epitel berlapis tersusun dari dua atau lebih lapisan sel, hanya lapisan dalam atau lapisan basal yang terletak di atas membran atas. Sel dibatasi oleh membran sel yang selain memberi bentuk sel juga melekatkan sel dengan sel yang lainnya, memungkinkan zat-zat tertentu dapat melewati membran dan mengangkut aktif beberapa zat secara selektif. Membran sel juga menerima tanda pengaturan dari sekitar tubuh untuk dihantarkan ke bagian dalam sel. Membran sel merupakan pembatas sel dengan sel – sel lainnya, pembatas inti, mitokondria dan organel lainnya.
- b. Komponen protein yang terbesar diantara komponen lipid di dalam membran sel memiliki fungsi, diantaranya:
 - Memberikan kekuatan struktural pada membran

- Bekerja sebagai enzim untuk mempermudah reaksi kimia
- Bekerja sebagai protein mengemban/ karier yang diperlukan untuk transport zat – zat melalui membran sel
- Membentuk pori-pori yang dapat dilalui oleh air dan zat – zat tertentu untuk memasuki sel

c. Transfortasi melalui membran sel

Transfortasi melalui membran sel terdiri dari:

- Transport Aktif bekerja memerlukan energi, bersifat melawan gradien elektrokimia atau gradien konsentrasi.
- Transport Pasif bekerja tidak memerlukan energi, bersifat menuruni gradien elektrokimia atau gradien konsentrasi
- Fagositosis – Pinositosis bekerja melalui proses endositosis
 - Fagositosis adalah memakan partikel besar, seperti bakteri
 - Pinositosis adalah melakukan inhibisi yaitu kemampuan meminum atau menghisap sejumlah zat kecil

E. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Ilmu yang mempelajari tentang bentuk dan susunan tubuh disebut
 - a. Fisiologi
 - b. Anatomi
 - c. Patofisiologi
 - d. Nukleus
 - e. Sitoplasma

2. Bagian terkecil dari tubuh yang hanya dilihat di bawah mikroskopis adalah
 - a. Sitoplasma
 - b. Nukleus

- c. Sel
 - d. Ribosom
 - e. Organel
3. Struktur sel yang bertindak sebagai pusat pengaturan di mana DNA berpusat di dalamnya adalah
- a. Nukleus
 - b. Ribosom
 - c. Organel
 - d. Organel
 - e. Lisosom
4. Bagian sel yang merupakan gudang sementara dan kondensasi:
- a. Ribosom
 - b. Organel
 - c. Lisosom
 - d. Aparatus golgi
 - e. Retikulum endoplasma
5. Kehidupan dapat berlangsung jika ditunjang faktor berikut:
- a. Oksigen
 - b. Air
 - c. Darah
 - d. Ribosom
 - e. Organel

F. JAWABAN SOAL

- 1. b
- 2. c
- 3. a
- 4. d
- 5. a

MODUL 2

OVERVIEW SISTEM-SISTEM PADA TUBUH MANUSIA

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui dan memahami tentang latar belakang.
2. Mengetahui dan memahami tentang sistem atau susunan tubuh manusia.
3. Mengetahui dan memahami tentang pengorganisasian sistem tubuh.
4. Mengetahui dan memahami tentang komposisi tubuh manusia.

B. MATERI

Modul overview sistem-sistem pada tubuh manusia ini menyampaikan beberapa materi yang penting untuk diketahui oleh perawat yang akan dijabarkan di bawah ini:

1. Latar belakang

Perawat sebagai tenaga kesehatan yang membantu pasien untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia. Perawat membantu memenuhi kebutuhan dasar manusia mulai dari ujung rambut sampai ujung kaki sehingga perawat harus mengetahui anatomi fisiologi tubuh manusia. Perawat harus mengetahui struktur dan fungsi dari tubuh manusia agar dapat membantu memenuhi kebutuhan pasien dengan baik.

2. Sistem atau Susunan Tubuh Manusia

Sistem atau organ tubuh manusia merupakan kumpulan beberapa jaringan untuk melakukan fungsi tertentu di dalam tubuh (2). Jaringan adalah sejumlah sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang sama.

Ada 4 jenis jaringan dasar penyusun tubuh yaitu:

a. Jaringan Penutup

Jaringan penutup terdiri dari

1) Jaringan epitel

Jaringan epitel tersusun oleh sel-sel bersisi dan poligonal yang terhimpit padat, disertai sedikit atau tanpa substansi interselular. Epitel dapat berupa:

- membrane yang terbentuk oleh lembaran sel-sel dan menutup permukaan luar atau membatasi permukaan dalam.
- kelenjar, yaitu
 - kelenjar Eksokrin yang menyalurkan sekret melalui sistem saluran ke permukaan tubuh (sekresi eksternal)
 - kelenjar Endokrin yang mencurahkan sekret langsung masuk ke darah atau imfe (sekresi internal).

Epitel dikelilingi lamina basal yang memisahkan epitel dari jaringan di bawahnya. Epitel yang pada berbagai keadaan dapat mensekresi materi di samping berfungsi proteksi dan absorpsi. Epitel memiliki berbagai jenis sebagai berikut:

- Epitel selapis yaitu
 - Epitel Selapis Gepeng
 - Epitel Selapis Kuboid
 - Epitel Selapis Silindris
 - Epitel Bertingkat
- Epitel berlapis yaitu
 - Epitel Berlapis Gepeng
 - Epitel Berlapis Kuboid
 - Epitel Berlapis Silindris
 - Epitel Transisiona

2) Jaringan endotel dan mesotel

Jaringan endotel dan mesotel merupakan epitel selapis gepeng dengan asal dan kemampuan berbeda yang tidak dimiliki epitel selapis gepeng biasa. Endotel melapisi semua pembuluh darah dan pembuluh limfe. Mesotel melapisi rongga serosa tubuh, di antaranya perikardium, pleura dan peritoneum.

b. Jaringan Ikat

Jaringan ikat terdiri dari:

1) Jaringan ikat biasa, yaitu:

- Serat kolagen adalah berwarna putih, kuat, kelenturan rendah, daya renggang tinggi, mampu memberi kekuatan pada jaringan ikat, tersusun dari protein kolagen, serat ini terdapat pada tendon, tulang dan kulit
- Serat elastin adalah berwarna kuning, sifat kelenturan tinggi, tersusun dari mukopolisakarida dan protein elastin, dikelilingi oleh glikoprotein yang disebut fibrillin, serat ini terdapat pada pembuluh darah, ligamen, selaput tulang rawan laring.
- Serat retikuler memiliki kelenturan rendah, lebih tipis dari kolagen, terdiri dari kolagen dilapisi glikoprotein, berperan mengikat jaringan ikat dengan jaringan ikat lain. Serat ini terdapat pada hati, limpa dan kelenjar limfe.

2) Jaringan ikat penyokong, yaitu:

- Substansia spongiosa merupakan tulang berongga.
- Substansia kompak merupakan tulang padat.

3) Jaringan Hemopoetik, yaitu:

- Unsur – unsur yang berbentuk ; yaitu sel – sel darah dan fragmen – fragmen sitoplasma .

- Substansi inter seluler yang berupa cairan disebut plasma

c. Jaringan Otot

Jaringan otot merupakan jaringan yang mampu menunjukkan kerja mekanis dengan jalan memendek atau berkontraksi. Bentuk sel otot panjang dan langsing sehingga sering disebut juga **serat otot**. Sitoplasma sel otot disebut **Sarkoplasma**, membran dinding sel otot disebut **Sarkolema**. Di dalam sarkoplasma terdapat berkas-berkas halus yang berjalan sejajar membentuk **miofibril** yang tidak sama besar. Setiap miofibril terdiri atas beberapa **miofilamen**.

Setiap miofilamen terdiri dari molekul - molekul protein **Aktin** dan **trombomiosin** sebagai protein yang membentuk miofilamen halus serta **Miosin** merupakan protein yang membentuk miofilamen kasar. Struktur dikhususkan untuk melakukan gerakan, baik oleh badan secara keseluruhan maupun oleh pelbagai bagian tubuh yang satu terhadap yang lain. Ada 3 macam otot berdasarkan struktur yaitu **otot lurik** (kerangka), **otot-otot polos**, **otot jantung**. Berdasarkan fungsi adalah **otot volunteer** dan **otot involunter**.

d. Jaringan saraf

Jaringan saraf terdiri dari sel saraf (**sel neuron**) dan jaringan pembantu (**neuroglia**) berupa sel – sel serabut saraf dan mielin (lapisan pembungkus dari bahan fosfolipid). Mempunyai bagian yang disebut **badan sel**, **dendrit** dan **neurit**. **Badan sel** adalah bagian saraf yang mengandung inti. **Dendrit** merupakan tonjolan badan sel saraf yang tampak seperti cabang pohon, menerima rangsang dari neuron melalui **sinapsis** dan mampu meneruskan rangsang ke dendrit lainnya. Setiap sel saraf

hanya memiliki satu **axon** yang membawa rangsangan dari badan sel menuju ke perifer dalam bentuk aksi potensial. **Konduktivitas** adalah kemampuan jaringan saraf membawa impuls – impuls saraf. **Ganglion** adalah kumpulan badan sel saraf. Ciri khas sel saraf berada di dalam sitoplasma terdapat bangunan basofil yang disebut substansi Nissl.

Di dalam tubuh manusia terdapat bermacam-macam sistem organ (lihat gambar 1) (1) yang terdiri dari

a. Sistem Muskuloskeletal (Kerangka dan otot)

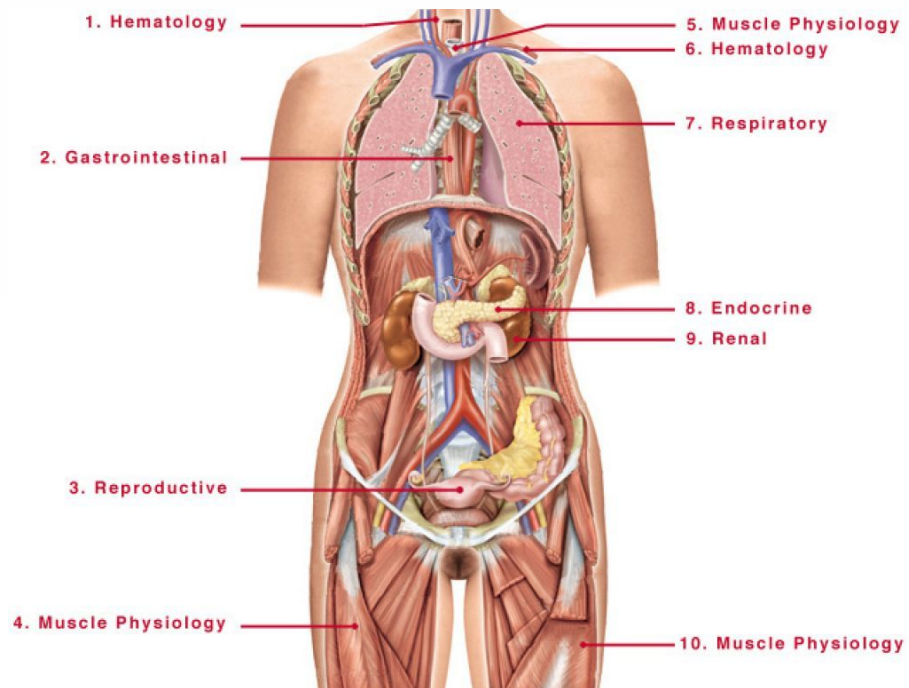
1) Sistem rangka tubuh tersusun dari tengkorak, tulang badan dan tulang-tulang anggota. Sistem rangka berfungsi sebagai:

- penegak dan pembentuk tubuh,
- tempat melekatnya otot,
- pelindung alat-alat tubuh seperti otak, paru-paru, jantung

Sel-sel darah merah dibuat pada sumsum tulang

2) Sistem gerak

- Diperlukan untuk menggerakkan bagian tubuh
- Baik gerakan tubuh tanpa perpindahan tubuh maupun untuk gerakan yang mengakibatkan perpindahan tubuh dari tempatnya
- Didalam sistem gerak dibedakan :
 - Alat gerak Aktif terdiri atas susunan jaringan otot
 - Alat gerak Pasif yaitu rangka tubuh



Gambar 1

b. Sistem Kardiovaskuler (jantung dan pembuluh darah)

Sistem peredaran darah terdiri atas organ yang dapat menggerakkan darah untuk beredar yaitu jantung. Organ untuk mengangkut darah yaitu pembuluh darah. Jantung memompa darah ke seluruh tubuh untuk mengedarkan darah ke setiap bagian jaringan di seluruh tubuh.

Darah mengangkut zat makanan dan oksigen serta bahan – bahan sisa metabolisme dan karbon dioksida (CO₂). Sistem peredaran darah sangat erat berkaitan dengan sistem pencernaan, sistem sekresi dan sistem pernafasan.

c. Sistem Respiratori (Pernafasan)

Sistem pernafasan terdiri atas saluran pernafasan yang akan mengangkut udara dan alveolus yang merupakan organ pertukaran udara. Pernafasan tidak akan berlangsung bila tidak ada udara yang masuk atau keluar melalui saluran pernafasan.

Untuk bernafas diperlukan otot – otot pernafasan untuk mengembang kan dan mengempiskan rongga dada.

Sistim pernafasan dimulai dari hidung, saluran pernafasan atas dan paru – paru. Sistim pernafasan menjamin tersedianya oksigen yang sangat dibutuhkan oleh metabolisme sel. Oksigen berdifusi masuk kedalam darah dari paru – paru diikat oleh eritrosit. Karbon dioksida akan dikeluarkan oleh sistim pernafasan melalui hembusan nafas

d. Sistim pencernaan

Sistim pencernaan terdiri atas organ – organ yang fungsi utamanya mengangkut makanan dan minuman tergolong dalam saluran pencernaan. Organ – organ yang fungsi utamanya menghasilkan getah pencernaan. Makanan dan minuman akan dicerna dalam saluran pencernaan dan kemudian diserap masuk ke dalam darah. Di dalam hati zat makanan yang telah diserap diubah struktur kimianya menjadi bentuk yang lebih dapat dipergunakan oleh sel. Zat makanan terdiri dari karbohidrat, protein, lemak dan vitamin.

e. Sistim Endokrin (kelenjar buntu)

Sistem endokrin disebut juga dengan sistim kelenjar atau sistim hormone. Tersusun dari berbagai kelenjar, antara lain :

- Kelenjar Hipofisis
- Kelenjar Tiroid atau gondok
- Kelenjar Pararenalis atau anak ginjal

Sistem endokrin berfungsi untuk:

- memproduksi hormon untuk memacu pertumbuhan, regulasi dan homeostasis
- Mengatur kesuburan, mengatur pembuangan

- Memproduksi air susu
- Dan pengaturan fungsi tubuh lainnya yang sangat penting
Hormon dikeluarkan dari dalam tubuh dan dipergunakan oleh tubuh sendiri

f. Sistim Urinaria (Berkemih)

Sistem urinaria diperlukan untuk membuang bahan – bahan hasil pembakaran yang membahayakan tubuh. Dalam sistim ekskresi terdapat organ untuk menapis darah dan organ untuk mengangkut dan menampung bahan – bahan yang ditapis, dan selanjutnya dikeluarkan dari tubuh. Ginjal memindahkan bahan – bahan yang tidak dibutuhkan dari dalam darah dibuang melalui air kencing.

Bahan – bahan yang akan dibuang berasal dari makanan atau minuman yaitu Urea, asam urat, Kelebihan ion – ion dan air. Ginjal melakukan fungsinya dengan menyaring darah yang masuk, membuang bahan yang tidak dibutuhkan dan mengambil kembali bahan yang masih dibutuhkan.

g. Sistim Reproduksi

Sistem reproduksi berfungsi untuk memperbanyak keturunan dan pelestarian jenis. Organ reproduksi pada pria terdiri dari

- Penis
- Testis
- Vas deferens
- Kantung semen

Sel spermatozoa dihasilkan oleh Testis dengan organ reproduksinya penis.

Organ reproduksi pada wanita terdiri dari :

- Vagina

- Ovarium
 - Rahim
 - Saluran Tuba Fallopi
- Sel telur (Ovum) dihasilkan oleh ovarium dan organ reproduksinya vagina.

h. **Sistim Nervosa (persarafan)**

Sistem persarafan tersusun dari:

- Serabut saraf
- Simpul saraf
- Sumsum tulang belakang
- Otak

Sistem persarafan berfungsi untuk menerima dan merespons rangsangan dari lingkungannya (luar atau dalam tubuh), berupa aktifitas tubuh (perilaku atau integritas). Sistim saraf terdiri dari 3 bagian pokok yaitu

- **Saraf Sensoris** berfungsi untuk mengetahui keadaan tubuh dan lingkungannya
- **Saraf Pusat** terdiri dari Otak dan Medula spinalis, Otak menyimpan informasi , menghasilkan pikiran, ambisi, emosi dan menentukan reaksi atas apa yang dicetuskan sensasi. Sinyal dari saraf pusat diteruskan ke saraf motoris
- **Saraf Motoris** menerima sinyal dari saraf pusat dan mencetuskannya dalam bentuk gerakan anggota tubuh.

Terdapat juga Sistim **saraf Otonom** yang kerjanya tidak dipengaruhi keinginan

i. **Sistim integumen (kulit)**

Sistem integumen membentuk lapisan terluar pada tubuh. Komponen utama kulit adalah sebagai berikut:

- kulit,

- rambut dan
- Kuku
- kelenjar kulit :
 - kel sebacea,
 - kel keringat,
 - kel. Mamae
- Integument terdiri dari 3 lapisan, yaitu:
 - Epidermis
 - Dermis
 - Hipodermis

3. Pengorganisasian Sistem Tubuh

Sistem tubuh manusia pada dasarnya mempunyai karakteristik yang prinsipnya sama pada setiap individu. Tubuh manusia sebagai organisme hidup terdiri dari berbagai sistem fungsional, misal sistem pernafasan, sistem pencernaan dan sebagainya. Tubuh manusia tercipta sedemikian rupa sehingga dapat mengatur jika ada sesuatu yang berubah. Pada dasarnya semua organ dan jaringan tubuh berfungsi membantu mempertahankan kondisi yang tetap, berupa tersedianya bahan – bahan yang dibutuhkan untuk kehidupan sel atau dikeluarkan bahan – bahan sisa metabolisme yang tidak dibutuhkan lagi. Tubuh memiliki fungsi dasar sebagai berikut:

Sistem	Organ	Fungsi
Transportasi	Jantung, pembuluh darah, darah	Aliran darah keseluruhan jaringan tubuh
Respirasi	Hidung, Faring, Laring, Trakea, Bronki, Bronkiolus, paru-paru	Pertukaran CO ₂ dan O ₂
Pencernaan	Mulut, Faring, esofagus, lambung, usus kecil, kelenjar ludah, pankreas, hati, kantong empedu	Mencerna dan absorpsi nutrient , garam dan air

Pertahanan	Sel- sel darah putih, pembuluh dan simpul limfe, limfe, timus dan jaringan limfe lain	Pertahanan terhadap benda asing yang masuk kedalam tubuh, pengembalian cairan ekstraseluler kedalam darah, pembentukan sel darah putih
Urinaria	Ginjal, ureter, kandung kemih, uretra	Pengaturan komposisi plasma melalui ekskresi zat-zat sisa , garam dan air
Endokrin	Semua kelenjar yang mensekresi hormon; pankreas, testis, indung telur, hipotalamus, ginjal, pituitaria, tiroid, paratiroid, adrenal, usus kecil, timus	Regulasi dan koordinasi berbagai macam aktifitas didalam tubuh
Reproduksi	Pria : Testis, penis dan saluran dengan kelenjar terkait, Wanita : Indung telur, pembuluh uterin, uterus, vagina, kelenjar susu	Memproduksi sperma , ovum, persediaan lingkungan bergizi untuk perkembangan embrio dan janin

4. Komposisi Tubuh Manusia

Komponen terbesar tubuh manusia adalah air dan selebihnya berupa senyawa organik dan senyawa An Organik. Pada senyawa organik terdiri dari 15% BB adalah Protein, 15% BB adalah Lipid dan 5% BB adalah karbohidrat. Pada senyawa An Organik terdiri dari 5% BB adalah Mineral kation (Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn dan Cu) dan Anion (Cl, HCO, H₂PO₄, PO₄ dan SO₄).

a. Komposisi cairan tubuh

Komposisi cairan tubuh pada orang dewasa adalah

- 40% BB atau 2/3 dari Total Body Water (TBW) berada di dalam sel disebut sebagai Cairan intra selular (ICF) dan

- sisanya 20% dari BB atau $\frac{1}{3}$ dari Total body water (TBW) berada di luar sel disebut cairan ekstraselular (ECF) yang terdiri dari
 - 15% cairan interstitial limfe (ISF) terletak di antara sel.
 - 5% cairan intra vaskular (IVF) atau plasma.
 - dan cairan transelular yang merupakan cairan serebrospinal, cairan intra okular dan sekresi saluran cerna.

b. Cairan tubuh

Cairan tubuh penting agar fungsi sel dapat berlangsung normal, semua sel dan jaringan tubuh terendam dalam cairan dengan komposisi yang relatif konstan. Keseimbangan yang dinamis dan homeostatis dari cairan, elektrolit dan keseimbangan asam basa dalam tubuh dipelihara melalui mekanisme faal yang kompleks yang melibatkan banyak sistem tubuh yang lain. Gangguan cairan, elektrolit dan asam basa sering merupakan dasar penyebab suatu penyakit yang pada akhirnya menyebabkan gangguan sistemik.

c. Distribusi cairan tubuh

Cairan ekstrasel ditransportasikan keseluruhan bagian tubuh dalam 2 tingkatan, yaitu

- Tingkat pertama memerlukan pergerakan darah mengitari sistim sirkulasi.
- Tingkat kedua merupakan pergerakan cairan antara kapiler dan sel.

Sewaktu darah berjalan melalui sirkulasi terjadi pertukaran yang terus menerus antara bagian plasma darah dengan cairan interstitial dalam ruangan sekitar kapiler, banyak cairan yang dapat berdifusi bolak balik antara darah dan ruangan jaringan dikarenakan kapiler berpori – pori. Proses difusi ini disebabkan

oleh gerak kinetik molekul – molekul di dalam plasma dan cairan intrasel.

d. Sumber cairan tubuh

Cairan dan elektrolit masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman dan cairan intra vena, dan didistribusikan keseluruhan bagian tubuh. Cairan tubuh adalah larutan yang terdiri dari air dan zat terlarut. Elektrolit adalah zat kimia yang menghasilkan partikel – partikel bermuatan listrik yang disebut ion.

e. Difusi dan osmosis

Difusi dan osmosis merupakan transportasi pasif, tidak perlu energi untuk pelaksanaannya. Perpindahan air dan zat terlarut di antara bagian tubuh melibatkan mekanisme transportasi aktif dan pasif. Mekanisme transportasi aktif memerlukan energi.

f. Pengeluaran cairan tubuh

Pengeluaran cairan tubuh pada orang sehat terjadi setiap hari melalui sebagai berikut:

Organ Ekskresi	Bentuk Pengeluaran	Zat yang dikeluarkan
Ginjal	Urin	Air, urea, garam, racun, vitamin
Usus halus, hati	Feses	Cairan empedu
Paru-paru	Udara ekspirasi	Uap air (H ₂ O), CO ₂ (Karbon dioksida)
Kulit	Keringat	Air, garam

C. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Kumpulan beberapa jaringan untuk melakukan fungsi tertentu di dalam tubuh adalah
 - a. Jaringan
 - b. Organ tubuh
 - c. Epitel
 - d. Berwarna kuning dan kelenturan tinggi
 - e. Terdapat pada hati dan limpa

2. Serat kolagen merupakan serat yang penting untuk kulit agar tetap kenyal, sifat apakah yang dimiliki serat kolagen
 - a. Berwarna putih, kuat dan kelenturan rendah
 - b. Berwarna kuning dan kelenturan tinggi
 - c. Terdapat pada hati dan limpa
 - d. Jaringan
 - e. Epitel

3. Jaringan yang mampu berkontraksi
 - a. Jaringan saraf
 - b. Jaringan otot
 - c. Jaringan ikat
 - d. Sistem pencernaan
 - e. Sistem urinaria

4. Organ yang berfungsi untuk pertukaran O₂ dan CO₂, yaitu
 - a. Sistem Respirasi
 - b. Sistem Pencernaan
 - c. Sistem Urinaria
 - d. Sistem Reproduksi

e. Sistem Endokrin

5. Berapa komposisi cairan pada orang dewasa

- a. 20% BB
- b. 30% BB
- c. 40% BB
- d. 50% BB
- e. 60% BB

D. JAWABAN SOAL

- 1. b
- 2. a
- 3. b
- 4. a
- 5. c

MODUL 3 SISTEM MUSKULOSKELETAL

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui dan memahami tentang latar belakang.
2. Mengetahui dan memahami tentang anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal.
3. Mengetahui dan memahami tentang jenis tulang.
4. Mengetahui dan memahami tentang struktur tulang.
5. Mengetahui dan memahami tentang klasifikasi tulang.
6. Mengetahui dan memahami tentang perkembangan dan pertumbuhan tulang.
7. Mengetahui dan memahami tentang mekanisme klasifikasi dan resorpsi tulang.

C. MATERI

Modul anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal ini menyampaikan beberapa materi yang penting untuk diketahui oleh perawat yang akan dijabarkan di bawah ini:

1. Latar belakang

Anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal sebagai sistem yang diperlukan oleh setiap manusia untuk memenuhi kebutuhan gerak. Dengan sistem ini manusia dapat melakukan aktivitas makan, mandi, berjalan, berpindah, berlari dan banyak lagi. Perawat membantu memenuhi kebutuhan gerak pasien. Perawat harus mengetahui sistem muskuloskeletal agar tahu ketidaknormalannya. Sistem muskuloskeletal merupakan sistem otot rangka.

2. Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal

Sistem Muskuloskeletal merupakan sistem otot rangka (1). Muskulo atau muskular adalah jaringan otot-otot tubuh. Ilmu yang

mempelajari otot – otot tubuh disebut Myologi. Skeletal atau osteo adalah tulang kerangka. Ilmu yang mempelajari tulang kerangka tubuh disebut Osteologi. Muskuloskeletal terdiri dari kata Muskulo yaitu otot dan Skeletal yaitu tulang kerangka. Muskuloskeletal dijelaskan sebagai berikut:

a. Sistem Otot (Muscle)

Otot (muscle) adalah jaringan tubuh yang berfungsi mengubah energi kimia menjadi kerja mekanik, sebagai respons tubuh terhadap perubahan lingkungan. Sistem ototlah yang memungkinkan terjadinya pergerakan, mempertahankan posisi, membantu pergerakan darah, makanan dan urin dan memproduksi panas tubuh. Sistem otot terdiri dari 3 macam tipe otot yaitu :

- otot skeletal,
- otot polos
- otot jantung.

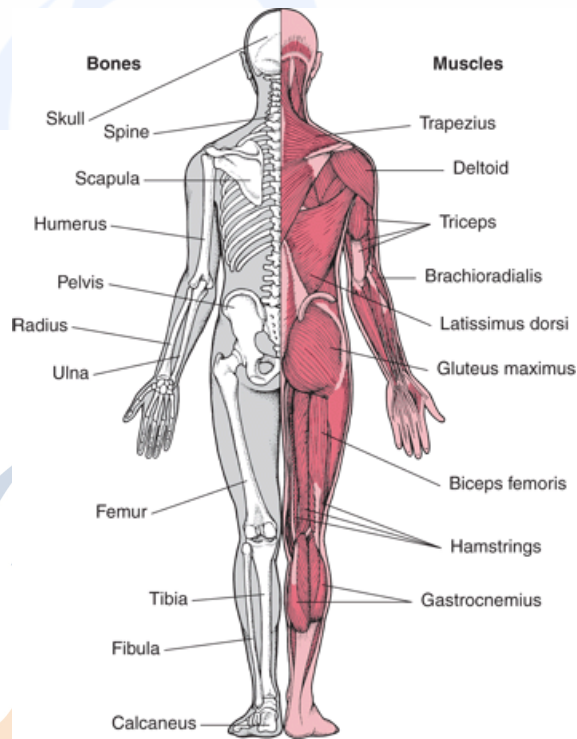
Otot-otot ini dilengkapi dengan **tendon**, jaringan **fibrous** yaitu jaringan yang menunjang otot untuk melekat pada tulang dan **saraf motoris** yang merangsang kontraksi otot. Otot bertanggung jawab menimbulkan tonus vaskular, kontraksi usus, fungsi genitourinaria dan denyut jantung. Rangka tulang melindungi organ internal dan digerakkan oleh otot.

b. Sistem kerangka (skeletal)

Kerangka (skeletal) adalah bagian tubuh yang terdiri dari:

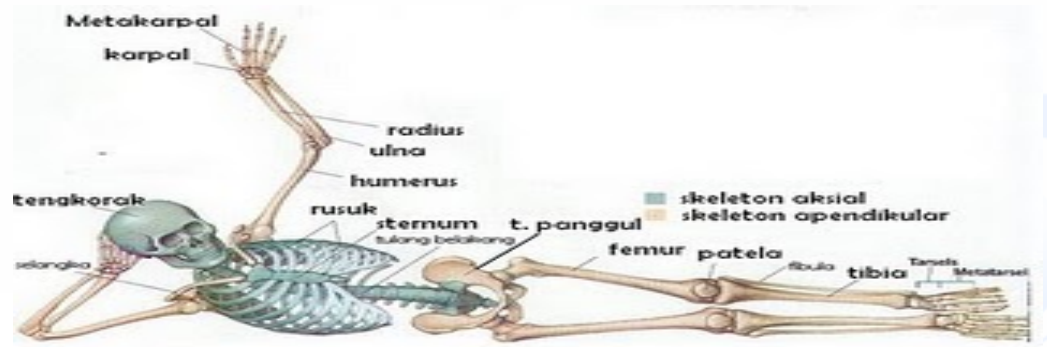
- tulang tengkorak
- tulang badan
- tulang-tulang anggota gerak
- tulang rawan (kartilago)
- membran

- sendi yaitu sebagai tempat menempelnya otot dan memungkinkan tubuh untuk mempertahankan sikap dan posisi.



Rangka manusia dibentuk dari tulang tunggal atau gabungan, seperti tengkorak yang ditunjang oleh struktur lain. Tulang-tulang ini saling berhubungan. Rangka terbentuk dari kira-kira 206 buah tulang, jumlah ini dapat bervariasi antara individu. Jumlah 206 buah tulang ini tersebar sebagai berikut:

- Tulang kepala atau tengkorak berjumlah **8** buah
- Tulang wajah berjumlah **14** buah
- Tulang telinga dalam berjumlah **6** buah
- Tulang lidah berjumlah **1** buah
- Tulang dada berjumlah **25** buah
- Tulang belakang dan gelang panggul berjumlah **26** buah
- Tulang anggota gerak atas berjumlah **64** buah



Kerangka berfungsi sebagai :

- Pembentukan tubuh yaitu memberikan bentuk pada bangunan tubuh karena sifat tulang yang keras dan tidak dapat berubah bentuk.
- Penyokong yaitu tulang memberi topangan dan menahan seluruh bagian-bagian tubuh agar tidak rubuh.
- Tempat melekatnya otot-otot.
- Pergerakan tubuh dengan perantaraan otot, sehingga memungkinkan tulang untuk bergerak.
- Berisi dan melindungi sumsum tulang merah yang merupakan salah satu jaringan pembentuk darah.
- Perlindungan yaitu melindungi organ-organ internal dari trauma mekanis. Melindungi organ vital seperti tengkorak untuk melindungi otak dan tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru.
- Hemopoeis yaitu tempat pembuatan sel darah terutama membentuk Eritrosit (sel darah merah) dan Lekosit di dalam sumsum tulang.
- Penyimpanan yaitu tempat menyimpan mineral Calsium (Ca), Magnesium (Mn) dan Pospor (P).

Otot dan rangka bekerja secara bersama – sama yang ditunjang oleh struktur lain seperti ligament, tendon dan organ lain untuk menggerakkan tubuh sebagai sistem gerak.

c. Sistem Gerak

Sistem gerak diperlukan untuk menggerakkan bagian tubuh. Baik gerakan tubuh tanpa perpindahan tubuh maupun untuk gerakan yang mengakibatkan perpindahan tubuh dari tempatnya. Di dalam sistem gerak dibedakan menjadi 2 bagian yaitu:

- Alat gerak Aktif yang terdiri atas susunan jaringan otot
- Alat gerak Pasif yaitu rangka tubuh.

