



**YAYASAN SAMODRA ILMU CENDEKIA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN YOGYAKARTA
SK MENDIKNAS RI NO. 86/D/O/2009**

Jln. Nikien Baru No. 69 Yogyakarta 55162 Telp. (0274) 2870661 Fax. 383560

Website: www.stikes-yogyakarta.ac.id Email: stikesyo@gmail.com

Program Studi : S1-Keperawatan • Profesi Ners • DIII-Kebidanan • S1 Administrasi Rumah Sakit • S1 Kebidanan

SURAT TUGAS

Nomor : 703.B/ST/Stikesyo/XII/2023

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sulistyaningsih Prabawati, S.Si.T.,M.Kes.

Jabatan : Ketua

Perguruan Tinggi : STIKes Yogyakarta

Dengan ini menugaskan :,

1. Wiwin Winarsih, S.ST.,M.Keb.
2. Setyo Retno Wulandari, S.Si.T.,M.Kes.

Untuk membuat Buku Ajar :

1. Konsep Praktik Kebidanan
2. Anatomi Fisiologi Manusia

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 01 Desember 2023



Sulistyaningsih Prabawati, S.Si.T.,M.Kes./

ANATOMI FISILOGI MANUSIA

Anatomi tubuh manusia merupakan ilmu yang mempelajari mengenai struktur tubuh manusia. Setiap sistem yang ada di dalam tubuh memiliki fungsinya masing-masing. Setiap organ saling bergantung satu sama lain, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ada 12 sistem utama anatomi tubuh manusia yang memiliki fungsinya masing-masing dalam kehidupan manusia. Masing-masing sistem terdiri dari sekelompok organ yang saling bekerja sama untuk menjalankan fungsi yang spesifik

ANATOMI FISILOGI MANUSIA

Ns. Maryana, S.SiT., S.Psi., S.Kep., M.Kep.
Wiwin Winarsih, S.ST., M.Keb.
Setyo Retno Wulandari, SSiT., M.Kes

ANATOMI FISILOGI MANUSIA

Ns. Maryana, S.SiT., S.Psi., S.Kep., M.Kep.
Wiwin Winarsih, S.ST., M.Keb.
Setyo Retno Wulandari, SSiT., M.Kes



LITERASI BANGSA

Bersama Mencerdaskan Kehidupan Bangsa

Jl. Swastibrata, Brajan Kidul, RT 01, RW 01, Brajan, Tamanliris
Kec. Kasihan, Kab. Bantul, Yogyakarta (55164)



IKAPI
IKATAN PEMINAT INDONESIA



**Literasi
Bangsa**



**Literasi
Bangsa**

ANATOMI FISILOGI MANUSIA

**(Untuk Mahasiswa Keperawatan
dan Kebidanan)**

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

ANATOMI FISILOGI MANUSIA

**(Untuk Mahasiswa Keperawatan
dan Kebidanan)**

Ns. Maryana, S.SiT.,S.Psi.,S.Kep.,M.Kep.

Wiwin Winarsih, S.ST., M.Keb.

Balai Literasi Bangsa

Anatomi Fisiologi Manusia (Untuk Mahasiswa Keperawatan dan Kebidanan)

Penulis : Ns. Maryana,S.SiT.,S.Psi.,S.Kep.,M.Kep.
Wiwin Winarsih, S.ST., M.Keb.

Editor : Setyo Retno Wulandari, SSiT.,M.Kes

Layout : Tim Redaksi Literasi Bangsa

Desain Cover : Tim Redaksi Literasi Bangsa

Pracetak & Dicitak Oleh: Litbang

Penerbit: Balai Literasi Bangsa

Cetakan Pertama, Januari 2024

x + 246 hlm, 14 cm x 21 cm

ISBN:

@Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dan acara apa pun
tanpa izin dari penerbit.

Didistribusikan oleh **CV Balai Literasi Bangsa**

Telp. +62823-2802-7070

Email: penerbitliterasibangsa@gmail.com

Website: penerbitliterasibangsa.com

KATA PENGANTAR

Pengetahuan tentang anatomi dan fisiologi tubuh manusia sangatlah penting dan menarik. Pengetahuan ini diajarkan di sekolah pada berbagai jenjang mulai dari Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) hingga di perguruan tinggi terutama jurusan kesehatan. Seringkali peserta didik kurang tertarik dan merasa kesulitan untuk memahami materi tentang anatomi dan fisiologi manusia dikarenakan malas membaca atau banyaknya kata-kata/konsep yang Susah dipahami.

Buku ini mengajak kita untuk mengenali tubuh kita dan apa saja yang terjadi di dalamnya. Buku ini berisi pengetahuan tentang Anatomi dan fisiologi manusia yang disajikan dengan lugas, jelas dan tepat.

Buku Ajar Anatomi Fisiologi Manusia ini diperuntukkan untuk mahasiswa kesehatan khususnya jurusan keperawatan dan kebidanan di Indonesia. Buku ini memuat materi dasar-dasar anatomi fisiologi, sistem respirasi, sistem musculoskeletal, sistem pencernaan (traktus digestives), sistem endokrin, sistem persyarafan, sistem kardiovaskuler, sistem penginderaan, sistem perkemihan, sistem imun dan sistem reproduksi. Keseluruhan sistem tersebut di dalam tubuh kita menjalankan fungsinya masing-masing untuk kelangsungan hidup manusia.

Buku ini juga dilengkapi dengan gambar-gambar yang menarik untuk membantu memberikan gambaran tentang anatomi dan fisiologi tubuh manusia.

Melalui buku ini, kami berharap peserta didik khususnya dan pembaca pada umumnya dapat dengan mudah memahami dan mengenali anatomi organ dan fungsi-fungsi yang terjadi di dalam tubuh manusia.

Yogyakarta, 13 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Balik Judul	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I	
DASAR-DASAR ANATOMI FISILOGI	1
KONSEP DASAR ANATOMI FISILOGI.....	2
A. Pengertian Anatomi Dan Fisiologi	2
Homeostatis.....	3
B. Garis Besar Sistem Dalam Tubuh Manusia.....	4
C. Istilah-Istilah Yang Digunakan Dalam Anatomi Fisiologi.	4
D. Istilah-Istilah Anatomi	5
E. Regio, Aksis, Posisi, Arah Pada Tubuh Manusia.....	9
F. Struktur Tubuh Manusia.....	13
BAB II	
SISTEM RESPIRASI.....	18
SISTEM RESPIRASI.....	19
A. Fungsi Sistem Pernapasan	19
B. Struktur Pernapasan Manusia	20
C. Paru-Paru.....	23
D. Mekanisme Pernapasan	24
E. Volume dan Kapasitas Paru-paru.....	25

F. Pertukaran Gas.....	26
G. Transportasi gas.....	27
H. Pengendalian Respirasi	29

BAB III

SISTEM MUSKULOSKELETAL	31
-------------------------------------	-----------

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM MUSKULOSKELETAL.....	32
---	-----------

A. Anatomi Sistem Skeletal.....	32
B. Anatomi Tulang, Pertumbuhan Dan Metabolisme Tulang.....	33
C. Mekanisme Gerak Tubuh.....	37
D. Anatomi Persendian Dan Jaringan Penghubung.....	38
E. Jaringan Penyokong.....	40
F. Anatomi Sistem Muskulus (Otot Lurik, Jantung, Polos) .	42
G. Mekanisme Reflek	46
H. Kontraksi otot.....	47
I. Skeleton	51
J. Sistem Muscular	53
K. Nama Otot Skeletal.....	54
L. Otot Ukuran dan Penyusunan Otot fasikula	54
M. Sistem Muskuloskeletal.....	56
N. Skeletal Muscle Actions	56
O. Istilah-istilah berikut ini mengacu pada karakteristik kontraksi otot.....	56
P. Nama-Nama Otot Rangka.....	57
Q. Ukuran Otot Dan Penyusun Otot Fasikula.....	58

BAB IV

SISTEM PENCERNAAN (<i>TRAKTUS DIGESTIVUS</i>).....	59
---	-----------

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PENCERNAAN (<i>Tractus Digestivus</i>).....	60
--	-----------

A. Anatomi sistem pencernaan	60
B. Diagram Sistem Pencernaan Manusia	62
C. Fisiologi Sistem Pencernaan	64

BAB V

SISTEM ENDOKRIN	70
------------------------------	-----------

ANATOMI FISIOLOGI SISTEM ENDOKRIN	71
--	-----------

A. Struktur, letak, dan nama kelenjar endokrin di otak, leher, abdomen, panggul	72
B. Hormon	76
C. Kelenjar Hipotalamus	87
D. Mekanisme Umpan Balik	91
E. Hormon Sistem Reproduksi	92

BAB VI

SISTEM PERSYARAFAN	94
---------------------------------	-----------

ANATOMI FISIOLOGI SISTEM PERSYARAFAN	95
---	-----------

A. Otak	95
B. Saraf Kranial	98
C. Saraf Otonom	99
D. Medulla Spinalis (Sumsum Tulang Belakang)	100
E. Fenomena Listrik dalam sel-sel saraf	101
F. Fungsi Bagian-Bagian Otak	102
G. Fungsi Medulla Spinalis dan Saraf-Sarafnya	102
H. Gerak Refleks	103

BAB VII

SISTEM KARDIOVASKULER	105
------------------------------------	------------

ANATOMI FISIOLOGI SISTEM KARDIOVASKULER	106
--	------------

A. Anatomi Sistem Kardiovaskuler	106
B. Fisiologi Sistem Kardiovaskuler	110

BAB VIII

SISTEM PENGINDERAAN 138

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PENGINDERAAN... 139

A. Anatomi Sistem Penginderaan.....139

B. Fisiologi Sistem Penginderaan.....153

BAB X

SISTEM PERKEMIHAN..... 158

SISTEM PERKEMIHAN..... 159

A. Pengertian Sistem Perkemihan159

B. Susunan Sistem Perkemihan159

C. Fisiologi Sistem Perkemihan.....163

D. Fisiologi Ureter, Vesika Urinaria dan Uretra.....170

BAB X

SISTEM IMUN..... 174

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM IMUN 175

A. Sistem Kekebalan Tubuh Meliputi Berbagai Hal,
Diantaranya175

B. Pengertian Sistem Imun175

C. Fungsi dari Sistem Imun176

D. Mekanisme Pertahanan Non Spesifik.....177

E. Sumber Utama Pertahanan Fitur Mekanisme.....177

F. Mekanisme Pertahanan Spesifik.....180

G. Antibodi (Immunoglobulin).....181

BAB XI

SISTEM REPRODUKSI..... 216

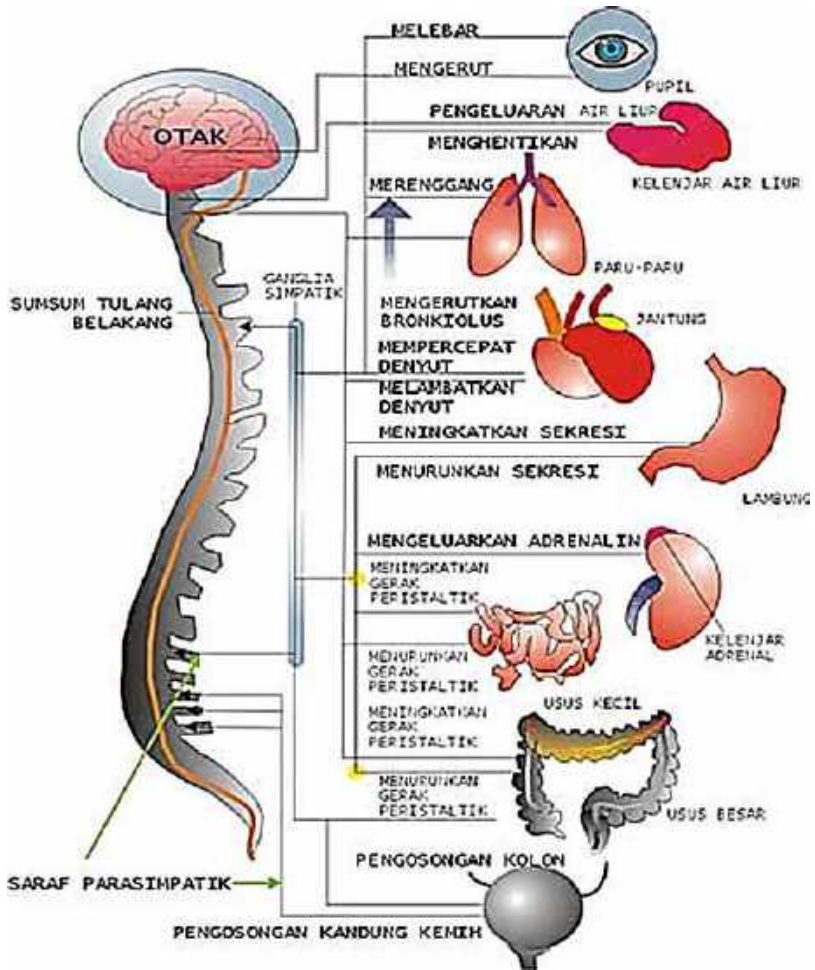
A. Anatomi Sistem Reproduksi.....217

B. Fisiologi Sistem Reproduksi.....227

PROFIL PENULIS 243

BABI

DASAR-DASAR ANATOMI FISILOGI



KONSEP DASAR ANATOMI FISILOGI

A. Pengertian Anatomi Dan Fisiologi

Anatomi adalah studi tentang struktur dan hubungan antara bagian-bagian tubuh. Fisiologi adalah studi tentang fungsi bagian-bagian tubuh dan tubuh secara keseluruhan. Beberapa spesialisasi dalam masing-masing ilmu yang mengikuti adalah :

1. Gross (makroskopik) anatomi adalah ilmu yang mempelajari tentang bagian tubuh yang dapat terlihat dengan mata telanjang, seperti jantung atau tulang.
2. Histologi adalah studi tentang jaringan di tingkat mikroskopis.
3. Sitologi adalah studi sel pada tingkat mikroskopis.
4. Neurofisiologi adalah studi tentang bagaimana fungsi sistem saraf.

Organisasi Dari Sistem Kehidupan

Sistem kehidupan dapat didefinisikan dari berbagai sudut pandang, dari yang sangat luas (melihat seluruh bumi) ke sangat sempit (atom individu). Setiap pandangan memberikan informasi tentang bagaimana atau mengapa sebuah sistem kehidupan berfungsi.

1. Pada tingkat kimia, atom, molekul (kombinasi dari atom), dan ikatan kimia antara atom menyediakan kerangka kerja pada saat semua aktivitas hidup yang dasar.
2. Sel adalah unit terkecil dari kehidupan. Organel dalam sel yang spe-cialized tubuh melakukan fungsi seluler spesifik. sel sendiri mungkin khusus. Dengan demikian, terdapat sel-sel saraf, sel-sel tulang, dan sel otot.
3. Jaringan adalah sekelompok sel yang sama melakukan fungsi umum. Jaringan otot, misalnya, terdiri dari sel-sel

- otot.
4. Organ adalah sekelompok dari berbagai jenis jaringan yang bekerja sama untuk melakukan kegiatan tertentu. Jantung adalah organ yang terdiri dari otot, saraf, ikat, dan jaringan epitel.
 5. Sistem organ adalah dua atau lebih organ yang bekerja sama untuk mengerjakan tugas tertentu. Sistem pencernaan, misalnya, melibatkan kegiatan terkoordinasi dari banyak organ, termasuk mulut, perut, usus kecil dan besar, pankreas, dan hati.
 6. Organisme adalah sistem yang memiliki karakteristik hidup dan kemampuan untuk mendapatkan dan memproses energi, kemampuan untuk merespon terhadap perubahan lingkungan, dan kemampuan untuk bereproduksi.