3. Jenis Tulang

Tulang merupakan jaringan ikat khusus yang mengandung sel-sel yang berasal dari mesoderm atau mesenchim (jaringan ikat embrional) dan dikelilingi oleh suatu matriks yang diekskresi oleh sel dari jaringan ikat itu sendiri. Tulang manusia tersusun dari tulang rawan dan tulang sejati sebagai berikut ini:

a. Tulang rawan (kartilago)

Tulang rawan terbuat dari bahan yang padat, bening dan putih kebiru-biruan. Tulang rawan sangat kuat tetapi kurang kuat dibandingkan dengan tulang sejati. Dijumpai terutama pada sendi dan diantara 2 tulang. Mula – mula tulang embrio adalah tulang rawan, kemudian hanya pusat – pusat yang masih tumbuh saja yang dipertahankan sebagai tulang rawan. Bila umur dewasa tercapai tulang rawan hanya dijumpai sebagai penutup ujung – ujung tulang.

Tulang rawan bersifat lentur (**elastis**), tersusun atas sel-sel tulang rawan yang disebut **kondrosit** yang mensekresikan matriks (**kondrin**) berupa hialin atau kolagen. Kondrosit yang matang dibentuk dari sel – sel tulang rawan muda yang disebut **Kondroblas**. Tulang rawan diselubungi oleh selaput yang disebut **perikondrium**. Kondrosit merupakan sel – sel bulat besar dengan sebuah nukleus bening dan 2 atau lebih

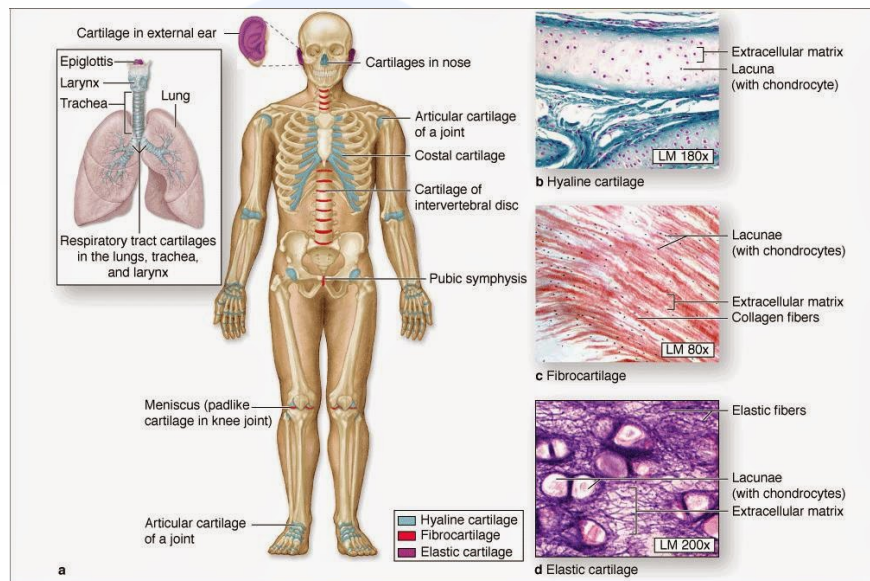
nukleolus (anak inti sel). Kondrosit terdapat dalam ruang – ruang didalam tulang rawan yang disebut **lakuna**.

Selama hidupnya sel – sel tulang rawan menempati semua lacuna. Dinding lakuna menebal membentuk **kapsul rawan**. Suatu ruang yang bening diantara kapsul dan dinding sel diakibatkan karena adanya penyusutan kondrosit selama hidupnya yang segera dipecah untuk membentuk kondrosit – kondrosit yang matang. Di dalam suatu lakuna pada umumnya terdapat 2 buah sel tulang rawan ,namun kadang 2, 3, 4 atau lebih. Kumpulan sel – sel seperti ini disebut sarang – sarang sel atau sel-sel isogenik, merupakan sel – sel dari turunan 1 sel kondroblast tunggal.

Tulang Rawan pada anak – anak berasal dari mesenkim dengan kandungan kondrosit lebih banyak dari kondrin. Itu berbeda dengan pada orang dewasa dimana kondrin lebih banyak dan berasal dari selaput tulang rawan (perikondrium) yang banyak mengandung kondroblas (pembentuk kondrosit). Tulang rawan pada orang dewasa banyak terdapat pada ujung tulang rusuk, laring, trakea, bronkus, hidung, telinga, antara ruas-ruas tulang belakang dan permukaan persendian.

Kasus Patah tulang pada anak – anak biasanya lebih cepat sembuh dan cepat menyambung kembali dikarenakan anak - anak masih banyak memiliki tulang rawan, sehingga bila patah mudah menyambung kembali. Tulang rawan tidak mengandung pembuluh darah, tetapi diselubungi membran yaitu perikondrium tempat tulang rawan mendapat darah. Proses perubahan tulang rawan menjadi tulang keras disebut proses **osifikasi**.

Ada 3 jenis utama tulang rawan yang memperlihatkan ciri – cirinya yang khas yaitu ulet, lentur dan kokoh yaitu:



▪ Tulang rawan Hyalin

Tulang rawan hyalin terdiri atas serabut kolagen yang terbenam dalam bahan dasar yang bening seperti kaca dan ulet atau berwarna putih kebiru – biruan, kuat dan elastis. Tulang rawan hyalin dijumpai menutupi ujung tulang pipa sebagai tulang rawan sendi, tulang rawan iga dan tulang – tulang rawan pada saluran pernafasan seperti tulang rawan hidung, laring, trakhea dan pada bronkus supaya tetap terbuka.

Tulang rawan hyalin juga membentuk tulang rawan sementara yang kemudian akan dibentuk menjadi tulang pada semua rangka janin. Pada embrio dan janin yang sedang tumbuh jaringan tulang rawan hyalin bertugas sebagai penyangga sementara untuk mendukung jaringan lainnya sampai terbentuk tulang yang menggantikannya. Sel tulang rawan hyalin pada dasarnya disusun dalam kelompok – kelompok kecil didalam matriks yang kuat.

- **Tulang rawan Fibrosa**

Tulang rawan Fibrosa terbentuk oleh berkas – berkas serabut dengan tulang rawan tersusun di antara berkas serabut itu. Berwarna buram keputihan dan bersifat keras. Jumlah selnya lebih sedikit dan berdiri sendiri atau mengelompok. Tulang rawan hyalin dijumpai di tempat yang memerlukan kekuatan besar.

Tulang rawan fibrosa memperdalam rongga dari cawan – cawan tulang seperti asetabulum (cawan) dari tulang coxae (tulang panggul) dan rongga glenoid dari skapula. Tulang rawan fibrosa juga membentuk tulang rawan interartikuler seperti pada tulang rawan semilunar pada lutut, tulang penghubung seperti pada diskus intervertebralis tulang belakang, bantalan tulang rawan pada simfisis pubis.

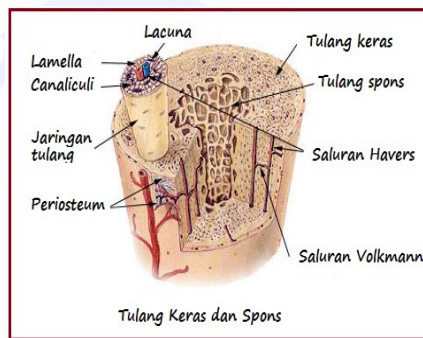
- **Tulang rawan elastis**

Sering disebut tulang rawan elastik kuning sebab mengandung sejumlah besar serabut elastik berwarna buram kekuningan. Bersifat fleksibel dan elastik. Sel – sel sama dengan sel-sel tulang rawan hyalin dan dapat berdiri sendiri atau berkelompok. Terdapat pada daun telinga, epiglotis dan tabung eustakhius (faringotimpanik). Bila ditekan atau dibengkokkan terasa lentur dan cepat kembali ke bentuk semula.

- b. **Tulang sejati**

Tulang sejati merupakan tulang keras (osteon), bersifat tidak lentur dan berwarna lebih gelap. Tulang sejati dibentuk oleh sel pembentuk tulang yang sangat kompak pada permukaannya (*osteoblas*). Banyak mengandung matriks yang terdiri dari zat

kapur (senyawa kalsium dan fosfat) yang mengakibatkan tulang menjadi keras.



Zat kapur dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3) dan kalsium fosfat ($\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$) dibawa oleh darah. Sel – sel tulang merupakan sel-sel penyusun jaringan ikat khusus yang berasal dari sel-sel mesenkhim. Sel - sel mesenkim banyak terdapat karena adanya peningkatan suplai darah dan membentuk calon sel-sel tulang (osteogenik atau osteoprogenitor). Dalam tulang keras terdapat saluran *havers* yang didalamnya terdapat pembuluh darah yang berfungsi mengatur kehidupan sel tulang.

Tulang sejati tersusun atas sel tulang dan matriks, sebagai berikut:

- Sel-sel tulang

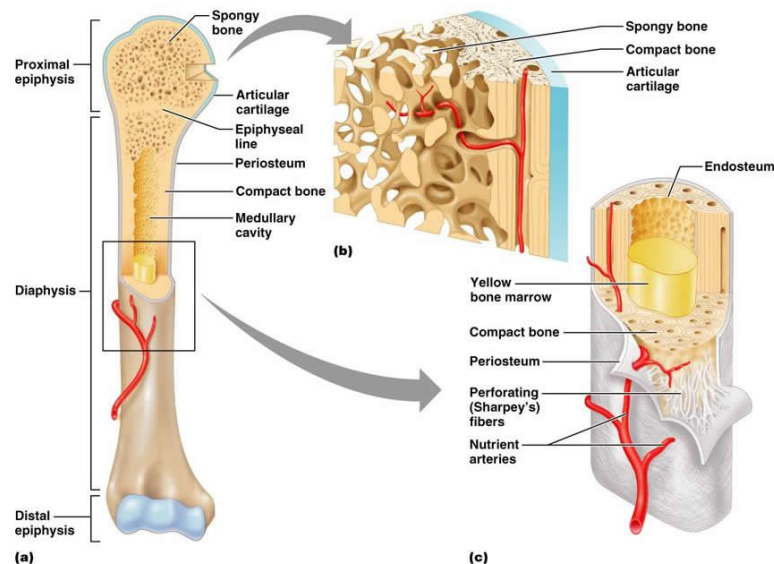
Sel – sel tulang yaitu *osteosit*, *osteoblas*, *osteoklas*. Osteosit merupakan sel-sel tulang matang pembentuk tulang. Osteosit dibentuk oleh osteoblast. Osteoblas merupakan sel-sel tulang muda. Osteoklas merupakan sel-sel besar berinti banyak dan berfungsi untuk memindahkan matriks dari tulang lama. Osteoklas menyisakan ruang untuk pembentukan tulang baru. Tulang lama senantiasa mengalami proses daur ulang materi untuk pembentukan tulang (resorpsi).

- Matriks tulang.

Matriks tulang berisi serat kolagen organik, garam-garam anorganik tulang (hidroksiapatit). Jenis-jenis matriks penyusun tulang yaitu:

- Semen tersusun oleh senyawa karbohidrat.
- Kolagen berbentuk serabut mengikat sel tulang.
- Mineral menentukan kelenturan tulang.

Tulang sejati, diklasifikasikan berdasarkan matriks sebagai berikut:



- Tulang kompak

Tulang kompak bersifat padat, halus dan homogen. Pada bagian tengahnya terdapat *medullary cavity* yang mengandung *yellow bone marrow*. Tersusun atas unit Osteon yaitu *Haversian System*. Pada pusat osteon mengandung saluran *Haversian Kanal* tempat pembuluh darah dan saraf yang dikelilingi oleh lapisan konsentrik *lamellae*.

- **Tulang spons**

Tulang spons tersusun atas *honeycomb network* yang disebut trabekula. Rongga antara trabekula terisi *red bone marrow* mengandung pembuluh darah yang memberi nutrisi pada tulang. Struktur tersebut menyebabkan tulang dapat menahan tekanan.

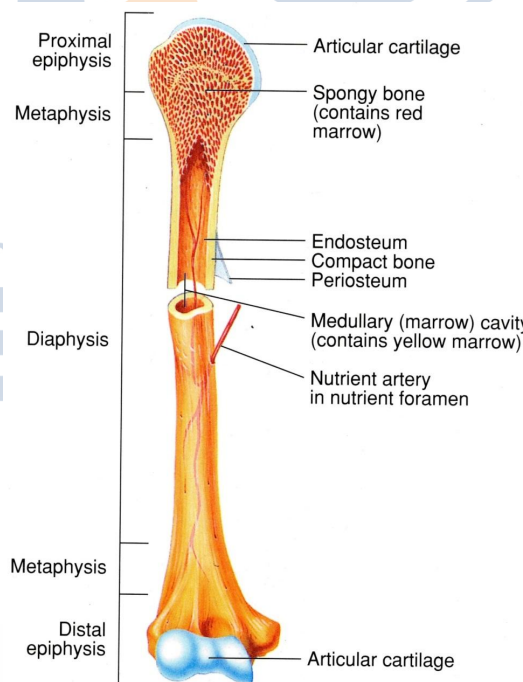
4. Struktur Tulang

Tulang memiliki struktur makroskopis dan mikroskopis (2), sebagai berikut:

a. Struktur makroskopis tulang terdiri atas 2 jenis jaringan:

- Jaringan kompak (padat)

Jaringan kompak merupakan jaringan tulang yang keras dan padat. Ditemukan dalam tulang pipih dan tulang pipa. Jaringan kompak sebagai lapisan tipis penutup semua tulang.



- Jaringan seperti spons

Jaringan spons merupakan jaringan tulang berbentuk jala mempunyai struktur seperti spons. Ditemukan terutama pada

ujung tulang pipa, dalam tulang pendek dan sebagai lapisan tengah antara dua lapisan kompak pada tulang pipih seperti pada skapula, kranium, dan iga-iga.

Bila batangnya dipotong melintang, akan tampak jaringan tulang padat dan sebuah rongga di tengahnya (kanalis medularis) berisi sumsum tulang yang berwarna kuning yang di dalamnya terdapat banyak sel lemak. Bila ujung tulang pipa dipotong, ruangan dalam jaringan kanselus tampak berisi, yaitu:

- Sumsum tulang yang merah berfungsi sebagai tempat terbentuknya baik sel darah merah maupun sel darah putih. Di dalam sumsum merah terdapat sangat banyak sel darah merah.
- Sumsum tulang yang lain berupa sumsum tulang kuning yang merupakan tempat pembentukan sel-sel lemak ,
- Sumsum tulang merupakan kumpulan pembuluh darah dan pembuluh saraf.

b. Struktur mikroskopis

Lempeng tulang atau lamela disusun konsentris sekitar saluran dan di antaranya terdapat ruangan kecil - kecil yang disebut lakuna dan mengandung sel – sel tulang, saling bersambungan dan juga disambungkan dengan saluran Havers di tengah – tengah atau saluran kecil bernama kanalikuli. Satu sistim Havers yang lengkap terdiri dari :

- Saluran Havers merupakan saluran yang berisi serat saraf, pembuluh darah dan saluran limfe.
- Lamela tersusun konsentris
- Lakuna mengandung sel tulang
- Kanalikuli memancar di antara lakuna dan menggandengkannya dengan saluran Havers.

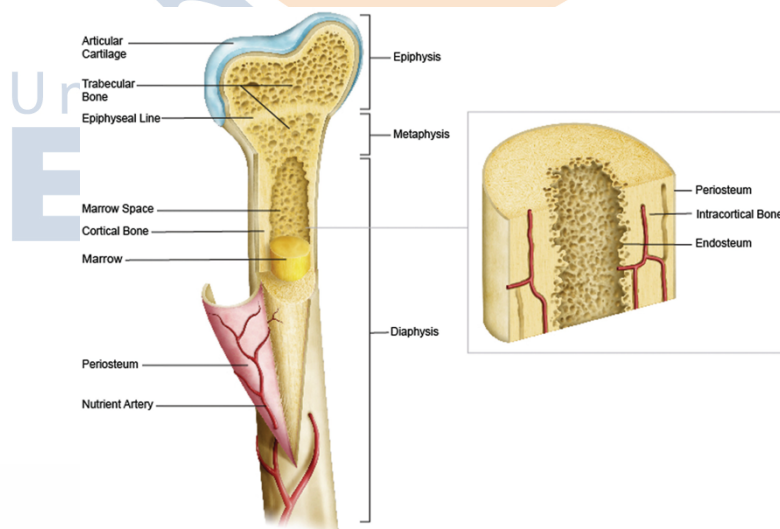
Daerah di antara sistem – sistem, Havers ini terdiri atas lamela interstitial. Lamela dalam jaringan bentuk jala tersusun kurang teratur dan tidak mempunyai saluran Havers. Pembuluh darah bercabang – cabang dalam ruang interstitial yang berisi sumsum untuk memberi persediaan darah kepada pembuluh darah yang lebih halus.

5. Klasifikasi Tulang

Tulang – tulang kerangka diklasifikasikan sesuai dengan bentuk dan formasinya. Tulang panjang atau tulang pipa terutama dijumpai dalam anggota gerak. Setiap tulang panjang terdiri atas bagian batang dan dua bagian ujung. Tulang pipa bekerja sebagai alat unkit tubuh dan memungkinkannya bergerak. Klasifikasi tulang berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut:

a. Tulang Panjang atau tulang pipa

Tulang Panjang atau tulang pipa merupakan tulang berbentuk silindris dengan rongga di tengahnya, misalnya tulang paha, tulang betis , tulang hasta (radius, ulna). Tulang ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu:



- Epifise merupakan bagian ujung tulang yang terdiri atas tulang rawan.

- Diafise merupakan bagian tengah yang memanjang dan di pusatnya terdapat rongga berisi sumsum tulang. Rongga ini terbentuk karena aktivitas osteoblas atau perombak sel-sel tulang.
- Metafise merupakan cakrapifise: bagian sempit di antara epifise dan diafise. Bagian ini terdiri atas tulang rawan yang kaya osteoblas dan mempunyai kemampuan untuk tumbuh memanjang. Pada orang dewasa yang tidak tumbuh meninggi lagi, bagian ini sudah menulang semua.

b. Tulang pendek

Tulang pendek sebagian besar terbuat dari jaringan tulang jarang. Bersifat ringan dan kuat karena kuatnya tulang pendek mampu mendukung seperti tampak pada pergelangan tangan.



Tulang – tulang ini diselubungi oleh jaringan padat tipis. Contoh pada tulang –tulang karpalia di tangan dan tarsalia di kaki.

c. Tulang pipih

Terdiri atas dua lapisan jaringan tulang keras dengan di tengahnya lapisan tulang seperti spons. Tulang ini dijumpai ditempat yang memerlukan perlindungan, seperti pada tulang tengkorak, tulang inominata, tulang panggul atau coksae, iga – iga dan skapula (tulang belikat). Tulang pipih menyediakan permukaan luas untuk kaitan otot – otot, misalnya skapula, tulang rusuk dan sternum.

- d. Tulang tidak beraturan atau ireguler
Tulang tidak beraturan tidak termasuk dalam salah satu dari ke 3 kelas sebelumnya, contoh tulang tak beraturan yaitu vertebra dan tulang wajah.
- e. Tulang sesamoid, contohnya patella.
Tulang ini berkembang dalam tendon otot – otot dan dijumpai dekat sendi, contohnya patella.

7. Perkembangan dan pertumbuhan tulang

Tulang merupakan struktur tubuh yang mengalami proses penyerapan dan pembentukan secara terus menerus serta seimbang. Proses pembentukan tulang pada masa anak-anak dan remaja lebih banyak terjadi dibandingkan proses penyerapan tulang pada masa dewasa sehingga massa atau kepadatan tulang semakin lama semakin meningkat. Sebaliknya jika penyerapan tulang lebih banyak dibanding proses pembentukannya maka akan terjadi osteoporosis. Puncak pertumbuhan tercapai pada usia 30 tahun dan mulai berkurang 0,4% pertahun.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tulang adalah sebagai berikut:

- a. Herediter (genetik), secara umum bergantung pada orang tua.
- b. Faktor nutrisi, makanan mengandung kalsium, posfor, protein, vitamin A, C, D, hormon (PTH kalsitonin, GH dan tiroksin).
- c. Faktor endokrin terdiri dari:
 - sekresi dari Hormone paratiroid (PTH) adalah untuk merangsang osteoklas, reapsobsi tulang dan melepas kalsium ke dalam darah , Merangsang absorpsi kalsium dan fosfat dari usus. Meresorbsi kalsium dari tubulus renalis.
 - Tirokalsitonin, hormone yang dihasilkan dari sel-sel parafolikuler dari kelenjar tiroid, cara kerjanya menghambat resorpsi tulang.

- Hormone pertumbuhan (growth hormon) di hasilkan oleh hipofise anterior, penting untuk berproliferasi (bertambah banyak) secara normal dari rawan epifisealis, untuk memelihara tinggi badan normal .
 - Tiroksin bertanggung jawab untuk pertumbuhan tulang yang layak, remodeling tulang dan kematangan tulang
- d. Faktor persyarafan, jika gangguan suplai persyarafan mengakibatkan penipisan tulang seperti yang terlihat pada kelainan poliomyelitis.
 - e. Faktor mekanis merupakan kekuatan dan arah dari tuberkula tulang ditentukan oleh gaya-gaya mekanis yang bekerja padanya.
 - f. Penyakit mempunyai pengaruh yang kurang baik terhadap pertumbuhan tulang.

8. Mekanisme Kalsifikasi dan Resorpsi Tulang

Kalsifikasi dalam tulang merupakan proses metabolisme kalsium dan fosfat. Bahan-bahan mineral yang akan diendapkan semula berada dalam aliran darah. Osteoblas berperan dalam mensekresikan enzim alkali fosfatase. Dalam keadaan biasa, darah dan cairan jaringan mengandung cukup ion fosfat dan kalsium untuk pengendapan kalsium $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ apabila terjadi penambahan ion fosfat dan kalsium. Penambahan ion-ion tersebut diperoleh dari pengaruh enzim alkali fosfatase dari osteoblas. Hal tersebut juga dapat diperoleh dari pengaruh hormone parathyroid dan pemberian vitamin D atau pengaruh makanan yang mengandung garam kalsium tinggi.

D. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Ilmu yang mempelajari tentang skeletal disebut
 - a. Myologi
 - b. Osteologi
 - c. Histologi
 - d. Psikologi
 - e. Kardiologi
2. Jaringan tubuh yang berfungsi mengubah energi kimia menjadi kerja mekanik adalah
 - a. Otot
 - b. Rangka
 - c. Gerak
 - d. Hepar
 - e. Paru-paru
3. Berapa kira-kira jumlah tulang orang dewasa
 - a. 210 buah
 - b. 215 buah
 - c. 206 buah
 - d. 200 buah
 - e. 195 buah
4. Jenis tulang apakah yang bersifat lentur dan berwarna lebih terang
 - a. Tulang sejati
 - b. Tulang rawan
 - c. Osteon
 - d. Tulang pipa
 - e. Tulang pipih

5. Mengapa dapat terjadi osteoporosis

- a. Karena kepadatan tulang meningkat
- b. Karena pembentukan tulang
- c. Karena penyerapan tulang lebih banyak dibanding proses pembentukannya
- d. Karena duduk yang salah
- e. Karena berdiri yang salah

D. JAWABAN SOAL

- 1. b
- 2. a
- 3. c
- 4. b
- 5. c

MODUL 4 SISTEM KARDIOVASKULER

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui tentang latar belakang sistem kardiovaskuler.
2. Mengetahui dan memahami tentang anatomi sistem kardiovaskuler.
3. Mengetahui dan memahami tentang fungsi sistem konduksi jantung.

B. MATERI

Modul anatomi fisiologi sistem kardiovaskuler ini menyampaikan beberapa materi yang penting untuk diketahui oleh perawat yang akan dijabarkan di bawah ini:

1. Latar belakang

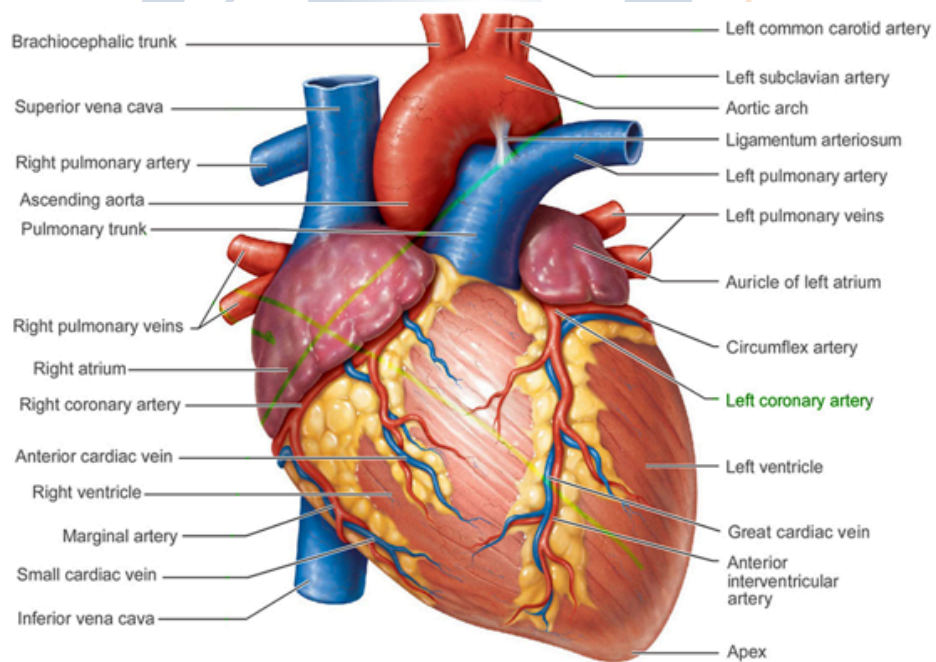
Anatomi fisiologi sistem kardiovaskuler sebagai sistem yang diperlukan oleh setiap manusia untuk memompakan darah ke seluruh tubuh. Dengan sistem ini manusia dapat mengedarkan darah ke seluruh tubuh untuk pertukaran Oksigen (O₂) dan karbondioksida (CO₂), kebutuhan nutrisi dan sebagainya. Perawat membantu memenuhi kebutuhannya, sehingga perawat harus mengetahui sistem kardiovaskuler dengan baik. Sistem kardiovaskuler merupakan sistem jantung dan peredaran darah.

2. Anatomi Fisiologi Sistem Kardiovaskuler

Sistem kardiovaskuler adalah organ sirkulasi darah yang berfungsi mengedarkan dan mensuplai oksigen serta nutrisi keseluruhan jaringan tubuh yang di perlukan dalam proses metabolisme tubuh. Sistem kardivaskuler memerlukan banyak mekanisme yang bervariasi agar fungsi regulasinya dapat merespons aktivitas tubuh, salah satunya adalah meningkatkan aktivitas suplai darah agar aktivitas jaringan dapat terpenuhi. Pada keadaan berat, aliran darah

tersebut, lebih banyak di arahkan pada organ-organ vital seperti jantung dan otak yang berfungsi memelihara dan mempertahankan sistem sirkulasi itu sendiri (2).

Jantung adalah organ berongga dan berotot yang bentuknya menyerupai pyramid atau buah pir. Terletak di dalam rongga dada (thoraks) antara kedua paru – paru (mid mediastinum), dibagian belakang tulang sternum dan bertumpu pada diafragma. Basisnya terletak di atas dan puncaknya (Apex) di bawah serta miring ke sebelah kiri. 2/3 jantung berada di sebelah kiri dari sternum. Dasar jantung berada di interkostal ke 2 – 3. Puncaknya (Apex) jantung berada di interkostal ke 5 – 6. Jantung memiliki berat sekitar 300 gram, kira-kira sebesar kepalan tangan masing – masing orang.



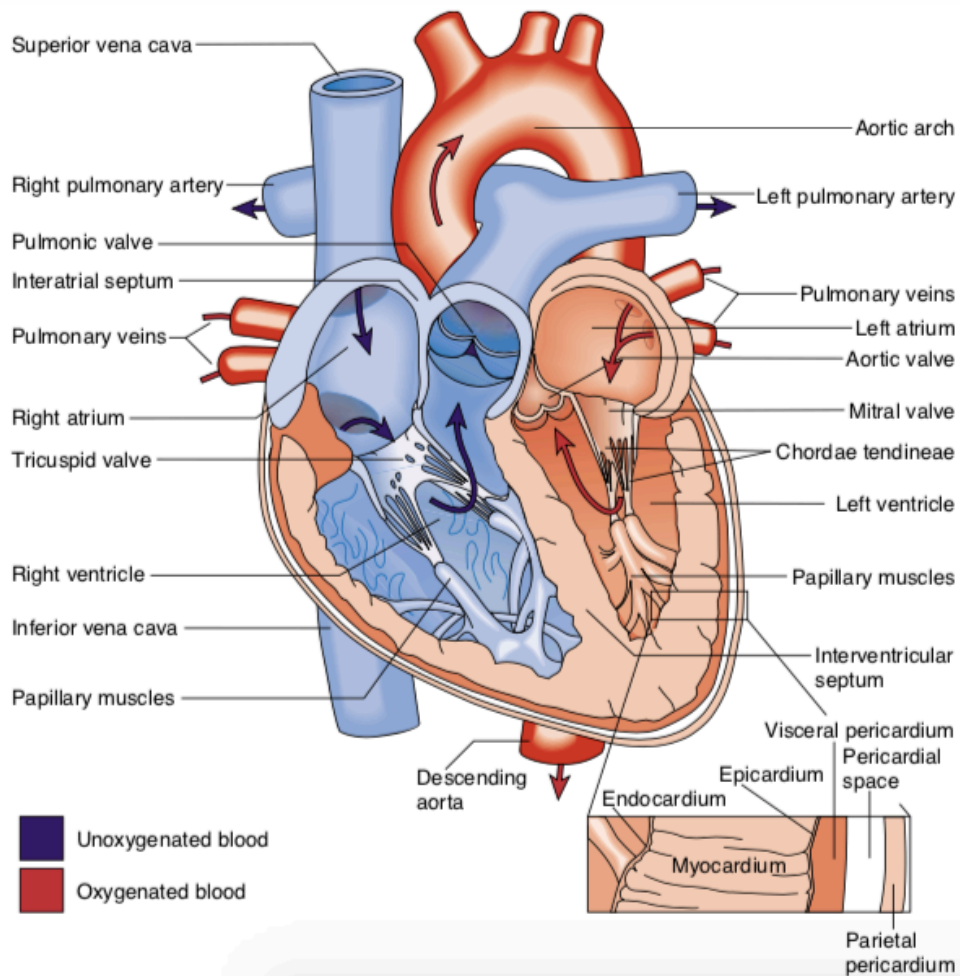
Struktur jantung bagian luar

Jantung terbungkus oleh 3 lapisan otot yaitu **lapisan paling luar atau Perikardium** merupakan kantung tipis berserat. Perikardium terdiri dari 2 lapisan yaitu perikardium visceral dan perikardium parietal. Perikardium parietal merupakan jaringan fibrosa kuat yang menempel pada pembuluh darah besar, diafragma, tulang dada

dan kolom vertebralis serta menopang jantung di mediastinum. Ruang di antara dua lapisan perikardium ini diisi dengan sekitar 30 mL cairan yang berfungsi untuk melumasi permukaan jantung dan mengurangi gesekan selama sistol. **Otot lapisan tengah atau Miokardium** merupakan serat otot yang bertanggung jawab dalam pemompaan jantung. Miokardium tersusun oleh otot atrium, otot ventrikuler dan otot atrioventrikuler. Otot atrium, otot yang sangat tipis dan kurang teratur yang disusun oleh dua lapisan. Lapisan dalam mencakup serabut – serabut yang berbentuk lingkaran dan lapisan luar mencakup kedua atria. Otot ventrikuler, membentuk bilik jantung dimulai dari cincin antrioventrikuler sampai ke apex jantung. Otot atrioventrikuler, dinding pemisah antara atrium dan ventrikel. **Otot lapisan dalam atau Endokardium** merupakan dinding dalam atrium yang diliputi oleh membran yang mengkilat. Terdiri dari jaringan endotel atau selaput lender endokardium kecuali aurikula dan bagian depan sinus vena kava.