Homeostatis

Sebuah karakteristik dari semua sistem hidup adalah homeostasis, atau pemeliharaan stabil, kondisi internal dalam batas-batas tertentu. Dalam banyak kasus, stabil kondisi dipelihara oleh umpan balik negatif. Dalam umpan balik negatif, mekanisme penginderaan (reseptor) mendeteksi perubahan dalam kondisi melampaui batas tertentu. Sebuah pusat kontrol, atau integrator (sering otak), mengevaluasi perubahan dan mengaktifkan mekanisme kedua (yang) efektor untuk memperbaiki kondisi. Kondisi terus-menerus dipantau oleh reseptor dan dievaluasi oleh pusat kendali. Ketika pusat kontrol menentukan bahwa kondisi telah kembali normal, tindakan korektif dihentikan. Dengan demikian, dalam umpan balik negatif, kondisi varian yang bisa-celed, atau menegasikan, sehingga kondisi akan kembali normal.

B. Garis Besar Sistem Dalam Tubuh Manusia

Tubuh manusia terdiri 12 jenis sistem tubuh manusia yang mempunyai fungsi-fungsi khusus. Jenis-jenis Sistem Tubuh Manusia adalah:

1. Sistem Integumentari
2. Sistem Saraf
3. Sistem Endokrin
4. Sistem Pencernaan
5. Sistem Respirasi
6. Sistem Kardiovaskuler
7. Sistem Limfa
8. Sistem Imun
9. Sistem Urin
10. Sistem Reproduksi
11. Sistem Rangka
12. Sistem Otot

C. Istilah-Istilah Yang Digunakan Dalam Anatomi Fisiologi

Dalam rangka untuk mengidentifikasi area tubuh akurat, jelas anatomi-ikal istilah yang digunakan. Istilah-istilah ini mengacu pada tubuh dalam posisi-tion-berdiri tegak anatomi, menghadap ke depan, lengan bawah di samping, dengan telapak tangan berpaling ke depan. Dalam posisi ini, istilah berikut berlaku.

1. Directional istilah yang digunakan untuk menggambarkan posisi relatif dari satu bagian tubuh yang lain. Istilah-istilah yang tercantum dalam Tabel 1-1.
2. Tubuh pesawat dan bagian yang digunakan untuk menggambarkan bagaimana tubuh atau organ dibagi menjadi dua bagian.
3. Pesawat sagital membagi tubuh atau organ secara vertikal ke kanan dan bagian kiri. Jika bagian kanan dan kiri adalah

- sama, pesawat adalah pesawat pertengahan sagital, jika mereka tidak sama, pesawat adalah pesawat parasagital.
4. (koronal) frontal membagi tubuh atau organ secara vertikal menjadi bagian depan dan belakang. Horizontal membagi tubuh atau organ hor-izontally menjadi bagian atas dan bawah.
 5. Rongga tubuh adalah daerah tertutup yang organ rumah. Ini adalah rongga dibagi dalam dua kelompok: Rongga (kembali) tubuh dorsal meliputi rongga tengkorak (yang berisi otak) dan rongga vertebral (yang berisi sumsum tulang belakang). Rongga (depan) ventral tubuh termasuk rongga dada (yang berisi paru-paru, masing-masing dalam rongga pleura sendiri, dan jantung, dalam rongga perikardial) dan abdominopelvic cavity (yang berisi organ pencernaan dalam perut cavity dan kandung kemih dan organ reproduksi dalam rongga panggul).
 6. Istilah Daerah mengidentifikasi area-area tertentu dari tubuh. Dalam beberapa kasus, kata deskriptif digunakan untuk mengidentifikasi lokasi. Sebagai contoh, wilayah aksial mengacu pada poros utama dari tubuh-leher kepala, dan trunk. Daerah apendikular mengacu pada pelengkap-lengan dan kaki. Istilah regional lainnya menggunakan bagian tubuh untuk mengidentifikasi daerah terutama perempuan-lar tubuh. Misalnya, daerah hidung mengacu pada hidung.

D. Istilah-Istilah Anatomi

- Superior = Atas struktur lain.
Contoh : Jantung terletak di atas perut.
Inferior = Bawah struktur lain.
Contoh : Perut lebih rendah daripada jantung.

Anterior	= Menjelang depan tubuh.
Contoh	: Pusar adalah anterior (atau perut) tulang belakang
Posterior	= Di bagian belakang tubuh.
Contoh	: Tulang belakang adalah posterior (atau dorsal) pusar.
Medial	= Menjelang garis tengah tubuh.
Contoh	: Hidung medial ke (Garis tengah membagi mata tubuh ke sisi kanan dan kiri yang sama.)
Lateral	= Jauh dari garis tengah tubuh.
Contoh	: Telinga adalah lateral (atau ke arah sisi tubuh) hidung.
Ipsilateral	= Di sisi yang sama dari tubuh.
Contoh	: Limpa dan turun usus besar ipsilateral.
Kontralateral	= Pada sisi berlawanan dari tubuh.
Contoh	: Naik dan turunnya kolon adalah kontralateral.

1. Bidang Tubuh:

- a. Bidang frontal/koronal: bidang vertikal yang tegak lurus dengan bidang median. Bidang ini terbentuk dari garis yang menghubungkan satu telinga ke telinga yang lain dari atas kepala dan kemudian membagi seluruh tubuh di sepanjang garis itu.
- b. Bidang median/mid-sagital: bidang yang membagi tubuh menjadi bagian yang sama kanan dan kiri.
- c. Bidang sagital/paramedian: bidang yang sejajar dengan

bidang median, tetapi membagi tubuh menjadi bagian kanan dan kiri yang tidak sama.

- d. Bidang transversal: bidang horisontal tubuh, tegak lurus dengan bidang frontal dan median.
- e. Bidang obliqua: bidang selain yang dijelaskan di atas.

2. Anggota Badan:

- a. Proksimal berarti dekat badan
- b. Distal berarti jauh dari badan
- c. Preaksial menunjukkan sisi radial atau tibial pada anggota badan.
- d. Postaksial menunjukkan sisi ulna atau fibular pada anggota badan.
- e. Fleksor berarti permukaan anterior anggota badan atas dan permukaan posterior anggota badan bawah.
- f. Ekstensor berarti permukaan posterior anggota badan atas dan permukaan anterior anggota badan bawah

3. Bagian Otot:

- a. Origio (*origin*): ujung otot yang relatif tetap dari selama gerakan alami.
- b. Insersio (*insertion*): ujung otot yang relatif mobil selama gerakan alami.
- c. *Belly*: bagian tengah berdaging dari otot, yang bersifat insersio.
- d. Tendon: bagian berserat dan non-kontraksi dari otot, yang bersifat origio.
- e. Aponeurosis: tendon rata yang timbul dari jaringan ikat di sekitar otot.

4. Gerakan:

- a. Fleksi : gerakan yang membentuk atau mengurangi sudut sendi.
- b. Ekstensi : gerakan yang memperlebar sudut sendi.
- c. Aduksi : gerakan menuju batang tubuh
- d. Abduksi : gerakan menjauh dari batang tubuh

- e. Rotasi : memutar pada sumbu panjang tubuh
- f. Rotasi medial : rotasi ke sisi medial tubuh
- g. Rotasi lateral : rotasi ke sisi lateral tubuh
- h. Sirkumdiksi : kombinasi fleksi-abduksi-ekstensi-aduksi
- i. Pronasi : gerakan lengan bawah di mana telapak tangan menghadap belakang.
- j. Supinasi : gerakan lengan bawah di mana telapak tangan menghadap depan
- k. Protaksi : gerakan menuju ke depan
- l. Retraksi : gerakan menarik ke belakang
- m. Radial : gerakan ke arah os radius
- n. Ulnar : gerakan ke arah os ulna
- o. Tibial : gerakan ke arah os tibia
- p. Femoral : gerakan ke arah os femoris
- q. Frontal : gerakan ke arah os frontale
- r. Oksipital : gerakan ke arah os oksipitale, dll.

5. Bagian Struktur

- a. Kaput : kepala
- b. Korpus : badan
- c. Kauda : ekor
- d. Kolumna : leher
- e. Pedunkula : tangkai

6. Bentuk Struktur

- a. Fasia, fasialis: permukaan, muka
- b. Fovea : lekukan dangkal, lesung
- c. Fascia : lembaran
- d. Foramen : lubang
- e. Sulkus : lekukan
- f. Kanalis : saluran, pipa
- g. Kavum, kaverna : rongga besar
- h. Kavernosus : berongga-rongga
- i. Kondilus : benjolan
- j. Spina : berduri, berujung tajam

- k. Krista : berbentuk seperti sisir
- l. Sinus : rongga kecil
- m. Prosesus : seperti ujung pedang
- n. Fisura : robekan, celah
- o. Insisura : irisan

7. Warna Struktur

- a. Alba : putih
- b. Nigra : hitam, gelap
- c. Rubra : merah
- d. Grisea : abu-abu
- e. Lutea, flava : kuning
- f. Kloros : hijau

E. Regio, Aksis, Posisi, Arah Pada Tubuh Manusia

Pembagian Regio Tubuh Manusia secara garis besar tubuh manusia terbagi dalam 7 (*tujuh*) region dan masing-masing dibagi lagi dalam subs region yaitu:

1. Regio *Capitis, Capitis* (= kepala) terdiri dari beberapa Subs- Regio a.l :

a. Anterior (*Facei*) :

- 1) Regio *frontalis*
- 2) Regio *Orbitalis, infraorbitalis, Nasalis*
- 3) Regio *Zygomaticum, Buccalis*
- 4) Regio *Oralis*
- 5) Regio *Mentalis*

b. Lateralis :

- 1) Regio *Temporalis, Parietalis*

c. Posterior :

- 1) *Occipitalis*

2. Regio Colli terdiri dari beberapa subs regio :

a. Regio Cervicalis Anterior :

1) *Submentale*

2) *Submandibulare*

3) *Caroticum*

4) *Omotracheale*

b. Regio Sternocleidomastoideus

c. Regio Cervicalis Lateralis :

1) *Cervicalis Lateralis*

2) *Omoclaviculare (Fossa Supraclaviculare)*

d. Regio cervicalis Posterior

3. Regio Thorax terdiri atas beberapa subsregio. a.l :

a. Anterior :

1) Regio *Pectoralis*

2) Regio *Parasternalis*

3) Regio *Mammaria*

4) Regio *Inframammaria*

b. Lateralis :

1) Regio *Hypochondriaca Dextra & Sinistra*

2) Regio *Epigastricum*

3) Regio *Periumbilicalis*

4) Regio *Umbilicalis*

c. *Axillaris*

d. Posterior :

1) Regio *Supra & Infra scapularis*

2) Regio *Scapularis*

3) Regio *Vertebralis pars Thoracica*

4. Regio Abdomen terdiri dari beberapa subs region a.l.:

a. Anterior :

1) Regio *Hypochondriaca Dextra & Sinistra*

2) Regio *Epigastricum*

3) Regio *Periumbilicalis*

4) Regio *Umbilicalis*

b. Posterior :

1) Regio *Lumbalis Dextra & Sinistra*

2) Regio *Vertebralis Pars Abdominalis*

5. Regio Pelvic terdiri atas beberapa subsregio a.l.:

a. Anterior :

1) Regio *Hypogastricum*

2) Regio *Pubogenitale*

3) Regio *Inguinale*

b. Posterior :

1) Regio *Glutealis*

2) Regio *Sacralis*

3) Regio *Analisis*

6. Regio Extremitas Superior terdiri atas beberapa subsegio a.l.:

a. Regio *Clavipectoralis*

b. Regio *Deltoideus*

c. Regio *Brachii Anterior*

- d. Regio *Brachii Lateralis*
- e. Regio *Brachii Medialis*
- f. Regio *Cubitalis Anterior & Posterior*
- g. Regio *Antebrachii Volaris*
- h. Regio *Antebrachii Dorsalis*
- i. Regio *Carpalis Anterior & Dorsalis*
- j. Regio *Palmaris & DorsumManus*

7. Regio *Extremitas Inferior* terdiri ats beberapa subs region a.l :

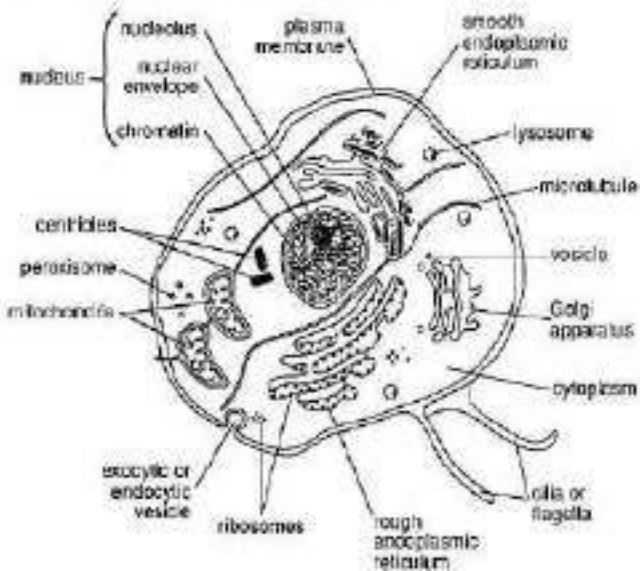
- a. Regio *Femoralis Anterior & Posterior*
- b. Regio *Genu Anterior & Posterior*
- c. Regio *Cruris* :
 - 1) Regio *Tibialis Anterior & Posterior*
 - 2) Regio *Pes (Pedis)* :
 - a) Reg. *Malleolaris Lateral & Medial*
 - b) Reg. *Calcaneus*
 - c) Reg. *Dorsalis Pedis*
 - d) Reg. *Plantaris Pedis*

F. Struktur Tubuh Manusia

Struktur tubuh manusia terdiri atas :

1. Sel

Figure 2-2 The general organization of a typical cell.



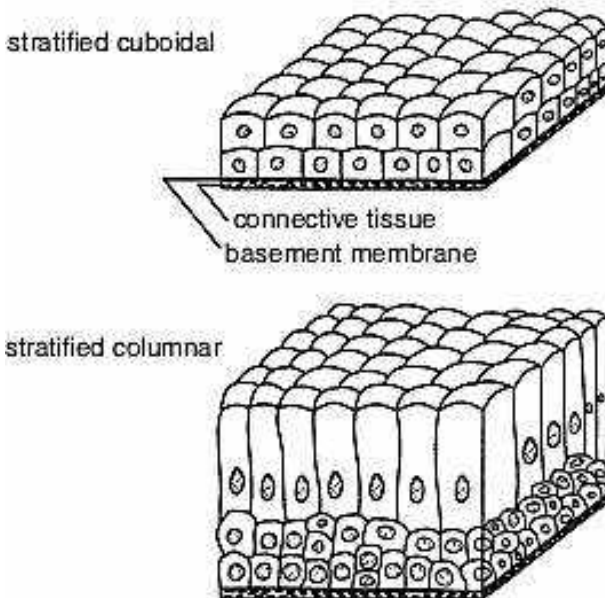
Sel adalah unit fungsional terkecil di mana semua kehidupan dibangun. Dalam rangka untuk melakukan banyak kegiatan metabolisme beragam dalam sel-sel tubuh, sel-sel tubuh harus mampu untuk berkomunikasi dengan satu sama lain untuk mengatur pertumbuhan dan pembangunan pertumbuhan. Hal ini dicapai melalui instruksi genetik, atau DNA, con-dipertahankan dalam setiap sel. Proses di mana informasi genetik ini direplikasi dan digunakan untuk membangun protein.