RUANG JANTUNG

Jantung memiliki 4 ruang jantung yang merupakan sistem pemompaan bagian kiri dan kanan. Bagian kanan jantung, terdiri dari **atrium kanan** dan **ventrikel kanan** yang bekerja untuk mendistribusikan darah vena (darah yang mengandung **karbondioksida**) ke **paru-paru** melalui **arteri pulmonalis (sirkulasi paru)** untuk dioksigenasi. Atrium kanan menerima darah yang kembali dari **vena kava superior** (kepala, leher, dan ekstremitas atas), **vena kava inferior** (ekstremitas batang dan bawah), dan **sinus koroner (sirkulasi koroner)**. Bagian kiri jantung terdiri dari **atrium kiri** dan **ventrikel kiri** yang bekerja untuk mendistribusikan darah beroksigen ke seluruh tubuh melalui **aorta (sirkulasi sistemik)**. **Atrium kiri** menerima darah **beroksigen** dari **sirkulasi paru melalui vena pulmonalis (3)**.



Struktur jantung bagian dalam

Dinding atrium dan ventrikel memiliki ketebalan yang bervariasi tergantung pada beban kerja yang dibutuhkan oleh setiap ruang. Atrium berdinding tipis karena darah yang kembali ke ruang ini menghasilkan tekanan rendah. Sebaliknya, dinding ventrikel lebih tebal karena menghasilkan tekanan yang lebih besar selama sistol. Ventrikel kanan berkontraksi melawan tekanan vaskular pulmonalis rendah dan memiliki dinding yang lebih tipis daripada ventrikel kiri. Ventrikel kiri memiliki dinding berotot dua setengah kali dibandingkan ventrikel kanan karena berkontraksi melawan tekanan sistemik tinggi. Jantung terletak pada posisi berputar di dalam rongga dada, ventrikel kanan terletak di anterior (tepat di bawah sternum) dan ventrikel kiri terletak di posterior. Ventrikel kiri

bertanggung jawab atas denyut apex atau titik impuls maksimum, yang biasanya teraba di garis tengah kiri dari dinding dada di ruang interkostal kelima.

KATUP JANTUNG

Adanya 4 katup jantung memungkinkan darah mengalir hanya 1 arah. Katup terdiri dari selebaran jaringan tipis fibrosa yang berfungsi untuk membuka dan menutup sebagai respon terhadap pergerakan darah dan perubahan tekanan di dalam ruang jantung. Katup jantung terdiri dari katup atrioventrikular dan semilunari.

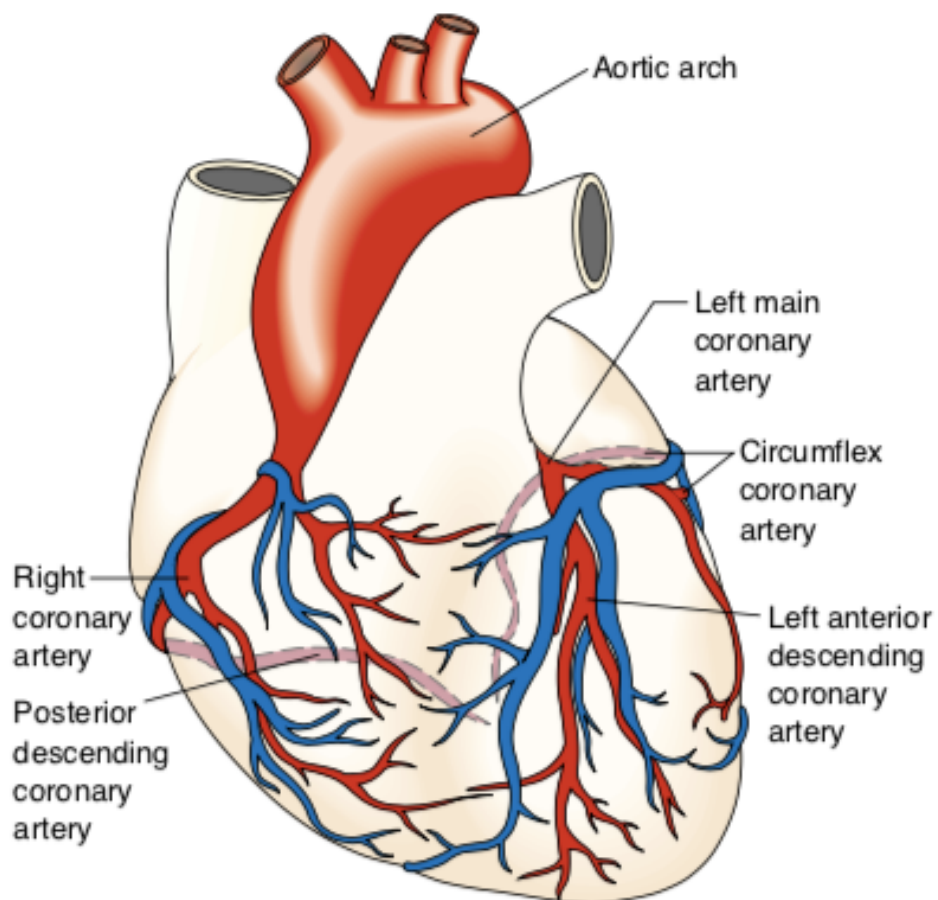
Katup atrioventrikular merupakan katup yang memisahkan atrium dari ventrikel disebut **katup atrioventrikular** yaitu **katup trikuspid** dan katup mitral. Dinamakan katup trikuspid karena terdiri dari 3 daun katup atau selebaran yang memisahkan atrium kanan dari ventrikel kanan. **Katup mitral** atau **bikuspid** terdiri dari 2 katup yang terletak terletak di antara atrium kiri dan ventrikel kiri (1).

Ketika ventrikel berkontraksi, tekanan ventrikel naik, menutup daun katup atrioventrikular. Dua struktur tambahan, otot papiler dan chordae tendineae, menjaga penutupan katup. Otot papiler, yang terletak di sisi dinding ventrikel, terhubung ke daun katup oleh pita fibrosa tipis yang disebut korda tendineae. Selama sistol, kontraksi otot papiler menyebabkan chordae tendineae menjadi kencang, menjaga agar daun katup tetap mendekati dan menutup.

Katup Semilunar terdiri dari tiga selebaran berbentuk setengah bulan. Katup antara ventrikel kanan dan arteri pulmonalis disebut katup pulmonal, katup antara ventrikel kiri dan aorta disebut katup aorta.

ARTERI KORONER

Arteri koroner kiri dan **kanan** beserta cabang-cabangnya memasok darah arteri ke jantung. Arteri ini berasal dari aorta tepat di atas selebaran katup aorta. Jantung memiliki kebutuhan metabolisme yang besar, mengekstraksi sekitar 70% hingga 80% dari oksigen yang dikirim (organ lain mengkonsumsi rata-rata 25%). Tidak seperti arteri lainnya, arteri koroner mengalami perfusi selama diastol. Peningkatan detak jantung memperpendek diastol dan dapat menurunkan **perfusi miokard**.



Arteri koroner pembuluh darah yang merah dan vena koroner pembuluh darah yang biru

Arteri koroner kiri memiliki tiga cabang. Arteri dari titik asal ke cabang utama pertama disebut arteri koroner utama kiri. Dua percabangan timbul dari arteri koroner utama kiri. Ini adalah arteri descenden anterior kiri, yang mengalir ke dinding anterior jantung,

dan arteri sirkumfleksa, yang berputar ke dinding kiri lateral jantung. Bagian kanan jantung disuplai oleh arteri koroner kanan, yang berkembang ke bagian bawah atau dinding inferior jantung.

Dinding posterior jantung menerima suplai darahnya melalui cabang tambahan dari arteri koroner kanan yang disebut arteri *descending* posterior. Arteri koroner superfisial adalah vena koroner. Darah vena dari vena-vena ini kembali ke jantung terutama melalui sinus koroner, yang terletak di bagian posterior atrium kanan.

Otot Jantung Miokardium

Miokardium terdiri dari jaringan otot khusus. Secara mikroskopi, otot miokard menyerupai otot lurik (skeletal), yang berada di bawah kendali kesadaran. Namun secara fungsional, otot miokard menyerupai otot polos karena kontraksi yang tidak disengaja. Serabut otot miokard disusun secara saling berhubungan (disebut syncytium) yang memungkinkan terjadinya kontraksi dan relaksasi miokard yang terkoordinasi. Pola kontraksi dan relaksasi berurutan dari serat otot individu memastikan perilaku ritmik miokardium secara keseluruhan dan memungkinkannya berfungsi sebagai pompa yang efektif.

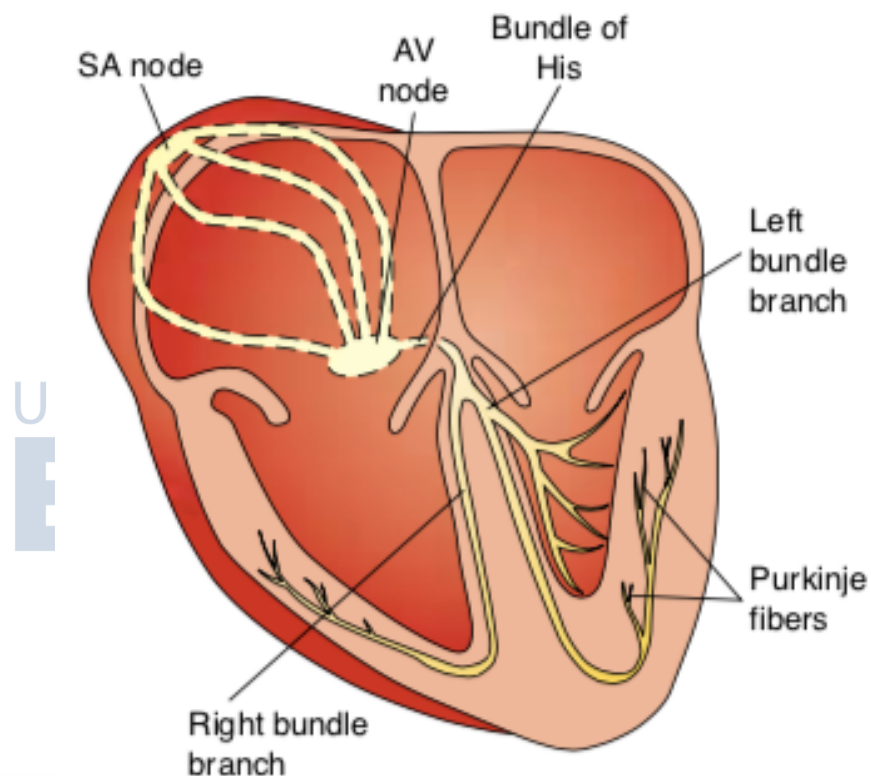
3. Fungsi Sistem Konduksi Jantung

Sistem konduksi jantung secara mekanis menghasilkan dan mengkoordinasikan transmisi impuls listrik ke sel miokard. Kontraksi atrioventrikular menyediakan aliran darah yang paling efektif, sehingga mengoptimalkan curah jantung. 3 karakteristik fisiologis sel konduksi jantung yaitu:

Otomatisasi adalah kemampuan untuk memulai impuls listrik.

Eksitabilitas adalah kemampuan untuk merespon impuls listrik. **Konduktivitas** adalah kemampuan untuk mengirimkan impuls listrik dari satu sel ke sel lain.

Sinoatrial (SA) Node merupakan penggerak utama jantung yang terletak di persimpangan antara vena kava superior dan atrium kanan. SA Node dalam kondisi jantung normal merangsang 60 – 100 impuls per menit, tetapi kecepatan tersebut akan berubah jika ada peningkatan metabolik tubuh. Impuls listrik dari SA node dilakukan di sepanjang sel miokard atrium melalui saluran khusus yang disebut jalur internodal. Impuls menyebabkan rangsangan listrik dan kontraksi ke atrium. Impuls kemudian merangsang **Atrioventrikular (AV) Node**.



Sistem konduksi SA Node dan AV Node

Atrioventrikular (AV) Node yang terletak di dinding atrium kanan dekat katup trikuspid merupakan sel otot khusus yang mirip dengan SA Node. AV Node mengoordinasikan impuls listrik yang masuk

dari atrium dan setelah mengalami sedikit fase istirahat untuk membiarkan waktu atrium berkontraksi dan mengisi ventrikel lengkap maka melanjutkan impuls ke ventrikel. Impuls ini kemudian dilakukan melalui **bundel His** yang berjalan di septum yang memisahkan ventrikel kiri dan kanan. **Bundel His** terbagi menjadi **bundel cabang kanan** yang mengalirkan impuls ke ventrikel kanan dan **bundel cabang kiri** yang mengalirkan impuls ke ventrikel kiri. Untuk mengirimkan impuls ke ruang jantung, **bundel cabang kiri bercabang dua** menjadi **bundel cabang kiri anterior** dan **posterior kiri**. Impuls berjalan melalui bundel cabang untuk mencapai titik rangsang dalam sistem konduksi, yang disebut **sistem Purkinje**. Ini adalah titik di mana sel-sel miokard dirangsang sehingga menyebabkan kontraksi ventrikel.

Kecepatan denyut jantung ditentukan oleh rangsangan pada sel-sel miokard. Dalam keadaan normal, SA node memiliki kecepatan tertinggi, AV node memiliki laju kecepatan kedua 40 – 60 impuls per menit dan alat pacu jantung yang terletak di ventrikel memiliki laju bawaan terendah 30 – 40 impuls per menit. Jika SA node mengalami malfungsi, AV node biasanya mengambil alih fungsi pacemaker jantung dengan kecepatan yang lebih rendah. Jika SA dan AV node gagal dalam fungsi alat pacu jantungnya, maka alat pacu jantung di ventrikel akan menyala pada kecepatan bradikardi 30 – 40 impuls per menit.

FISIOLOGI SISTEM KONDUKSI JANTUNG

Sistem listrik jantung merupakan aktivitas pergerakan ion (partikel yang bermuatan ion natrium, kalium dan kalsium) melintasi membran sel. Perubahan listrik yang direkam dalam satu sel menghasilkan apa yang dikenal sebagai potensial aksi jantung. Dalam keadaan istirahat, sel otot jantung terpolarisasi, yang berarti ada perbedaan listrik antara muatan negatif di dalam dan muatan

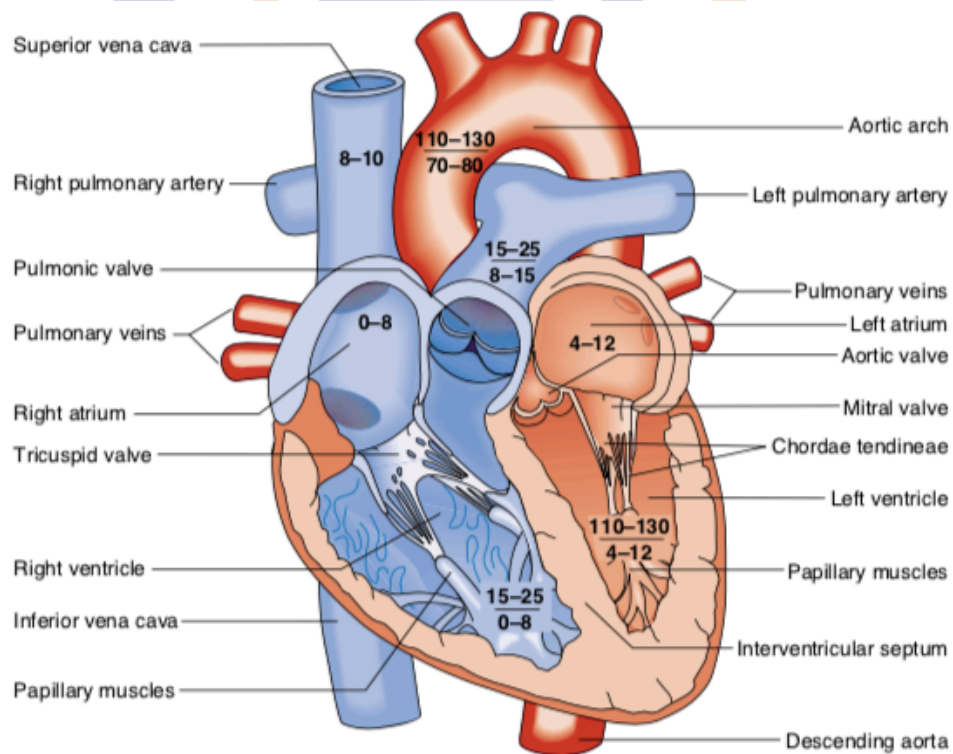
positif di luar membran sel. Ketika impuls listrik dimulai, permeabilitas membran sel akan berubah dan natrium bergerak cepat ke dalam sel, sementara kalium keluar dari sel. Pertukaran ionik ini memulai **depolarisasi** (aktivasi listrik sel), mengubah muatan internal sel menjadi muatan positif. Kontraksi miokardium mengikuti depolarisasi. Interaksi antara perubahan tegangan membran dan kontraksi otot disebut kopleng elektromekanis. Ketika satu sel otot jantung terdepolarisasi, ia bertindak sebagai rangsangan ke sel tetangganya, menyebabkannya terdepolarisasi. Depolarisasi yang cukup dari satu sel sistem mengakibatkan depolarisasi dan kontraksi seluruh miokardium. **Repolarisasi** (kembalinya sel ke kondisi istirahatnya) terjadi saat sel kembali ke keadaan dasar atau keadaan istirahat; ini sesuai dengan relaksasi otot miokard.

Setelah natrium masuk dengan cepat ke dalam sel selama depolarisasi, permeabilitas membran sel berubah menjadi kalsium. Kalsium memasuki sel dan dilepaskan dari simpanan kalsium intraseluler. Peningkatan kalsium, yang terjadi selama fase dataran tinggi repolarisasi, jauh lebih lambat dibandingkan natrium dan berlanjut untuk waktu yang lebih lama. Otot jantung, tidak seperti otot rangka atau otot polos, memiliki periode refraktori berkepanjangan yang tidak dapat distimulasi ulang untuk berkontraksi. Ada dua fase dari periode refraktori, disebut sebagai periode refraktori absolut dan periode refraktori relatif. Periode refraktori absolut adalah waktu di mana jantung tidak dapat distimulasi ulang untuk berkontraksi terlepas dari kekuatan stimulus listrik. Periode ini sesuai dengan depolarisasi dan bagian awal repolarisasi. Namun, selama bagian terakhir repolarisasi, jika rangsangan listrik lebih kuat dari biasanya, miokardium dapat dirangsang untuk berkontraksi. Periode singkat pada akhir repolarisasi ini disebut dengan periode rekreasional relatif.

Refraktori melindungi jantung dari kontraksi berkelanjutan (tetany), yang akan menyebabkan kematian jantung mendadak. Kopling elektromekanis normal dan kontraksi jantung bergantung pada komposisi cairan interstisial yang mengelilingi sel otot jantung. Selanjutnya komposisi cairan ini dipengaruhi oleh komposisi darah. Perubahan konsentrasi kalsium serum dapat mengubah kontraksi serat otot jantung. Perubahan konsentrasi kalium serum juga penting, karena kalium mempengaruhi tegangan listrik normal sel.

HEMODINAMIK JANTUNG

Penentuan penting aliran darah dalam sistem kardiovaskuler adalah prinsip bahwa cairan mengalir dari wilayah bertekanan lebih tinggi ke wilayah bertekanan lebih rendah. Tekanan yang bertanggung jawab untuk aliran darah pada sirkulasi normal dihasilkan selama sistol dan diastol.



Pembuluh darah besar dan tekanan ruangan

Siklus kardiak diawali dengan sistol, tekanan di dalam ventrikel naik dengan cepat, memaksa katup atrioventrikular menutup. Akibatnya, darah berhenti mengalir dari atrium ke ventrikel dan regurgitasi (aliran balik) darah ke atrium dicegah. Peningkatan tekanan yang cepat di dalam ventrikel kanan dan kiri memaksa katup pulmonal dan aorta terbuka, dan darah dikeluarkan masing-masing ke arteri pulmonalis dan aorta. Keluarnya darah pada awalnya cepat; kemudian, saat tekanan di setiap ventrikel dan arteri yang terkait sama, aliran darah secara bertahap menurun. Pada akhir sistol, tekanan di dalam ventrikel kanan dan kiri menurun dengan cepat. Ini menurunkan arteri pulmonalis dan tekanan aorta, sehingga menyebabkan penutupan katup semilunar. Peristiwa ini menandai awal diastol.

Selama diastol, saat ventrikel relaks dan katup atriventrikel terbuka, darah yang kembali dari vena mengalir ke atrium dan kemudian ke ventrikel. Menjelang akhir periode diastolik ini, otot atrium berkontraksi sebagai respons terhadap impuls listrik yang diprakarsai oleh SA Node. Kontraksi yang dihasilkan meningkatkan tekanan di dalam atrium, mengeluarkan darah ke ventrikel. SA Node meningkatkan volume darah ventrikel sebesar 15% hingga 25% dan kadang-kadang disebut sebagai "tendangan atrium". Pada titik ini, sistol ventrikel dimulai sebagai respons terhadap propagasi impuls listrik yang dimulai di simpul SA beberapa milidetik sebelumnya. Bagian berikut mengulas tekanan ruang yang dihasilkan selama sistol dan diastol.

Tekanan ruangan jantung. Di sisi kanan jantung, tekanan yang dihasilkan selama sistol ventrikel (15 hingga 25 mm Hg) melebihi tekanan diastolik arteri pulmonalis (8 hingga 15 mm Hg), dan darah dikeluarkan ke sirkulasi paru. Selama diastol, darah vena mengalir ke atrium karena tekanan di vena kava superior dan inferior (8

sampai 10 mm Hg) lebih tinggi daripada di atrium. Darah mengalir melalui katup trikuspid terbuka dan ke ventrikel kanan sampai dua tekanan ruang kanan sama (0 hingga 8 mm Hg). Di sisi kiri jantung, peristiwa serupa terjadi, meskipun tekanan yang lebih tinggi dihasilkan. Saat tekanan meningkat di ventrikel kiri selama sistol (110 hingga 130 mm Hg), tekanan aorta istirahat (80 mm Hg) terlampaui dan darah dikeluarkan ke aorta.

Selama ejeksi ventrikel kiri, tekanan aorta yang dihasilkan (110 sampai 130 mm Hg) memaksa darah secara progresif melalui arteri. Aliran darah maju ke aorta berhenti saat ventrikel relaks dan tekanan turun. Selama diastol, darah beroksigen yang kembali dari sirkulasi paru melalui empat vena pulmonalis mengalir ke atrium, di mana tekanan tetap rendah. Darah mudah mengalir ke ventrikel kiri karena tekanan ventrikel juga rendah. Pada akhir diastol, tekanan di atrium dan ventrikel seimbang (4 sampai 12 mm Hg).

Curah Jantung (kardiak output)

Curah jantung adalah sejumlah darah yang dipompa oleh setiap ventrikel selama periode tertentu. Curah jantung pada orang dewasa yang beristirahat adalah sekitar 5 L per menit tetapi sangat bervariasi tergantung pada kebutuhan metabolisme tubuh. Curah jantung dihitung dengan mengalikan stroke volume dengan denyut jantung. Stroke volume adalah jumlah darah yang dikeluarkan per denyut jantung. Stroke volume istirahat rata-rata adalah sekitar 70 mL, dan denyut jantung 60 sampai 80 denyut per menit. Curah jantung dapat dipengaruhi oleh perubahan baik stroke volume maupun denyut jantung.

Pengontrolan denyut jantung (heart rate)

Curah jantung harus bertanggung jawab terhadap perubahan kebutuhan metabolisme jaringan. Misalnya selama berolahraga,

kebutuhan curah jantung akan meningkat empat kali lipat, menjadi 20 L per menit. Peningkatan ini biasanya dicapai dengan peningkatan denyut jantung dan stroke volume. Perubahan denyut jantung dicapai oleh kontrol refleks yang dimediasi oleh sistem saraf otonom, termasuk divisi simpatis dan parasimpatisnya.

Impuls parasimpatis, yang berjalan ke jantung melalui saraf vagus, dapat memperlambat denyut jantung, sedangkan impuls simpatis meningkatkannya. Efek ini pada hasil denyut jantung dari tindakan pada SA node, baik untuk menurunkan atau meningkatkan denyut jantungnya. Keseimbangan antara dua sistem kontrol refleks ini biasanya menentukan denyut jantung. Denyut jantung juga dirangsang oleh peningkatan kadar katekolamin yang bersirkulasi (disekresikan oleh kelenjar adrenal) dan oleh kelebihan hormon tiroid, yang menghasilkan efek seperti katekolamin.

Denyut jantung juga dipengaruhi oleh sistem saraf pusat dan aktivitas baroreseptor. **Baroreseptor** adalah sel saraf khusus yang terletak di lengkung aorta dan di arteri karotis interna kanan dan kiri (pada titik percabangan dari arteri karotis komunis). Baroreseptor sensitif terhadap perubahan tekanan darah (TD). Selama peningkatan tekanan darah (**hipertensi**), sel-sel ini meningkatkan laju pelepasannya, mengirimkan impuls ke medula. Ini memulai aktivitas parasimpatis dan menghambat respons simpatis, menurunkan denyut jantung dan TD. Kebalikannya adalah hipotensi (TD rendah). **Hipotensi** menghasilkan lebih sedikit stimulasi baroreseptor, yang memicu penurunan aktivitas penghambatan parasimpatis di SA Node, yang memungkinkan peningkatan aktivitas simpatis. Vasokonstriksi yang dihasilkan dan peningkatan denyut jantung meningkatkan tekanan darah.

Pengendalian stroke volume

Stroke volume ditentukan oleh 3 faktor yaitu preload, afterload, dan kontraktilitas.

Preload adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan derajat regangan serabut otot jantung pada akhir diastol. Akhir diastole adalah periode ketika volume pengisian di ventrikel paling tinggi dan derajat regangan pada serabut otot adalah yang terbesar. Volume darah di dalam ventrikel di ujung diastol menentukan preload. Preload memiliki efek langsung pada stroke volume. Saat volume darah yang kembali ke jantung meningkat, peregangan serat otot juga meningkat (peningkatan preload), menghasilkan kontraksi yang lebih kuat dan volume pukulan yang lebih besar. Hubungan ini, yang disebut hukum jantung Frank-Starling (atau kadang-kadang hukum Starling jantung), dipertahankan sampai batas fisiologis otot tercapai.

Hukum Frank-Starling didasarkan pada fakta bahwa, dalam batas tertentu, semakin besar panjang awal atau regangan sel otot jantung (sarkomer), semakin besar derajat pemendekan yang terjadi. Hasil ini disebabkan oleh meningkatnya interaksi antara filamen tebal dan tipis di dalam sel otot jantung. Preload dikurangi dengan penurunan volume darah yang kembali ke ventrikel. Diuresis, agen venodilatasi (misalnya, nitrat), dan kehilangan darah atau cairan tubuh akibat diaforesis berlebihan, muntah, atau diare mengurangi preload. Preload ditingkatkan dengan meningkatkan kembalinya volume darah yang bersirkulasi ke ventrikel. Mengontrol kehilangan darah atau cairan tubuh dan mengganti cairan (misalnya, transfusi darah dan pemberian cairan intravena) adalah contoh cara untuk meningkatkan preload.

Determinan kedua dari stroke volume adalah **afterload**, yaitu besarnya resistensi terhadap pengeluaran darah dari ventrikel.

Resistensi TD sistemik terhadap ejeksi ventrikel kiri disebut **resistensi vaskular sistemik**. Resistensi TD paru terhadap ejeksi ventrikel kanan disebut **resistensi vaskular paru**. Ada hubungan terbalik antara afterload dan stroke volume. Misalnya, afterload meningkat oleh vasokonstriksi arteri, yang menyebabkan penurunan stroke volume. Kebalikannya adalah dengan vasodilatasi arteri: afterload berkurang karena resistensi terhadap ejeksi berkurang, dan stroke volume meningkat.

Kontraktilitas adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan gaya yang dihasilkan oleh miokard yang berkontraksi dalam kondisi tertentu. Kontraktilitas ditingkatkan dengan katekolamin yang bersirkulasi, aktivitas saraf simpatis, dan obat-obatan tertentu (misalnya, digoksin, dopamin intra vena, atau dobutamin). Peningkatan hasil kontraktilitas dalam peningkatan stroke volume. Kontraktilitas ditekan oleh hipoksemia, asidosis, dan obat-obatan tertentu (misalnya, agen penghambat beta-adrenergik seperti atenolol [Tenormin]).

Jantung dapat mencapai stroke volume yang sangat meningkat (misalnya selama latihan) dengan meningkatkan preload (melalui peningkatan aliran balik vena), meningkatkan kontraktilitas (melalui pelepasan sistem saraf simpatis), dan penurunan afterload (melalui vasodilatasi perifer dengan penurunan tekanan aorta). Persentase volume akhir diastolik yang dikeluarkan dengan setiap denyutan disebut **fraksi ejeksi**. Dengan setiap stroke, sekitar 42% (ventrikel kanan) hingga 50% (ventrikel kiri) atau lebih dari volume akhir diastolik dikeluarkan oleh jantung normal. Fraksi ejeksi dapat digunakan sebagai indeks kontraktilitas miokard: fraksi ejeksi menurun jika kontraktilitas tertekan.

C. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Organ yang berfungsi memberikan dan mensuplai oksigen serta nutrisi ke seluruh tubuh adalah
 - a. Jantung
 - b. Paru-paru
 - c. Muskuloskeletal
 - d. Syaraf
 - e. Pencernaan

2. Lapisan otot bagian manakah yang bertanggung jawab dalam pemompaan jantung?
 - a. Fiseral
 - b. Perikardium
 - c. Miokardium
 - d. Endokardium
 - e. Otot rangka

3. Melalui pembuluh darah apakah darah yang mengandung karbondioksida masuk ke paru-paru?
 - a. Vena kava superior
 - b. Vena kava inferior
 - c. Arteri pulmonalis
 - d. Arteri koroner
 - e. Vena koroner

4. Katup yang memisahkan antara antrium kanan dan ventrikel kanan disebut katup
 - a. vena kiri
 - b. mitral

- c. trikuspid
 - d. bicuspid
 - e. atrium kiri
5. Jantung dapat bergerak untuk memompa darah ke seluruh tubuh karena aliran listrik jantung. Berapa impuls per menit kah jika jantung dirangsang oleh SA Node?
- a. 20 – 30 impuls per menit
 - b. 40 – 50 impuls per menit
 - c. 40 – 60 impuls per menit
 - d. 30 – 40 impuls per menit
 - e. 60 – 100 impuls per menit

D. JAWABAN SOAL

- 1. a
- 2. c
- 3. c
- 4. c
- 5. e

MODUL 5

SISTEM PERNAFASAN (RESPIRASI)

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui tentang latar belakang sistem respirasi.
2. Mengetahui dan menjelaskan tentang anatomi fisiologi sistem respirasi.
3. Mengetahui dan menjelaskan tentang fungsi sistem respirasi.

B. MATERI

Modul anatomi fisiologi sistem respirasi ini menyampaikan beberapa materi yang penting untuk diketahui oleh perawat yang akan dijabarkan di bawah ini:

1. Latar belakang

Anatomi fisiologi sistem respirasi sebagai sistem yang diperlukan oleh manusia untuk pertukaran udara atau inspirasi dan ekspirasi. Dengan sistem ini manusia dapat memenuhi kebutuhan oksigen tubuh yang diperlukan untuk terjadinya metabolisme tubuh. Perawat harus mengetahui anatomi dan kerja dari sistem ini agar dapat membantu memenuhi kebutuhan pasien akan oksigen.

2. Anatomi Fisiologi Sistem Respirasi

Sistem pernafasan terdiri dari saluran pernafasan atas dan bawah. Kedua saluran pernafasan ini bertanggung jawab atas ventilasi (pergerakan udara masuk dan keluar dari saluran udara). Saluran atas, yang dikenal sebagai saluran napas atas, menghangatkan dan menyaring udara inspirasi sehingga saluran pernafasan bawah (paru-paru) dapat melakukan pertukaran gas. Pertukaran gas melibatkan pengiriman oksigen ke jaringan melalui aliran darah dan membuang gas limbah, seperti karbon dioksida, selama ekspirasi (2).

ANATOMI SALURAN PERNAFASAN ATAS

Saluran pernafasan atas terdiri dari hidung, sinus dan saluran hidung, faring, tonsil dan (adenoid) kelenjar gondok, laring, dan trakea.