2. Jaringan

Sekitar 200 jenis jelas berbeda dari sel manusia menyusun tubuh. Sel-sel ini diatur dan diorganisir menjadi empat jaringan dasar yang, pada gilirannya, yang berkumpul untuk membentuk organ. Ketika melihat jaringan pada mikroskopis tingkat, kemampuan untuk

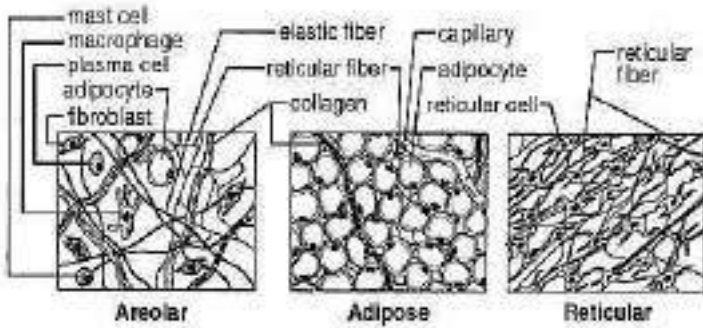
mendeteksi keberadaan dan lokasi dari empat jaringan dasar memungkinkan identifikasi organ di mana Anda cari. Dasar pengetahuan tentang karakteristik umum dan komposisi seluler jaringan ini sangat penting dalam histologi, yang merupakan studi tentang jaringan di mikroskopis tingkat. Jaringan adalah kelompok sel yang sama melakukan fungsi umum. Terdapat empat kategori jaringan:

a. Jaringan Epitel



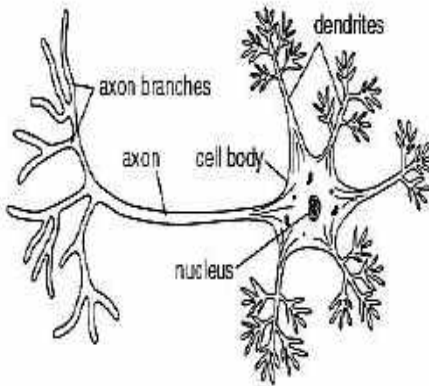
b. Jaringan Ikat

Figure 3-4 General characteristics of connective tissues.



c. Jaringan Saraf

Figure 3-5 A neuron is a basic structural unit of the nervous system containing a cell body, dendrites, and an axon.



d. Jaringan Otot

Figure 3-6 Three kinds of muscle tissue exist: skeletal muscle, cardiac muscle, and smooth muscle.



3. ORGAN

Macam – macam organ pada tubuh manusia:

a. Ginjal

Ginjal adalah organ ekskresi dalam vertebrata yang berbentuk mirip kacang. Sebagai bagian dari sistim urine, ginjal berfungsi menyaring kotoran (terutama urea) dari darah dan membuangnya bersama dengan air dalam bentuk urin.

b. Lambung

Lambung merupakan saluran pencernaan yang berbentuk seperti kantung, terletak di bawah sekat rongga badan.

c. Hati

Hati merupakan “kelenjar” terbesar yang terdapat dalam tubuh manusia. Letaknya di dalam rongga perut sebelah kanan. Berwarna merah tua dengan berat mencapai 2 kilogram pada orang dewasa. Hati terbagi menjadi dua lobus, kanan dan kiri.

d. Mata

Mata merupakan alat indra yang terdapat pada manusia. Secara konstan mata menyesuaikan jumlah cahaya yang masuk, memusatkan perhatian pada objek yang dekat dan jauh serta menghasilkan gambaran yang kontinu yang dengan segera dihantarkan ke otak.

e. Paru – Paru

Paru-paru berada di dalam rongga dada manusia sebelah kanan dan kiri yang dilindungi oleh tulang-tulang rusuk. Paru-paru terdiri dari dua bagian, yaitu paru-paru kanan yang memiliki tiga gelambir dan paru-paru kiri memiliki dua gelambir. Paru-paru sebenarnya merupakan kumpulan gelembung alveolus yang terbungkus oleh selaput yang disebut selaput pleura.

f. Jantung

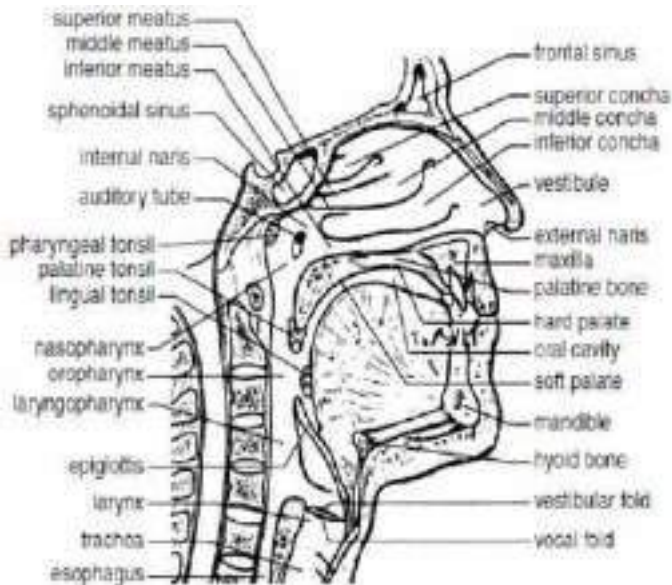
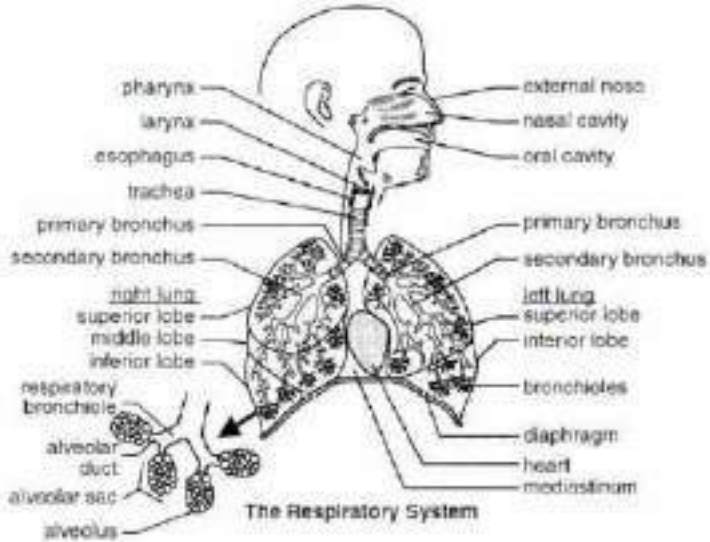
Jantung (bahasa latin, *cor*) adalah sebuah rongga, rongga, organ berotot yang memompa darah lewat pembuluh darah oleh kontraksi berirama yang berulang. Istilah *kardiak* berarti berhubungan dengan jantung, dari Yunani *cardia* untuk jantung. Jantung adalah salah satu organ yang berperan dalam sistem peredaran darah.

g. Kulit

Seluruh permukaan tubuh kita terbungkus oleh lapisan tipis yang sering kita sebut kulit. Kulit merupakan benteng pertahanan tubuh kita yang utama karena berada di lapisan anggota tubuh yang paling luar dan berhubungan langsung dengan lingkungan sekitar.

BAB II

SISTEM RESPIRASI



SISTEM RESPIRASI

Proses bernapas merupakan proses mengalirkan udara ke paru-paru, memasukkan oksigen ke dalam tubuh, dan membawa karbon dioksida kembali ke udara. Sistem pernapasan tidak hanya melibatkan paru-paru, tetapi juga hidung, faring, laring, trakea, bronkus, alveolus dll.

A. Fungsi Sistem Pernapasan

Fungsi dari sistem pernapasan adalah untuk mengalirkan udara ke paru-paru. Oksigen dari udara berdifusi dari paru-paru ke dalam darah, sedangkan karbon dioksida berdifusi dari dalam darah ke paru-paru. Respirasi mencakup proses-proses sebagai berikut:

1. Ventilasi Paru

Ventilasi paru merupakan proses pernapasan inspirasi (menghirup udara) dan ekspirasi (menghembuskan udara).

2. Pernapasan Luar

Pernapasan luar merupakan proses pertukaran gas antara paru-paru dengan darah. Oksigen berdifusi ke dalam darah, sedangkan karbon dioksida berdifusi dari darah ke paru-paru.

3. Transportasi Gas

Transportasi gas dilakukan oleh sistem kardiovaskular. Transportasi gas merupakan proses mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh dan mengumpulkan karbon dioksida untuk dikembalikan ke paru-paru.

4. Pernapasan Dalam

Pernapasan dalam merupakan proses pertukaran gas antara darah, cairan interstisial (cairan yang mengelilingi sel), dan sel-sel. Di dalam sel, terjadi respirasi sel yang menghasilkan energi (ATP) dan CO₂, dengan menggunakan O₂ dan glukosa.

B. Struktur Pernapasan Manusia

1. Hidung

Hidung terdiri dari hidung bagian luar yang dapat terlihat dan rongga hidung bagian dalam yang terletak di dalam. Septum nasi membagi rongga hidung kanan dan kiri. Udara masuk melalui bagian-bagian yang disebut meatus. Dinding dari meatus disebut konka. Dinding tersebut dibentuk oleh tulang wajah (konka hidung bagian bawah dan tulang ethmoid). Bulu hidung, lendir, pembuluh darah, dan silia yang melapisi rongga hidung akan menyaring, melembabkan, menghangatkan, dan menghilangkan kotoran dari udara.

2. Faring

a. Nasofaring

Nasofaring menerima udara yang masuk dari hidung. Terdapat saluran eustachius yang menyamakan tekanan udara di telinga tengah. Tonsil faring (adenoid) terletak di belakang nasofaring.

b. Orofaring

Orofaring menerima udara dari nasofaring dan makanan dari rongga mulut. Palatine dan lingual tonsil terletak di sini.

c. Laringofaring

Laringofaring menyalurkan makanan ke kerongkongan dan udara ke laring.

3. Laring

Laring menerima udara dari laringofaring. Laring terdiri dari sembilan keping tulang rawan yang bergabung dengan membran dan ligamen. Epiglottis merupakan bagian pertama dari tulang rawan laring. Saat menelan makanan, epiglottis tersebut menutupi pangkal tenggorokan untuk mencegah masuknya makanan dan saat bernapas katup tersebut akan membuka. Tulang rawan tiroid melindungi bagian depan laring. Tulang rawan yang menonjol membentuk jakun.

Lipatan membran mukosa (Supraglottis) menghubungkan sepasang tulang arytenoid yang berada

di belakang dengan tulang rawan tiroid yang berada di depan. Lipatan vestibular atas (pita suara palsu) mengandung serat otot yang memungkinkan untuk bernafas dalam waktu tertentu saat ada tekanan pada otot rongga dada (misalnya: tegang saat buang air besar atau mengangkat beban berat). Lipatan vestibular bawah (kord vokalis superior) mengandung ligamen yang elastis. Kord vokalis superior bergetar bila otot rangka menggerakkan mereka ke jalur keluaranya udara. Hal tersebut mengakibatkan kita dapat berbicara dan menghasilkan berbagai suara. Kartilago krikoid, kartilago cuneiform, dan kartilago corniculate merupakan akhir dari laring.

4. Trakea

Trakea merupakan saluran fleksibel yang panjangnya 10 sampai 12 cm (4 inci) dan berdiameter 2,5 cm (1 inci). Dindingnya terdiri dari empat lapisan yang terdiri dari:

a. Mukosa

Mukosa merupakan lapisan terdalam trakea. Mukosa mengandung sel goblet yang dapat memproduksi lendir dan *epitel pseudostratified bersilia*. Silia menyapu kotoran menjauhi paru-paru dan menuju ke arah faring.

b. Submukosa

Submukosa merupakan lapisan jaringan ikat areolar yang mengelilingi mukosa.

c. Tulang Rawan Hialin

16 - 20 cincin tulang rawan hialin berbentuk C membungkus sekitar submukosa tersebut. Cincin kartilago memberikan bentuk kaku pada trakea, mencegahnya agar tidak kolaps dan membuka jalan udara.

d. Adventitia

Adventitia merupakan lapisan terluar dari trakea. Lapisan ini tersusun atas jaringan ikat areolar (longgar).

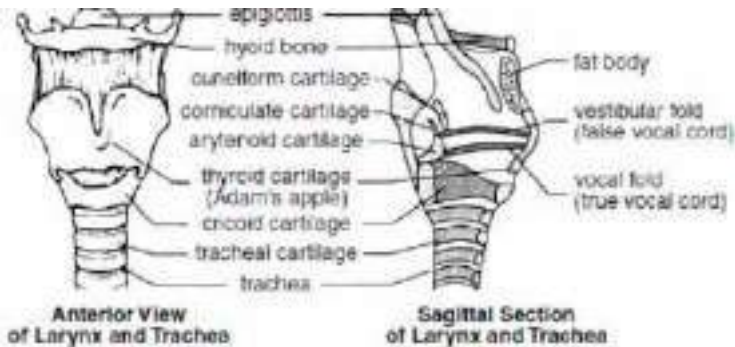
5. Bronkus

Bronkus utama adalah dua tabung yang bercabang dari trakea untuk kiri dan kanan paru-paru.

a. Bronkiolus

Di dalam paru-paru, masing-masing bronkus utama bercabang dengan diameter yang lebih kecil, membentuk bronkus sekunder (lobar), bronkus tersier (segmental), bronkiolus terminal (0.5 mm diameter) dan bronchioles pernapasan mikroskopis. Dinding utama bronkus dibangun seperti trakea, tetapi cabang dari pohon semakin kecil, cincin tulang rawan dan mukosa yang digantikan oleh otot polos.

Gambar bagian anterior dan sagital dari laring dan trakea.



b. Alveolus

Saluran alveolus adalah cabang akhir dari pohon bronkial. Setiap Saluran alveolar diperbesar, seperti gelembung sepanjang panjangnya. Masing-masing pembesaran disebut alveolus, dan sekelompok alveolar yang bersebelahan disebut kantung alveolar. Beberapa alveoli yang berdekatan dihubungkan oleh alveolar pori-pori.

c. Membran pernapasan

Membran pernapasan terdiri dari dinding alveolar dan kapiler. Pertukaran gas terjadi di membran ini. Karakteristik membran ini sebagai berikut:

Tipe I : sel tipis, sel-sel epitel skuamosa yang merupakan sel primer jenis dinding alveolar. Difusi oksigen terjadi di sel-sel.

Tipe II : sel-sel epitel kuboid yang diselingi antara sel tipe I. sel Tipe II mensekresi surfaktan paru (fosfolipid terikat protein) yang mengurangi tegangan permukaan kelembaban yang menutupi dinding alveolar. Penurunan tegangan permukaan memungkinkan oksigen untuk lebih mudah meredakan dalam kelembaban. Sebuah tegangan permukaan yang lebih rendah juga mencegah kelembaban di dinding yang berlawanan dari duktus alveolus atau alveolar dari inti dan menyebabkan saluran udara kecil runtuh.

Alveolar makrofag (sel debu) berkeliaran di antara sel-sel lainnya dari dinding alveolar menghilangkan kotoran dan mikroorganisme. Sebuah membran basal epitel tipis membentuk lapisan luar dari dinding alveolar. Sebuah jaringan padat kapiler mengelilingi masing-masing alveolus. Dinding kapiler terdiri dari sel-sel endotel dikelilingi oleh membran tipis. Membran alveolus dan kapiler sering begitu dekat sehingga mereka sekering.

C. Paru-Paru

Paru-paru adalah sepasang kerucut berbentuk badan yang menempati thorax. Mediastinum, rongga yang berisi jantung, memisahkan kedua paru-paru. Paru-paru kiri dan kanan dibagi oleh fisura masing-masing menjadi dua dan tiga lobus. Setiap lobus paru-paru dibagi lagi ke segmen bronkopulmonalis (masing-masing dengan bronkus tersier), yang dibagi lagi menjadi lobulus (masing-masing dengan bronchiale terminal). Pembuluh darah, pembuluh limfatik, dan saraf menembus masing-masing lobus.

Setiap paru-paru memiliki fitur sebagai berikut:

1. Puncak dan dasar mengidentifikasi bagian atas dan bawah dari paru-paru.
2. Permukaan masing-masing paru-paru berbatasan tulang rusuk (depan dan belakang).
3. Di permukaan (mediastinal) medial, di mana masing-masing paru-paru menghadapi selain paru-paru,

saluran pernapasan, pembuluh darah, dan pembuluh limfatik memasuki paru di hilus.

Pleura adalah membran ganda yang terdiri dari paru bagian dalam pleura (viseral), yang mengelilingi setiap paru-paru, dan pleura parietal luar, melapisi rongga dada. Ruang sempit antara dua membran, rongga pleura, diisi dengan cairan pleura, pelumas disekresikan oleh pleura.

D. Mekanisme Pernapasan

Hukum Boyle menggambarkan hubungan antara tekanan (P) dan Volume (V) dari gas. Hukum Boyle menyatakan bahwa jika kenaikan volume, maka tekanan harus turun (atau sebaliknya). Hubungan ini sering ditulis sebagai $PV = \text{konstan}$, atau $P_1V_1 = P_2V_2$. Kedua persamaan dari tekanan dan volume tetap sama (hukum berlaku hanya ketika suhu tidak berubah).

Pernapasan terjadi ketika otot-otot sekitar paru-paru kontraksi atau relaksasi yang mengubah volume total udara di dalam saluran udara (bronkus, bronchioles) dalam paru-paru. Ketika volume paru-paru berubah, tekanan udara di paru-paru berubah sesuai dengan hukum Boyle. Udara keluar Jika tekanan di paru-paru lebih besar dibandingkan di luar paru-paru., Jika terjadi sebaliknya, maka udara bergegas masuk.

Berikut merupakan mekanisme sistem pernapasan manusia:

1. Inspirasi

Inspirasi terjadi ketika diafragma dan otot interkostalis eksternal berkontraksi. Kontraksi diafragma (otot rangka bawah paru-paru) menyebabkan peningkatan ukuran rongga dada, sedangkan kontraksi otot interkostalis eksternal mengangkat tulang rusuk dan tulang dada. Dengan demikian, otot menyebabkan paru-paru untuk memperluas dan meningkatkan volume saluran udara internal. Sebagai tanggapan, tekanan udara di dalam paru-paru menurun di bawah udara luar tubuh, karena gas bergerak dari daerah tekanan tinggi ke tekanan rendah, udara masuk ke paru-paru.

2. Ekspirasi

Ekspirasi terjadi ketika otot diafragma dan interkostal eksternal rileks. Sebagai tanggapan, serat elastis pada jaringan paru-paru menyebabkan paru-paru untuk menahan diri untuk volume aslinya. Tekanan udara di dalam paru kemudian meningkat di atas tekanan udara luar tubuh, dan udara keluar. Selama tingginya tingkat ventilasi, berakhirnya difasilitasi oleh kontraksi dari otot-otot ekspirasi (otot interkostalis dan otot perut).

Pemenuhan paru-paru merupakan ukuran kemampuan paru-paru dan rongga dada untuk memperluas, karena elastisitas jaringan paru-paru dan tegangan permukaan yang rendah dari kelembaban di paru-paru (dari surfaktan), paru-paru normal memiliki pemenuhan tinggi.

E. Volume dan Kapasitas Paru-paru

Istilah-istilah berikut menggambarkan volume paru-paru berbagai pernafasan:

1. Volume tidal (TV), sekitar 500 ml, adalah jumlah udara terinspirasi saat normal, pernapasan santai.
2. Volume cadangan inspirasi (IRV), sekitar 3.100 ml, adalah tambahan udara yang dapat dihirup secara paksa setelah inspirasi normal tidal volume.
3. Volume cadangan ekspirasi (ERV), sekitar 1.200 ml, adalah tambahan udara yang dapat dihembuskan paksa setelah berakhirnya normal tidal volume.
4. Volume residu (RV), sekitar 1.200 ml, adalah volume udara masih yang tersisa di paru-paru setelah volume cadangan ekspirasi dihembuskan.

Menyimpulkan volume paru-paru tertentu menghasilkan kapasitas paru-paru sebagai berikut:

1. Kapasitas paru total (TLC), sekitar 6.000 ml, adalah maksimum jumlah udara yang dapat mengisi paru-paru ($TLC = TV + IRV + ERV + RV$).
2. Kapasitas vital (VC), sekitar 4.800 ml, adalah jumlah total atau udara yang dapat berakhir setelah sepenuhnya menghirup ($VC = TV + IRV + ERV$ =sekitar

80% TLC).

3. Kapasitas inspirasi (IC), sekitar 3.600 ml, adalah maksimum jumlah udara yang dapat terinspirasi ($IC = TV + IRV$).
4. Kapasitas residual fungsional (FRC), sekitar 2.400 ml, adalah jumlah udara yang tersisa di paru-paru setelah ekspirasi yang normal ($FRC = RV + ERV$).

Beberapa dari udara di paru-paru tidak berpartisipasi dalam pertukaran gas. seperti udara terletak di ruang mati anatomi dalam bronchi dan bronchioles-yaitu, di luar alveoli.

F. Pertukaran Gas

Dalam campuran gas yang berbeda, masing-masing gas memberikan kontribusi terhadap tekanan total campuran. Kontribusi masing-masing gas, disebut tekanan parsial adalah sama dengan tekanan bahwa gas akan memiliki jika itu sendirian di kandang. Hukum Dalton menyatakan bahwa jumlah dari tekanan parsial masing-masing gas dalam campuran adalah sama dengan tekanan total campuran.

Faktor-faktor berikut menentukan sejauh mana gas akan larut dalam cairan:

1. Tekanan parsial gas. Menurut hukum Henry, semakin besar tekanan parsial gas, semakin besar difusi gas ke cairan.
2. Kelarutan gas. Kemampuan gas untuk larut dalam cairan bervariasi dengan jenis gas dan cairan.
3. Suhu cairan. Kelarutan berkurang dengan meningkatnya temperatur.

Pertukaran gas terjadi di paru-paru antara alveoli dan plasma darah dan seluruh tubuh antara plasma dan cairan interstitial. Berikut faktor yang memfasilitasi difusi O₂ dan CO₂:

1. Tekanan partial dan kelarutan

Kelarutan lemah dapat diimbangi oleh peningkatan

tekanan parsial (atau sebaliknya). Bandingkan karakteristik berikut O₂ dan CO₂:

a. Oksigen.

Tekanan parsial O₂ di paru-paru yang tinggi (udara 21% O₂), tetapi kelarutannya miskin.

b. Karbon dioksida.

Tekanan parsial CO₂ di udara sangat rendah (udara hanya 0,04% CO₂), tapi kelarutannya dalam plasma adalah sekitar 24 kali lipat dari O₂.

2. Gradien tekanan parsial

Gradien adalah perubahan beberapa jumlah dari satu daerah ke daerah lainnya. Difusi gas menjadi cair (atau sebaliknya) terjadi menuruni gradien tekanan parsial-yaitu, dari daerah dengan tekanan parsial yang tinggi ke daerah tekanan parsial yang lebih rendah. Misalnya, gradien tekanan yang kuat untuk parsial O₂ (pO₂) dari alveoli terdeoksigenasi darah (105 mm Hg di alveoli versus 40 mm Hg di darah) memudahkan difusi cepat.

3. Luas permukaan untuk pertukaran gas

Daerah luas permukaan paru-paru mempromosikan difusi yang luas.

4. Jarak difusi

Dinding alveolar dan kapiler tipis meningkatkan tingkat difusi.

G. Transportasi gas

Oksigen dalam darah diangkut dengan dua cara:

1. Sejumlah kecil O₂ (1,5 persen) dilakukan dalam plasma sebagai terlarut gas.
2. Sebagian oksigen (98,5 persen) dibawa dalam darah terikat dengan protein hemoglobin dalam sel darah merah. Sebuah oksihemoglobin sepenuhnya jenuh (HbO₂) memiliki empat O₂ molekul terpasang. Tanpa oksigen, molekul disebut sebagai deoxygemoglobin (Hb).

Kemampuan hemoglobin untuk mengikat O₂ dipengaruhi oleh tekanan parsial oksigen. Semakin besar tekanan parsial oksigen dalam darah, lebih mudah

mengikat oksigen Hb. Kurva Disosiasi oksigen-hemoglobin, yang ditunjukkan pada gambar di bawah, menunjukkan bahwa sebagai pO₂ meningkat menuju 100 mm Hg, saturasi Hb mendekati 100%. Keempat faktor berikut menurunkan afinitas, atau kekuatan tarik, Hb untuk O₂ dan menghasilkan pergeseran kurva O₂-Hb disosiasi di sebelah kanan:

1. Kenaikan suhu.
2. Peningkatan tekanan parsial CO₂ (pCO₂).
3. Peningkatan keasaman (penurunan pH). Penurunan afinitas Hb untuk O₂, disebut efek Bohr, hasil ketika H⁺ + mengikat Hb.
4. Peningkatan BPG dalam sel darah merah. BPG (bisphosphoglycerate) yang dihasilkan dalam sel darah merah ketika mereka menghasilkan energi dari glukosa. Karbon dioksida diangkut dalam darah dengan cara berikut :
 - a. Sejumlah kecil CO₂ (8 persen) dilakukan dalam plasma sebagai gas terlarut.
 - b. Beberapa CO₂ (25 persen) mengikat Hb dalam sel darah merah membentuk carbaminohemoglobin (HbCO₂). (CO₂ mengikat ke tempat yang berbeda dari yang O₂).
 - c. Sebagian besar CO₂ (65 persen) yang diangkut sebagai ion bikarbonat terlarut (HCO₃⁻) di dalam plasma. Pembentukan HCO₃⁻, bagaimanapun, terjadi pada sel-sel darah merah, di mana pembentukan asam karbonat (H₂CO₃⁻) adalah dikatalisasi oleh enzim karbonat anhidrase, sebagai berikut.



Setelah pembentukan dalam sel darah merah, yang paling H⁺ mengikat molekul hemoglobin (menyebabkan efek Bohr) sedangkan H⁺ tersisa berdifusi kembali ke plasma, sedikit penurunan pH plasma. Ion HCO₃⁻ berdifusi kembali ke plasma juga. Untuk menyeimbangkan keseluruhan peningkatan muatan negatif memasuki plasma, ion klorida menyebar ke arah yang berlawanan, dari plasma ke sel-sel darah merah (klorida bergeser).

H. Pengendalian Respirasi

Respirasi dikendalikan oleh area otak yang merangsang kontraksi dari diafragma dan otot-otot interkostal. Daerah ini, secara kolektif disebut pusat pernapasan, sebagai berikut:

1. Pusat inspirasi medullar, terletak di medulla oblongata, menghasilkan impuls saraf ritmis yang merangsang kontraksi inspirasi otot (otot diafragma dan interkostal eksternal). Biasanya, berakhirnya terjadi ketika otot-otot rileks, tapi ketika pernapasan yang cepat, pusat inspirasi memfasilitasi kedaluwarsa dengan merangsang ekspirasi otot (otot interkostal internal dan perut otot).
2. Daerah pneumotaxic, terletak di pons, menghambat pusat inspirasi, membatasi kontraksi dari otot-otot inspirasi, dan mencegah paru-paru dari terlalu datar.
3. Daerah apneustic juga terletak di pons, merangsang inspirasi pusat, memperpanjang kontraksi otot inspirasi.

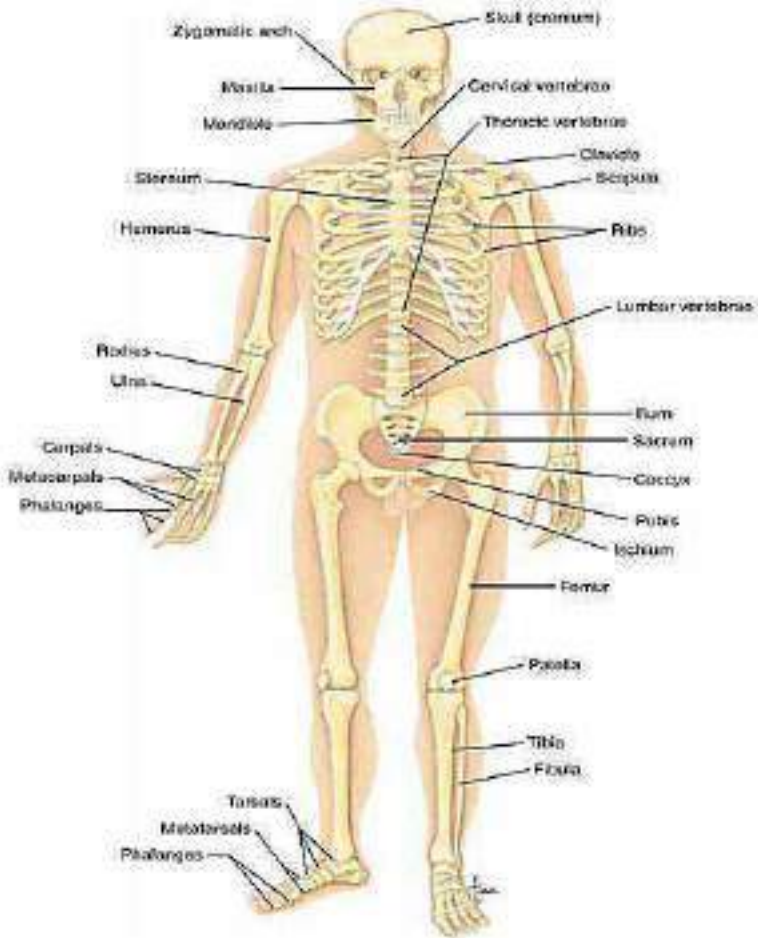
Pusat-pusat pernapasan dipengaruhi oleh rangsangan yang diterima dari tiga kelompok neuron sensorik berikut:

1. Pusat kemoreseptor (saraf dari sistem saraf pusat), terletak di medulla oblongata, memantau cairan kimia serebrospinal. Ketika CO_2 dari plasma memasuki cairan cerebrospinal, membentuk HCO_3^- dan H^+ , dan pH cairan tetes (menjadi lebih asam). Sebagai respon terhadap penurunan pH, stimulasi pusat kemoreseptor merangsang pusat pernapasan untuk meningkatkan dasar inspirasi.
2. Peripheral kemoreseptor (saraf dari sistem saraf perifer), terletak di badan aorta di dinding lengkung aorta dan badan karotid di dinding arteri karotid, memantau kimia darah. Peningkatan pH, atau pCO_2 atau penurunan pO_2 , menyebabkan reseptor untuk merangsang pusat pernapasan.