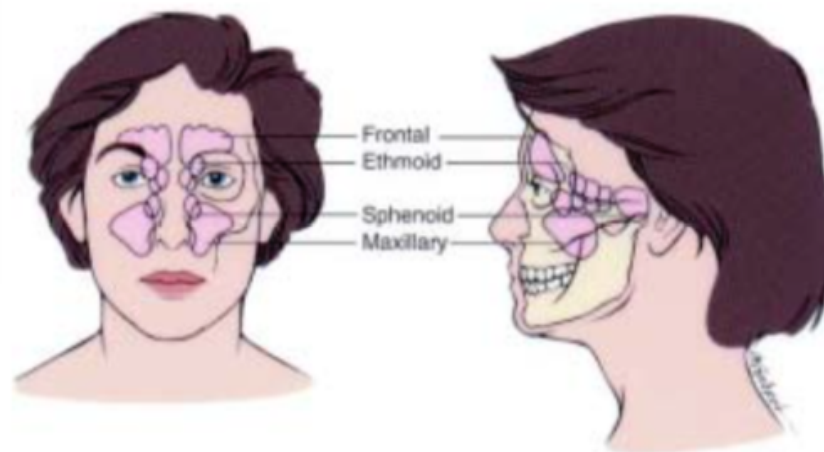
Hidung

Hidung terdiri dari bagian luar dan bagian dalam. Bagian luar menonjol dari wajah dan ditopang oleh tulang hidung dan tulang rawan. Nares anterior (lubang hidung) adalah rongga terluar dari rongga hidung. Bagian dalam hidung adalah rongga berlubang yang dipisahkan oleh septum menjadi rongga hidung kanan dan kiri. Setiap rongga hidung dibagi menjadi tiga lorong yang disebut dengan conchae dari dinding lateral. Rongga hidung dilapisi dengan mukosa yang bersilia vaskular disebut mukosa hidung.

Mukosa, disekresikan terus menerus oleh sel goblet, menutupi permukaan mukosa hidung dan bergerak ke nasofaring oleh pergerakan silia (rambut halus). Hidung berfungsi sebagai jalan keluar masuknya udara ke dan dari paru-paru. Ini menyaring dan melembabkan serta menghangatkan udara saat dihirup. Ini bertanggung jawab atas penciuman (penciuman) karena reseptor olfactory terletak di mukosa hidung. Fungsi ini berkurang seiring bertambahnya usia.

Sinus Paranasal

Sinus paranasal meliputi empat pasang rongga tulang yang dilapisi oleh mukosa hidung dan epitel kolumnar semu bersilia. Ruang udara ini dihubungkan oleh serangkaian saluran yang mengalir ke rongga hidung. Nama sinus berdasarkan lokasinya: frontal, ethmoidal, sphenoidal, dan maxillary. Fungsi utama sinus adalah sebagai ruang beresonansi dalam berbicara. Sinus adalah tempat infeksi yang umum.



Sinus Paranasal

Tulang Turbinat (Conchae)

Tulang turbinat juga disebut conchae (nama tersebut karena bentuknya yang seperti cangkang). Karena lekukannya, tulang-tulang ini meningkatkan permukaan membran mukosa saluran hidung dan sedikit menghalangi udara yang mengalir melaluinya. Udara yang masuk ke lubang hidung dibelokkan ke atas ke atap hidung, dan udara mengikuti rute memutar sebelum mencapai hidung. Itu bersentuhan dengan permukaan membran mukosa dan hangat yang manjaring hampir semua debu dan organisme di udara yang dihirup. Udara dilembabkan, dihangatkan hingga sesuai dengan suhu tubuh, dan bersentuhan dengan saraf sensitif. Beberapa dari saraf ini mendeteksi bau; yang lain memancing bersin untuk mengeluarkan debu yang mengganggu.

Faring, Tonsil, dan Adenoid

Faring atau tenggorokan, adalah struktur seperti tabung yang menghubungkan rongga hidung dan mulut ke laring. Ini dibagi menjadi tiga wilayah: nasal, oral, dan laring. Nasofaring terletak di bagian belakang hidung dan di atas langit-langit lunak. Orofaring menampung tonsil facial, atau palatine. Laringofaring meluas dari tulang hyoid ke tulang rawan krikoid. Epiglottis membentuk pintu masuk laring.

Adenoid, atau tonsil faring, terletak di atap nasofaring. Tonsil, Adenoid, dan jaringan limfoid lainnya mengelilingi tenggorokan. Struktur ini adalah penghubung penting dalam rantai kelenjar getah bening yang menjaga tubuh dari invasi organisme yang memasuki hidung dan tenggorokan. Faring berfungsi sebagai saluran pernafasan dan saluran pencernaan.

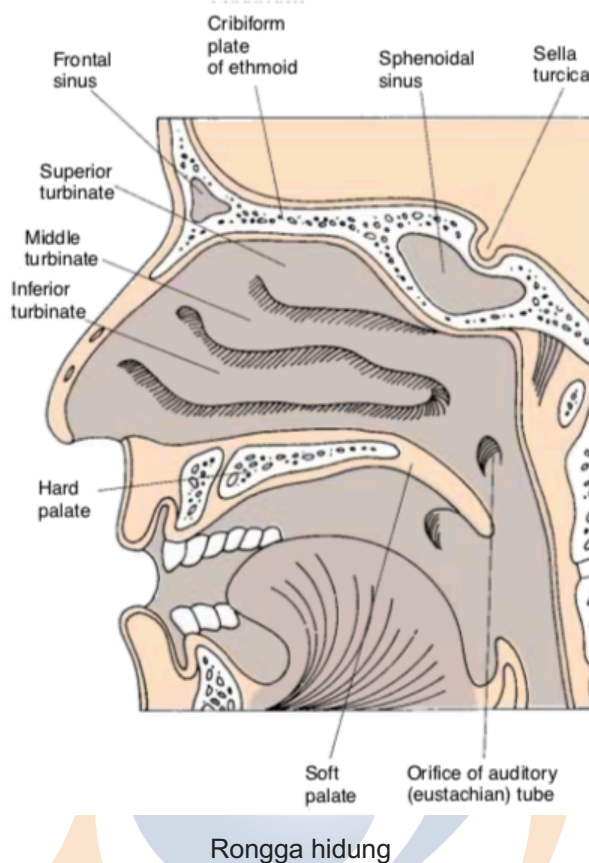
Larink

Laring, atau organ suara, adalah struktur berlapis epitel tulang rawan yang menghubungkan faring dan trakea. Fungsi utama laring adalah vokalisasi. Itu juga melindungi saluran pernafasan bawah dari benda-benda asing dan memfasilitasi batuk. Ini sering disebut sebagai kotak suara dan terdiri bagian-bagian berikut:

- Epiglottis — penutup katup tulang rawan yang menutupi lubang laring saat menelan
- Glotis — bukaan di antara pita suara di laring
- Tulang rawan tiroid — yang terbesar dari struktur tulang rawan; bagian darinya membentuk jakun.
- Kartilago krikoid — satu-satunya cincin tulang rawan lengkap di dalam laring (terletak di bawah tulang rawan tiroid).
- Kartilago aritenoid — digunakan dalam gerakan pita suara dengan tulang rawan tiroid.
- Pita suara — ligamen yang dikendalikan oleh gerakan otot yang menghasilkan suara; terletak di lumen laring.

Trakea

Trakea atau batang tenggorokan terdiri dari otot polos dengan cincin tulang rawan berbentuk C. Cincin tulang rawan tidak lengkap di permukaan posterior dan memberi ketegasan pada dinding trakea, mencegahnya dari lepas. Trakea berfungsi sebagai jalur antara laring dan bronkus.



Trakea

Trakea, atau batang tenggorokan, terdiri dari otot polos dengan cincin tulang rawan berbentuk C secara berkala. Cincin tulang rawan tidak lengkap di permukaan posterior dan memberi ketegasan pada dinding trakea, mencegahnya dari runtuh. Trakea berfungsi sebagai jalur antara laring dan bronkus.

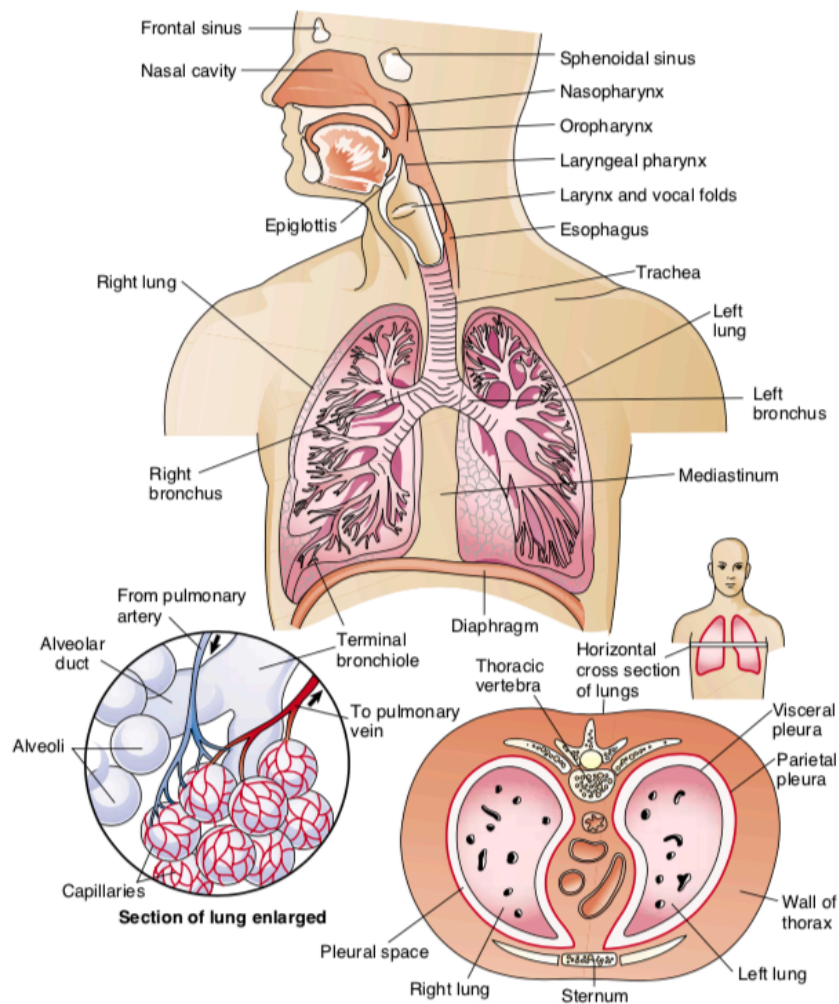
ANATOMI SALURAN PERNAFASAN BAWAH

Saluran pernafasan bawah terdiri dari paru-paru yang berisi struktur bronkial dan alveolar untuk keperluan pertukaran gas (3).

Paru-paru

Paru-paru adalah struktur elastis berpasangan yang tertutup dalam sangkar toraks, yang merupakan ruang kedap udara dengan dinding yang dapat distensi. Ventilasi membutuhkan pergerakan

dinding rongga dada dan lantainya, diafragma. Efek dari gerakan ini secara bergantian meningkatkan dan menurunkan kapasitas dada. Ketika kapasitas dada meningkat, udara masuk melalui trakea (**inspirasi**) karena tekanan yang menurun di dalam dan mengembungkan paru-paru. Ketika dinding dada dan diafragma kembali ke posisi semula (**ekspirasi**), paru-paru mengempis dan memaksa udara keluar melalui bronkus dan trakea. Fase inspirasi pernafasan membutuhkan energi; fase ekspirasi pernafasan tidak membutuhkan energi. Inspirasi terjadi selama sepertiga pertama dari siklus pernafasan, ekspirasi selama dua pertiga terakhir.



Sistem pernafasan

Pleura

Paru-paru dan dinding dada dilapisi dengan membran serosa yang disebut pleura. Pleura visceral menutupi paru-paru; pleura parietal

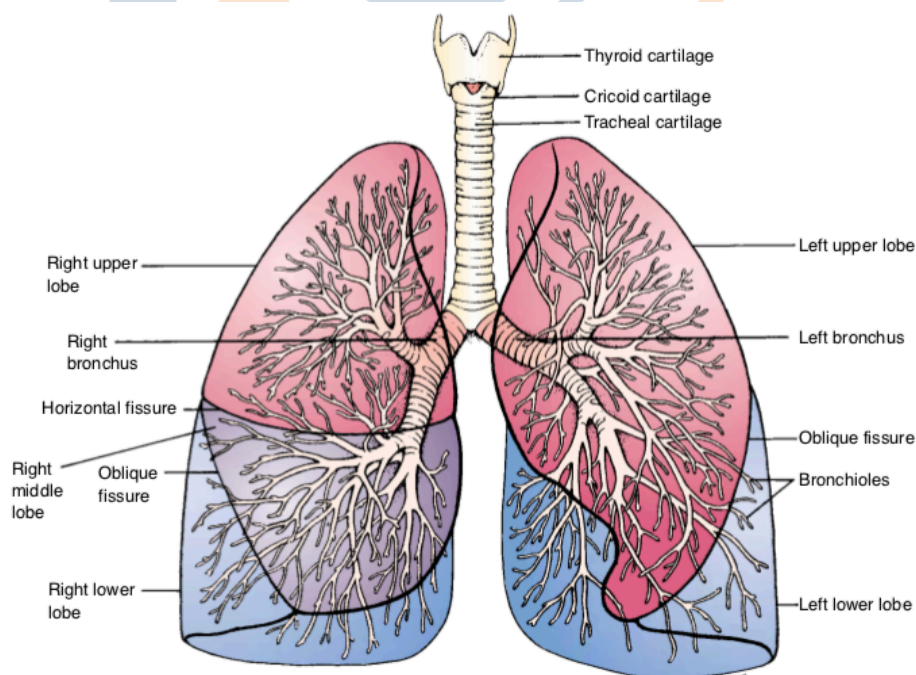
melapisi dada. Pleura **visceral** dan **parietal** serta sedikit **cairan pleura** di antara dua membran ini berfungsi untuk melumasi toraks dan paru-paru dan memungkinkan gerakan halus paru-paru di dalam rongga dada dengan setiap napas.

Mediastinum

Mediastinum berada di tengah toraks, di antara kantung pleura yang berisi dua paru-paru. Itu meluas dari sterna ke kolom vertebral dan berisi semua jaringan toraks di luar paru-paru.

Lobus

Setiap paru-paru dibagi menjadi lobus. Paru-paru kiri terdiri dari lobus atas dan bawah, sedangkan paru-paru kanan memiliki lobus atas, tengah, dan bawah. Setiap lobus dibagi lagi menjadi dua sampai lima segmen yang dipisahkan oleh fisura, sebagai ekstensi dari pleura.



Lobus paru-paru

Bronchi Dan Bronchioles

Ada beberapa bagian bronkus di dalam setiap lobus paru-paru. Pertama adalah lobar bronkus (tiga di paru kanan dan dua di paru

kiri). Lobar bronkus terbagi menjadi bronkus segmental (10 di kanan dan 8 di kiri), untuk pasien tertentu diidentifikasi sebagai struktur yang paling efektif pada saat pemilihan posisi postural drainase. Bronkus segmental kemudian membelah menjadi bronkus subsegmental. Bronkus ini dikelilingi oleh jaringan ikat yang mengandung arteri, limfatik, dan saraf.

Bronkus subsegmental kemudian bercabang menjadi bronkiolus, yang tidak memiliki tulang rawan di dindingnya. Kekuatan mereka bergantung sepenuhnya pada elastisitas otot polos di sekitarnya dan pada tekanan alveolar. Bronkiolus mengandung kelenjar submukosa, yang menghasilkan lendir yang menutupi lapisan dalam saluran udara. Bronkus dan bronkiolus juga dilapisi dengan sel yang permukaannya dilapisi silia. Silia ini membuat gerakan bergerak konstan yang mendorong lendir dan zat asing menjauh dari paru-paru menuju laring. Bronkiolus kemudian bercabang menjadi terminal bronkiolus, yang tidak memiliki kelenjar mukosa atau silia.

Terminal bronkiolus kemudian menjadi bronkiolus pernapasan, yang dianggap sebagai jalur transisi antara saluran udara konduksi dan saluran udara pertukaran gas. Sampai saat ini, saluran udara konduksi mengandung sekitar 150 mL udara di pohon trakeobronkial yang tidak berpartisipasi dalam pertukaran gas. Ini dikenal sebagai ruang mati fisiologis (***physiologic dead space***). Bronkiolus pernapasan kemudian mengarah ke duktus alveolaris dan kantung alveolus dan kemudian alveoli. Pertukaran oksigen dan karbon dioksida terjadi di alveoli.

Alveoli

Paru-paru terdiri dari sekitar 300 juta alveoli, yang tersusun dalam 15 hingga 20 kelompok. Alveoli ini sangat banyak jika

permukaannya disatukan menjadi satu lembar, itu akan mencakup 70 meter persegi - seukuran lapangan tenis. Ada tiga jenis sel alveolar. **Sel alveolar tipe I** adalah sel epitel yang membentuk dinding alveolar. **Sel alveolar tipe II** aktif secara metabolik. Sel-sel ini mengeluarkan surfaktan, sebuah fosfolipid yang melapisi permukaan bagian dalam dan mencegah kolapsnya alveolar. Makrofag sel alveolar tipe III merupakan sel fagositik besar yang akan menelan benda asing (misalnya, lendir, bakteri) dan bertindak sebagai mekanisme pertahanan penting.

3. Fungsi Sistem Pernapasan

Sel-sel tubuh menghasilkan energi yang mereka butuhkan dari metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Seperti halnya jenis metabolisme lainnya, proses ini membutuhkan oksigen. Jaringan vital tertentu, seperti otak dan jantung, tidak dapat bertahan lama tanpa suplai oksigen yang berkelanjutan. Namun, akibat oksidasi di jaringan tubuh, karbon dioksida diproduksi dan harus dikeluarkan dari sel untuk mencegah penumpukan produk limbah asam. Sistem pernapasan menjalankan fungsi ini dengan memfasilitasi proses penunjang untuk kehidupan seperti pengangkutan oksigen, pernapasan dan ventilasi, serta pertukaran gas.

Transportasi Oksigen

Oksigen diedarkan ke seluruh tubuh melalui sirkulasi darah dan menarik karbon dioksida. Sel memiliki kapiler, yang dinding tipisnya sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran oksigen dan karbon dioksida dengan mudah. Oksigen berdifusi dari kapiler melalui dinding kapiler ke cairan interstisial. Melalui titik ini, ia berdifusi melalui membran sel jaringan, di mana ia digunakan oleh mitokondria untuk respirasi sel. Pergerakan karbon dioksida terjadi melalui difusi ke arah yang berlawanan — dari sel ke darah.

Pernafasan

Setelah terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida di jaringan kapiler, darah memasuki vena sistemik (disebut darah vena) dan berjalan ke sirkulasi paru. Konsentrasi oksigen dalam darah di dalam kapiler paru-paru lebih rendah daripada di kantung udara paru-paru (alveoli). Karena konsentrasi ini, oksigen berdifusi dari alveoli ke darah. Karbon dioksida, yang memiliki konsentrasi lebih tinggi di dalam darah daripada di alveoli, berdifusi dari darah ke dalam alveoli. Pergerakan udara keluar dan masuk dari saluran udara (ventilasi) secara terus menerus mengisi kembali oksigen dan menghilangkan karbondioksida dari saluran udara di paru-paru. Seluruh proses pertukaran gas antara udara atmosfer dan darah dan antara darah dan sel-sel tubuh ini disebut **respirasi**.

Ventilasi

Selama inspirasi, udara mengalir dari udara atmosfer ke trakea, bronkus, bronkiolus, dan alveoli. Selama ekspirasi, gas alveolar bergerak kebalikannya dengan rute yang sama. Faktor fisik yang mengatur aliran udara masuk dan keluar dari paru-paru secara kolektif disebut sebagai mekanisme ventilasi dan meliputi variasi tekanan udara, hambatan aliran udara, dan kepatuhan paru.

Variasi Tekanan Udara

Udara mengalir dari daerah yang bertekanan lebih tinggi ke daerah yang bertekanan lebih rendah. Selama inspirasi, gerakan diafragma dan otot respirasi lainnya memperbesar rongga dada dan dengan demikian menurunkan tekanan di dalam dada menjadi di bawah tekanan atmosfer. Akibatnya, udara ditarik melalui trakea dan bronkus ke dalam alveoli. Selama ekspirasi normal, diafragma mengendur dan paru-paru mundur, mengakibatkan penurunan ukuran rongga toraks. Tekanan alveolar kemudian melebihi tekanan atmosfer, dan udara mengalir dari paru-paru ke atmosfer.

Resistensi Airway

Resistensi ditentukan terutama oleh ukuran jalan napas yang dilalui udara mengalir. Setiap proses yang mengubah diameter bronkial mempengaruhi hambatan jalan napas dan mengubah laju aliran udara untuk gradien tekanan tertentu selama respirasi. Dengan peningkatan resistensi, diperlukan upaya pernapasan yang lebih besar dari biasanya oleh pasien untuk mencapai tingkat ventilasi yang normal.

Pemenuhan

Gradien tekanan antara rongga dada dan atmosfer menyebabkan udara mengalir masuk dan keluar dari paru-paru. Ketika perubahan tekanan diterapkan pada paru-paru normal, terjadi perubahan volume paru-paru secara proporsional. Ukuran elastisitas, pengembangan, dan distensibilitas paru-paru dan struktur toraks disebut **compliance**. Faktor yang menentukan **compliance** paru adalah tegangan permukaan alveoli (biasanya rendah dengan adanya surfaktan) dan jaringan ikat (yaitu, kolagen dan elastin) paru-paru.

Compliance ditentukan dengan memeriksa hubungan volume-tekanan di paru-paru dan toraks. Dalam kondisi normal (1,0 L / cm H₂O), paru-paru dan dada mudah meregang dan mengembang saat diberikan tekanan. **Compliance** yang tinggi atau meningkat terjadi ketika paru-paru kehilangan elastisitasnya dan toraks mengalami tekanan berlebihan (yaitu, pada emfisema). Jika paru-paru dan dada "kaku", **compliance** rendah atau menurun. Kondisi yang terkait dengan hal ini termasuk pneumotoraks, hemotoraks, efusi pleura, edema paru, atelektasis, fibrosis paru, dan sindrom gangguan pernapasan akut (ARDS). Pengukuran **compliance** adalah salah satu metode yang digunakan untuk menilai perkembangan dan peningkatan ARDS. Paru-paru dengan

compliance yang menurun membutuhkan pengeluaran energi yang lebih besar dari biasanya untuk mencapai tingkat ventilasi yang normal. **Compliance** biasanya diukur dalam kondisi statis.

Volume dan Kapasitas Paru-paru

Fungsi paru-paru yang mencerminkan mekanisme ventilasi dilihat dari segi volume paru dan kapasitas paru. Volume paru dikategorikan sebagai volume tidal, volume cadangan inspirasi, volume cadangan ekspirasi, dan volume sisa. Kapasitas paru dievaluasi dalam kaitannya dengan kapasitas vital, kapasitas inspirasi, kapasitas residu fungsional, dan kapasitas paru total.

Difusi dan Perfusi

Difusi adalah proses pertukaran oksigen dan karbon dioksida pada antarmuka udara-darah. Membran alveolar-kapiler ideal untuk difusi karena luas permukaannya yang besar dan membran yang tipis. Pada orang dewasa sehat normal, oksigen dan karbon dioksida bergerak melintasi membran alveolar-kapiler tanpa kesulitan sebagai akibat dari perbedaan konsentrasi gas di alveoli dan kapiler.

Perfusi paru adalah aliran darah yang sebenarnya melalui sirkulasi paru. Darah dipompa ke paru-paru oleh ventrikel kanan melalui arteri pulmonalis. Arteri pulmonalis membelah menjadi cabang kanan dan kiri untuk memasok kedua paru-paru. Kedua cabang ini membelah lebih jauh untuk memasok semua bagian dari setiap paru. Biasanya sekitar 2% dari darah yang dipompa oleh ventrikel kanan tidak mengalir ke kapiler alveolar. Darah tersebut mengalir ke sisi kiri jantung sehingga tidak mengikuti pertukaran gas alveolar.

Sirkulasi paru dianggap sebagai sistem tekanan rendah karena tekanan darah sistolik di arteri pulmonalis adalah 20 hingga 30 mmHg dan tekanan diastolik 5 hingga 15 mmHg. Karena tekanan rendah ini, pembuluh darah paru biasanya dapat mengubah kapasitasnya untuk mengakomodasi aliran darah yang diterimanya. Namun, ketika seseorang dalam posisi tegak, tekanan arteri pulmonalis tidak cukup besar untuk memasok darah ke puncak paru-paru melawan gaya gravitasi. Jadi, ketika seseorang berdiri tegak, paru-paru dapat dianggap terbagi menjadi tiga bagian: bagian atas dengan suplai darah buruk, bagian bawah dengan suplai darah maksimal, dan bagian di antara keduanya dengan suplai darah menengah. Ketika seseorang berbaring miring ke satu sisi, lebih banyak darah mengalir ke paru-paru yang bergantung.

Perfusi juga dipengaruhi oleh tekanan alveolar. Kapiler paru terjepit di antara alveoli yang berdekatan. Jika tekanan alveolar cukup tinggi, kapiler akan terjepit. Bergantung pada tekanan, beberapa kapiler benar-benar menutup, sedangkan yang lain menyempit. Tekanan arteri pulmonalis, gravitasi, dan tekanan alveolar menentukan pola perfusi. Pada penyakit paru, faktor-faktor ini bervariasi, dan perfusi paru bisa menjadi sangat tidak normal.

Keseimbangan dan Ketidakseimbangan Ventilasi dan Perfusi

Ventilasi adalah aliran gas yang keluar masuk paru-paru, dan perfusi adalah pengisian kapiler paru dengan darah. Pertukaran gas yang memadai tergantung pada rasio ventilasi-perfusi yang memadai. Di berbagai area paru-paru, rasionya bervariasi. Perubahan perfusi dapat terjadi dengan perubahan tekanan arteri pulmonalis, tekanan alveolar, dan gravitasi. Penyumbatan jalan napas, perubahan lokal pada kepatuhan, dan gravitasi dapat mengubah ventilasi. Ketidakseimbangan ventilasi-perfusi V/Q

terjadi karena ventilasi yang tidak memadai, perfusi yang tidak memadai, atau keduanya. Ada empat kemungkinan status V/Q di paru-paru: rasio V/Q normal, rasio V/Q rendah (shunt), rasio V/Q tinggi (ruang mati), dan tidak adanya ventilasi dan perfusi (unit diam).

Ketidakseimbangan ventilasi dan perfusi menyebabkan shunting darah, mengakibatkan **hipoksia** (kadar oksigen seluler rendah). Shunting tampaknya menjadi penyebab utama hipoksia setelah pembedahan dada atau perut dan sebagian besar jenis gagal napas. Hipoksia berat terjadi jika jumlah pirau melebihi 20%. Oksigen tambahan dapat menghilangkan hipoksia, tergantung pada jenis ketidakseimbangan V/Q .

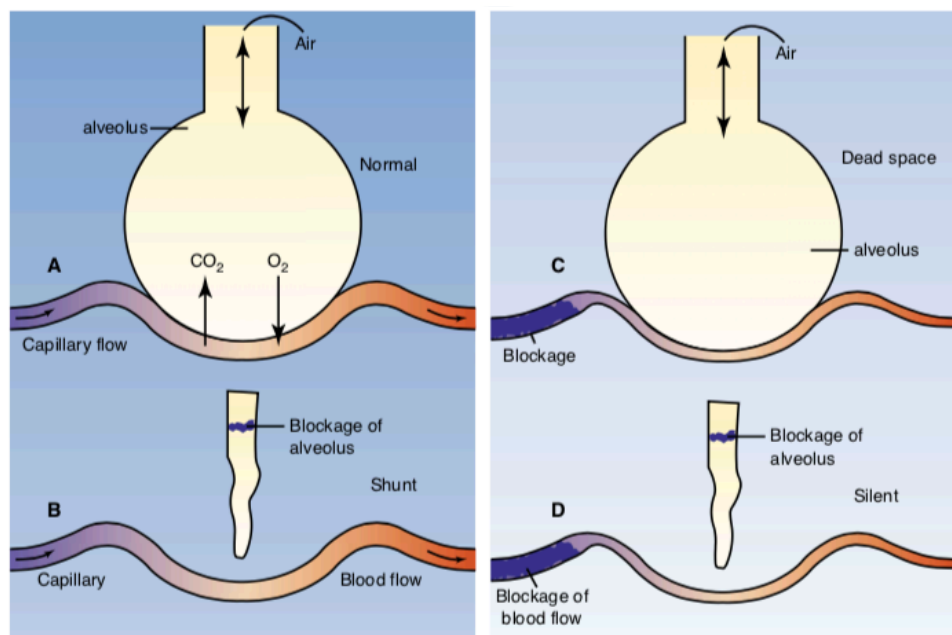
Pertukaran gas

Udara yang kita hirup adalah campuran gas yang sebagian besar terdiri dari nitrogen (78,62%) dan oksigen (20,84%), dengan jejak karbon dioksida (0,04%), uap air (0,05%), helium, dan argon. Tekanan atmosfer di permukaan laut sekitar 760 mm Hg. Tekanan parsial adalah tekanan yang diberikan oleh setiap jenis gas dalam campuran gas. Tekanan parsial gas sebanding dengan konsentrasi gas tersebut dalam campuran. Tekanan total yang diberikan oleh campuran gas sama dengan jumlah tekanan parsial.

Tekanan Parsial Gas

Berdasarkan fakta, tekanan parsial nitrogen dan oksigen dapat dihitung. Tekanan parsial nitrogen adalah 79% dari 760 ($0,79 \times 760$), atau 600 mm Hg; bahwa oksigen adalah 21% dari 760 ($0,21 \times 760$), atau 160 mm Hg. Setelah udara memasuki trakea, udara menjadi jenuh penuh dengan uap air, yang menggantikan sebagian gas sehingga tekanan udara di dalam paru tetap sama dengan tekanan udara di luar (760 mm Hg). Uap air memberikan tekanan

47 mm Hg saat itu sepenuhnya menjenuhkan campuran gas pada suhu tubuh 37 ° C (98.6 ° F). Nitrogen dan oksigen bertanggung jawab atas sisa tekanan 713 mm Hg (760 - 47). Setelah campuran ini masuk ke alveoli, selanjutnya diencerkan dengan karbon dioksida. Di alveoli, uap air terus memberikan tekanan 47 mm Hg. Tekanan 713 mm Hg yang tersisa sekarang digunakan sebagai berikut: nitrogen, 569 mm Hg (74,9%); oksigen, 104 mm Hg (13,6%); dan karbon dioksida, 40 mm Hg (5,3%).



Rasio ventilasi – perfusi

Tekanan Parsial pertukaran Gas

Ketika gas terkena cairan, gas tersebut larut dalam cairan sampai kesetimbangan tercapai. Gas terlarut juga memberikan tekanan parsial. Pada kesetimbangan, tekanan parsial gas dalam cairan sama dengan tekanan parsial gas dalam campuran gas. Oksigenasi darah vena di paru menggambarkan hal ini. Di paru-paru, darah vena dan oksigen alveolar dipisahkan oleh membran alveolar yang sangat tipis. Oksigen berdifusi melintasi membran ini untuk larut dalam darah sampai tekanan parsial oksigen dalam darah sama dengan tekanan parsial di alveoli (104 mm Hg).

Namun, karena karbon dioksida adalah produk sampingan dari oksidasi di dalam sel, darah vena mengandung karbon dioksida pada tekanan parsial yang lebih tinggi dari pada gas alveolar. Di paru-paru, karbon dioksida berdifusi keluar dari darah vena ke dalam gas alveolar. Pada kesetimbangan, tekanan parsial karbon dioksida dalam darah dan gas alveolar adalah sama (40 mm Hg).

Efek Tekanan Terhadap Transportasi Oksigen

Oksigen dan karbondioksida diangkut secara simultan dilarutkan dalam darah atau digabungkan dengan beberapa elemen darah. Oksigen dibawa dalam darah dalam dua bentuk: pertama sebagai zat fisik. Oksigen terlarut dalam plasma, dan kedua dalam kombinasi dengan hemoglobin sel darah merah. Setiap 100 mL darah arteri normal membawa 0,3 mL oksigen yang terlarut secara fisik dalam plasma dan 20 mL oksigen yang dikombinasikan dengan hemoglobin. Oksigen dalam jumlah besar dapat diangkut dalam darah karena mudah bergabung dengan hemoglobin untuk membentuk oksihemoglobin: **$O_2 + Hgb \leftrightarrow HgbO_2$** .