3. Peregangan reseptor di dinding bronkus dan bronkiolus diaktifkan ketika paru-paru memperluas batas fisik mereka. Ini sinyal reseptor pusat pernapasan untuk menghentikan stimulasi inspirasi otot, yang memungkinkan kedaluwarsa untuk memulai. Respon ini disebut inflasi (Hering-Breuer) refleks.

BAB III

SISTEM MUSKULOSKELETAL



ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM MUSKULOSKELETAL

A. Anatomi Sistem Skeletal

Sistem skeletal adalah sistem yang terdiri dari tulang (rangka) dan struktur yang membangun hubungan (sendi) di antara tulang-tulang tersebut. Susunan kerangka terdiri dari susunan berbagai macam tulang yang banyaknya kira-kira 206 buah tulang yang satu sama lainnya saling berhubungan, yang terdiri dari tulang kepala (tengkorak) 8 buah, tulang wajah (14 buah), tulang telinga dalam (6 buah), tulang lidah (1 buah), tulang yang membentuk kerangka dada (25 buah), tulang yang membentuk tulang belakang dan gelang pinggul (26 buah), tulang anggota yang membentuk lengan (anggota gerak atas (64 buah), tulang yang membentuk kaki (alat gerak bawah) (62 buah). Secara umum fungsi dari sistem skeletal adalah:

1. Menyediakan bentuk untuk menopang tubuh,
2. Sebagai alat gerak pasif,
3. Melindungi organ-organ internal dari trauma mekanik,
4. Menyimpan dan melindungi sumsum tulang selaku sel hemopoietic (*red bone marrow*),
5. Menyediakan tempat untuk menyimpan kelebihan kalsium, dan
6. Menyimpan lemak (*yellow bone marrow*).

Pada manusia, rangka dapat dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu rangka aksial (membentuk sumbu tubuh, meliputi tengkorak, kolumna vertebra, dan

toraks) dan rangka apendikular (meliputi ekstremitas superior dan inferior).

Berdasarkan bentuknya dan ukurannya, tulang dapat dibagi menjadi beberapa penggolongan:

1. Tulang panjang, yaitu tulang lengan atas, lengan bawah, tangan, tungkai, dan kaki (kecuali tulang-tulang pergelangan tangan dan kaki). Badan tulang ini disebut diafisis, sedangkan ujungnya disebut epifisis.
2. Tulang pendek, yaitu tulang-tulang pergelangan tangan dan kaki.
3. Tulang pipih, yaitu tulang iga, bahu, pinggul, dan kranial.
4. Tulang tidak beraturan, yaitu tulang vertebra dan tulang wajah
5. Tulang sesamoid, antara lain tulang patella dan tulang yang terdapat di metakarpal 1-2 dan metatarsal 1.

B. Anatomi Tulang, Pertumbuhan Dan Metabolisme Tulang

1. Anatomi tulang

a. Tulang Kepala (Tengkorak)

1) Tengkorak Otak

Tengkorak otak terdiri dari tulang-tulang yang dihubungkan oleh tulang bergerigi yang disebut tulang *sutura* yang berjumlah 8. Tulang sutura terdiri atas 3 bagian, yaitu

a) Kubah Tengkorak

- (1) Os frontal, Tulang dahi terletak dibagian depan bawah kepala
- (2) Os padetal, Tulang ubun-ubun terletak ditengah

kepala.

(3) Os oksipital, Tulang belakang kepala. Terdapat suatu lubang yang cocok dengan foramen magnum (lubang pada ruas tulang belakang).

b) Tengkorak Wajah

(1) Bagian Hidung

(2) Bagian rahang

2) Kerangka Dada

a) Tulang Dada

b) Tulang Iga

c) Ruas Tulang Belakang

3) Gelang Panggul

Gelang panggul (pelvis) adalah penghubung antara badan dan anggota bawah tubuh yaitu, tulang sakrum dan koksigis yang bersendi satu dengan yang lainnya pada simfis pubis.

4) Kerangka Anggota Gerak Atas

a) Gelang Bahu

Gelang bahu yaitu persendiaan yang menghubungkan lengan dengan badan. Gelang bahu dibentuk oleh 2 buah tulang yaitu tulang belikat (Skapula) yang berbentuk segitiga mempunyai iga I sampai iga VIII, dan tulang selangka (Klavikula). Klavikula berbentuk panjang dan sedikit bengkok menyerupai huruf S.

(1) Humerus (Tulang Pangkal Lengan)

(2) Ulna (Tulang Hasta)

(3) Radius (Tulang Pengupil)

(4) Karparia (Tulang Pergelangan Tangan)

(5) Metakarpalia (Tulang Telapak Tangan)

(6) Falangus (Tulang Jari Tangan)

5) Kerangka Anggota Gerak Bawah

- a) Os koxsa
- b) Os femur
- c) Os tarsalia
- d) Metatarsalia
- e) Falangus

2. Pertumbuhan Tulang

Tulang mencapai kematangannya setelah pubertas dan pertumbuhan seimbang hanya sampai usia 35 tahun. Berikutnya mengalami percepatan reabsorpsi sehingga terjadi penurunan massa tulang sehingga pada usila menjadi rentan terhadap injury. Pertumbuhan dipengaruhi hormon dan mineral.

3. Penyusun Tulang

Tulang disusun oleh sel-sel tulang yang terdiri dari osteosit, osteoblast dan osteoklast serta matriks tulang. Matriks tulang mengandung unsur organik terutama kalsium dan fosfor.

4. Struktur Tulang

Secara makroskopis tulang terdiri dari dua bagian yaitu pars spongiosa (jaringan berongga) dan pars kompakta (bagian yang berupa jaringan padat). Permukaan luar tulang dilapisi selubung fibrosa (periosteum); lapis tipis jaringan ikat (endosteum) melapisi rongga sumsum & meluas ke dalam kanalikuli tulang kompak.

Membran periosteum berasal dari perikondrium tulang rawan yang merupakan pusat osifikasi. Periosteum merupakan selaput luar tulang yang tipis. Periosteum mengandung osteoblas (sel pembentuk jaringan tulang), jaringan ikat dan pembuluh darah. Periosteum merupakan tempat

melekatnya otot-otot rangka (skelet) ke tulang dan berperan dalam memberikan nutrisi, pertumbuhan dan reparasi tulang rusak.

Pars kompakta teksturnya halus dan sangat kuat. Tulang kompak memiliki sedikit rongga dan lebih banyak mengandung kapur (Calsium Phosfat dan Calsium Carbonat) sehingga tulang menjadi padat dan kuat. Kandungan tulang manusia dewasa lebih banyak mengandung kapur dibandingkan dengan anak-anak maupun bayi. Bayi dan anak-anak memiliki tulang yang lebih banyak mengandung serat-serat sehingga lebih lentur. Tulang kompak paling banyak ditemukan pada tulang kaki dan tulang tangan.

Pars spongiosa merupakan jaringan tulang yang berongga seperti spon (busa). Rongga tersebut diisi oleh sumsum merah yang dapat memproduksi sel-sel darah. Tulang spongiosa terdiri dari kisi-kisi tipis tulang yang disebut trabekula. Secara Mikroskopis tulang terdiri dari :

- a. Sistem Havers (saluran yang berisi serabut saraf, pembuluh darah, aliran limfe)
- b. Lamella (lempeng tulang yang tersusun konsentris).
- c. Lacuna (ruangan kecil yang terdapat di antara lempengan-lempengan yang mengandung sel tulang).
- d. Kanalikuli (memancar di antara lacuna dan tempat difusi makanan sampai ke osteon).

5. Bentuk Tulang

Sistem skelet disusun oleh tulang-tulang yang berjumlah 206 buah. Berdasarkan bentuknya,

tulang-tulang tersebut dikelompokkan menjadi:

- a. Ossa longa (tulang panjang): tulang yang ukuran panjangnya terbesar, contohnya os humerus dan os femur.
- b. Ossa brevia (tulang pendek): tulang yang ukurannya pendek, contoh: ossa carpi.
- c. Ossa plana (tulang gepeng/pipih): tulang yg ukurannya lebar, contoh: os scapula.
- d. Ossa irregular (tulang tak beraturan), contoh: os vertebrae.
- e. Ossa pneumatica (tulang berongga udara), contoh: os maxilla.

6. Tulang Rawan (Kartilago)

Tulang rawan berkembang dari mesenkim membentuk sel yg disebut kondrosit. Kondrosit menempati rongga kecil (lakuna) di dalam matriks dgn substansi dasar seperti gel (berupa proteoglikans) yg basofilik. Kalsifikasi menyebabkan tulang rawan tumbuh menjadi tulang (keras).

Jenis Tulang Rawan

- a. Hialin Cartilago : matriks mengandung seran kolagen; jenis yg paling banyak dijumpai.
- b. Elastic Cartilago : serupa dg tl rawan hialin tetapi lebih banyak serat elastin yang mengumpul pada dinding lakuna yang mengelilingi kondrosit
- c. Fibrokartilago: tidak pernah berdiri sendiri tetapi secara berangsur menyatu dengan tulang rawan hialin atau jaringan ikat fibrosa yang berdekatan.

C. Mekanisme Gerak Tubuh

Otot merupakan alat gerak aktif karena kemampuannya berkontraksi. Otot memendek jika

sedang berkontraksi dan memanjang jika berelaksasi. Kontraksi otot terjadi jika otot sedang melakukan kegiatan, sedangkan relaksasi otot terjadi jika otot sedang beristirahat.

Dengan demikian otot memiliki 3 karakter, yaitu:

1. Kontraksibilitas yaitu kemampuan otot untuk memendek dan lebih pendek dari ukuran semula, hal ini terjadi jika otot sedang melakukan kegiatan.
2. Ektensibilitas, yaitu kemampuan otot untuk memanjang dan lebih panjang dari ukuran semula.
3. Elastisitas, yaitu kemampuan otot untuk kembali pada ukuran semula. Otot tersusun atas dua macam filamen dasar, yaitu filament aktin dan filament miosin. Filamen aktin tipis dan filament miosin tebal. Kedua filamen ini menyusun miofibril. Miofibril menyusun serabut otot dan serabut otot-serabut otot menyusun satu otot.

D. Anatomi Persendian Dan Jaringan Penghubung

Sendi merupakan persambungan antar tulang yang menjadikan tulang menjadi fleksibel dalam pergerakan.

1. Berdasarkan pergerakannya sendi dibagi menjadi :

- a. Synarthroses

Sendi ini disambungkan oleh elemen fibrosa.

- b. Amphiarthroses

Sendi ini mempunyai pergerakan yang terbatas.

Jaringan berupa diskus fibrocartilage yang lebar dan pipih menghubungkan antara dua tulang.

Umumnya bagian tulang yang berada pada sisi persendian dilapisi oleh tulang rawan hialin dan struktur keseluruhan berada dalam kapsul.

Beberapa contoh sendi ini adalah: sendi vertebra, dan simfisis pubis.

c. Diarthroses

Sendi ini memiliki pergerakan yang luas. Umumnya dijumpai pada sendi-sendi ekstremitas. Dijumpai adanya celah sendi, rawan sendi yang licin dan membran sinovium serta kapsul sendi.

2. Sedangkan berdasarkan strukturnya sendi dibagi menjadi :

a. Sendi Fibrosa

Sendi fibrosa dihubungkan oleh jaringan fibros

1) Terdapat dua tipe sendi fibrosa; (1) Sutura diantara tulang tulang tengkorak dan (2) sindesmosis yang terdiri dari suatu membran interoseus atau suatu ligamen di antara tulang. Sendi ini mempunyai pergerakan yang terbatas.

2) Sendi Kartilago/tulang rawan

3) Ruang antar sendinya diisi oleh tulang rawan dan disokong oleh ligamen dan hanya dapat sedikit bergerak. Ada dua tipe sendi kartilaginosa yaitu sinkondrosis adalah sendi sendi yang seluruh persendiannya diliputi oleh rawan hialin. Sendi sendi kostokondral adalah contoh dari sinkondrosis. Simfisis adalah sendi yang tulang tulangnya memiliki suatu hubungan fibrokartilago antara tulang dan selapis tipis rawan hialin yang menyelimuti permukaan sendi. Contoh sendi kartilago adalah simfisis pubis dan sendi sendi pada tulang punggung.

4) Sendi Sinovial/sinovial joint

Sendi ini dilengkapi oleh kartilago yang melicinkan permukaan sendi, kapsul sendi (kantong

sendi), membran sinovial (bagian dalam kapsul), cairan sinovial yang berfungsi sebagai pelumas dan ligamen yang berfungsi memperkuat kapsul sendi. Cairan sinovial normalnya bening, tidak membeku, dan tidak berwarna atau berwarna kekuningan. Jumlah yang ditemukan pada tiap tiap sendi normal relatif kecil (1 sampai 3 ml). Sendi ini mempunyai pergerakan yang terbatas atau bahkan tidak dapat bergerak sama sekali. Sendi ini dijumpai pada tulang tengkorak dimana lempeng-lempeng tulang tengkorak

Jaringan penghubung terdiri atas serabut-serabut yang kuat dan lentur. Jaringan penghubung berfungsi untuk pengikat dan penghubung dan penghubung antarjaringan. Tendon, fascia, ligament, tulang dan kartilago merupakan jaringan penghubung yang berfungsi untuk meyokong tubuh, mengirimkan gaya, dan mengontrol kesatuan struktur tubuh.

E. Jaringan Penyokong

Fungsi:

- a. Menghubungkan satu jaringan dengan jaringan lain
- b. Mengikat, melekatkan atau menghubungkan berbagai alat
- c. Mengisi dan menyokong tubuh

Ciri-ciri:

- a. Letak sel-sel jaringan ikat tidak berhimpitan, jika berhubungan hanya pada ujung protoplasmanya,
- b. Memiliki komponen intraseluler atau matriks,
- c. Bentuk sel tidak teratur, sitoplasma bergranula dan inti sel menggelembung.

Jaringan ikat terdiri:

a. Jaringan ikat padat

Tersusun atas serabut kolagen putih & elastin, yang liat dan kuat; matriks rapat (padat), contoh: tendon, ligamen, fasia.

b. Jaringan ikat longgar

Tersusun banyak macam sel disebut fibroblas (fibrosit), sel plasma, makrofag, sel darah putih, serabut kolagen dan elastin, dan matriks longgar. contoh: diantara dan di sekitar organ, pembuluh darah, dan di bawah kulit.

c. Jaringan lemak (adipose)

Bentuk longgar, tersusun dari sel-sel lemak yg berinding tipis dan di dalamnya terdapat rongga yang penuh tetes lemak. contoh: dibawah kulit, sekitar ginjal, bantalan persendian, dan dalam sumsum tulang panjang.

d. Jaringan tulang

Merupakan jaringan penyokong, menegakkan tubuh. Sel-selnya disebut osteosit, berada dlm lakuna. Matriks mengalami pengapuran (kalsifikasi) yg mengandung Ca-karbonat dan Ca-fosfat; sehingga keras dan kuat. Proses penulangan disebut ossifikasi. Meliputi jaringan tulang kompak dan spons.

e. Jaringan tulang rawan (kartilago)

Termasuk jaringan penyokong. Selnya disebut kondrosit, berada dalam lakuna. Matriks elastis dan padat oleh sel-sel rawan di dalam rongga matriks. Pada anak berasal dari jaringan ikat embrional (mesenkim) dan orang dewasa dibentuk dari selaput rawan (perikondrium). Dibedakan menjadi

kartilago hialin (trachea, permukaan tulang sendi), fibrosa (cakram antar ruas tulang belakang, simfisis pubis) & elastis (daun telinga, epiglotis, laring, pmbuluh eustachia).

f. Jaringan darah

Komponen eritrosit, leukosit, trombosit, plasma darah. Fungsinya mengangkut sari makanan, hasil metabolisme, imunitas dan pembekuan darah.

g. jaringan limfe

Komponennya limfosit, granulosit. Berada dalam cairan limfe (terdiri dari air, glukosa, lemak dan garam). Beredar dlm pembuluh limfe,& dpt keluar dr pembuluh limfe membasahi rongga2 jaringan antar sel. Fungsi: mengangkut lemak, protein & cairan jaringan.