Volume oksigen yang secara fisik terlarut dalam plasma bervariasi secara langsung dengan tekanan parsial oksigen di arteri (PaO_2). Semakin tinggi PaO_2 , semakin besar jumlah oksigen terlarut. Misalnya, pada PaO_2 10 mm Hg, 0,03 mL oksigen dilarutkan dalam 100 mL plasma. Pada 20 mm Hg, dua kali jumlah ini dilarutkan dalam plasma, dan pada 100 mm Hg, 10 kali jumlah ini dilarutkan. Oleh karena itu, jumlah oksigen terlarut berbanding lurus dengan tekanan parsial, tidak peduli seberapa tinggi peningkatan tekanan oksigen (1).

Jumlah oksigen yang bergabung dengan hemoglobin juga bergantung pada PaO_2 , tetapi hanya sampai PaO_2 sekitar 150 mm Hg. Jika PaO_2 adalah 150 mm Hg, hemoglobin 100% jenuh dan

tidak akan bergabung dengan oksigen tambahan. Ketika hemoglobin 100% jenuh, 1 g hemoglobin akan bergabung dengan 1,34 mL oksigen. Oleh karena itu, pada seseorang dengan 14 g / dL hemoglobin, setiap 100 mL darah akan mengandung sekitar 19 mL oksigen yang terkait dengan hemoglobin. Jika PaO₂ kurang dari 150 mm Hg, persentase hemoglobin yang jenuh dengan oksigen lebih rendah. Sebagai contoh, pada PaO₂ 100 mm Hg (nilai normal), saturasi adalah 97%; pada PaO₂ 40 mm Hg, saturasi adalah 70%.

Kurva Disosiasi Oxyhemoglobin

Kurva disosiasi oksihemoglobin menunjukkan hubungan antara tekanan parsial oksigen (PaO₂) dan persentase saturasi oksigen (SaO₂). Persentase kejenuhan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut: karbon dioksida, konsentrasi ion hidrogen, suhu, dan 2,3-difosfogliserat. Kenaikan faktor-faktor ini menggeser kurva ke kanan sehingga lebih banyak oksigen kemudian dilepaskan ke jaringan pada PaO₂ yang sama.

Penurunan faktor-faktor ini menyebabkan kurva bergeser ke kiri, membuat ikatan antara oksigen dan hemoglobin lebih kuat, sehingga lebih sedikit oksigen yang diberikan ke jaringan dengan PaO₂ yang sama. Bentuk kurva disosiasi oksihemoglobin yang tidak biasa merupakan keuntungan nyata bagi pasien karena dua alasan:

- a. Jika PO₂ arteri menurun dari 100 menjadi 80 mm Hg sebagai akibat dari penyakit paru-paru atau penyakit jantung, hemoglobin darah arteri tetap hampir tersaturasi secara maksimal (94%) dan jaringan tidak akan menderita hipoksia.
- b. Ketika darah arteri masuk ke dalam kapiler jaringan dan terkena tekanan jaringan oksigen (sekitar 40 mm Hg), hemoglobin

melepaskan oksigen dalam jumlah besar untuk digunakan oleh jaringan.

Signifikansi Klinis. Nilai normal PaO₂ adalah 80 hingga 100 mm Hg (95% hingga 98% saturasi). Dengan tingkat oksigenasi ini, ada 15% margin oksigen berlebih yang tersedia untuk jaringan. Dengan kadar hemoglobin normal 15 mg / dL dan kadar PaO₂ 40 mm Hg (saturasi oksigen 75%), tersedia oksigen yang cukup untuk jaringan tetapi tidak ada cadangan untuk tekanan fisiologis yang meningkatkan kebutuhan oksigen jaringan. Ketika terjadi insiden serius (misalnya, bronkospasme, aspirasi, hipotensi, atau disitmia jantung) yang mengurangi asupan oksigen dari paru-paru, hipoksia jaringan akan terjadi.

Pertimbangan penting dalam pengangkutan oksigen adalah curah jantung, yang menentukan jumlah oksigen yang dikirim ke tubuh dan yang mempengaruhi perfusi paru dan jaringan. Jika curah jantung normal (5 L / menit), jumlah oksigen yang dikirim ke tubuh per menit normal. Jika curah jantung turun, jumlah oksigen yang dikirim ke jaringan juga turun. Dalam kondisi normal, sebagian besar oksigen yang dikirim ke tubuh tidak digunakan. Faktanya, hanya 250 mL oksigen yang digunakan per menit. Dalam kondisi normal, ini adalah sekitar 25% dari oksigen yang tersedia. Oksigen yang tersisa kembali ke sisi kanan jantung, dan PaO₂ darah vena turun dari 80 menjadi 100 mm Hg menjadi sekitar 40 mm Hg.

Transportasi Karbon Dioksida

Pada saat yang sama oksigen berdifusi dari darah ke jaringan, karbon dioksida berdifusi ke arah yang berlawanan (yaitu, dari sel jaringan ke darah) dan diangkut ke paru-paru untuk ekskresi. Jumlah karbon dioksida dalam transit adalah salah satu penentu utama keseimbangan asam-basa tubuh. Biasanya, hanya 6% dari

karbondioksida vena yang dibuang, dan cukup banyak yang tersisa di dalam darah arteri untuk memberikan tekanan 40 mm Hg. Sebagian besar karbon dioksida (90%) memasuki sel darah merah; porsi kecil (5%) yang tetap terlarut dalam plasma (PCO_2) adalah faktor penting yang menentukan pergerakan karbon dioksida masuk atau keluar dari darah. Singkatnya, banyak proses yang terlibat dalam pengangkutan gas pernapasan tidak terjadi dalam tahap-tahap yang terputus-putus; sebaliknya, mereka cepat, simultan, dan kontinu.

Kontrol Neurologis Ventilasi

Respirasi istirahat adalah hasil dari eksitasi siklis dari otot-otot pernapasan oleh saraf frenikus. Irama pernapasan dikendalikan oleh pusat pernapasan di otak. Pusat inspirasi dan ekspirasi di medula oblongata dan pons mengontrol kecepatan dan kedalaman ventilasi untuk memenuhi kebutuhan metabolisme tubuh. Pusat apneustik di pons bawah menstimulasi pusat meduler inspirasi untuk mempromosikan inspirasi yang dalam dan berkepanjangan. Pusat pneumotaksis di pons atas dianggap mengontrol pola pernapasan.

Beberapa kelompok situs reseptor membantu otak mengontrol fungsi pernapasan. Kemoreseptor sentral terletak di medula dan merespons perubahan kimiawi dalam cairan serebrospinal, yang diakibatkan oleh perubahan kimiawi dalam darah. Reseptor ini merespons peningkatan atau penurunan pH dan menyampaikan pesan ke paru-paru untuk mengubah kedalaman dan kemudian laju ventilasi untuk memperbaiki ketidakseimbangan. Kemoreseptor perifer terletak di arkus aorta dan arteri karotis dan pertama-tama merespons perubahan PaO_2 , kemudian ke $PaCO_2$ dan pH. Refleks Hering-Breuer diaktifkan oleh reseptor regang di alveol. Saat paru-paru membengkak, inspirasi terhambat; Akibatnya, paru-paru tidak

menjadi terlalu kaku. Selain itu, proprioceptor di otot dan persendian merespons gerakan tubuh, seperti olahraga, menyebabkan peningkatan ventilasi. Dengan demikian, latihan rentang gerak pada pasien yang tidak bergerak dapat merangsang pernapasan. Baroreseptor, juga terletak di badan aorta dan karotis, merespons peningkatan atau penurunan tekanan darah arteri dan menyebabkan refleksi hipoventilasi atau hiperventilasi.

C. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Sistem pernafasan terdiri dari saluran pernafasan atas dan bawah.

Organ manakah yang disebut saluran pernafasan bawah.

- a. Hidung
- b. Paru-paru
- c. Trakea
- d. Faring
- e. Tonsil

2. Organ manakah tempat Udara yang masuk ke dalam tubuh dilakukan penyaringan dan pelembaban?

- a. Faring
- b. Tonsil
- c. Hidung
- d. Trakea
- e. alveoli

3. Setelah terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida di jaringan kapiler, kemanakan darah masuk?

- a. Vena sistemik
- b. Arteri sistemik

- c. Hidung
- d. Ventilasi
- e. Alveoli

4. Pergerakan udara keluar dan masuk dari saluran udara disebut

- a. Inspirasi
- b. Respirasi
- c. Ventilasi
- d. Trakea
- e. Hidung

5. Ukuran elastisitas, pengembangan dan distensibilitas paru-paru dan struktur toraks disebut?

- a. Inspirasi
- b. Respirasi
- c. Compliance
- d. Ventilasi
- e. Vena sistemik

D. JAWABAN SOAL

- 1. b
- 2. c
- 3. a
- 4. c
- 5. c

MODUL 6

SISTEM PENCERNAAN (GASTRO INTESTINAL ATAU GI)

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui tentang latar belakang sistem pencernaan.
2. Mengetahui dan menjelaskan tentang anatomi fisiologi sistem pencernaan.
3. Mengetahui dan menjelaskan tentang fungsi sistem pencernaan.

C. MATERI

Modul anatomi fisiologi sistem pencernaan ini menyampaikan beberapa materi yang penting untuk diketahui oleh perawat yang akan dijabarkan di bawah ini:

1. Latar belakang

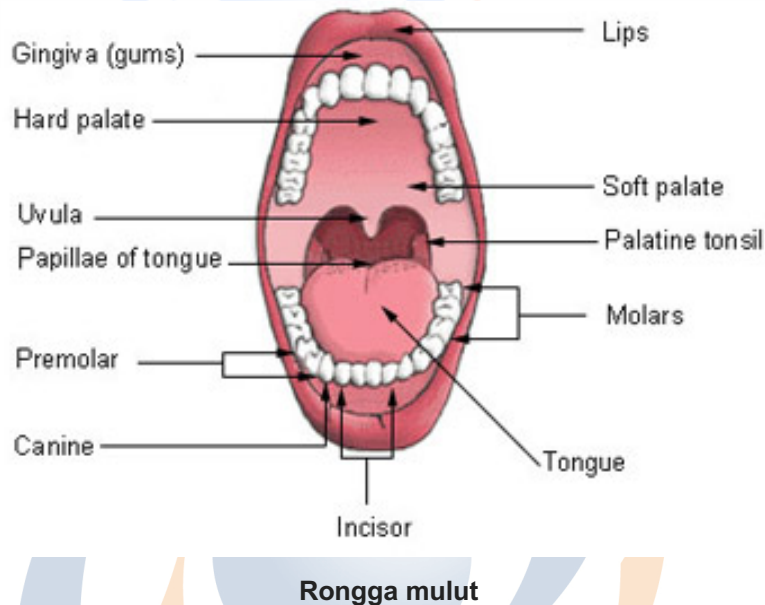
Anatomi fisiologi sistem pencernaan sebagai sistem yang diperlukan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan akan zat-zat nutrisi dalam tubuh. Anatomi sistem pencernaan terdiri dari organ pencernaan pembentuk saluran dan organ pencernaan bukan pembentuk saluran. Organ pencernaan pembentuk saluran terdiri dari esofagus, lambung, usus halus, usus besar, rectum dan anus. Organ pencernaan bukan pembentuk saluran terdiri dari gigi, lidah, kelenjar saliva, hati, dan pancreas. Perawat harus mengetahui anatomi dan kerja dari sistem ini.

2. Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan

Saluran GI adalah saluran sepanjang 700 – 750 cm yang terbentang dari mulut, esofagus, lambung, dan usus ke anus, yaitu:

Mulut (Mouth) merupakan organ pertama dalam saluran GI, yang letaknya meluas dari bibir sampai isthmus fausium yaitu perbatasan mulut dan faring. Mulut terdiri atas vestibulum oris dan kavum oris propia. Organ kelengkapan mulut, yaitu bibir, pipi, gigi, lidah dan

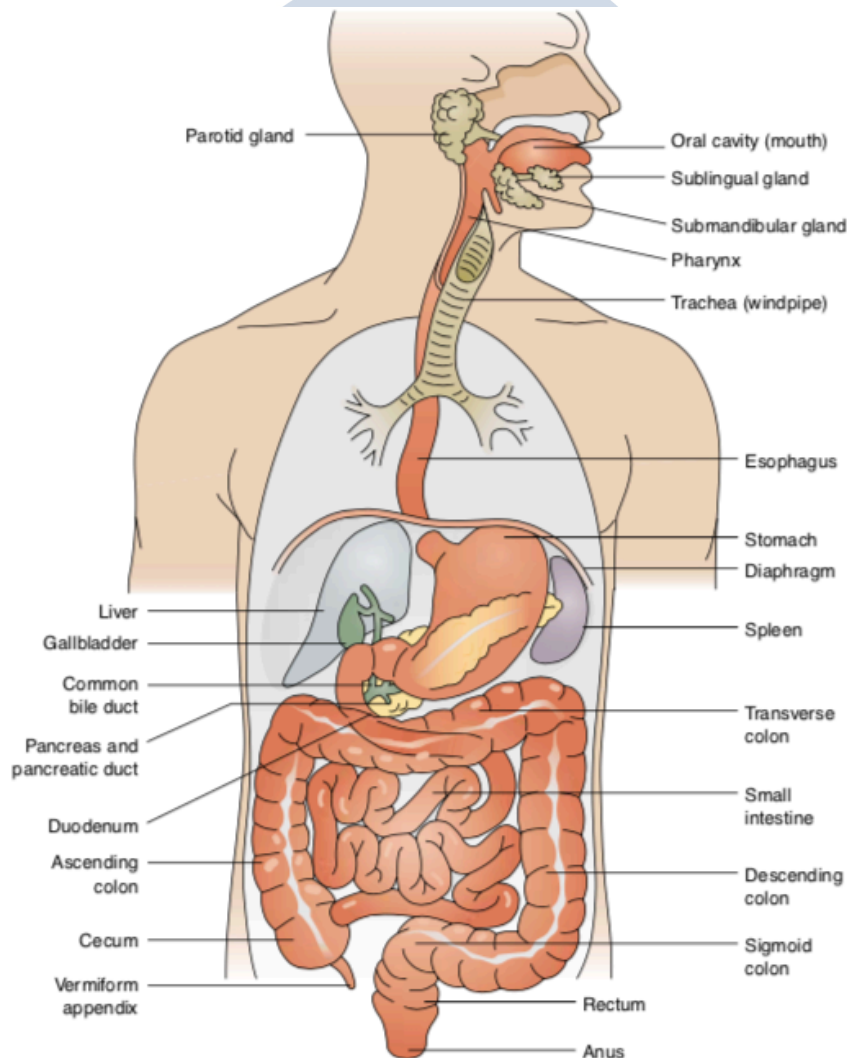
kelenjar saliva. Mulut berfungsi untuk mengunyah (**mastication**) – memecah dan menelan makanan, speech: merubah vibrasi pita larynx untuk menghasilkan suara dan bernafas.



Struktur mulut terdiri dari palatum keras dan palatum lunak yang sisi – sisinya dibatasi **oleh tulang** maksilaris. **Lidah** sebagai organ perasa. **Gigi** diatas gusi: gigi seri, gigi taring, dan geraham. Dinding luar ada **pipi** dan **bibir** sebagai otot melingkar menjaga makanan di dalam. Membrane mucosa (lapisan dalam tertutup selaput) mengandung 3 pasang **kelenjar saliva** (air liur): di *sublingual* (di bawah lidah), *submandibular* (di bawah dagu) dan *parotide* (di bawah - depan telinga). Selaput lendir mulut ditutupi epitel yang berlapis di bawahnya terletak **kelenjar halus** yang mengeluarkan lendir, sangat kaya pembuluh darah dan memuat banyak ujung akhir saraf sensoris.

Faring merupakan saluran berbentuk kerucut dengan membran berotot dan bagian atas melebar. Terletak di belakang hidung, mulut dan tenggorokan, sampai ketinggian vertebra C6 yaitu setinggi tulang rawan krikoid. Panjang faring 7 cm. Faring terdiri

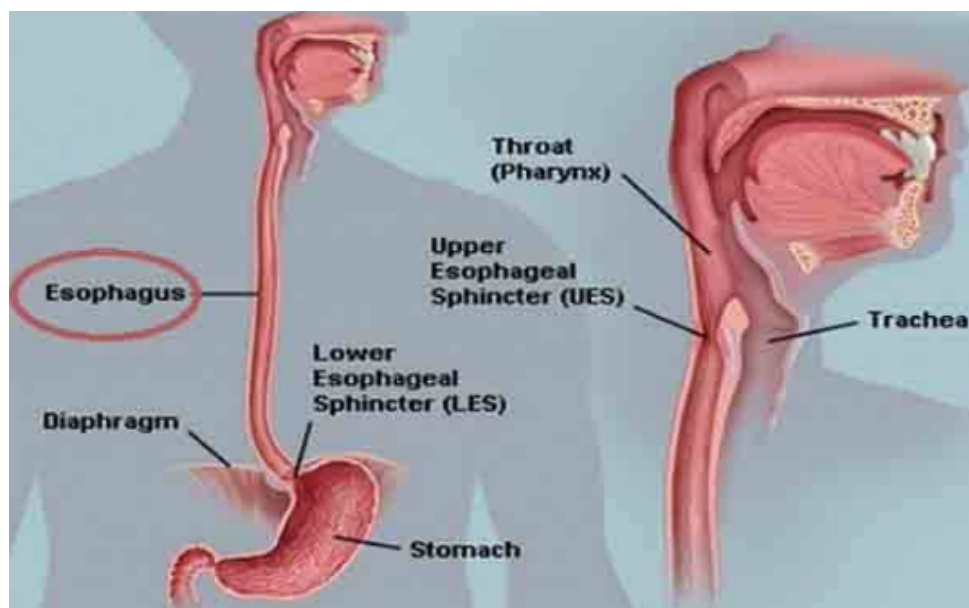
dari Nasofaring (pars nasalis), Orofaring (pars oralis) dan Laringofaring (pars laryngeal). **Nasofaring (pars nasalis)** terletak di belakang hidung, terdapat lubang saluran eustachius, kelenjar – kelenjar adenoid/ limfoid yang disebut tonsila faringeal. **Orofaring (pars oralis)** terletak di belakang mulut, terdapat 2 tonsil di dinding lateral disebut tonsila palatina. **Laringofaring (pars Laryngeal)** terletak di bagian laring, terdapat 7 lubang (2 dari saluran eustachius, 2 posterior lubang hidung, 1 lubang mulut, 1 lubang laring, 1 lubang esofagus). **Lapisan dinding faring** adalah tunika mukosa, tunika muskularis dan tunika adventisia.



Sistem Pencernaan (GI)

Esofagus terletak di mediastinum di rongga toraks, anterior ke tulang belakang dan posterior ke trakea dan jantung. Esofagus

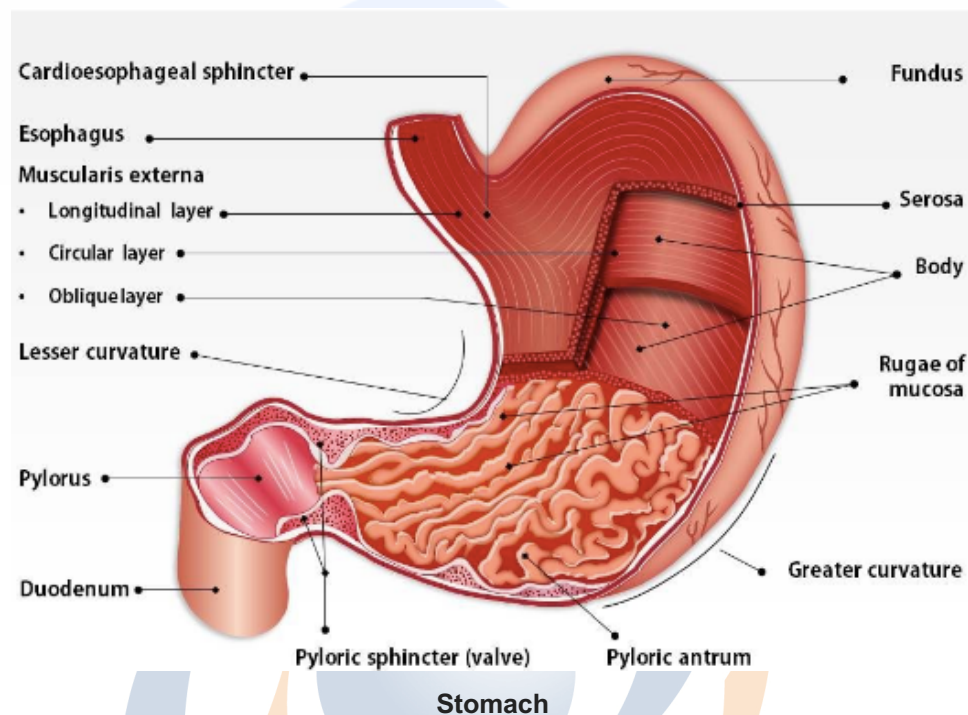
biasa kita sebut kerongkongan, merupakan organ pencernaan setelah mulut dan faring. Esofagus ini berbentuk seperti tabung yang dapat dilipat ini dan panjangnya sekitar 25 cm serta akan membengkak saat makanan melewatinya. Makanan ini melewati diafragma pada pembukaan yang disebut hiatus diafragma. Persarafan dilakukan oleh serabut simpatis dan parasimpatis dari sistim saraf otonom nervus vagus. Dinding saluran esofagus sangat licin karena mengandung cairan mucus yang dihasilkan oleh sel-sel yang terdapat di dindingnya.



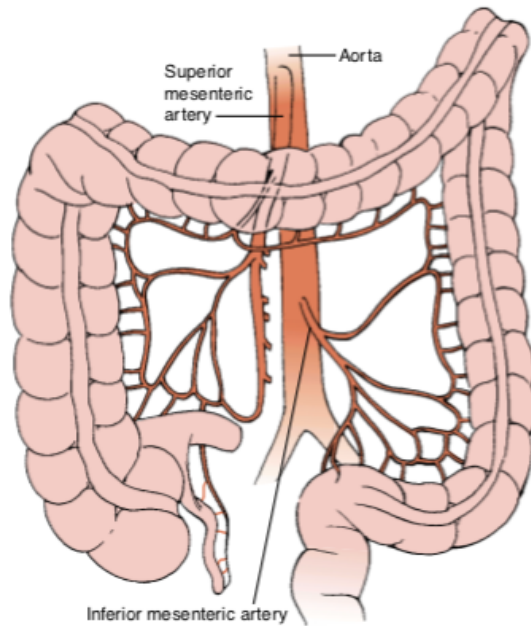
Universitas Esa Unggul Esofagus

Stomach (lambung). Bagian lain dari saluran GI terletak di dalam rongga peritoneum. **Lambung** terletak di bagian atas perut di sebelah kiri garis tengah, tepat di bawah diafragma kiri. Lambung memiliki kapasitas sekitar 1500 mL. Saluran antara esofagus dan lambung disebut sambungan esofagogastrik; itu dikelilingi oleh cincin otot polos yang disebut sfingter esofagus bagian bawah (atau sfingter jantung), yang bila berkontraksi, menutup lambung dari esofagus. Lambung dapat dibagi menjadi empat wilayah anatomi: kardia (pintu masuk), fundus, badan, dan pilorus (saluran keluar). Otot polos melingkar di dinding pilorus membentuk sfingter pilorus

dan mengontrol bukaan antara lambung dan small intestinal (Usus kecil).



Small intestinal (Usus kecil) adalah segmen terpanjang dari saluran GI, terhitung sekitar dua pertiga dari total panjang. Ia melipat ke depan dan ke belakang, menyediakan sekitar 7000 cm area permukaan untuk sekresi dan absorpsi, proses dimana nutrisi memasuki aliran darah melalui dinding usus. Usus kecil atau usus halus dibagi menjadi tiga bagian anatomis: bagian atas, disebut duodenum; bagian tengah, disebut jejunum; dan bagian bawahnya disebut ileum. Saluran empedu, tempat terjadinya sekresi empedu dan pankreas, bermuara di duodenum di ampula Vater. Persimpangan antara usus kecil dan besar, sekum, terletak di bagian kanan bawah perut. Katup ileocecal terletak di persimpangan ini. Ia mengontrol perjalanan isi usus ke dalam usus besar dan mencegah masuknya kembali bakteri ke dalam usus kecil. Apendiks vermiform terletak di dekat persimpangan ini.



Anatomi dan suplai darah usus besar

Large intestinal (Usus besar atau kolon) terdiri dari segmen *ascending* di sisi kanan perut, segmen *transverse* yang memanjang dari kanan ke kiri di perut bagian atas, dan segmen *descending* di sisi kiri perut. Bagian terminal dari usus besar terdiri dari dua bagian: kolon sigmoid dan rektum. Rektum berhubungan dengan anus. Jaringan otot lurik yang membentuk sfingter ani internal dan eksternal mengatur saluran keluar **anus**. Saluran GI menerima darah dari arteri yang berasal dari aorta toraks dan abdominal. Yang paling penting adalah arteri lambung dan arteri mesenterika superior dan inferior. Oksigen dan nutrisi disuplai ke lambung oleh arteri lambung dan ke usus oleh arteri mesenterika. Darah dikeluarkan dari organ-organ ini oleh vena yang bergabung dengan vena lain di perut untuk membentuk vesel besar yang disebut vena portal. Darah yang kaya nutrisi kemudian dibawa ke hati. Aliran darah ke saluran pencernaan adalah sekitar 20% dari total curah jantung dan meningkat secara signifikan setelah makan.

Baik bagian simpatis dan parasimpatis dari sistem saraf otonomik menginervasi saluran GI. Secara umum, saraf simpatis

memberikan efek penghambatan pada saluran GI, menurunkan sekresi dan motilitas lambung dan menyebabkan sfingter dan pembuluh darah mengerut. Stimulasi saraf parasimpatis menyebabkan periodis dan meningkatkan aktivitas sekretori. Sfingter menjadi rileks di bawah pengaruh stimulasi parasimpatis. Bagian saluran yang berada di bawah syaraf tidak sadar adalah esofagus bagian atas dan sfingter ani eksternal.

3. Fungsi Sistem Pencernaan

Semua sel tubuh membutuhkan nutrisi. Nutrisi tersebut berasal dari asupan makanan yang mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral, serta serat selulosa dan bahan nabati lainnya yang tidak memiliki nilai gizi. Fungsi GI utama saluran pencernaan adalah sebagai berikut:

- a. Untuk memecah partikel makanan menjadi bentuk molekul untuk pencernaan.
- b. Untuk menyerap ke dalam aliran darah, molekul kecil yang dihasilkan oleh **digestion** (pencernaan).
- c. Menghilangkan bahan makanan yang tidak tercerna dan tidak terserap serta produk sisa lainnya dari tubuh.

Setelah makanan tertelan, didorong melalui saluran GI, kemudian akan mengalami berbagai macam sekresi yang membantu pencernaan, penyerapan, atau **eliminasi** dari saluran GI.

MENGUNYAH DAN MENELAN

Proses pencernaan dimulai dengan tindakan mengunyah, dimana makanan dipecah menjadi partikel-partikel kecil yang dapat ditelan dan bercampur dengan enzim pencernaan. Normalnya mengunyah orang dewasa 20 – 24 x. Makan — atau bahkan penglihatan, penciuman, atau rasa makanan — dapat menyebabkan refleks air liur. Saliva (air liur) dipisahkan dari tiga pasang kelenjar yaitu

kelenjar parotis, kelenjar submaxillary, dan kelenjar sublingual. Sekitar 1,5 L saliva adalah disekresi setiap hari. Saliva adalah sekresi pertama yang bersentuhan dengan makanan. Saliva mengandung enzim ptyalin, atau amilase, yang memulai pencernaan karbohidrat. Saliva juga mengandung lendir dan air, yang membantu melumasi makanan saat dikunyah, sehingga memudahkan untuk menelan.

Menelan dimulai sebagai aktivitas tidak disadari yang diatur oleh pusat menelan di medula oblongata dari sistem saraf pusat. Saat makanan ditelan, epiglotis bergerak menutupi lubang trakea dan mencegah aspirasi makanan ke paru-paru. Menelan, yang mendorong bolus makanan ke esofagus bagian atas, berakhir sebagai aksi refleks. Otot polos di dinding esofagus berkontraksi dalam urutan ritmis dari esofagus bagian atas ke arah perut untuk mendorong bolus makanan di sepanjang saluran. Selama proses peristaltik esofagus ini, sfingter esofagus bagian bawah mengendur dan memungkinkan bolus makanan masuk ke perut. Selanjutnya, sfingter esofagus bagian bawah menutup rapat untuk mencegah refluks isi lambung ke esofagus.

FUNGSI LAMBUNG

Perut menyimpan dan mencampur makanan dengan sekresi. Ini mengeluarkan cairan yang sangat asam sebagai respons terhadap adanya atau antisipasi **ingestion** (gangguan makanan). Cairan ini, memiliki pH di bawah 1, lebih rendah keasamannya dari **asam klorida** (HCl) yang disekresikan oleh kelenjar perut. Fungsi sekresi lambung ini ada dua adalah untuk memecah makanan menjadi komponen yang lebih mudah diserap dan untuk membantu penghancuran sebagian besar bakteri yang tertelan. Perut dapat memproduksi sekitar 2,4 L sekresi lambung per hari. Sekresi lambung juga mengandung enzim **pepsin**, yang penting untuk

memulai pencernaan protein. **Faktor intrinsik** juga disekresikan oleh mukosa lambung. Senyawa ini bergabung dengan vitamin B12 makanan sehingga vitamin tersebut dapat diserap di ileum. Dengan tidak adanya faktor intrinsik, vitamin B12 tidak dapat diserap dan terjadi anemia pernisiiosa.

Kontraksi peristaltik di perut mendorong isinya ke pilorus. Kontraksi peristaltik normalnya 16 – 24 x per menit. Karena partikel makanan yang besar tidak dapat melewati sfingter pilorus, mereka diaduk kembali ke tubuh perut. Dengan cara ini, makanan di dalam perut diaduk secara mekanis dan dipecah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Makanan tetap berada di perut untuk jangka waktu yang bervariasi, dari setengah jam hingga beberapa jam, tergantung pada ukuran partikel makanan, komposisi makanan, dan faktor lainnya. Peristaltik di perut dan kontraksi sfingter pilorus memungkinkan makanan yang dicerna sebagian masuk ke usus halus atau usus kecil dengan kecepatan yang memungkinkan penyerapan nutrisi yang efisien. Makanan yang bercampur dengan sekresi lambung ini disebut **chyme**. Hormon, neuroregulator, dan regulator lokal yang ditemukan dalam sekresi lambung mengontrol laju sekresi lambung dan mempengaruhi motilitas lambung.

FUNGSI SMALL INTESTINAL

Proses pencernaan selanjutnya adalah di duodenum. Sekresi di duodenum berasal dari organ pencernaan tambahan — pankreas, hati, dan kantong empedu — dan kelenjar di dinding usus itu sendiri. Sekresi ini mengandung enzim pencernaan dan empedu. Sekresi pankreas memiliki pH basa karena konsentrasi tinggi bikarbonat. Ini menetralkan asam yang memasuki duodenum dari perut. Pankreas juga mengeluarkan enzim pencernaan, termasuk **tripsin**, yang membantu mencerna protein; **amilase**, yang membantu mencerna karbohidrat; dan **lipase**, yang membantu

mencerna lemak. Empedu (disekresikan oleh hati dan disimpan di kantong empedu) membantu mengemulsi lemak yang tertelan, membuatnya lebih mudah dicerna dan diserap.

Kelenjar usus mengeluarkan lendir, hormon, elektrolit, dan enzim. Lendir melapisi sel dan melindungi mukosa dari cedera oleh HCl. Hormon, neuroregulator, dan regulator lokal yang ditemukan dalam sekresi usus ini mengontrol laju sekresi usus dan juga mempengaruhi motilitas pencernaan. Total sekresi usus sekitar 1 L/ hari jus pankreas, 0,5 L/ hari empedu, dan 3 L / hari sekresi dari kelenjar usus kecil. meringkas tindakan enzim pencernaan dan zat pengatur GI. Dua jenis kontraksi terjadi secara teratur di usus halus yaitu kontraksi segmentasi dan peristaltik usus. Kontraksi segmentasi menghasilkan gelombang pencampuran yang menggerakkan isi usus bolak-balik dengan gerakan berputar. Peristaltik usus mendorong isi usus halus ke arah usus besar. Kedua gerakan tersebut dirangsang oleh keberadaan **chyme**.

Makanan, awalnya dicerna dalam bentuk lemak, protein, dan karbohidrat, dipecah menjadi partikel yang dapat diserap (unsur pokok) melalui proses pencernaan. Karbohidrat dipecah menjadi disakarida (misalnya sukrosa, maltosa, galaktosa) dan monosakarida (misalnya glukosa, fruktosa). Glukosa adalah karbohidrat utama yang digunakan sel jaringan sebagai bahan bakar. Protein dipecah menjadi asam amino dan peptida. Lemak yang tertelan diemulsi menjadi monogliserida dan asam lemak. Molekul yang lebih kecil ini kemudian siap diserap. Chyme tetap berada di usus halus selama 3 hingga 6 jam, memungkinkan pemecahan dan penyerapan nutrisi yang berkelanjutan.