F. Anatomi Sistem Muskulus (Otot Lurik, Jantung, Polos)

Otot merupakan organ tubuh yang mempunyai kemampuan mengubah energi kimia menjadi energi mekanik/gerak sehingga dapat berkontraksi untuk menggerakkan rangka. Ada 3 jenis otot yaitu otot jantung, otot polos dan otot rangka.

1. Anatomi Otot Jantung

Tipe otot jantung utama: otot atrium, otot ventrikel, dan serabut otot eksitatorik dan konduksi khusus. Otot jantung seperti otot lurik dan juga suatu sinsitium karena terdapat diskus interkalatus, merupakan suatu membran sel yang memisahkan masing-masing sel otot jantung berupa daerah gelap yang menyilang serabut otot jantung.

Pada setiap diskus interkalatus membran selnya

saling bergabung satu sama lain membentuk “taut berhubungan” (gap junctions) yang permeable, yang memungkinkan difusi ion-ion yang hampir sepenuhnya bebas bergerak dalam cairan intrasel sepanjang sumbu longitudinal serabut otot jantung sehingga potensial aksi dapat berjalan dari sel ke sel, melewati diskus interkalatus.

Jantung terdiri atas dua sinsitium yaitu sinsitium atrium dan sinsitium ventrikel. Atrium dan ventrikel dipisahkan oleh jaringan fibrosa yang mengelilingi pembukaan katup atrioventrikuler (A-V).

Potensial aksi dihantarkan melalui jaringan fibrosa lewat sistem hantaran khusus yang disebut berkas A-V. Pembagian otot jantung menjadi dua sinsitium fungsional akan menyebabkan atrium berkontraksi sesaat sebelum kontraksi ventrikel, yang penting bagi efektivitas pompa jantung. (Guyton, 2008). Potensial aksi yang berlangsung lebih lama ditimbulkan oleh pembukaan dua kanal, kanal cepat natrium dan kanal kalsium-natrium (kanal lambat kalsium).

Ketika kanal lambat kalsium terbuka, sebagian besar ion kalsium dan ion natrium mengalir dan masuk ke serabut otot jantung, sehingga terjadi depolarisasi, lebih lanjut, ion kalsium yang berasal dari retikulum sarkoplasmik intrasel yang masuk selama fase pendataran membangkitkan proses kontraksi otot. Segera sesudah potensial aksi timbul, permeabilitas membran otot jantung terhadap ion kalium menurun, sehingga menurunkan pengeluaran ion kalium selama terjadinya pendataran potensial aksi. Bila kanal lambat kalsium-natrium tertutup,

permeabilitas membran untuk kalium akan meningkat dan terjadi pengeluaran dari serabut sehingga terjadilah istirahat (repolarisasi). (Guyton, 2008)

2. Anatomi otot lurik

Otot lurik atau disebut juga dengan otot rangka karena melekat pada rangka dan berfungsi menggerakkan rangka. Otot lurik tersusun atas serabut-serabut otot atau miofibril yang berinti banyak. Miofibril dalam plasma berwarna gelap dan terang, tersusun teratur, dan tampak bergaris sehingga disebut otot serat lintang atau otot lurik. Miofibril membentuk kumpulan serabut yang disebut otot atau daging. Tiap kumpulan serabut dilindungi oleh selaput yang disebut fascia propria, sedangkan otot atau daging dilindungi oleh selaput fascia superfisial.

Biasanya gabungan otot berbentuk kumparan dengan bagian tengahnya menggelembung disebut empal atau ventrikel. Sementara itu, bagian tepi gabungan otot tersebut mengecil disebut urat otot atau tendon. Bagian empal dapat berkontraksi mengerut dan mengendur. Setiap otot memiliki dua buah tendon atau lebih. Tendon yang melekat pada tulang yang bergerak disebut insersio, sedangkan tendon yang melekat pada tulang yang tidak bergerak disebut origo.

Otot lurik disebut otot sadar karena bekerjanya dikendalikan oleh kehendak kita. Kontraksinya cepat, tidak teratur, dan mudah lelah. Otot lurik dapat bergerak karena rangsang berupa panas, dingin, arus listrik, dan rangsang kimia.

3. Anatomi otot polos

Jenis otot ini disebut juga sebagai otot tidak lurik atau otot involunter. Otot polos terutama terdapat pada bagian visceral, membentuk bagian yang kontraktile pada dinding saluran cerna sejak pertengahan esophagus sampai ke anus, termasuk saluran-saluran keluar kelenjar yang berhubungan dengan sistem ini. Terdapat juga pada sistem pernafasan, sistem reproduksi, pada arteri dan vena, pembuluh limfe, dan dari visera berongga. Serat otot polos dalam keadaan relaksasi merupakan sel panjang, berbentuk gelondong, meruncing di kedua ujungnya dan mempunyai bagian tengah yang lebih lebar, tempat letak intinya. Ukuran tergantung tempatnya dari 20 micrometert pada pembuluh darah sampai 0,005 mm dalam rahim wanita hamil.

Dalam sarkoplasma sekitar inti, khususnya pada kutub, terdapat mitokondria, sejumlah elemen dari Retikulum granular dan ribosom-ribosom bebas, suatu aparat golgi kecil, glikogen dan sesekali titik-titik lipid. Sisa sarkoplasma terutama mengandung miofilamen tebal dan tipis dengan perbandingan yang lebih banyak. Sarkolema sebesar 7 nm, diluarnya dilapisi suatu lamina basal, serat-serat retikular dan elastin mengisi celah-celah interseluler sempit.

Dapat dikatakan satuan kontraktile otot polos adalah sel dan bukan sarkomer (yang tidak ada rupanya "attachment plaque". Pada sarkolema dan dense bodies dalam sarkoplasma dihubungkan oleh berkas-berkas filamen menengah dengan garis tengah 10 nm, membentuk suatu rangka atau kerangka dalam sev. Badan padat mengandung alfa aktinin,

suatu protein yang dapat pada garis-garis yang menjadi tempat perlekatan miofilamen tipis. Kekuatan kontraksi dihasilkan oleh mekanisme filamen yang bergeser antara miofilamen tebal dan tipis dan diteruskan oleh badan padan padat kerangka bsev yang terdiri dari filamen-filamen 10 nm, untuk memendekkan panjang sel.

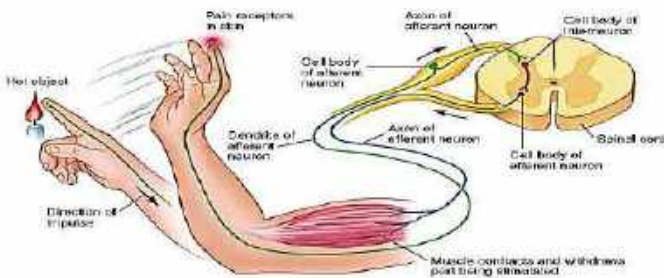
Sebagian besar otot polos dibentuk melalui perkembangan sel-sel mesenkim, walaupun yang terdapat pada iris berasal dari ectoderm. Dalam hubungan dengan beberapa kelenjar dan saluran keluarganya seperti kelenjar-kelenjar liur, kelenjar keringat, dan kelenjar lakrimal, ada sel-sel dengan banyak cirri khas otot polos yang berkembang dari ektoderm dan sel mioepitel. Sel otot polos dapat bertambah ukurannya akibat rangsangan fisiologis (dalam rahim selama kehamilan) dan akibat rangsangan patologis (dalam arteriol pada hipertensi) tyerutama oleh bertambah besarnya masing-masing sel otot.

G. Mekanisme Reflek

Gerak refleks adalah gerak yang dihasilkan oleh jalur saraf yang paling sederhana. Jalur saraf ini dibentuk oleh sekuen neuron sensor, interneuron, dan neuron motor, yang mngalirkan impuls saraf untuk tipe refleks tertentu. Gerak refleks yang paling sederhana hanya memerlukan dua tipe sel sraf yaitu neuron sensor dan neuron motor.

Gerak refleks disebabkan oleh rangsangan tertentu yang biasanya mengejutkan dan menyakitkan. Misalnya bila telunjuk terkena api.

Berikut skema gerak refleks:



Gerak refleks terjadi apabila rangsangan yang diterima oleh saraf sensorik langsung disampaikan oleh neuron perantara (neuron penghubung). Hal ini berbeda sekali dengan mekanisme gerak biasa.

Gerak biasa rangsangan akan diterima oleh saraf sensorik dan kemudian disampaikan langsung ke otak. Dari otak kemudian dikeluarkan perintah ke saraf motorik sehingga terjadilah gerakan. Artinya pada gerak biasa gerakan itu diketahui atau dikontrol oleh otak. Sehingga oleh sebab itu gerak biasa adalah gerak yang disadari.

H. Kontraksi otot

Setelah struktur otot dan komponen-komponen penyusunnya ditinjau, mekanisme atau interaksi antar komponen-komponen itu akan dapat menjelaskan proses kontraksi otot.

1. Filamen-filamen tebal dan tipis yang saling bergeser saat proses kontraksi

Panjang otot yang berkontraksi akan lebih pendek daripada panjang awalnya saat otot sedang

rileks. Pemendekan ini rata-rata sekitar sepertiga panjang awal. Melalui mikroskop elektron, pemendekan ini dapat dilihat sebagai konsekuensi dari pemendekan sarkomer. Saat pemendekan berlangsung, panjang filamen tebal dan tipis tetap dan tak berubah (dengan melihat tetapnya lebar lurik A dan jarak disk Z sampai ujung daerah H tetangga) namun lurik I dan daerah H mengalami reduksi yang sama besarnya. Berdasarkan pengamatan ini, Hugh Huxley, Jean Hanson, Andrew Huxley dan R. Niedergerke pada tahun 1954 menyarankan model pergeseran filamen (=filament-sliding). Model ini mengatakan bahwa gaya kontraksi otot itu dihasilkan oleh suatu proses yang membuat beberapa set filamen tebal dan tipis dapat bergeser antar sesamanya.

2. Aktin merangsang Aktivitas ATPase Miosin

Asal-usul gaya kontraktile. Pada tahun 1940, Szent-Gyorgi kembali menunjukkan mekanisme kontraksi. Pencampuran larutan aktin dan miosin untuk membentuk kompleks bernama Aktomiosin ternyata disertai oleh peningkatan kekentalan larutan yang cukup besar. Kekentalan ini dapat dikurangi dengan menambahkan ATP ke dalam larutan aktomiosin. ATP mengurangi daya tarik atau afinitas miosin terhadap aktin.

Selanjutnya, untuk dapat mendapatkan penjelasan lebih tentang peranan ATP dalam proses kontraksi itu, kita memerlukan studi kinetika kimia. Daya kerja ATPase miosin yang terisolasi ialah sebesar 0.05 per detik. Daya kerja sebesar itu ternyata jauh lebih kecil dari daya kerja ATPase

miosin yang berada dalam otot yang berkontraksi. Bagaimanapun juga secara paradoks, adanya aktin (dalam otot) meningkatkan laju hidrolisis ATP miosin menjadi sekitar 10 per detiknya. Karena aktin menyebabkan peningkatan atau peng-akti-vasian miosin inilah, muncullah sebutan aktin.

Selanjutnya, Edwin Taylor mengemukakan sebuah mode hidrolisis ATP yang dimediasi/ditengahi oleh aktomiosin. Model ini dapat dilihat pada skema gambar 8. Pada tahap pertama, ATP terikat pada bagian myosin dari aktomiosin dan menghasilkan disosiasi aktin dan miosin. Miosin yang merupakan produk proses ini memiliki ikatan dengan ATP. Selanjutnya, pada tahap kedua, ATP yang terikat dengan myosin tadi terhidrolisis dengan cepat membentuk kompleks miosin-ADP-Pi. Kompleks tersebut yang kemudian berikatan dengan Aktin pada tahap ketiga. Pada tahap keempat yang merupakan tahap untuk relaksasi konformasional, kompleks aktin-miosin-ADP-Pi tadi secara tahap demi tahap melepaskan ikatan dengan Pi dan ADP sehingga kompleks yang tersisa hanyalah kompleks Aktin-Miosin yang siap untuk siklus hidrolisis ATP selanjutnya. Akhirnya dapat disimpulkan bahwa proses terkait dan terlepasnya aktin yang diatur oleh ATP tersebut menghasilkan gaya vektorial untuk kontraksi otot.

3. Model untuk interaksi Aktin dan Miosin berdasar strukturnya

Rayment, Holden, dan Ronald Milligan telah memformulasikan suatu model yang dinamakan kompleks rigor terhadap kepala S1 miosin dan Faktin.

Mereka mengamati kompleks tersebut melalui mikroskopi elektron. Daerah yang mirip bola pada S1 itu berikatan secara tangensial pada filament aktin pada sudut 45^o terhadap sumbu filamen. Sementara itu, ekor S1 mengarah sejajar sumbu filamen. Relasi kepala S1 miosin itu nampaknya berinteraksi dengan aktin melalui pasangan ion yang melibatkan beberapa residu Lisin dari miosin dan beberapa residu asam Aspartik dan asam Glutamik dari aktin.

4. Kepala-kepala Miosin “berjalan” sepanjang filamen-filamen aktin

Hidrolisis ATP dapat dikaitkan dengan model pergeseran-filamen. Pada mulanya, kita mengasumsikan jika *cross-bridges myosin* memiliki letak yang konstan tanpa berpindah-pindah, maka model ini tak dapat dibenarkan. Sebaliknya, *cross-bridges* itu harus berulang kali terputus dan terkait kembali pada posisi lain namun masih di daerah sepanjang filamen dengan arah menuju disk Z.

Melalui pengamatan dengan sinar X terhadap struktur filamen dan kondisinya saat proses hidrolisis terjadi, Rayment, Holden, dan Milligan mengeluarkan postulat bahwa tertutupnya celah aktin akibat rangsangan (berupa eaksi ADP) itu berperan besar untuk sebuah perubahan konformasional (yang menghasilkan hentakan daya miosin) dalam siklus kontraksi otot. Postulat ini selanjutnya mengarah pada model “perahu dayung” untuk siklus kontraktil yang telah banyak diterima berbagai pihak. Pada mulanya, ATP muncul dan mengikatkan diri pada kepala miosin S1 sehingga celah aktin terbuka. Sebagai akibatnya, kepala S1 melepaskan ikatannya

pada aktin. Pada tahap kedua, celah aktin akan menutup kembali bersamaan dengan proses hidrolisis ATP yang menyebabkan tegaknya posisi kepala S1. Posisi tegak itu merupakan keadaan molekul dengan energi tinggi (jelas-jelas memerlukan energi). Pada tahap ketiga, kepala S1 mengikatkan diri dengan lemah pada suatu monomer aktin yang posisinya lebih dekat dengan disk Z dibandingkan dengan monomer aktin sebelumnya. Pada tahap keempat, Kepala S1 melepaskan Pi yang mengakibatkan tertutupnya celah aktin sehingga afinitas kepala S1 terhadap aktin membesar. Keadaan itu disebut keadaan transien. Selanjutnya, pada tahap kelima, hentakan-daya terjadi dan suatu geseran konformasional yang turut menarik ekor kepala S1 tadi terjadi sepanjang 60 Angstrom menuju disk Z. Lalu, pada tahap akhir, ADP dilepaskan oleh kepala S1 dan siklus berlangsung lengkap.

I. Skeleton

Tulang tubuh dikategorikan menjadi dua kelompok, Skele-aksialton dan kerangka apendikular. Tulang kerangka aksial berputar sekitar sumbu vertikal dari kerangka, sedangkan tulang-appendic kerangka ular membuat anggota badan yang telah ditambahkan ke aksial Skeleton.

Cranium dan wajah Tulang

Tengkorak terdiri dari 8 tulang tengkorak dan tulang wajah 14. Tulang tengkorak memberikan perlindungan bagi otak dan organ-organ visi, rasa, pendengaran, keseimbangan, dan bau. Tulang juga menyediakan lampiran untuk otot-otot yang

menggerakkan kepala dan mengendalikan ekspresi wajah dan mengunyah. Beberapa fitur umum dari tengkorak berikut:

1. Jahitan sendi saling bergerak yang bergabung tulang tengkorak bersama-sama. Fontanel adalah ruang antara tulang tengkorak yang dipenuhi dengan fibrosa membran. Ruang memberikan kelenturan untuk tengkorak ketika melewati melalui jalan lahir dan untuk pertumbuhan otak pada masa bayi. Tulang pertumbuhan akhirnya mengisi ruang pada usia dua.
2. Sutural (Wormian) tulang tulang sangat kecil yang berkembang di dalam jahitan. Jumlah dan lokasi berbeda.
3. The kubah tengkorak menunjukkan bagian atas, samping, depan, dan belakang cratitanium. Lantai kranial (basa) menunjukkan bagian bawah tengkorak.
4. Fosa kranial tiga depresi di lantai tempurung kepala. Ini fosa, yang disebut tengah, anterior, dan fosa kranial posterior, provide ruang yang mengakomodasi bentuk otak.
5. Rongga hidung dibentuk oleh tulang rawan dan tulang beberapa. Air memasuki rongga dipanaskan dan dibersihkan oleh lendir yang melapisi rongga.
6. Sinus (sinus paranasal) adalah lendir berlapis rongga di dalam tengkorak dan wajah tulang yang mengelilingi rongga hidung. Lendir rongga mensekresikan yang mengalir ke rongga hidung. Rongga juga bertindak sebagai resonansi ruang yang meningkatkan vokal (dan bernyanyi) berkualitas.

J. Sistem Muscular

Dengan pemahaman di mana otot berasal dan sisipan, Anda dapat menghitung gerakan yang akan terjadi pada sendi ketika dua poin yang dibawa bersama-sama mengikuti isotonik muscular kontraksi. Orientasi, penempatan, dan koordinasi ini otot memungkinkan tubuh manusia untuk memproduksi berbagai sukarela gerakan. Sistem otot terdiri dari otot rangka dan terkait connective jaringan. Ini tidak termasuk otot jantung atau otot polos, yang terkait dengan sistem di mana mereka ditemukan, seperti mobildiovascular, pencernaan, sistem organ kemih, atau lainnya.

Sebuah otot rangka dapat melampirkan tulang lain tulang (sering di sendi) atau tulang untuk struktur lain, seperti kulit. Ketika kontrak otot, salah satu struktur biasanya tetap diam, sementara lainnya bergerak.

Istilah-istilah berikut ini mengacu pada karakteristik kontraksi otot.

1. Asal otot adalah akhir otot yang melekat pada stationary struktur, biasanya tulang.
2. Masuknya otot adalah akhir otot yang melekat pada bergerak struktur. Perut otot adalah bagian dari otot antara asal dan penyisipan.

Beberapa otot biasanya mempengaruhi gerakan tubuh tertentu:

1. Penggerak utama adalah otot yang paling bertanggung jawab atas gerakan.
2. Synergists adalah otot lain yang membantu penggerak utama. Synergists dapat menstabilkan tulang terdekat atau memperbaiki gerakan yang prima penggerak.
3. Antagonis adalah otot yang menyebabkan gerakan berlawanan dengan yang penggerak utama. Jika prime mover menimbulkan lengan, maka yang

antagonis menarik lengan bawah. Antagonis umumnya melekat pada berlawanan sisi sendi yang penggerak utama terpasang.

K. Nama Otot Skeletal

Otot rangka sering dinamai karakteristik sebagai berikut:

1. Jumlah asal. Bisep, trisep, paha depan dan menunjukkan dua, tiga, dan empat asal masing-masing.
2. Lokasi asal atau penyisipan. The sternokleidomastoid nama-nama sternum ("sterno") dan klavikula ("cleido") sebagai asal-usulnya dan mastoid proses tulang temporal sebagai penyisipan.
3. Location. Selain asal atau penyisipan, nama otot mungkin menunjukkan tulang terdekat atau wilayah tubuh. Sebagai contoh, temporalis otot meliputi tulang temporal.
4. Shape. Deltoid (segitiga), trapezius (trapesium), serratus (melihat-bergigi) dan rhomboideus utama (rhomboid) otot memiliki nama yang menggambarkan bentuk mereka.
5. Arah dari serat otot. Rektus istilah (parallel), melintang (perpendicular), dan miring (miring) dalam nama otot mengacu pada arah serat otot sehubungan dengan garis tengah tubuh.
6. Ukuran. Maximus (terbesar), minimus (terkecil), longus (terpanjang), dan brevis (terpendek) adalah akhiran yang umum ditambahkan ke nama otot.

Istilah-istilah seperti fleksor, ekstensor, abductor, dan adduktor yang ditambahkan sebagai awalan untuk nama otot untuk menunjukkan jenis gerakan dihasilkan oleh otot.

L. Otot Ukuran dan Penyusunan Otot fasikula

Ukuran otot mempengaruhi kemampuannya.

Ketika serat otot (sel) kontrak, dapat mempersingkat untuk hampir setengah panjang santai. Semakin lama seorang muscle serat, maka rentang yang lebih besar gerakan dapat menghasilkan. Sebaliknya, peningkatan jumlah serat otot meningkatkan kekuatan kontraksi.

Serat otot dikelompokkan menjadi fasikula, yang, pada gilirannya, dikelompokkan bersama-sama untuk membentuk otot. Ukuran (panjang) dan jumlah fasikula menghalangi menambang kekuatan dan jangkauan gerakan otot. Umum jilid pola berikut:

1. Fasikula Paralel memiliki sumbu panjang mereka sejajar satu sama lain. Paralelfasikula dapat flat, atau straplike, atau mereka dapat tonjolan di perut mereka dan spindel akan berbentuk, atau fusiform.
2. Fasikula Edaran tersebut diatur dalam lingkaran konsentris. Otot dengan ini pola otot sphincter bentuk yang mengendalikan pembukaan dan penutupan dari lubang.
3. Fasikula Pennate pendek dan melampirkan obliquely ke tendon panjang yang meluas di seluruh otot. Dalam pola unipennate, yang muscle menyerupai satu setengah dari bulu (tendon diwakili oleh poros dari bulu). Pola bipennate menyerupai bulu lengkap, dengan fasikula melekat pada kedua sisi tendon sentral. Multipola pennate dari fasikula menyerupai tiga atau lebih bulu terpasang dipangkalan mereka.

M. Sistem Muskuloskeletal

Mengetahui organisasi otot daerah tubuh sangat penting dalam anatomi. Dengan mengetahui di mana otot berada, Anda dapat memperkirakan perubahan yang terjadi pada otot ketika dua poin dibawa bersama-sama mengikuti kontraksi otot isotonik. Orientasi, penempatan, dan koordinasi otot memungkinkan tubuh manusia untuk melakukan berbagai gerakan spontan.

Sistem otot terdiri dari otot rangka dan sistem otot dihubungkan jaringan ikat. Sistem otot tidak termasuk otot jantung atau otot polos yang terkait dengan sistem di mana mereka ditemukan, seperti kardiovaskular, pencernaan, saluran kencing, atau sistem organ lainnya.

N. Skeletal Muscle Actions

Otot rangka dapat melekatkan tulang dengan tulang lainnya (sendi) atau tulang dengan organ lain seperti kulit. Ketika otot berkontraksi, salah satu struktur biasanya tetap diam ketika struktur lain berpindah (berkontraksi).

O. Istilah-istilah berikut ini mengacu pada karakteristik kontraksi otot

Otot selalu melekat pada tulang. Insertion otot adalah otot yang melekat pada struktur yang bergerak. Perut otot adalah bagian dari otot antara asal dan Insertion.

Otot yang mempengaruhi gerak - gerak tertentu:

Penggerak utama (prime mover) adalah otot yang paling bertanggung jawab atas gerakan.

Otot Sinergis adalah otot lain yang membantu penggerak utama. Sinergis dapat menstabilkan tulang terdekat atau memperbaiki gerakan penggerak utama.

Otot Antagonis adalah otot yang menyebabkan

gerakan berlawanan dengan yang penggerak utama. Jika prime mover menarik lengan, kemudian antagonisnya menarik lengan bawah. Otot Antagonis umumnya melekat berlawanan sisipada sendi penggerak utama.

P. Nama-Nama Otot Rangka

Jumlah berdasarkan asal: Bisep, trisep, paha depan dan quadriceps menunjukkan dua, tiga, dan empat asal masing-masing. Lokasi asal atau penyisipan. Sternocleidomastoid nama-nama sternum ("sterno") dan klavikula ("cleido") sebagai asal-usulnya dan mastoid Proses tulang temporal sebagai penyisipan. Selain asal atau penyisipan, nama otot mungkin menunjukkan tulang terdekat atau wilayah tubuh. Sebagai contoh, temporalis otot meliputi tulang temporal. Deltoid (segitiga), trapezius (trapesium), serratus (sawtoothed) dan rhomboideus utama (rhomboid) otot memiliki nama yang menggambarkan bentuk mereka.

Arah serat otot. Rektus istilah (parallel), melintang (tegak lurus), dan miring, nama otot mengacu pada arah serat otot sehubungan dengan garis tengah tubuh.

Ukuran maximus (terbesar), minimus (terkecil), longus (terpanjang), dan brevis (terpendek) adalah akhiran yang umum ditambahkan ke nama otot.

Gerakan. Istilah-istilah seperti fleksor, ekstensor, abductor, dan adduktor yang ditambahkan sebagai awalan untuk nama otot untuk menunjukkan jenis gerakan dihasilkan oleh otot.

Q. Ukuran Otot Dan Penyusun Otot Fasikula

Ukuran otot mempengaruhi kemampuannya. Ketika serat otot (sel) berkontraksi, dapat mempersingkat relaksasi. Semakin besar otot serat, maka dapat menghasilkan gerakan yang lebih besar. Sebaliknya, peningkatan jumlah serat otot meningkatkan kekuatan kontraksi.

Serat otot dikelompokkan menjadi fasikula yang dikelompokkan bersama-sama untuk membentuk otot. Ukuran (panjang) dan jumlah fasikula menentukan kekuatan dan jangkauan gerakan otot.

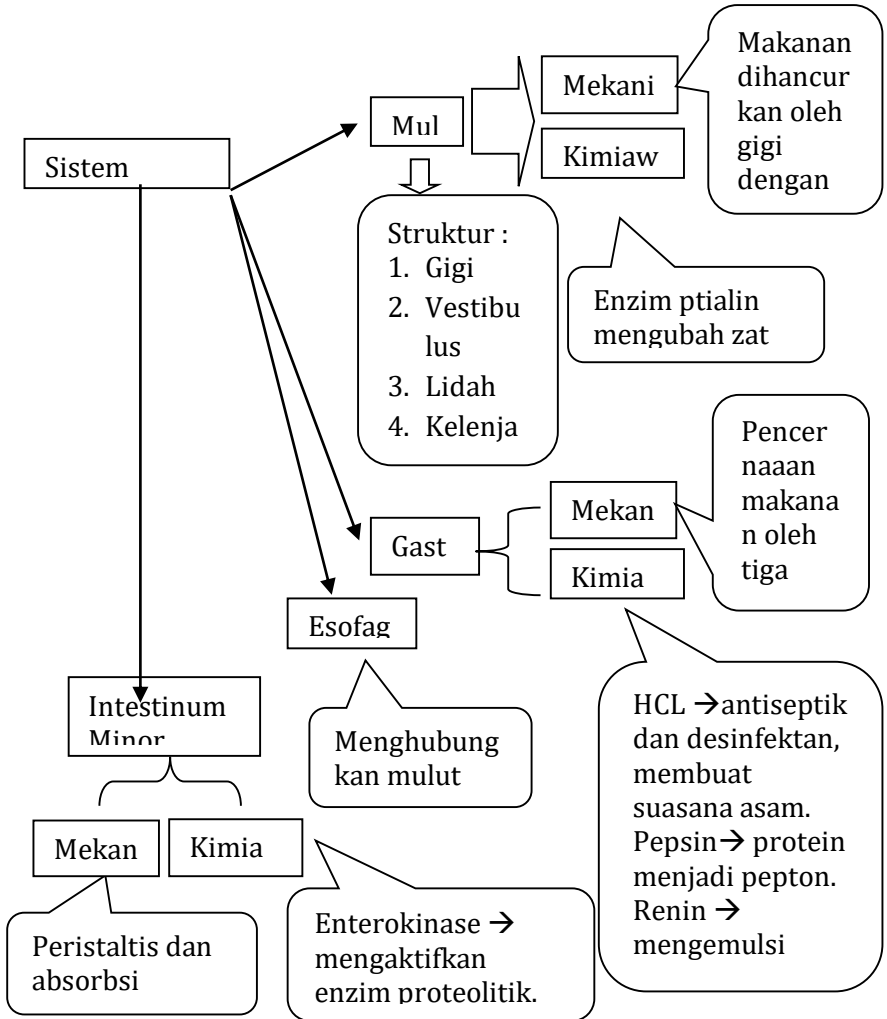
Secara Umum dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Fasikula Paralel memiliki sumbu panjang yang sejajar satu sama lain. Paralel fasikula berbentuk flat, atau straplike, atau dapat berupa tonjolan di perut dan akan berbentuk spindel atau fusiform. Peredaran Fasikula diatur dalam lingkaran konsentris. Otot dengan otot sphincter bentuk seperti pola yang mengendalikan pembukaan dan penutupan lubang.
2. Fasikula Pennate pendek dan melekatkan obliquely ke tendon panjang yang meluas di seluruh otot. Dalam pola unipennate, otot menyerupai satu setengah dari bulu (tendon diwakili oleh batang bulu). Pola bipennate menyerupai bulu lengkap, dengan fasikula melekat pada kedua sisi tendon sentral. Pola multipennate dari fasikula menyerupai tiga atau lebih bulu yang melekat di pangkalan mereka.