Bulu-bulu kecil seperti jari yang disebut vili hadir di seluruh usus dan berfungsi untuk menghasilkan enzymes serta untuk menyerap

nutrisi. Penyerapan adalah fungsi utama usus halus. Vitamin dan mineral tidak dicerna tetapi diserap pada dasarnya tidak berubah. Absorpsi dimulai di jejunum dan dicapai dengan transpor aktif dan difusi melintasi dinding usus ke dalam sirkulasi. Pengambilan nutrisi yang berbeda terjadi di lokasi yang berbeda di usus halus. Penyerapan zat besi dan kalsium terjadi di duodenum. Lemak, protein, karbohidrat, natrium, dan klorida diserap di jejunum. Vitamin B12 dan garam empedu diserap di ileum. Magnesium, fosfat, dan kalium diserap ke seluruh usus halus.

FUNGSI LARGE INTESTINAL

Dalam 4 jam setelah makan, sisa bahan limbah masuk ke terminal ileum dan masuk perlahan ke bagian proksimal usus besar melalui katup ileocecal. Katup ini, yang biasanya tertutup, membantu mencegah isi kolon mengalir kembali ke usus kecil. Dengan setiap gelombang peristaltik dari usus kecil, katup membuka sebentar dan memungkinkan beberapa isinya masuk ke usus besar. Bakteri merupakan komponen utama dari isi usus besar. Mereka membantu menyelesaikan penguraian bahan limbah, terutama protein dan garam empedu yang tidak tercerna atau tidak terserap. Dua jenis sekresi kolon ditambahkan ke bahan residu: larutan elektrolit dan lendir. Larutan elektrolit terutama merupakan larutan bikarbonat yang bertindak untuk menetralkan produk akhir yang dibentuk oleh aksi bakteri kolon. Lendir melindungi mukosa kolon dari isi interluminal dan juga menempel pada massa feses.

Aktivitas peristaltik yang lambat dan lemah menggerakkan isi kolon secara perlahan di sepanjang saluran. Transportasi yang lambat ini memungkinkan reabsorpsi air dan elektrolit yang efisien, yang merupakan tujuan utama usus besar. Gelombang peristaltik kuat yang terputus-putus mendorong isi untuk jarak yang cukup jauh. Ini biasanya terjadi setelah makan lagi, saat hormon perangsang usus

dilepaskan. Bahan limbah dari makanan akhirnya mencapai dan melebarkan rektum, biasanya dalam waktu sekitar 12 jam. Sebanyak seperempat bahan limbah dari makanan mungkin masih berada di rektum 3 hari setelah makanan tertelan.

PRODUK LIMBAH PENCERNAAN

Feses terdiri dari bahan makanan yang tidak tercerna, bahan anorganik, air, dan bakteri. Feses adalah sekitar 75% cairan dan 25% bahan padat. Komposisi tersebut relatif tidak terpengaruh oleh perubahan pola makan, karena sebagian besar massa feses berasal dari non-diet, yang berasal dari sekresi saluran GI. Warna coklat pada kotoran hasil pemecahan empedu oleh bakteri usus. Bahan kimia yang dibentuk oleh bakteri usus (terutama indole dan skatole) sebagian besar bertanggung jawab atas bau tinja. Gas yang terbentuk antara lain metana, hidrogen sulfida, dan amonia. Saluran GI biasanya mengandung sekitar 150 mL gas ini, yang diserap ke dalam sirkulasi portal dan didetoksifikasi oleh hati atau dikeluarkan dari rektum sebagai flatus.

Pengeluaran tinja dimulai dengan distensi rektum, yang secara refleks memulai kontraksi otot rektal dan melemaskan sfingter ani internal yang biasanya tertutup. Sfingter internal dikendalikan oleh sistem saraf otonom; sfingter eksternal berada di bawah kendali sadar dari korteks otak. Selama buang air besar, sfingter anal luar secara sukarela relaks untuk memungkinkan isi kolon dikeluarkan. Biasanya, sfingter ani eksternal dipertahankan dalam keadaan kontraksi tonik. Dengan demikian, buang air besar dianggap sebagai refleks tulang belakang (melibatkan serabut saraf parasimpatis) yang dapat dihambat secara sukarela dengan menutup sfingter ani eksternal. Mengontraksikan otot perut (mengejan) memfasilitasi pengosongan usus besar. Frekuensi rata-

rata buang air besar pada manusia adalah 1 kali sehari, namun frekuensinya bervariasi antar individu.

C. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Organ pertama dari saluran GI adalah
 - a. Mulut
 - b. Faring
 - c. Esofagus
 - d. Lambung
 - e. Usus halus

2. Sekresi pertama yang bersentuhan dengan makanan yang membantu melumasi makanan saat dikunyah agar mudah ditelan adalah dengan menggunakan enzyne?
 - a. Pepsin
 - b. Ptyalin
 - c. Amilase
 - d. Lipase
 - e. tripsin

3. Enzim pencernaan yang dikeluarkan oleh pancreas untuk membantu mencerna protein disebut enzim?
 - a. Pepsin
 - b. Ptyalin
 - c. tripsin
 - d. Amilase
 - e. Lipase

4. Pada usus halus terjadi proses penyerapan makanan. Di bagian usus halus manakah absorpsi dilakukan
 - a. duodenum
 - b. jejunum
 - c. ilium
 - d. ascenden
 - e. desenden

5. Bagian terminal dari usus besar yang berfungsi untuk pengeluaran limbah, disebut
 - a. Kolon sigmoid
 - b. Anus
 - c. Ascenden
 - d. Transfersum
 - e. Desenden

D. JAWABAN SOAL

1. a
2. b
3. c
4. b
5. b

MODUL 7 HATI, KANDUNG EMPEDU DAN PANKREAS

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

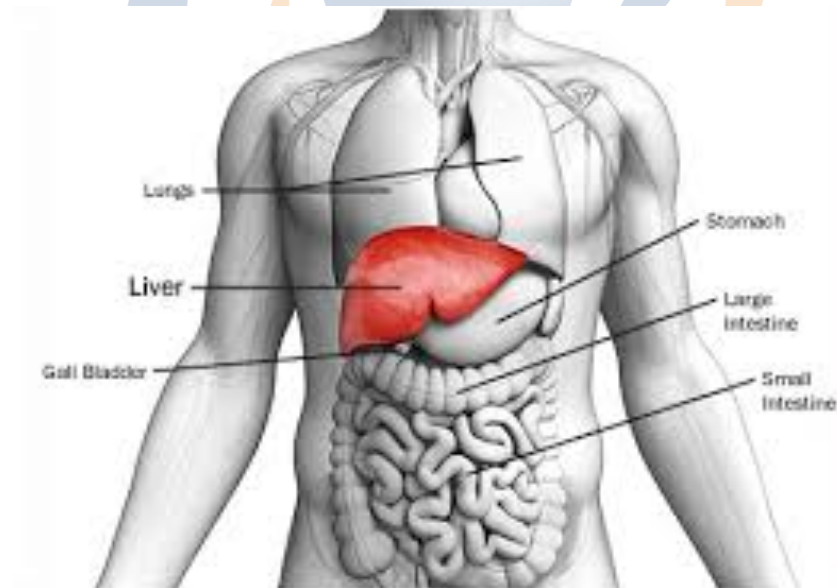
Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui dan menjelaskan tentang anatomi fisiologi hati.
2. Mengetahui dan menjelaskan tentang fungsi sistem pencernaan.

B. MATERI

Modul anatomi fisiologi hati, kandung empedu dan pankreas ini menyampaikan beberapa materi yang penting untuk diketahui oleh perawat yang akan dijabarkan di bawah ini:

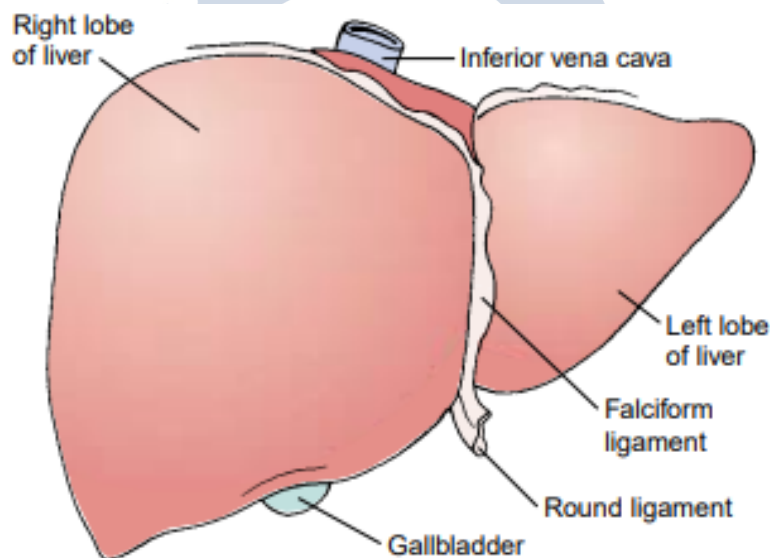
1. Anatomi Fisiologi Hati



Posisi hepar dalam tubuh

Hati merupakan kelenjar terbesar di tubuh, dapat dianggap sebagai pabrik kimia yang memproduksi, menyimpan, mengubah, dan mengeluarkan sejumlah zat yang terlibat dalam metabolisme. Hati memiliki fungsi yang sangat penting, mendapat aliran darah yang kaya akan nutrisi secara langsung dari saluran gastrointestinal (GI)

dan kemudian menyimpan atau mengubah nutrisi tersebut menjadi bahan kimia yang digunakan metabolisme. Hati khususnya penting dalam regulasi metabolisme glukosa dan protein. Hati memproduksi dan mengeluarkan empedu, yang memiliki peran dalam pencernaan dan penyerapan lemak di saluran GI. Ini membuang produk limbah dari aliran darah dan mengeluarkannya ke dalam empedu. Empedu yang diproduksi oleh hati disimpan sementara di kandung empedu sampai dibutuhkan oleh pencernaan, pada saat itu kandung empedu mengosongkan dan empedu masuk ke usus.



Anatomi Hati

a. Anatomi Hati

Hati terletak di belakang tulang rusuk di bagian kanan atas rongga perut. Beratnya sekitar 1.500 g dan dibagi menjadi empat lobus. Lapisan tipis jaringan ikat mengelilingi setiap lobus, meluas ke dalam lobus itu sendiri dan membagi massa hati menjadi unit kecil yang disebut lobulus. Sirkulasi darah masuk dan keluar dari hati adalah memiliki fungsi yang penting. Darah yang mengalir ke hati dari dua sumber. Sekitar 75% dari suplai darah dari vena portal, yang menguras saluran GI dan kaya

nutrisi. Sisa dari suplai darah masuk melalui arteri hepatic dan kaya oksigen. Cabang terminal ini dua suplai darah bergabung untuk membentuk kapiler, yang merupakan sinusoid hati. Jadi, campuran darah vena dan arteri membasahi sel hati (hepatosit).

Sinusoid bermuara pada vena yang menempati tengah masing-masing lobulus hati dan disebut vena sentral. Vena sentral bergabung membentuk vena hepatica, yang merupakan drainase vena hati dan bermuara di vena cava inferior, dekat dengan diafragma. Jadi, ada dua sumber darah yang mengalir ke hati dan hanya satu jalur keluar. Selain hepatosit, sel fagositik tergolong dalam sistem retikuloendotelial hadir di hati. **Organ lainnya yang mengandung sel retikuloendotelial adalah limpa, sumsum tulang, kelenjar getah bening, dan paru-paru.** Di hati, sel-sel ini disebut **sel Kupffer**. Fungsi utamanya adalah menelan materi partikulat (seperti sebagai bakteri) yang masuk ke hati melalui portal darah.

Saluran empedu terkecil, yang disebut kanalikuli, terletak di antaranya lobulus hati. Kanalikuli menerima sekresi dari hepatosit dan membawanya ke saluran empedu yang lebih besar, yang akhirnya membentuk saluran hati. Saluran hati dari hati dan saluran kistik dari kantong empedu bergabung untuk membentuk saluran empedu yang umum, yang bermuara di usus kecil. Sfingter Oddi, yang terletak di persimpangan di mana saluran empedu memasuki duodenum, mengontrol aliran empedu ke dalam usus.

b. Fungsi Hati

Metabolisme Glukosa

Hati memainkan peran utama dalam metabolisme glukosa dan regulasi konsentrasi glukosa darah. Setelah makan, glukosa

diambil dari darah vena portal oleh hati dan diubah menjadi glikogen, yang disimpan dalam hepatosit. Selanjutnya, glikogen diubah kembali menjadi glukosa dan dilepaskan untuk memenuhi kebutuhan tubuh ke dalam aliran darah untuk menjaga tingkat kenormalan glukosa darah. Glukosa tambahan dapat disintesis oleh hati sebuah proses yang disebut glukoneogenesis. Untuk proses ini, hati menggunakan asam amino dari pemecahan protein atau laktat yang dihasilkan dengan melatih otot.

Konversi Amonia

Penggunaan asam amino dari protein untuk hasil glukoneogenesis pada pembentukan amonia sebagai produk sampingan. Hati mengubah amonia yang dihasilkan secara metabolik menjadi urea. Amonia diproduksi oleh bakteri di usus juga dikeluarkan dari darah portal untuk sintesis urea. Dengan cara ini, hati mengubah amonia, sebuah potensi toksin, menjadi urea, senyawa yang bisa dikeluarkan melalui urin.

Metabolisme Protein

Hati juga memainkan peran penting dalam metabolisme protein. Dengan cara mensintesis hampir semua protein plasma (kecuali gamma globulin), termasuk albumin, alfa dan beta globulin, faktor pembekuan darah, protein spesifik, dan sebagian besar lipoprotein plasma. Vitamin K dibutuhkan oleh hati untuk sintesis protrombin dan beberapa faktor pembekuan lainnya. Asam amino berfungsi sebagai blok bangunan untuk mensintesis protein.

Metabolisme Lemak

Hati juga aktif dalam metabolisme lemak. Asam lemak dapat dipecah untuk memproduksi energi dan memproduksi badan keton (asam asetoasetat, asam beta-hidroksibutirat, dan aseton).

Badan keton merupakan senyawa kecil yang dapat masuk ke dalam aliran darah dan memberikan sumber energi untuk otot dan jaringan lainnya. Pemecahan asam lemak menjadi badan keton terutama terjadi ketika ketersediaan glukosa untuk metabolisme terbatas, seperti saat kelaparan atau pada diabetes yang tidak terkontrol. Asam lemak dan produk metabolismenya juga digunakan untuk sintesis kolesterol, lesitin, lipoprotein, dan lipid kompleks lainnya. Pada beberapa kondisi, lipid dapat menumpuk di hepatosit, mengakibatkan kondisi abnormal yang disebut hati berlemak.

Penyimpanan Vitamin dan Zat Besi

Vitamin A, B, dan D dan beberapa vitamin B kompleks disimpan dalam jumlah banyak di hati. Zat tertentu, seperti besi dan tembaga, juga disimpan di hati. Karena hati itu kaya akan zat ini. Ekstrak hati telah digunakan untuk terapi untuk berbagai macam gangguan nutrisi.

Metabolisme Obat

Hati memetabolisme banyak obat, seperti barbiturat, opioid, obat penenang, anestesi, dan amfetamin. Metabolisme umumnya mengakibatkan hilangnya aktivitas obat, meskipun dalam beberapa kasus aktivasi obat dapat terjadi. Salah satu cara penting untuk metabolisme obat melibatkan konjugasi (pengikatan) obat dengan berbagai macam senyawa, seperti asam glukuronat atau asetat, untuk membentuk zat yang lebih larut. Produk terkonjugasi dapat diekskresikan di feses atau urin, mirip dengan ekskresi bilirubin. Jika obat oral (diserap dari saluran GI) dimetabolisme oleh hati sebelum mencapai sirkulasi sistemik (efek lintasan pertama), jumlah obat yang benar-benar mencapai sirkulasi sistemik (ketersediaan zat-zat oral) akan menurun. Ketersediaan zat-zat adalah fraksi obat yang diberikan

untuk mencapai sirkulasi sistemik. Obat parenteral memiliki efek yang lebih cepat dibanding dosis oral kecuali jika dosis oral lebih besar dari dosis parenteral maka akan memiliki efek yang sama

Pembentukan Empedu

Empedu secara terus menerus dibentuk oleh hepatosit dan dikumpulkan di kanalikuli dan saluran empedu. Ini terutama terdiri dari air dan elektrolit seperti natrium, kalium, kalsium, klorida, dan bikarbonat, dan juga mengandung sejumlah besar lesitin, asam lemak, kolesterol, bilirubin, dan garam empedu. Empedu dikumpulkan dan disimpan di kantong empedu dan dikosongkan ke dalam usus bila dibutuhkan untuk pencernaan. Fungsi empedu bersifat ekskretoris tempat ekskresi bilirubin; empedu juga berfungsi sebagai alat bantu pencernaan melalui emulsifikasi lemak dengan garam empedu.

Garam empedu disintesis oleh hepatosit dari kolesterol. Setelah konjugasi atau pengikatan dengan asam amino (taurin dan glisin), mereka diekskresikan ke dalam empedu. Garam empedu, bersama-sama dengan kolesterol dan lesitin, diperlukan untuk emulsifikasi lemak di usus, yang diperlukan untuk pencernaan yang efisien dan penyerapan. Garam empedu kemudian diserap kembali, terutama di bagian distal ileum, ke dalam darah portal untuk kembali ke hati dan diekskresikan lagi ke dalam empedu. Jalur dari hepatosit ke empedu ke usus dan kembali ke hepatosit ini disebut sirkulasi enterohepatik. Karena sirkulasi enterohepatiknya, hanya sedikit fraksi garam empedu yang masuk ke usus diekskresikan di kotoran. Hal ini mengurangi kebutuhan sintesis aktif garam empedu sel hati.

Ekskresi Bilirubin

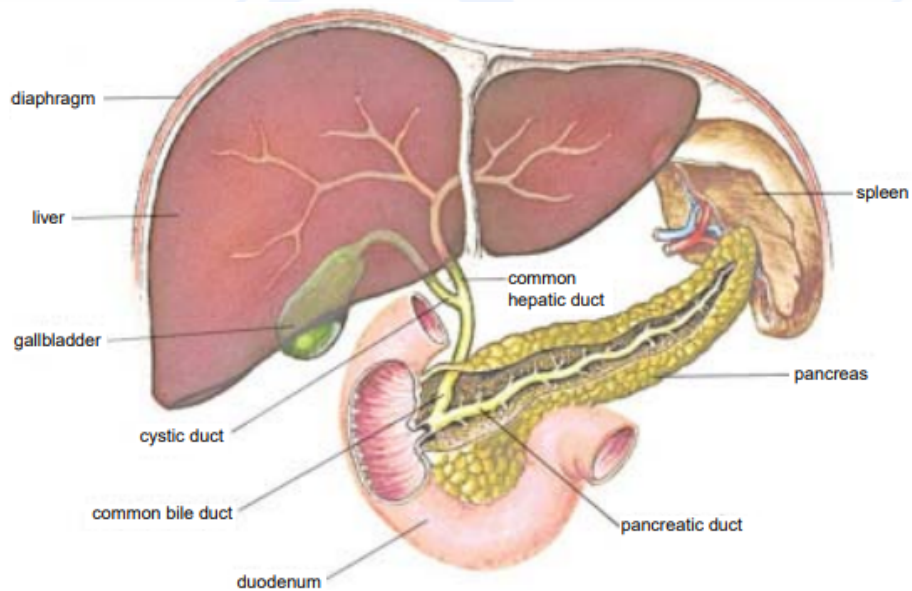
Bilirubin merupakan pigmen yang berasal dari pemecahan hemoglobin oleh sel-sel sistem retikuloendotelial, termasuk sel Kupffer hati. Hepatosit mengeluarkan bilirubin dari darah dan secara kimiawi memodifikasinya melalui konjugasi menjadi asam glukuronat, yang membuat bilirubin lebih larut dalam larutan air. Bilirubin terkonjugasi disekresikan oleh hepatosit ke dalam kanalikuli empedu yang berdekatan dan akhirnya dibawa ke dalam empedu duodenum.

Di usus halus, bilirubin diubah menjadi urobilinogen, yang sebagian dikeluarkan melalui tinja dan sebagian lagi diserap melalui mukosa usus ke dalam darah portal. Banyak dari urobilinogen yang direabsorpsi dikeluarkan oleh hepatosit dan disekresikan ke dalam empedu sekali lagi (sirkulasi enterohepatik). Beberapa urobilinogen memasuki sirkulasi sistemik dan diekskresikan oleh ginjal dalam urin. Penghapusan bilirubin di empedu mewakili jalur utama ekskresi senyawa ini. Konsentrasi bilirubin dalam darah mungkin meningkat jika mengalami penyakit hati, ketika aliran empedu terhambat (yaitu, dengan batu empedu di saluran empedu), atau dengan kerusakan sel darah merah yang berlebihan. Dengan obstruksi saluran empedu, bilirubin melakukannya tidak masuk ke usus; Akibatnya, urobilinogen tidak ada pada urin dan menurun di tinja.

2. Anatomi Fisiologi Kandung Empedu dan Pankreas

Kandung empedu, organ berbentuk buah pir, berlubang, seperti kantung, 7,5 hingga 10 cm (3 sampai 4 inci) panjangnya, terletak pada cekungan dangkal pada permukaan inferior hati, yang ditempelkan oleh jaringan ikat yang longgar. Kapasitas kandung empedu adalah 30 sampai 50 mL empedu. Dindingnya sebagian

besar terdiri dari otot polos. Kandung empedu terhubung ke saluran empedu oleh saluran kistik.



Anatomi Kandung Empedu

Fungsi Kandung Empedu

Kandung Empedu berfungsi sebagai gudang penyimpanan empedu. Antara makanan, ketika sfingter Oddi ditutup, empedu diproduksi oleh hepatosit memasuki kandung empedu. Selama penyimpanan, seorsi besar air dalam empedu diserap melalui dinding kandung empedu, sehingga kandung empedu berisi lima sampai sepuluh kali lebih pekat daripada yang awal disekresikan oleh hati. Saat makanan masuk ke duodenum, kandung empedu berkontraksi dan sfingter Oddi (terletak di persimpangan di mana saluran empedu memasuki duodenum) rileks. Relaksasi sfingter Oddi memungkinkan empedu masuk ke usus. Respon ini dimediasi dengan sekresi hormon cholecystokinin-pancreozymin (CCK-PZ) dari dinding usus.

Empedu terdiri dari air dan elektrolit (natrium, kalium, kalsium, klorida, dan bikarbonat) dan sejumlah besar lesitin, asam lemak, kolesterol, bilirubin, dan garam empedu. Garam empedu, bersama dengan

kolesterol, membantu emulsifikasi lemak di ileum distal. Mereka kemudian diserap kembali ke dalam pembuluh darah portal untuk kembali ke hati dan sekali lagi diekskresikan ke empedu. Jalur dari hepatosit ke empedu, ke usus dan kembali ke hepatosit disebut sirkulasi enterohepatik.

Pada sirkulasi enterohepatik, hanya sebagian kecil garam empedu yang masuk ke usus yang dikeluarkan melalui tinja. Ini mengurangi kebutuhan untuk aktif sintesis garam empedu oleh sel hati. Jika aliran empedu terhambat (yaitu, dengan batu empedu pada empedu duktus), bilirubin, pigmen yang berasal dari pemecahan warna merah sel darah, tidak masuk ke usus. Akibatnya, terjadi peningkatan bilirubin dalam darah dan juga terjadi peningkatan ekskresi urobilinogen di ginjal, yang dihasilkan dari konversi bilirubin di usus kecil, dan penurunan ekskresi di bangku. Perubahan ini menunjukkan adanya tanda dan gejala gangguan pada kandung empedu.

Pankreas

Pankreas, yang terletak di perut bagian atas, merupakan endokrin yang berfungsi sebagai eksokrin. Sekresi enzim pankreas di dalam saluran gastrointestinal melalui saluran pankreas menunjukkan fungsi eksokrinnya. Sekresi insulin, glukagon, dan somatostatin langsung ke dalam aliran darah sebagai fungsi endokrinnya.

Eksokrin Pankreas

Sekresi dari bagian eksokrin pankreas dikumpulkan di saluran pankreas, yang bergabung dengan saluran empedu dan memasuki duodenum di ampula Vater. Sekeliling ampula adalah sfingter Oddi, yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan sekresi dari pankreas dan kandung empedu masuk ke duodenum. Sekresi eksokrin pankreas adalah enzim pencernaan dengan kandungan protein yang tinggi dan cairan yang kaya elektrolit. Sekresi sangat basa karena

konsentrasinya natrium bikarbonat yang tinggi dan sangat mampu menetralkan jus asam lambung yang memasuki duodenum. Sekresi enzim termasuk **amilase**, yang membantu pencernaan **karbohidrat**; **tripsin**, yang membantu **pencernaan protein**; dan **lipase**, yang membantu **pencernaan lemak**. Enzim lain yang mempromosikan pemecahan bahan makanan yang lebih kompleks juga disekresikan.

Hormon yang berasal dari saluran gastrointestinal merangsang sekresi jus eksokrin pankreas. Secretin adalah rangsangan utama untuk peningkatan sekresi bikarbonat dari pankreas, dan stimulus utama untuk sekresi enzim pencernaan adalah hormon CCK-PZ. Saraf vagus juga mempengaruhi sekresi eksokrin pancreas.

Endokrin Pankreas

Pulau Langerhans, bagian dari endokrin pankreas, adalah kumpulan sel yang tertanam di jaringan pankreas. Mereka terdiri dari sel alfa, beta, dan delta. Hormon yang diproduksi oleh sel beta disebut insulin; sel alfa mengeluarkan glukagon dan sel delta mengeluarkan somatostatin.

a. Insulin

Tindakan utama insulin adalah menurunkan glukosa darah dengan mengizinkan masuknya glukosa ke dalam sel hati, otot, dan lainnya jaringan, baik disimpan sebagai glikogen atau digunakan untuk energi. Insulin juga meningkatkan penyimpanan lemak di jaringan adiposa dan sintesis protein di berbagai jaringan tubuh. Dengan tidak adanya insulin, glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel dan diekskresikan dalam urin. Kondisi ini, disebut diabetes melitus, dapat didiagnosis dengan tinggi kadar glukosa dalam darah. Pada diabetes mellitus, lemak yang disimpan dan protein digunakan untuk energi sebagai pengganti glukosa, dengan konsekuensinya kehilangan massa tubuh. Tingkat glukosa dalam darah biasanya mengatur tingkat sekresi insulin dari pankreas.

b. Glucagon

Efek glukagon (berlawanan dengan insulin) terutama adalah meningkatkan glukosa darah dengan mengubah glikogen menjadi glukosa di hati. Glukagon disekresikan oleh pankreas sebagai respons terhadap penurunan kadar glukosa darah.

c. Somatostatin

Somatostatin memberikan efek hipoglikemik dengan mengganggu pelepasan hormon pertumbuhan dari hipofisis dan glukagon dari pankreas, yang keduanya cenderung meningkatkan kadar glukosa darah.

Endokrin pengontrol metabolisme karbohidrat

Glukosa untuk kebutuhan energi tubuh diperoleh melalui metabolisme karbohidrat yang dicerna dan juga dari protein melalui proses glukoneogenesis. Glukosa dapat disimpan sementara di hati, otot, dan jaringan lain dalam bentuk glikogen. Sistem endokrin mengontrol peningkatan glukosa darah dengan mengatur kecepatan di glukosa: mana yang disintesis, disimpan, dan dipindahkan ke dan dari aliran darah. Melalui aksi hormon, glukosa darah biasanya dipertahankan sekitar 100 mg / dL (5,5 mmol / L). Insulin adalah hormon utama yang menurunkan kadar glukosa darah. Hormon yang meningkatkan kadar glukosa darah adalah glukagon, epinefrin adrenokortikosteroid, hormon pertumbuhan, dan hormon tiroid.

Fungsi endokrin dan eksokrin pankreas saling terkait. Fungsi eksokrin utama adalah untuk memperlancar pencernaan melalui sekresi enzim ke dalam duodenum proksimal. Secretin dan CCK-PZ adalah hormon dari saluran gastrointestinal yang membantu pencernaan zat makanan dengan mengendalikan sekresi pankreas. Faktor saraf juga mempengaruhi pankreassekresi enzim. Disfungsi pankreas yang cukup besar harus terjadi sebelum sekresi enzim menurun dan

pencernaan protein dan lemak menjadi terganggu. Sekresi enzim pankreas biasanya 1.500 sampai 2.500 mL / hari

C. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Kelenjar di tubuh yang memproduksi sejumlah zat untuk metabolisme
 - a. Mulut
 - b. Hati
 - c. Esofagus
 - d. Lambung
 - e. Usus halus

2. Fungsi utamanya adalah menelan materi partikulat yang masuk ke hati melalui portal darah?
 - a. Sel Kupffer
 - b. Sel retikoluendotelial
 - c. Sfingter Oddi
 - d. Lipase
 - e. tripsin

3. suatu proses sintesis glukosa tambahan disebut
 - a. Pepsin
 - b. Ptyalin
 - c. tripsin
 - d. Glukoneogenesis
 - e. Lipase

4. Yang berfungsi bersama-sama dengan kolesterol dan lesitin untuk emulsifikasi lemak usus adalah
 - a. duodenum
 - b. jejunum
 - c. ilium
 - d. ascenden
 - e. garam empedu

5. aktivitas utama insulin adalah
 - a. menurunkan glukosa darah
 - b. meningkatkan glukosa dara
 - c. memperlancar pencernaan
 - d. Transfersum
 - e. Desenden

D. JAWABAN SOAL

1. b
2. a
3. d
4. e
5. a

MODUL 8 SISTEM SARAF

A. KEMAMPUAN AKHIR YANG HARUS DICAPAI

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengetahui tentang latar belakang sistem saraf.
2. Mengetahui dan menjelaskan tentang anatomi sistem saraf.
3. Mengetahui dan menjelaskan tentang fungsi sistem saraf.

B. MATERI

Modul anatomi fisiologi sistem saraf ini menyampaikan beberapa materi yang penting untuk diketahui oleh perawat yang akan dijabarkan di bawah ini:

1. Latar belakang

Perawat di berbagai fasilitas Kesehatan seringkali harus merawat pasien dengan perubahan fungsi neurologis atau gangguan pada sistem saraf. Gangguan pada sistem saraf dapat terjadi kapan saja selama masa hidup dan dapat bervariasi dari gejala ringan yang dapat sembuh sendiri hingga gangguan yang mengancam jiwa. Perawat harus terampil dalam melakukan pengkajian sistem neurologis baik secara umum atau spesifik pada area fungsi tertentu. Agar perawat dapat terampil melakukan pengkajian pada sistem tersebut maka perlu memiliki pengetahuan tentang anatomi dan fisiologi sistem saraf.

2. Anatomi Sistem Saraf

Sistem saraf terdiri dari dua bagian yaitu sistem saraf pusat (SSP), termasuk otak dan sumsum tulang belakang, dan sistem saraf tepi, yang terdiri dari saraf kranial dan tulang belakang. Sistem saraf tepi terbagi menjadi sistem saraf somatik dan sistem saraf otonom. Fungsi sistem saraf adalah untuk mengontrol semua aktivitas motorik, sensorik, otonom, kognitif, dan

perilaku. Sistem saraf memiliki sekitar 10 juta neuron sensorik yang mengirimkan informasi tentang lingkungan internal dan eksternal ke otak dan 500.000 neuron motorik yang mengontrol otot dan kelenjar. Otak itu sendiri mengandung lebih dari 20 miliar sel saraf yang menghubungkan jalur motorik dan sensorik, memonitor proses tubuh, merespons terhadap lingkungan internal dan eksternal, memelihara homeostasis, dan mengatur semua aktivitas psikologis, biologis, dan fisik melalui kimia kompleks dan pesan listrik.

ANATOMI SISTEM SARAF

Sel-sel Sistem Saraf

Neuron merupakan unit dasar fungsional dari otak. Neuron terdiri dari badan sel, dendrit, dan akson. **Dendrit** adalah tipe-struktur cabang dengan sinapsis untuk menerima pesan elektrokimia. **Akson** merupakan suatu proyeksi panjang yang membawa impuls menjauh dari tubuh sel. Badan sel saraf yang berada dalam kelompok itu disebut ganglia atau nuklei. Sekelompok badan sel dengan fungsi yang sama disebut sebagai pusat (misalnya, pusat pernapasan). Sel neuroglial, jenis sel saraf lainnya yang mendukung, melindungi, dan memberi makan neuron.

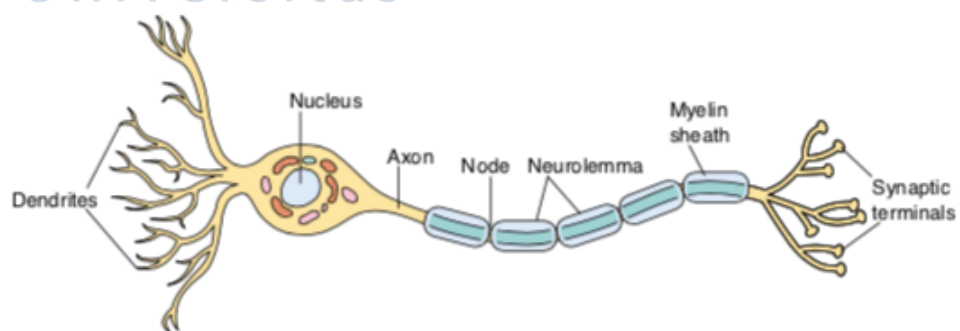
Neurotransmitter

Neurotransmitter mengkomunikasikan pesan dari satu neuron ke neuron lain atau dari neuron ke target jaringan tertentu. Neurotransmitter diproduksi dan disimpan dalam vesikula sinaptik. Mereka memungkinkan konduksi impuls melintasi celah sinaptik. Neurotransmitter memiliki afinitas untuk reseptor spesifik pada bundelan post-sinaptik. Ketika dilepaskan, neurotransmitter melintasi celah sinaptik dan mengikat ke reseptor di membran sel post-sinaptik. Tindakan neurotransmitter adalah untuk mempotensiasi, menghentikan, atau memodulasi tindakan tertentu

dan dapat merangsang atau menghambat aktivitas sel target. Beberapa neurotransmitter biasanya bekerja di sinaps saraf. Ada berbagai jenis neurotransmitter.

Banyak gangguan neurologis disebabkan, karena ketidakseimbangan neurotransmitter — yaitu, kurangnya asam gammaaminobutirat (GABA) dan asetilkolin pada penyakit Huntington, kadar serotonin yang rendah dalam beberapa bentuk. Epilepsi, dan penurunan dopamin pada penyakit Parkinson. Faktanya, mungkin semua fungsi otak dimodulasi melalui aktivitas situs reseptor neurotransmitter, termasuk memori dan proses kognitif lainnya.

Ada dua jenis reseptor yaitu langsung dan tidak langsung. Reseptor langsung juga dikenal sebagai inotropik karena mereka terkait dengan saluran ion dan memungkinkan lewatnya ion ketika dibuka. Mereka bisa menjadi rangsang atau penghambatan dan bertindak cepat (diukur dalam milidetik). Reseptor tidak langsung memengaruhi proses metabolisme dalam sel, yang dapat berlangsung dari beberapa detik hingga beberapa jam.



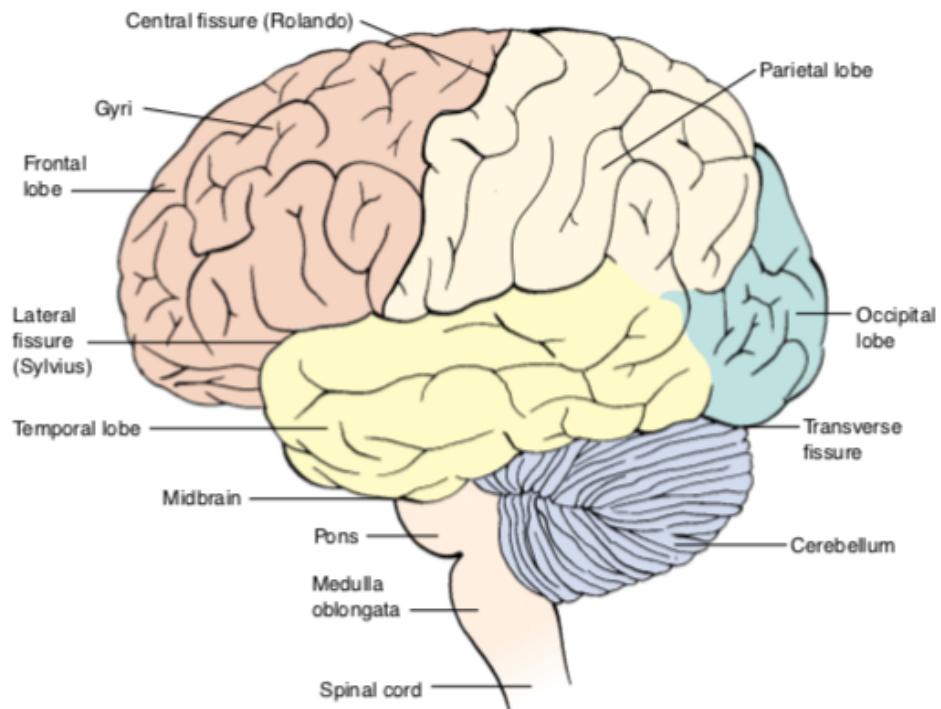
Neuron

Sistem Saraf Pusat

ANATOMI OTAK

Otak dibagi menjadi tiga area utama yaitu otak besar, batang otak, dan otak kecil. Otak besar terdiri dari dua belahan, talamus, hipotalamus, dan ganglia basalis. Selain itu, koneksi untuk saraf penciuman (saraf kranial I) dan saraf optik (saraf kranial III) ditemukan di otak besar. Batang otak meliputi otak tengah, pons, medula, dan sambungan untuk saraf kranial II dan IV hingga XII. Serebelum terletak di bawah serebrum dan di belakang batang otak. Otak menyumbang sekitar 2% dari total berat badan; beratnya kira-kira 1.400 g pada rata-rata orang dewasa muda. Pada lansia, rata-rata memiliki berat otak sekitar 1.200 g.

Cerebrum. Cerebrum terdiri dari dua belahan yang tidak sepenuhnya dipisahkan oleh fisura longitudinal besar. Sulkus ini memisahkan otak besar menjadi hemisfer kanan dan kiri. Kedua hemisfer bergabung di bagian bawah fisura oleh korpus kalosum. Permukaan luar hemisfer otak memiliki tampilan keriput yang merupakan hasil dari banyak lapisan terlipat atau konvolusi yang disebut **girus**, yang meningkatkan area permukaan otak, yang menyebabkan tingginya tingkat aktivitas yang dilakukan oleh organ kecil. Bagian luar atau luar dari otak besar (korteks serebral) terdiri dari materi abu-abu dengan kedalaman sekitar 2 sampai 5 mm; itu berisi milyaran neuron / badan sel, memberikan tampilan abu-abu. Materi putih membentuk lapisan paling dalam dan terdiri dari serabut saraf dan neuroglia (jaringan pendukung) yang membentuk saluran atau jalur yang menghubungkan berbagai bagian otak satu sama lain (jalur transversal dan asosiasi) dan korteks ke bagian bawah otak dan sumsum tulang belakang (serat proyeksi). Hemisfer otak dibagi menjadi pasangan lobus frontal, parietal, temporal, dan oksipital.



Permukaan eksternal lobus otak, cerebellum dan stem otak

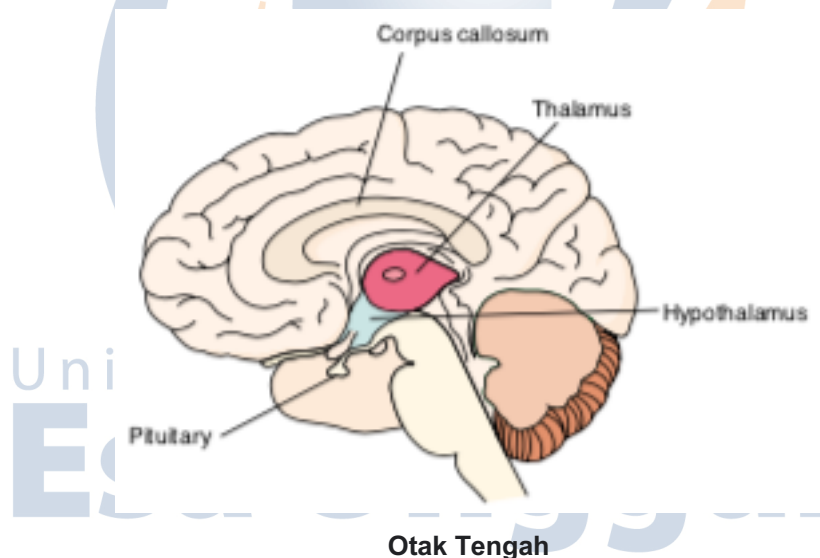
Keempat lobus tersebut adalah sebagai berikut:

- Frontal – lobus terbesar. Fungsi utama lobus ini adalah konsentrasi, pemikiran abstrak, penyimpanan informasi atau memori, dan fungsi motorik. Ini juga berisi area Broca, penting untuk kontrol motorik ucapan. Lobus frontal juga bertanggung jawab sebagian besar atas pengaruh, penilaian, kepribadian, dan hambatan seseorang.
- Parietal — lobus yang didominasi sensorik. Korteks sensorik primer, yang menganalisis informasi sensorik dan menyampaikan interpretasi informasi ini ke talamus dan area kortikal lainnya, terletak di lobus parietal. Ini juga penting untuk kesadaran individu tentang tubuh di ruang angkasa, serta orientasi dalam ruang dan hubungan spasial
- Temporal — berisi area reseptif pendengaran. Berisi area penting yang disebut area interpretif yang menyediakan integrasi dari area somatisasi, visual, dan pendengaran dan memainkan

peran paling dominan dari area korteks manapun dalam serentak.

- Oksipital — lobus posterior belahan otak bertanggung jawab untuk interpretasi visual.

Korpus kalosum adalah kumpulan serabut saraf tebal yang menghubungkan dua hemisfer otak dan bertanggung jawab untuk transmisi informasi dari satu sisi otak ke sisi lainnya. Informasi yang ditransfer mencakup sensasi, ingatan, dan diskriminasi yang dipelajari. Orang bertangan kanan dan beberapa orang kidal memiliki dominasi otak di sisi kiri otak untuk verbal, linguistik, aritmatika, menghitung, dan fungsi analitik. Hemisfer non-dominan bertanggung jawab atas fungsi geometris, spasial, visual, pola, dan musik.



Ganglia basal adalah massa inti yang terletak jauh di dalam hemisfer otak yang bertanggung jawab untuk mengontrol gerakan motorik halus, termasuk tangan dan ekstremitas bawah.

Talamus terletak di kedua sisi ventrikel ketiga dan bertindak terutama sebagai stasiun pemancar untuk semua sensasi kecuali

bau. Semua ingatan, sensasi, dan impuls nyeri juga melewati bagian otak ini.

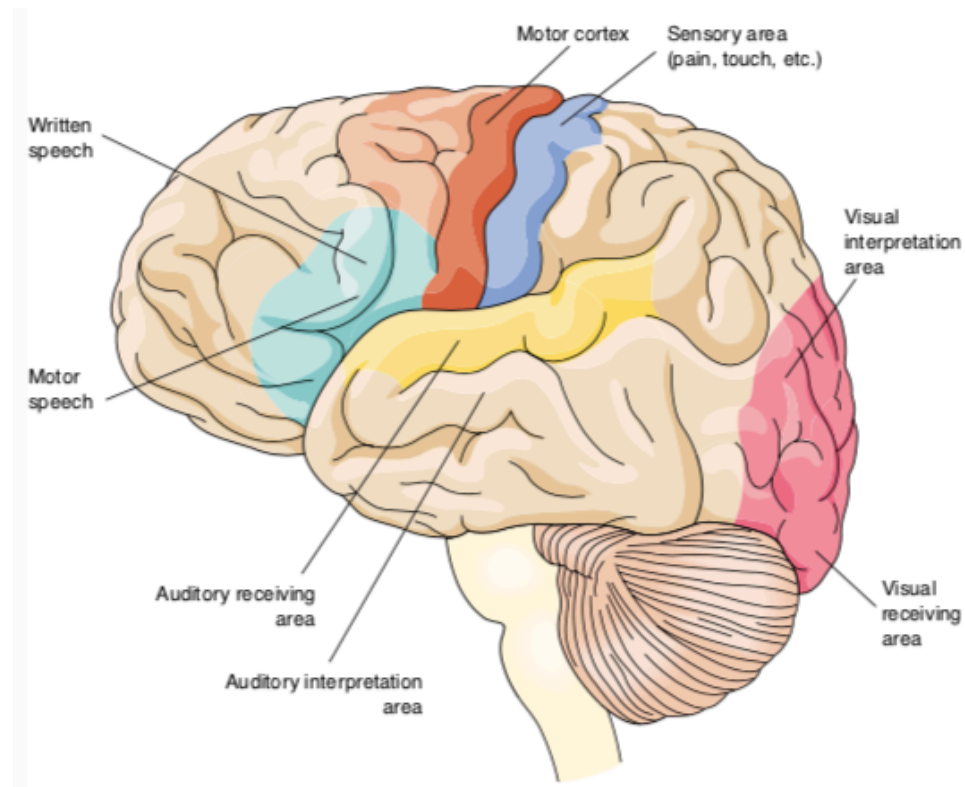
Hipotalamus terletak di anterior dan inferior dari talamus. Hipotalamus terletak tepat di bawah dan lateral bagian bawah dinding ventrikel ketiga. Ini termasuk kiasme optik (titik di mana dua saluran optik bersilangan) dan badan mamillary (terlibat dalam refleks penciuman dan respons emosional terhadap bau). Infundibulum dari hipotalamus menghubungkannya ke kelenjar pituitari posterior. Hipotalamus memainkan peran penting dalam sistem endokrin karena mengatur sekresi hormon hipofisis yang mempengaruhi metabolisme, reproduksi, respons stres, dan produksi urin. Ia bekerja dengan hipofisis untuk menjaga keseimbangan cairan dan menjaga pengaturan suhu dengan mempromosikan vasokonstriksi atau vasodilatasi.

Hipotalamus adalah tempat pusat kelaparan dan terlibat dalam pengendalian nafsu makan. Ini berisi pusat-pusat yang mengatur siklus tidur-bangun, tekanan darah, perilaku agresif dan seksual, dan respons emosional (yaitu, tersipu, marah, depresi, panik, dan ketakutan). Hipotalamus juga mengontrol dan mengatur sistem saraf ekonomi.

Kelenjar pituitari terletak di sella turcica di dasar otak dan terhubung ke hipotalamus. Hipofisis adalah tempat yang umum untuk tumor otak pada orang dewasa; sering kali mereka dideteksi oleh tanda dan gejala fisik yang dapat ditelusuri ke hipofisis, seperti ketidakseimbangan hormon atau gangguan penglihatan sekunder akibat tekanan pada kiasme optik.

Serabut saraf dari semua bagian korteks berkumpul di setiap hemisfer dan keluar dalam bentuk bundel serabut saraf yang

dikenal sebagai kapsul internal. Setelah memasuki pons dan medula, setiap bundel menyeberang ke bundel yang sesuai dari sisi yang berlawanan. Beberapa akson ini membuat hubungan dengan akson dari otak kecil, ganglia basal, talamus, dan hipotalamus; beberapa terhubung dengan sel saraf kranial. Serat lain dari korteks dan pusat subkortikal disalurkan melalui pons dan medula ke sumsum tulang belakang.



Fungsi Cortex

Meskipun berbagai sel di korteks serebral memiliki penampilan yang cukup mirip, fungsinya sangat bervariasi, tergantung lokasinya. Bagian posterior setiap hemisfer (yaitu, lobus oksipital) dikhususkan untuk semua aspek persepsi visual. Wilayah lateral, atau lobus temporal, meliputi pusat pendengaran. Zona midcentral, atau zona parietal, posterior fisura Rolando, berkaitan dengan sensasi; bagian anterior berkaitan dengan gerakan otot sukarela. Area besar di belakang dahi (yaitu, lobus frontal) berisi jalur asosiasi yang menentukan sikap dan respons emosional dan

berkontribusi pada pembentukan proses berpikir. Kerusakan pada lobus frontal sebagai akibat dari trauma atau penyakit sama sekali tidak melumpuhkan dari sudut pandang kontrol atau koordinasi otot, tetapi itu mempengaruhi kepribadian seseorang, seperti yang tercermin dari sikap dasar, selera humor dan kesopanan, diri sendiri. – pengekangan, dan motivasi.

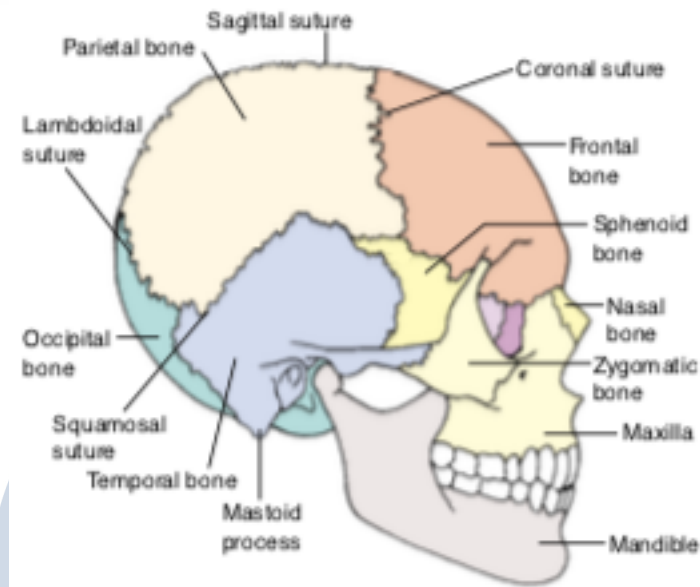
Brain Stem (Batang otak). Batang otak terdiri dari otak tengah, pons, dan medula oblongata. Otak tengah menghubungkan pons dan otak kecil dengan hemisfer otak; itu terdiri dari jalur sensorik dan motorik dan berfungsi sebagai pusat untuk refleksi arteri dan visual. Saraf kranial III dan IV berasal dari otak tengah. Pons terletak di depan serebelum antara otak tengah dan medula dan merupakan jembatan antara dua bagian otak kecil, dan antara medula dan otak besar. Saraf kranial V hingga VIII terhubung ke otak di pons. Pons berisi jalur motorik dan sensorik. Pons juga mengontrol jantung, pernapasan, dan tekanan darah.

Medula oblongata mengandung serat motorik dari otak ke sumsum tulang belakang dan serat sensorik dari sumsum tulang belakang ke otak. Sebagian besar serat ini bersilangan, atau membusuk, pada tingkat ini. Saraf tulang IX sampai XII terhubung ke otak di medula.

Cerebellum (Otak kecil). Cerebellum dipisahkan dari hemisfer otak oleh lipatan dura mater, tentorium cerebelli. Cerebellum memiliki aksi merangsang dan menghambat serta sebagian besar bertanggung jawab untuk koordinasi perhatian. Ini juga mengontrol perhatian halus, keseimbangan, indra posisi (kesadaran di mana setiap bagian tubuh berada), dan integrasi input sensori.

STRUKTUR PELINDUNG OTAK

Otak dilindungi oleh tulang tengkorak yang kaku, yang melindunginya dari cedera. Tulang utama tengkorak adalah tulang frontal, temporal, parietal, dan oksipital. Tulang-tulang ini bergabung di garis jahitan.



Tulang dan struktur tengkorak

Meninges (jaringan ikat fibrosa yang menutupi otak dan sumsum tulang belakang) memberikan perlindungan, dukungan, dan makanan ke otak dan sumsum tulang belakang. Lapisan meninges adalah durameter, arachnoid, dan pia mater.

- Duramater — lapisan terluar; menutupi otak dan sumsum tulang belakang. Itu keras, tebal, tidak elastis, berserat, dan abu-abu. Ada empat ekstensi dura: falx cerebri, yang memisahkan dua belahan dalam bidang longitudinal; tentorium, yang merupakan lapisan dura yang membentuk rak membran yang kuat; falx cerebelli, yang berada di antara dua lobus lateral otak kecil; dan diaphragma sellae, yang menyediakan “atap” untuk sella turcica. Tentorium menopang belahan otak dan memisahkannya dari bagian bawah otak. Ketika tekanan berlebih terjadi di rongga tengkorak, jaringan otak mungkin tertekan ke tentorium atau

bergeser ke bawah, suatu proses yang disebut herniasi. Antara dura mater dan tengkorak di kranium, dan antara periosteum dan dura di kolom vertebral, adalah ruang epidural, ruang potensial.

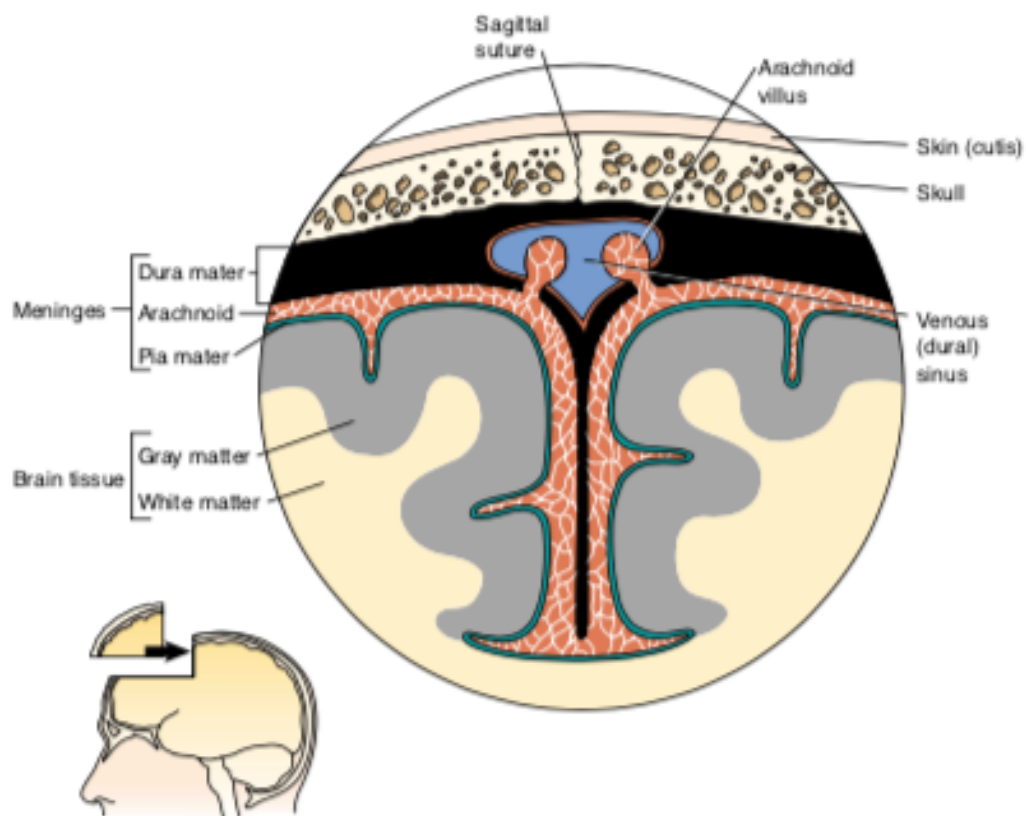
- Arakhnoid — membran tengah; selaput yang sangat tipis dan halus yang sangat mirip dengan jaring laba-laba (oleh karena itu dinamakan arachnoid). Tampak putih karena tidak memiliki suplai darah. Lapisan arachnoid berisi pleksus koroid, yang bertanggung jawab untuk produksi cairan serebrospinal (CSF). Membran ini juga memiliki proyeksi unik seperti jari, vili arakhnoid, yang menyerap CSF. Pada orang dewasa normal, sekitar 500 mL CSF diproduksi setiap hari; semua kecuali 125 sampai 150 mL diserap oleh vili. Ketika darah memasuki sistem (dari trauma atau stroke hemoragik), vili menjadi terhambat dan dapat terjadi hidrosefalus (peningkatan ukuran ventrikel). Ruang subdural berada di antara dura dan lapisan arachnoid, dan ruang subarachnoid terletak di antara lapisan arakhnoid dan pia dan berisi CSF.
- Pia mater — membran paling dalam; lapisan tipis dan transparan yang memeluk otak erat dan meluas ke setiap lipatan permukaan otak.

Universitas **CAIRAN SEREBROSPINAL**

CSF, cairan bening dan tidak berwarna dengan berat jenis 1,007, diproduksi di ventrikel dan diedarkan ke sekitar otak dan sumsum tulang belakang melalui sistem ventrikel. Ada empat ventrikel: lateral kanan dan kiri, serta ventrikel ketiga dan keempat. Kedua ventrikel lateral membuka ke ventrikel ketiga di foramen interventrikel atau foramen Monro. Ventrikel ketiga dan keempat terhubung melalui akuaduk Sylvius. Ventrikel keempat memasok CSF ke ruang subarachnoid dan turun ke sumsum tulang belakang pada permukaan punggung. CSF dikembalikan ke otak dan

kemudian diedarkan di sekitar otak, di mana ia diserap oleh vili arakhnoid.

CSF diproduksi di pleksus koroid ventrikel lateral, ketiga, dan keempat. Sistem ventrikel dan subaraknoid berisi sekitar 125 hingga 150 mL cairan, sedangkan 15 hingga 25 mL CSF terletak di setiap ventrikel lateral.



Komposisi CSF mirip dengan cairan ekstraseluler lainnya (seperti plasma darah), tetapi konsentrasi berbagai konstituen berbeda. Analisis dan laporan laboratorium CSF biasanya berisi informasi tentang warna, berat jenis, jumlah protein, jumlah sel darah putih, glukosa, dan kadar elektrolit lainnya; itu juga dapat diuji untuk imunoglobulin atau laktat. CSF normal mengandung sel darah putih dalam jumlah minimal dan tidak ada sel darah merah.

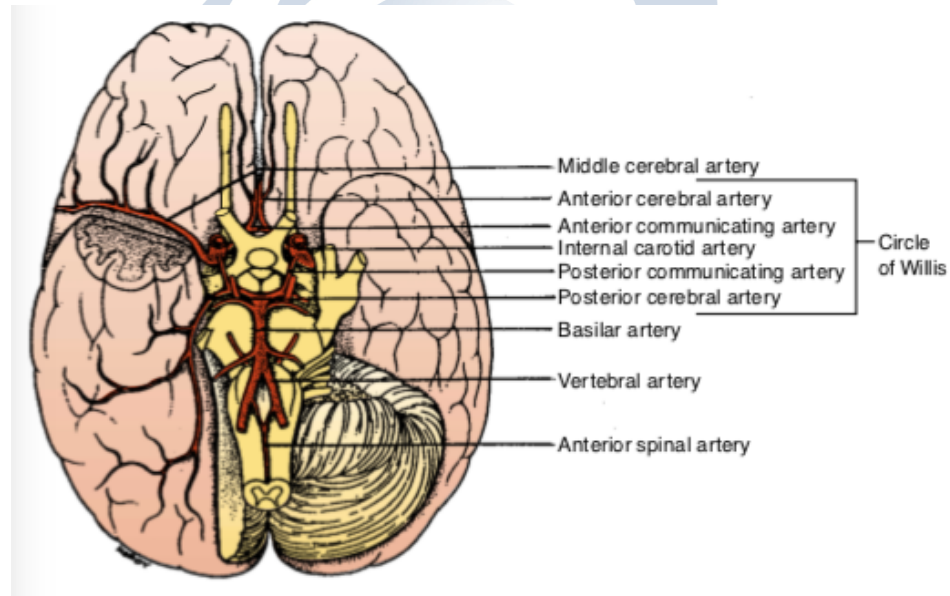
SIRKULASI SEREBRAL

Sirkulasi otak menerima sekitar 15% dari output kardiak, atau 750 mL per menit. Otak tidak menyimpan nutrisi dan memiliki kebutuhan metabolik tinggi yang membutuhkan aliran darah tinggi. Jalur darah otak unik karena mengalir melawan gravitasi; arteri terisi dari bawah dan vena mengalir dari atas. Berbeda dengan organ lain yang dapat mentolerir penurunan aliran darah karena sirkulasi kolateral yang memadai, otak kekurangan aliran darah kolateral tambahan, yang dapat mengakibatkan kerusakan jaringan yang ireversibel ketika aliran darah tersumbat bahkan untuk waktu yang singkat.

Arteri. Dua arteri karotis interna dan dua arteri vertebralis dan sistem cabang yang luas menyediakan suplai darah ke otak. Karotis interna muncul dari percabangan karotis komunis dan memasok sebagian besar sirkulasi anterior otak. Cabang arteri vertebralis dari arteri subklavia, mengalir ke belakang dan ke atas di kedua sisi vertebra serviks, dan masuk ke kranium melalui foramen magnum. Arteri vertebralis bergabung menjadi arteri basilar di tingkat batang otak; arteri basilar membelah menjadi dua cabang dari arteri serebral posterior. Arteri vertebrobasilar memasok sebagian besar sirkulasi posterior otak.

Di dasar otak yang mengelilingi kelenjar pituitari, cincin arteri terbentuk di antara rantai arteri karotis vertebralis dan internal. Cincin ini disebut lingkaran Willis dan terbentuk dari cabang-cabang arteri karotis interna, arteri serebral anterior dan tengah, serta arteri komunikasi anterior dan posterior. Secara fungsional, bagian sirkulasi posterior dan sirkulasi anterior atau karotis biasanya tetap terpisah. Arteri lingkaran Willis dapat memberikan sirkulasi kolateral jika satu atau lebih dari empat pembuluh darah yang menyuplai itu menjadi tersumbat atau diikat.

Anastomosis arteri di sepanjang lingkaran Willis sering menjadi tempat aneurisma. Ini dapat terbentuk ketika tekanan pada dinding arteri yang melemah menyebabkan arteri membesar. Aneurisma mungkin bawaan atau hasil dari perubahan degeneratif pada dinding pembuluh darah yang berhubungan dengan penyakit pembuluh darah arteriosklerotik. Jika arteri dengan aneurisma pecah atau tersumbat oleh vasospasme, embolus, atau trombus, neuron di distal oklusi kehilangan suplai darahnya dan sel-selnya cepat mati. Hasilnya adalah stroke hemoragik (kecelakaan serebrovaskular atau infarksi). Efek dari oklusi tergantung pada pembuluh mana yang terlibat dan area otak mana yang disuplai oleh pembuluh ini.



Suplai darah arteri otak

Vena. Drainase vena untuk otak tidak mengikuti sirkulasi arteri seperti pada struktur tubuh lainnya. Vena mencapai permukaan otak, bergabung dengan vena yang lebih besar, kemudian melintasi ruang subarachnoid dan bermuara ke sinus dural, yang merupakan saluran vaskular yang terletak di dalam duramater yang keras. Jaringan sinus membawa aliran keluar vena dari otak dan bermuara pada vena jugularis internal, mengembalikan darah ke

jantung. Vena dan sinus serebral unik karena, tidak seperti vena lain di tubuh, mereka tidak memiliki katup untuk mencegah darah mengalir ke belakang dan bergantung pada gravitasi dan tekanan darah.

BLOOD-BRAIN BARRIER (SAWAR DARAH OTAK)

SSP tidak dapat diakses oleh banyak zat yang bersirkulasi dalam plasma darah (misalnya pewarna, obat-obatan, dan antibiotik). Setelah disuntikkan ke dalam darah, banyak zat tidak dapat mencapai neuron SSP karena adanya sawar darah-otak. Penghalang ini dibentuk oleh sel-sel endotel dari kapiler otak, yang membentuk sambungan rapat yang terus menerus, menciptakan penghalang ke makromolekul dan banyak senyawa. Semua zat yang masuk ke CSF harus disaring melalui sel endotel kapiler dan astrosit. Seringkali diubah oleh trauma, edema serebral, dan hipoksemia serebral, sawar darah-otak memiliki implikasi dalam pengobatan dan pemilihan obat untuk gangguan SSP serta berfungsi sebagai pelindung.

ANATOMI TULANG BELAKANG

Sumsum tulang belakang dan medula membentuk struktur kontinu yang meluas dari belahan otak dan berfungsi sebagai penghubung antara otak dan pinggiran. Panjangnya kira-kira 45 cm (18 inci) dan kira-kira setebal jari, ia memanjang dari foramen magnum di dasar tengkorak hingga batas bawah vertebra lumbal pertama, di mana ia meruncing ke pita fibrosa yang disebut konus medullaris. Berlanjut di bawah ruang lumbal kedua adalah akar saraf yang melampaui konus, yang disebut cauda equina karena menyerupai ekor kuda. Mirip dengan otak, sumsum tulang belakang terdiri dari materi abu-abu dan putih. Materi abu-abu di otak bersifat eksternal dan materi putih bersifat internal; di sumsum tulang belakang, materi abu-abu berada di tengah dan di semua sisinya dikelilingi oleh materi putih.

Sumsum tulang belakang dikelilingi oleh lapisan meninges, dura, arachnoid, dan pia. Antara dura mater dan kanal vertebralis adalah ruang epidural. Sumsum tulang belakang adalah struktur berbentuk H dengan badan sel saraf (materi abu-abu) yang dikelilingi oleh saluran naik dan turun (materi putih). Bagian bawah H lebih lebar dari bagian atas dan sesuai dengan tanduk anterior. Tanduk anterior mengandung sel-sel dengan serabut yang membentuk ujung akar anterior (motorik) dan penting untuk aktivitas refleks dan sukarela dari otot-otot yang mereka insiasi. Bagian posterior (tanduk atas) yang lebih tipis berisi sel-sel dengan serat yang masuk melewati ujung akar posterior (sensorik) dan dengan demikian berfungsi sebagai stasiun relay di jalur sensorik / refleks.

Sumsum tulang belakang daerah toraks memiliki proyeksi dari setiap sisi di palang H materi abu-abu yang disebut tanduk lateral. Ini berisi sel-sel yang memunculkan serat otonom dari bagian simpatis. Serat meninggalkan sumsum tulang belakang melalui akar anterior di segmen lumbal toraks dan atas.

Jalur Sensorik dan Motorik: Saluran Tulang Belakang. Materi putih pada tali pusat terdiri dari serabut saraf bermielin dan tak bermielin. Serat myelinated yang bergerak cepat membentuk atiha yang juga mengandung sel glial. Ikatan serat dengan fungsi umum disebut traktat. Ada enam jalur menanjak. Dua sensasi perilaku, terutama persepsi sentuhan, tekanan, getaran, posisi, dan gerak pasif dari sisi tubuh yang sama. Sebelum mencapai korteks serebral, serat-serat ini melintas ke sisi berlawanan di medula. Kedua traktus spinocerebelum memberikan impuls sensorik dari spindel otot, memberikan masukan yang diperlukan untuk kontraksi otot yang terkoordinasi. Mereka naik pada dasarnya tidak menyilang dan berakhir di cerebelum. Dua saluran spinothalamic terakhir bertanggung jawab atas produksi nyeri, suhu, proprioepsi,

sentuhan halus, dan indra getaran dari tubuh bagian atas ke otak. Mereka naik, menyeberang ke sisi berlawanan dari otak, dan berakhir di thalamus.

Ada delapan saluran menurun, tujuh di antaranya terlibat dalam fungsi motorik. Kedua saluran kortikospinalis melakukan impuls motorik ke sel tanduk anterior dari sisi berlawanan dari otak dan mengontrol aktivitas otot sukarela. Tiga saluran vestibulospinalis turun tanpa menyilang dan terlibat dalam beberapa fungsi otonom (berkeringat, dilatasi pupil, dan sirkulasi) dan kontrol otot yang tidak disengaja. Traktus kortikobulbar melakukan impuls yang bertanggung jawab atas gerakan kepala dan otot wajah secara sukarela dan menyilang di tingkat batang otak. Traktus rubrospinal dan retikulospinalis melakukan impuls yang terlibat dengan gerakan otot tak sadar.

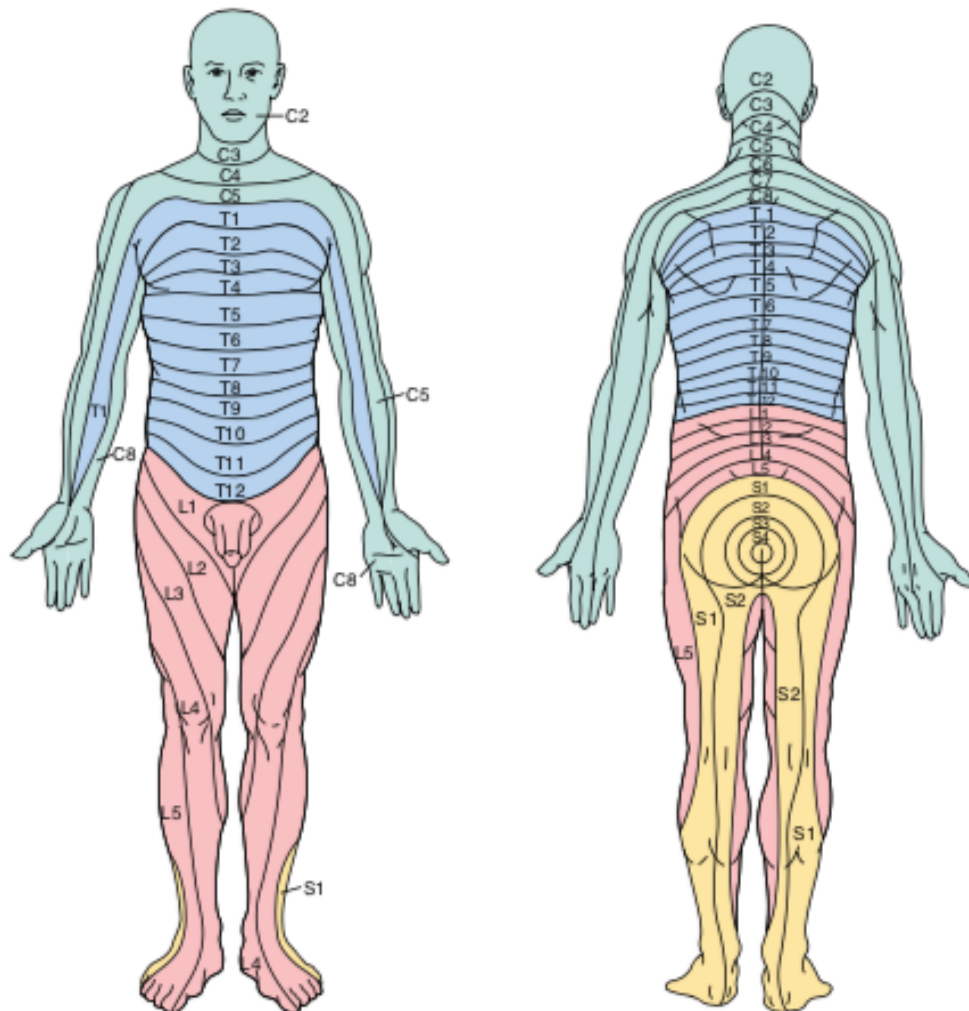
Kolomna vertebral. Tulang-tulang □atihan vertebral mengelilingi dan melindungi sumsum tulang belakang dan biasanya terdiri dari 7 vertebra servikal, 12 toraks, dan 5 lumbar, serta sakrum (massa gabungan dari lima tulang belakang), dan berakhir di tulang ekor. Akar saraf keluar dari □atihan vertebral melalui foramina intervertebralis (bukaan). Vertebra dipisahkan oleh diskus, kecuali untuk vertebra serviks pertama dan kedua, sakral, dan coccyg (tulang ekor). Setiap vertebra memiliki badan ventral yang padat dan segmen atau lengkung punggung, yang terletak di posterior tubuh. Lengkungan terdiri dari dua pedikel dan dua lamina yang mendukung tujuh proses. Badan vertebralis, lengkungan, pedikel, dan lamina semuanya mencakup kanal vertebralis.

Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi meliputi saraf kranial, saraf tulang belakang, dan sistem saraf otonom.

SARAF KRANIAL

Ada 12 pasang saraf kranial yang muncul dari permukaan bawah otak dan melewati foramina di tengkorak. Ada 3 saraf kranial sensorik (I, II, VIII), 5 adalah motorik (III, IV, VI, XI, dan XII), dan 4 campuran (V, VII, IX, dan X) karena keduanya memiliki fungsi sensorik dan motorik. Saraf kranial diberi nomor sesuai urutan munculnya dari otak. Misalnya, saraf kranial I dan II menempel di belahan otak, sedangkan saraf kranial IX, X, XI, dan XII menempel di medula. Kebanyakan saraf kranial menginervasi kepala, leher, dan struktur indera khusus.



Saraf kranial

SARAF SPINAL

Sumsum tulang belakang terdiri dari 31 pasang saraf tulang belakang: 8 serviks, 12 toraks, 5 lumbal, 5 sakral, dan 1 coccygeal. Setiap saraf tulang belakang memiliki akar ventral dan akar punggung.

Akar dorsal bersifat sensorik dan mengirimkan impuls sensorik dari area spesifik tubuh yang dikenal sebagai dermatom ke ganglia dorsal. **Serat sensorik mungkin somatik, membawa informasi tentang nyeri, suhu, sentuhan, dan indra posisi (proprioception)** dari tendon, persendian, dan permukaan tubuh; atau visceral, membawa informasi dari organ dalam. Akar ventral adalah motorik dan mengirimkan impuls dari sumsum tulang belakang ke tubuh. Serat ini juga bisa somatik atau viseral. Serat viseral termasuk serat otonom yang mengontrol otot jantung dan sekresi kelenjar.

SISTEM SARAF OTONOM

Sistem saraf otonom mengatur aktivitas organ dalam seperti jantung, paru-paru, pembuluh darah, organ pencernaan, dan kelenjar. Pemeliharaan dan pemulihan homeostasis internal sebagian besar merupakan tanggung jawab sistem saraf otonom. Ada dua divisi utama: **sistem saraf simpatis** dengan sebagian besar respons rangsang, terutama respons **melawan** atau **berlari**, dan **sistem saraf parasimpatis**, yang sebagian besar berfungsi untuk mengontrol organ visceral.

Sistem saraf otonom menginervasi sebagian besar organ tubuh. Meskipun biasanya dianggap sebagai bagian dari sistem saraf tepi, ia diatur oleh pusat di sumsum tulang belakang, batang otak, dan hipotalamus. Sistem saraf otonom memiliki dua neuron dalam satu rangkaian yang membentang antara pusat-pusat di SSP dan organ-

organ yang dipersarafi. Neuron pertama, neuron preganglionik, terletak di otak atau sumsum tulang belakang, dan aksonnya meluas ke ganglia otonom. Di sana, ia bersinaps dengan neuron kedua, neuron postganglionik, yang terletak di ganglia otonom, dan aksonnya bersinaps dengan jaringan target dan menginervasi organ efektor. Efek pengaturannya tidak diberikan pada sel individu tetapi pada jaringan yang luas dan seluruh organ. Tanggapan yang ditimbulkan tidak terjadi secara instan tetapi setelah periode jeda. Respon ini dipertahankan jauh lebih lama dibandingkan respon neurogenik lainnya untuk memastikan efisiensi fungsional maksimal pada bagian organ reseptor, seperti pembuluh darah.

Kualitas respon ini dijelaskan oleh fakta bahwa sistem saraf otonom mentransmisikan impulsnya melalui jalur saraf, diperkuat oleh mediator kimiawi, yang menyerupai sistem endokrin. Impuls listrik, yang dilakukan melalui serabut saraf, merangsang pembentukan agen kimia tertentu di lokasi strategis dalam masa otot; difusi bahan kimia ini di dalam otot bertanggung jawab atas kontraksi.

Hipotalamus adalah pusat utama subkortikal untuk regulasi aktivitas viseral dan somatik, dengan peran penghambat-rangsang dalam sistem saraf otonom. Hipotalamus memiliki koneksi yang menghubungkan sistem otonom dengan talamus, korteks, alat penciuman, dan kelenjar pituitari. Terletak di sini adalah mekanisme untuk mengontrol reaksi visceral dan somatik yang awalnya penting untuk pertahanan atau serangan, dan terkait dengan keadaan emosional (misalnya, ketakutan, kemarahan, kecemasan); untuk mengontrol proses metabolisme, termasuk lemak, karbohidrat, dan metabolisme air; untuk pengaturan suhu tubuh, tekanan arteri, dan semua aktivitas otot dan kelenjar dari saluran pencernaan; untuk mengontrol fungsi genital; dan untuk siklus tidur.

Sistem saraf otonom dipisahkan menjadi saraf simpatis dan parasimpatis yang berbeda secara anatomis dan fungsional. Sebagian besar jaringan dan organ di bawah kendali otonom dipersarafi oleh kedua sistem. Rangsangan simpatis dimediasi oleh norepinefrin dan impuls parasimpatis dimediasi oleh asetilkolin. Bahan kimia ini menghasilkan efek yang berlawanan dan saling antagonis. Kedua bagian menghasilkan efek stimulasi dan penghambatan. Misalnya, bagian parasimpatis menyebabkan kontraksi (stimulasi) otot kandung kemih dan penurunan (penghambatan) detak jantung, sedangkan bagian simpatis menghasilkan relaksasi (penghambatan) kandung kemih dan peningkatan (stimulasi) pada kecepatan dan kekuatan detak jantung.

Sistem Saraf Simpatik. Saraf simpatis sebagai bagian dari sistem saraf otonom memiliki peran dalam respons tubuh untuk melawan atau berlari. Pada kondisi stres baik karena penyebab fisik atau emosional, impuls simpatik meningkat. Akibatnya, bronkiolus bervasodilatasi untuk memudahkan pertukaran gas; kontraksi jantung bekerja lebih kuat dan lebih cepat; arteri ke jantung dan otot-otot polos membesar, membawa lebih banyak darah ke organ-organ ini; pembuluh darah perifer bervasokonstriksi, membuat kulit terasa dingin tetapi mengalirkan darah ke organ penting; pupil melebar; hati melepaskan glukosa untuk menambah energi; gerak peristaltik melambat; rambut berdiri tegak; dan keringat meningkat. Impuls saraf simpatis adalah norepinefrin (noradrenalin), dan peningkatan pelepasan simpatis ini sama dengan jika tubuh telah diberi suntikan adrenalin — karenanya, istilah adrenergik sering digunakan untuk merujuk pada bagian ini.

Saraf simpatis terletak di ruas toraks dan lumen medula spinalis; aksonnya, atau serabut preganglionik, keluar melalui akar saraf

anterior dari serviks kedelapan atau segmen toraks pertama ke segmen lumbal kedua atau ketiga. Tidak jauh dari medula spinalis, serat-serat ini menyimpang untuk bergabung dengan sebuah rantai, terdiri dari 22 ganglia terkait, yang memanjang di sepanjang tulang belakang, berdekatan dengan badan vertebral di kedua sisi. Beberapa membentuk banyak sinapsis dengan sel saraf di dalam rantai. Orang lain melintasi rantai tanpa membuat koneksi atau kehilangan kontinuitas untuk bergabung dengan ganglia **prevertebral** besar di toraks, perut, atau panggul atau salah satu ganglia "terminal" di sekitar organ, seperti kandung kemih atau rektum. Serabut saraf postganglionik yang berasal dari rantai simpatis bergabung kembali dengan saraf tulang belakang yang mensuplai ekstremitas dan didistribusikan ke pembuluh darah, kelenjar keringat, dan jaringan otot polos di kulit. Serabut postganglionik dari pleksus prevertebral (misalnya, pleksus jantung, paru, splanknikus, dan pelvis) memasok struktur di kepala dan leher, dada, perut, dan panggul, yang telah bergabung dalam pleksus ini oleh serabut parasimpatis.

Kelenjar adrenal, ginjal, hati, limpa, lambung, dan duodenum berada di bawah kendali pleksus seliaka besar, umumnya dikenal sebagai solar pleksus. Ini menerima komponen saraf simpatis melalui tiga saraf splanknikus, terdiri dari serabut preganglionik dari sembilan segmen sumsum tulang belakang (T4 ke L1), dan bergabung dengan saraf vagus, mewakili divisi parasimpatis. Dari pleksus seliaka serat dari kedua bagian berjalan di sepanjang pembuluh darah ke organ target mereka.

Sistem Saraf Parasimpatis. Sistem saraf parasimpatis berfungsi sebagai pengontrol dominan untuk sebagian besar efektor viseral. Selama kondisi tenang dan tanpa tekanan, impuls dari serabut parasimpatis (kolinergik) mendominasi. Serabut dari sistem

parasimpatis terletak dalam dua bagian, satu di batang otak dan yang lainnya dari segmen tulang belakang di bawah L2. Karena lokasi serat-serat ini, sistem parasimpatis disebut sebagai bagian kraniosakral, berbeda dengan bagian thoracolumbar (simpatis) dari sistem saraf otonom.

Saraf parasimpatis keluar dari otak tengah dan medula oblongata. Serat dari sel-sel di otak tengah berjalan dengan saraf okulomotorik ketiga ke ganglia siliaris, di mana serabut pasca-ganglion dari bagian ini bergabung dengan serabut dari sistem simpatis, menciptakan oposisi terkontrol, dengan keseimbangan yang halus dipertahankan antara keduanya sama sekali waktu.

Fungsi Motorik dan Sensorik dari Sistem Saraf

FUNGSI SISTEM MOTOR

Korteks motorik, ikat vertikal di dalam setiap belahan otak, mengontrol gerakan tubuh secara sadar. Lokasi yang tepat di dalam otak di mana gerakan otonom dari otot-otot wajah, ibu jari, tangan, lengan, badan, dan tungkai diketahui. Untuk memulai gerakan otot, sel-sel khusus ini harus mengirimkan rangsangan ke sepanjang seratnya. Stimulasi sel-sel tersebut dengan arus listrik juga akan mengakibatkan kontraksi otot. Dalam perjalanan ke pons, serat motor menuju ikatan yang kuat dan dikenal sebagai kapsul internal.

Di dalam medula, akson motorik dari korteks membentuk jalur motorik atau traktus, terutama traktus kortikospinal atau piramidal. Di sini, sebagian besar serat menyilang (atau berdekusi) ke sisi berlawanan, berlanjut sebagai traktus piramidal yang bersilangan. Serat yang tersisa masuk ke sumsum tulang belakang di sisi yang sama dengan traktus piramidalis langsung. Setiap serat di saluran ini akhirnya melintasi ke sisi berlawanan dari kabel dan berakhir di

dalam materi abu-abu tanduk anterior di sisi itu, di dekat sel saraf motorik. Serat dari saluran piramidal yang bersilangan berakhir di dalam tanduk anterior dan membuat hubungan dengan sel-sel tanduk anterior di sisi yang sama. Semua serat motorik dari saraf tulang belakang melintasi ke sisi berlawanan dan berakhir di dalam materi abu-abu tanduk anterior di sisi itu, di dekat sel saraf motorik.

Sistem motorik kompleks, dan fungsi motorik bergantung pada integritas saluran kortikospinalis, sistem ekstrapiramidal, dan fungsi serebelar. Impuls motorik terdiri dari jalur dua neuron (dijelaskan di bawah). Jalur saraf motorik terdapat di sumsum tulang belakang. Beberapa mewakili jalur dari apa yang disebut sistem ekstrapiramidal, membangun hubungan antara sel tanduk anterior dan pusat kendali otomatis yang terletak di basal ganglia dan otak kecil. Lainnya adalah komponen busur refleks, membentuk koneksi sinaptik antara sel tanduk anterior dan serat sensorik yang telah memasuki segmen kabel yang berdekatan.

Neuron Motorik Atas dan Bawah. Sistem motorik otonom terdiri dari dua kelompok neuron: neuron motorik atas dan neuron motorik bawah. Neuron motorik atas berasal dari korteks serebelum, otak kecil, dan batang otak dan memodulasi aktivitas neuron motorik bawah. Serabut neuron motorik atas membentuk jalur motorik bawah dan seluruhnya terletak di dalam SSP. Neuron motorik bawah terletak di tanduk anterior materi abu-abu sumsum tulang belakang atau di dalam inti saraf kranial di batang otak. Akson dari keduanya menjalar melalui saraf tepi dan berakhir di otot rangka. Neuron motorik bawah terletak di SSP dan sistem saraf tepi.

Jalur motorik dari otak ke sumsum tulang belakang, serta dari otak besar ke batang otak, dibentuk oleh neuron motorik bagian atas. Mereka mulai di korteks satu sisi otak, turun melalui kapsul internal,

menyeberang ke sisi berlawanan di batang otak, turun melalui saluran kortikospinalis, dan bersinaps dengan neuron motorik bawah di tali pusat. Neuron motorik bawah menerima impuls di bagian posterior korda dan melintas ke persimpangan myoneural yang terletak di otot perifer.

Lesi Neuron Motorik Bagian Atas. Lesi neuron motorik bagian atas dapat meliputi korteks motorik, kapsul internal, sumsum tulang belakang, dan struktur otak lainnya yang dilalui saluran kortikospinalis. Jika neuron motorik atas rusak atau hancur, seperti yang sering terjadi pada stroke atau cedera sumsum tulang belakang, akan terjadi kelumpuhan (kehilangan gerakan □atihan□r). Namun, karena pengaruh penghambatan saraf motorik atas yang utuh sekarang terganggu, gerakan **refleks** (involunter) menjadi tidak terhambat, dan menyebabkan refleks tendon dalam menjadi hiperaktif, refleks superfisial menjadi berkurang atau tidak ada, dan refleks patologis seperti respons Babinski terjadi.

Lesi Neuron Motorik Bawah. Seorang pasien dianggap mengalami kerusakan neuron motorik bagian bawah jika saraf motorik terputus antara otot dan sumsum tulang belakang. Akibat dari kerusakan neuron motorik bagian bawah adalah kelumpuhan otot. Refleks hilang, dan otot menjadi lembek (lemas) dan berhenti berkembang karena tidak digunakan. Jika pasien telah melukai batang tulang belakang dan dapat sembuh, penggunaan otot yang terhubung ke bagian sumsum tulang belakang dapat diperoleh kembali. Namun, jika sel motorik tanduk anterior hancur, saraf tidak dapat beregenerasi dan otot tidak akan pernah berguna lagi. Kelumpuhan dan atrofi otot yang terkena adalah tanda utama penyakit saraf motorik bawah. Lesi saraf motorik bagian bawah dapat disebabkan oleh trauma, infeksi (poliomyelitis), racun, gangguan vaskular, malformasi kongenital, proses degeneratif (ketuaan), dan

neoplasma (kanker). Penekanan pada akar saraf oleh diskus intervertebralis hernia dapat menyebabkan kerusakan saraf motorik bawah.

Koordinasi Gerakan. Kehalusan, keakuratan, dan kekuatan yang menjadi ciri gerakan otot orang normal disebabkan oleh pengaruh otak kecil dan ganglia basal. Otak kecil seperti telah dijelaskan sebelumnya, terletak di bawah lobus oksipital otak besar; bertanggung jawab untuk koordinasi, keseimbangan, dan waktu semua gerakan otot yang berasal dari pusat motorik korteks serebral. Melalui aksi otak kecil, kontraksi kelompok otot yang berlawanan disesuaikan dalam hubungannya satu sama lain untuk keuntungan mekanis maksimal; kontraksi otot dapat dipertahankan secara merata sesuai dengan ketegangan yang diinginkan dan tanpa fluktuasi yang signifikan, dan gerakan timbal balik dapat direproduksi dengan kecepatan tinggi dan konstan, dengan cara stereotip dan dengan usaha yang relatif sedikit.

Ganglia basalis, massa materi abu-abu di otak tengah di bawah hemisfer serebral, berbatasan dengan ventrikel lateral dan terletak di dekat kapsul internal. Ganglia basal memainkan peran penting dalam perencanaan dan koordinasi gerakan dan postur motorik. Koneksi saraf yang kompleks menghubungkan ganglia basalis dengan korteks serebral. Efek utama dari struktur ini adalah untuk menghambat aktivitas otot yang tidak diinginkan; gangguan ganglia basalis menyebabkan gerakan yang berlebihan dan tidak terkontrol.

Gangguan fungsi serebelar, yang dapat terjadi akibat cedera intrakranial atau sejenis massa yang membesar (misalnya, perdarahan, abses, atau tumor), menyebabkan hilangnya tonus otot, kelemahan, dan kelelahan. Bergantung pada area otak yang terkena, pasien memiliki gejala atau respons motorik yang berbeda.

Pasien mungkin menunjukkan postur decorticate, decerebrate, atau flaccid, biasanya sebagai akibat dari trauma otak. **Dekortikasi** (postur dekortikasi) adalah akibat lesi pada kapsul internal atau hemisfer serebral; pasien mengalami fleksi dan rotasi internal lengan dan pergelangan tangan dan ekstensi, rotasi internal, dan fleksi plantar kaki. Decerebration (postur dekerebrasi), akibat dari lesi di otak tengah, lebih berbahaya daripada dekortikasi. Pasien mengalami ekstensi dan rotasi luar lengan dan pergelangan tangan serta ekstensi, fleksi plantar, dan rotasi internal kaki. Postur tubuh yang lemah biasanya disebabkan oleh disfungsi batang otak bagian bawah; pasien tidak memiliki fungsi motorik, lemas, dan nada motorik berkurang.

Flacciditas yang didahului oleh decerebration pada pasien dengan cedera otak menunjukkan kerusakan neurologis yang parah, yang dapat menyebabkan kematian otak. Namun, sebelum deklarasi kematian otak, pasien harus mengesampingkan cedera sumsum tulang belakang, efek dari semua agen kelumpuhan neuromuskuler harus hilang, dan penyebab lain yang mungkin dapat diobati dari gangguan neurologis harus diselidiki.

Kerusakan atau disfungsi ganglia basalis tidak menyebabkan kelumpuhan tetapi menyebabkan kekakuan otot, dengan gangguan postur dan gerakan. Pasien seperti itu cenderung mengalami gerakan tak sadar. Ini mungkin berupa tremor kasar, paling sering di ekstremitas atas, terutama di bagian distal; athetosis, gerakan tipe lambat, menggeliat, menggeliat, memutar; atau chorea, ditandai dengan gerakan spasmodik, tanpa tujuan, tidak teratur, tidak terkoordinasi pada batang tubuh dan ekstremitas, dan kerutan wajah. Gangguan akibat lesi pada basal ganglia termasuk penyakit Parkinson, penyakit Huntington, dan tortikolis spasmodik.

3. Fungsi Sistem Saraf

Mengintegrasikan Impuls-impuls Sensorik. Talamus sebagai pusat penerima dan transmisi utama untuk saraf sensorik aferen, adalah struktur besar yang terhubung ke otak tengah. Itu terletak di sebelah ventrikel ketiga dan membentuk dasar ventrikel lateral. Talamus mengintegrasikan semua impuls sensorik kecuali penciuman. Ini berperan dalam kesadaran akan rasa sakit dan pengenalan variasi suhu dan sentuhan. Talamus bertanggung jawab atas gerakan indera dan posisi serta kemampuan untuk mengenali ukuran, bentuk, dan kualitas benda.

Menerima Impuls-impuls Sensorik. Impuls aferen berjalan dari titik asalnya ke tujuan mereka di korteks serebral melalui jalur menaik secara langsung, atau mereka dapat menyeberang di tingkat sumsum tulang belakang atau di medula, tergantung pada jenis sensasi yang didaftarkan. Informasi sensorik dapat diintegrasikan di tingkat sumsum tulang belakang atau dapat diteruskan ke otak. Pengetahuan tentang jalur ini penting untuk penilaian neurologis dan untuk memahami gejala dan hubungannya dengan berbagai lesi.

Impuls-impuls sensorik memasuki sumsum tulang belakang melalui akar posterior. Akson ini menyampaikan sensasi panas, dingin, dan nyeri dan memasuki jaringan \square atihan posterior abu-abu, di mana mereka membuat koneksi dengan sel-sel neuron sekunder. Serabut nyeri dan suhu langsung menyilang ke sisi berlawanan dari jaringan dan menuju ke talamus. Serat yang membawa sensasi sentuhan, tekanan ringan, dan lokalisasi tidak langsung terhubung dengan neuron kedua tetapi naik ke jaringan untuk jarak yang bervariasi sebelum memasuki materi abu-abu dan menyelesaikan koneksi ini. Akson dari neuron sekunder melintasi jaringan dan menuju ke talamus.

Posisi dan sensasi getaran dihasilkan oleh rangsangan yang berasal dari otot, persendian, dan tulang. Rangsangan ini disampaikan, tidak disilangkan, sampai ke batang otak oleh akson dari neuron primer. Di medula, koneksi sinaptik dibuat dengan sel-sel neuron sekunder, yang aksonnya melintas ke sisi yang berlawanan dan kemudian berlanjut ke talamus.

Kehilangan Sensorik. Kerusakan saraf sensorik mengakibatkan hilangnya sensasi di area distribusinya. Transeksi sumsum tulang belakang menghasilkan anestesi lengkap di bawah tingkat cedera. Penghancuran selektif atau degenerasi kolom posterior sumsum tulang belakang bertanggung jawab atas hilangnya posisi dan rasa getaran di segmen distal lesi, tanpa kehilangan sentuhan, nyeri, atau persepsi suhu. Lesi, seperti kista, di tengah medula spinalis menyebabkan disosiasi sensasi — hilangnya nyeri pada tingkat lesi. Hal ini terjadi karena serabut yang membawa nyeri dan suhu bersilangan di dalam tali pusat segera setelah masuk; dengan demikian, setiap lesi yang membagi kabelnya secara longitudinal membagi serat ini. Serabut sensorik lainnya naik ke tali pusat untuk jarak yang bervariasi, beberapa bahkan ke medula, sebelum menyeberang, dengan demikian melewati lesi dan menghindari kerusakan.

Lesi yang mempengaruhi akar saraf tulang belakang posterior dapat menyebabkan gangguan sensasi sentuhan, termasuk nyeri parah intermiten yang dirujuk ke area distribusinya. Kesemutan pada jari tangan dan jari kaki bisa menjadi gejala penyakit sumsum tulang belakang yang menonjol, mungkin karena perubahan degeneratif pada serat sensorik yang meluas ke talamus (yaitu, yang termasuk dalam saluran spinothalamic).

C. LATIHAN SOAL

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakan latihan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai dari pilihan ganda yang tersedia.

1. Jaringan yang berfungsi untuk mengkomunikasikan pesan dari satu neuron ke neuron lain disebut?
 - a. Dendrit
 - b. Cerebrum
 - c. Neurotransmitter
 - d. Akson
 - e. Cerebelum

2. Otak dibagi menjadi 3 area utama. Otak besar terdiri dari?
 - a. Dua belahan, thalamus, hipotalamus dan ganglia basalis
 - b. Hemisfer kiri dan kanan
 - c. Inotropik
 - d. Dendrit
 - e. Akson

3. Lobus frontal memiliki fungsi?
 - a. Kesadaran individu
 - b. Reseptif pendengaran
 - c. Interpretasi visual
 - d. Fungsi geometris
 - e. Konsentrasi

4. Lapisan meninges terdiri dari durameter, arachnoid dan pia meter. Apa yang disebut durameter?
 - a. Membrane tengah
 - b. Membrane paling dalam
 - c. Cairan bening dan tidak berwarna
 - d. lapisan terluar

e. Sirkulasi serebral

5. Fungsi sistem saraf adalah menerima impuls sensorik.

- a. Kerusakan sara sensorik mengakibatkan hilangnya sensasi di area distribusi.
- b. Melintasi jaringan menuju talamus
- c. Mempengaruhi akar saraf tulang belakang
- d. Talamus sebagai pusat penerima
- e. Menyampaikan sensasi panas

D. JAWABAN SOAL

1. c
2. a
3. e
4. d
5. b

PENUTUP

Demikianlah modul anatomi dan fisiologi untuk keperawatan ini, saya sampaikan. Moga dapat bermanfaat untuk dipelajari, ditunggu kritik dan saran yang membangun agar modul selanjutnya dapat lebih baik lagi.



Universitas
Esa Unggul

DAFTAR PUSTAKA

1. Betts JG, Dsaix P, Johnson E, Johnson J., Korol O, Kruse D, et al. Anatomy & Physiology [Internet]. 2nd ed. Houston, Texas: Rice University; 2013. 569 p. Available from: <http://cnx.org/content/col11496/latest/>.
2. Peate I, Nair M. Fundamentals of anatomy and physiology for nursing and healthcare students. second. Vol. 53, Wiley Blackwell. USA: Blackwell; 2019.
3. Brunner L, Smeltzer S, Bare B. Brunner & Suddarth's textbook of medical-surgical nursing [Internet]. Twelfth. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.; 2010. 738 p. Available from: <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=SmtjSD1x688C&oi=fnd&pg=PA1311&dq=Brunner+&+Suddarth's+Textbook+of+Medical-Surgical+Nursing>