BAB IV

SISTEM PENCERNAAN (*TRAKTUS DIGESTIVUS*)

Peta Konsep



ANATOMI DAN FISIOLOGI SISTEM PENCERNAAN (Tractus Digestivus)

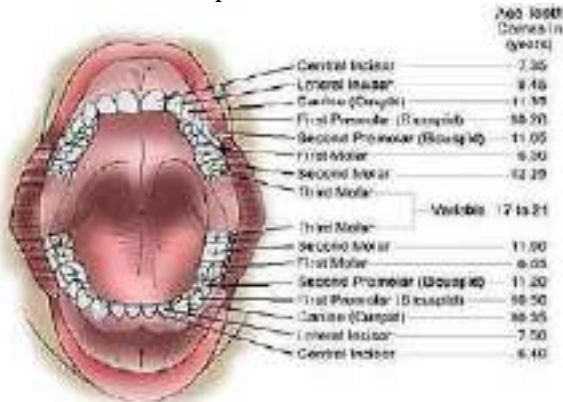
A. Anatomi sistem pencernaan

1. Oris

Rongga mulut menelan makanan, menggiling dan mencampurnya dengan air liur, memulai pencernaan karbohidrat, hasilnya dalam bentuk bolus, menelan bolus.

Struktur dalam rongga mulut adalah sebagai berikut:

- Gigi:** empat tipe gigi: **seri** (4 atas, 4 bawah) untuk memotong makanan, **taring** (2 atas, 2 bawah) untuk merobek makanan, **geraham depan** (4 atas, 4 bawah) dan **geraham belakang** (6 atas, 6 bawah) untuk menghancurkan dan menggiling makanan.
- Vestibulus :** rongga sempit antara pipi, gigi, dan bibir
- Lidah:** mengaduk makanan, membentuk suara, tempat merasakan makanan.
- Kelenjar ludah:** tiga pasang kelenjar ludah: kelenjar parotis terletak di atas otot masseter, kelenjar submandibularis di dasar lidah, Kelenjar sublingualis di bawah lidah, memproduksi kelenjar ludah dan memulai pencernaan kimia karbohidrat.



e. **Palatum:** terdapat palatum keras bagian depan dan palatum lunak bagian belakang. Uvula (anak lidah) tergantung dari palatum lunak. Palatum lunak menutup nasofaring pada waktu menelan.

2. Faring

Menghubungkan rongga mulut dengan esophagus. Fungsinya untuk menelan.

3. Esophagus

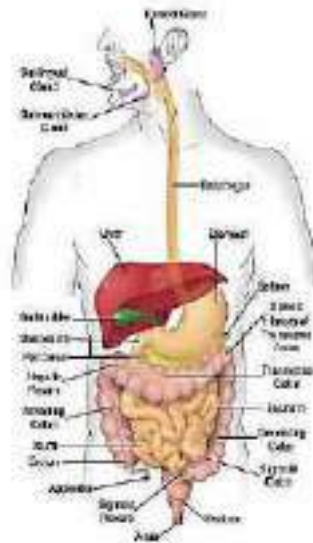
Saluran yang terletak di dada di belakang trakea yang menghubungkan faring ke lambung. Membawa bolus ke lambung dengan gerakan peristaltic.

4. Gaster

Lambung menerima bolus dari esophagus; mengaduk bolus dengan getah lambung menjadi kim; mulai mencerna protein; melakukan penyerapan secara terbatas; dan memindahkan kim ke duodenum. Spesialisasi dari tunik lambung termasuk: penambahan lapisan otot lembut, lapisan miring, lipatan panjang dari mukosa disebut rugae dan kelenjar lambung, yang mana mensekresikan getah lambung.

B. Diagram Sistem Pencernaan Manusia

- a. Pelenjaran ludah
- b. parotis
- c. submandibularis (bawah rahang)
- d. sublingualis (bawah lidah)
- e. rongga mulut
- f. tekak / faring
- g. lidah
- h. kerongkongan / esofagus
- i. pankreas
- j. lambung
- k. saluran pankreas
- l. hati
- m. kantung empedu
- n. usus dua belas jari
(*duodenum*)
- o. saluran empedu
- p. usus besar / kolon
- q. kolon datar (*transverse*)
- r. kolon naik (*ascending*)
- s. kolon turun (*descending*)
- t. usus kecil (*ileum*)
- u. sekum
- v. umbai cacing
- w. poros usus / rektum
- x. anus



5. Intestinum minor

Daerah diantara lambung dan intestinum mayor, panjangnya sekitar 10 kaki. Organ ini menerima kim dari lambung, sekresi penyerapan nutrient, dan transport limbah ke intestinum mayor.

- a. Duodenum: dari spingter pilorik lambung ke usus 12 jari panjangnya sekitar 10inci. Umumnya saluran empedu dan saluran pancreas kosong sampai usus 12 jari.
- b. Jejunum: bagian tengah intestinum minor. Dicirikan dengan lipatan dalam mukosa dan submukosa, plika sirkuler.
- c. Ileum: gabungan sekum intestinum mayor pada katup illeosekalis. Modifikasi dari intestinum minor mempermudah penyerapan. Plika sirkuler dan vili, tampilan mukosa yang menyerupai jari memperluas area penyerapan. Setiap vili terdapat jaringan kapiler dan saluran limfe serta berisi lacteal. Molekul makanan masuk saluran melalui mikrovili. Pada dasar vili terdapat kelenjar intestinum yang menghasilkan enzim pencernaan.

6. Intestinum mayor

Panjangnya dari katup ileosekalis sampai anus, sekitar 5 kaki. Bagian ini menerima hasil pencernaan dari intestinum minor, menyerap air dan zat-zat elektrolit, dan mengeluarkan feses melalui defekasi.

7. Colon

- a. Kolon asendens: meluas ke kanan atas dari sekum ke hati, di fleksura hepatica.
- b. Kolon transversum: melintang melintasi bagian atas rongga peritoneal.
- c. Kolon desendens: meluas ke kiri bawah dari fleksura lienalis ke pelvis.
- d. Kolon sigmoid: terletak miring dalam rongga pelvis sebelah kiri.

Pada apendiks terdapat jaringan limfatik yang melekat pada sekum. Tunik, mukosa, dan submukosa memiliki kantung yang disebut haustra; otot yang

terdapat pita memanjang disebut taenia coli, dan terdapat kantong lemak yang disebut eplipoik appendages.

8. Rectum

Bagian akhir dari intestinum mayor.

9. Hepar

Terbagi menjadi 4 lobus:

- a. Lobus kanan dan lobus kiri: dipisahkan oleh ligamentum falsiformis.
- b. Lobus kaudata: dekat vena cava inferior.
- c. Lobus quadrates: diantara lobus kiri dan kandung empedu.

Hati menerima darah yang mengandung oksigen dari arteri hepatica, cabang dari arteri siliaka. Hati juga menerima darah yang mengandung sari-sari makanan dari vena portal hepatica yang mana mengangkut darah vena dari system pencernaan. Di pembuluh sinusoid, darah dari dua sumber dicampur. Oksigen, nutrisi, dan racun diekstraksi oleh sel hepatica.

Kandung empedu merupakan organ yang menyerupai kantong yang melekat di permukaan hati bagian atas. Menyimpan dan menyatukan empedu. Empedu diproduksi di hati, mengalir melalui saluran hepatica dan saluran empedu ke duodenum. Ketika intestinum minor kosong, empedu dipaksa saluran sistik menuju kandung empedu untuk penyimpanan.

10. Pancreas

Terletak secara horizontal sepanjang dinding lambung belakang, berdekatan dengan lekukan perut yang lebih besar.

C. Fisiologi Sistem Pencernaan

1. Hepar, pancreas, empedu

a. Hepar

Fungsi hepar:

- 1) Sintesis, menyimpan, dan melepaskan vitamin dan glikogen.
- 2) Sintesis protein darah.

- 3) Fagositosis sel darah merah dan sel darah putih yang tua serta bakteri.
- 4) Memindahkan senyawa racun
- 5) Menghasilkan empedu, yang mana mengemulsikan lemak di duodenum.

b. Pancreas

Sekresi dari pancreas disebut jus pancreas, termasuk enzim amylase, tripsin, karboksipeptidase, protease, dan lipase. Natrium bikarbonat juga diproduksi untuk menghasilkan larutan alkali pancreas. Larutan alkali menetralkan hcl dalam lambung dan menyediakan lingkungan yang optimal untuk aksi enzim.

Kelenjar pancreas diproduksi dalam kelompok sel eksokrin yang disebut asinus. Sel yang tersisa di pancreas ($\pm 1\%$) juga membentuk pulau langerhans. Ini merupakan sel endokrin yang menghasilkan hormone insulin, glucagon, somatostasin, dan pancreas polipeptida.

Kelenjar pancreas dikumpulkan dalam saluran kecil yang bergabung membentuk dua saluran besar. Saluran pancreas utama (duktus wirsung) keluar pancreas dan bergabung dengan saluran empedu dari hati dan kantung empedu. Kombinasi saluran disebut ampula hepatopankreatik (ampula vater), kemudian memasuki duodenum. Saluran yang lebih kecil disebut aksesoris saluran pankreas (duktus santorini), bergabung dengan duodenum langsung.

c. Empedu

Empedu terdiri dari garam empedu, pigmen empedu, fosfolipid (termasuk lesitin), kolesterol, dan berbagai ion. Pigmen utama empedu adalah bilirubin yaitu produk akhir dari pemecahan hemoglobin sel darah merah yang keluar. Meskipun beberapa empedu hilang dalam feses, banyak empedu yang diserap kembali oleh usus kecil dan kembali ke hati melalui pembuluh darah portal.

2. Gerakan dan sekresi gastrointestinal

Perlakuan makanan pada system pencernaan:

- a. Menelan adalah proses makan.
- b. Propulsi adalah gerakan makanan sepanjang saluran pencernaan. Sarana utama propulsi adalah gerakan peristaltic, sarana kontraksi dan relaksasi otot polos yang melapisi dinding organ pencernaan dan mendorong makanan untuk bergerak maju.
- c. Sekresi enzim pencernaan dan substansi cair lainnya, menyesuaikan ph, dan mencerna makanan secara kimia.
- d. Pencernaan mekanik adalah proses mencerna makanan secara fisika menjadi bagian kecil-kecil. Proses ini dimulai dengan mengunyah makanan dan berlanjut mengaduk dengan otot perut. Penambahan putaran terjadi di usus halus melalui penyempitan otot dinding usus. Proses ini disebut segmentasi, mirip dengan peristaltic.
- e. Pencernaan kimia adalah proses memecah makanan secara kimia menjadi molekul sederhana. Proses ini dilakukan oleh enzim di perut dan intestinum minor.
- f. Penyerapan adalah perpindahan molekul dari system pencernaan ke pembuluh darah dan saluran limfa. Penyerapan adalah masuknya makanan cerna ke dalam tubuh.
- g. Defekasi adalah proses pengeluaran materi yang tidak dicerna melalui anus.

3. Pencernaan secara mekanis (fungsi motorik pencernaan), enzimatis

Selama pencernaan, .mumnya empat kelompok yang berbeda dari molekul ditemui. Masing-masing dipecah menjadi komponen molekulnya oleh enzim yang spesifik:

- a. Karbohidrat kompleks atau polysakarida, dipecah menjadi oligosakarida (terdiri dari dua sampai sepuluh monosakarida terkait), disakarida, atau monosakarida individu. (Seperti glukosa atau

- fruktosa). Enzim amylase memecah pati.
- b. Protein dipecah menjadi asam amino rantai pendek (peptida) atau asam amino tunggal oleh enzim protease.
 - c. Lemak dipecah menjadi asam lemak dan gliserol oleh enzim lipase.
 - d. Asam nukleat dipecah menjadi nukleotida oleh enzim nukleases

Absorpsi zat makanan

Usus kecil adalah lokasi utama di saluran pencernaan untuk penyerapan nutrisi:

- a. Karbohidrat, protein, asam nukleat, dan vitamin yang larut dalam air. Komponen molekul-molekul diserap dengan cara difusi. Kemudian diteruskan ke darah kapiler.
- b. Vitamin b12. Vitamin b12 bergabung dengan factor intrinsic (diproduksi di perut) dan diserap oleh reseptor mediasi endositosis. Kemudian diteruskan ke kapiler darah.
- c. Lipid dan vitamin larut dalam lemak. Karena vitamin yang larut dalam lemak dan komponen lipid yang tidak larut dalam air dikemas dan dikirim ke sel-sel dalam larutan garam empedu yang disebut misel. Kemudian diserap dengan cara difusi sederhana, sekali di dalam sel, bercampur dengan kolesterol dan protein dalam bentuk kilomikron. Kilomikron diteruskan kapiler limfatik. Ketika getah bening bermuara darah, kilomikron dipecah oleh lipoprotein.
- d. Lipase dan produk pemecahan asam lemak dan gliserol, masuk melalui dinding kapiler darah untuk diserap oleh berbagai sel.
- e. Air dan elektrolit. Sekitar 90% air di lambung diserap, termasuk berbagai ion elektrolit, termasuk na +, k +, cl-, nitrat, kalsium, dan zat besi.

4. Pengaturan system pencernaan oleh saraf dan hormone

Rangsangan yang mempengaruhi aktivitas

pencernaan dapat berasal dari kepala, lambung, atau usus halus. Ada tiga fase proses pencernaan:

- a. Tahap cephalic terdiri dari rangsangan kepala: penglihatan, penciuman, rasa, atau pikiran makanan, serta emosional. Sebagai tanggapan, reflex berikut dimulai: Neuron respon. Rangsangan yang membangkitkan pencernaan yang disampaikan pada hipotalamus yang memulai impuls saraf di saraf vagus parasimpatetis. Impuls jaringan saraf innervate dari saluran pencernaan menyebabkan kontraksi otot polos dan sekresi asm lambung. Rangsangan yang menekan pencernaan misalnya emosi, ketakutan, kecemasan menekan kontraksi otot dan sekresi. Kemudian perut mempersiapkan untuk pencernaan protein.
- b. Tahap lambung menggambarkan rangsangan yang berasal dari perut. Rangsangan ini termasuk distensi perut (yang mengaktifkan peregangan reseptor), keasaman rendah, dan adanya peptide. Sebagai rangsangannya maka reflek berikut dimulai: Neuron respon. Sekresi asam lambung dan kontraksi otot polos. Respon hormonal. Gastrin diproduksi sehingga lambung dan usus halus memulai pencernaan lambung.
- c. Tahap usus menggambarkan rangsangan yang berasal dari usus halus. Ini termasuk distensi duodenum, keasaman tinggi, dan adanya cairan lambung yang menghancurkan makanan (terutama asam lemak dan karbohidrat). Akibatnya, reflex berikut dimulai: Neural respon. Sekresi dan motilitas lambung terhambat. Sekresi usus, kontraksi otot polos dan empedu, serta produksi pancreas dimulai. Respon hormonal. Produksi sekretin, cck, gip dimulai. Efek umum. Pengosongan lambung terhambat sehingga memungkinkan pencernaan dalam usus halus.

Empat hormone penting dan pengaruhnya:

- 1) Gastrin diproduksi oleh sel enteroendokrin dari

mukosa lambung.

Pengaruhnya:

- a) Stimulasi sekresi kelenjar lambung (terutama hcl).
 - b) Stimulasi kontraksi otot polos di lambung, usus halus, dan usus besar yang meningkatkan lambung dan usus motilitas.
 - c) Reaksi spingter pylorus yang mempromosikan pengosongan lambung ke dalam usus halus.
- 2) Sekretin diproduksi oleh sel-sel enteroendokrin dari mukosa duodenum.

Pengaruhnya:

- a) Sekresi bikarbonat oleh pancreas yang menetralkan keasaman lambung.
 - b) Stimulasi produksi empedu oleh hati.
 - c) Penghambatan sekresi asam lambung dan motilitas lambung, memperlambat pencernaan dalam lambung dan menghambat pengosongan lambung.
- 3) Koleositokinin diproduksi oleh sel enteroendokrin dari mukosa duodenum.

Pengaruhnya:

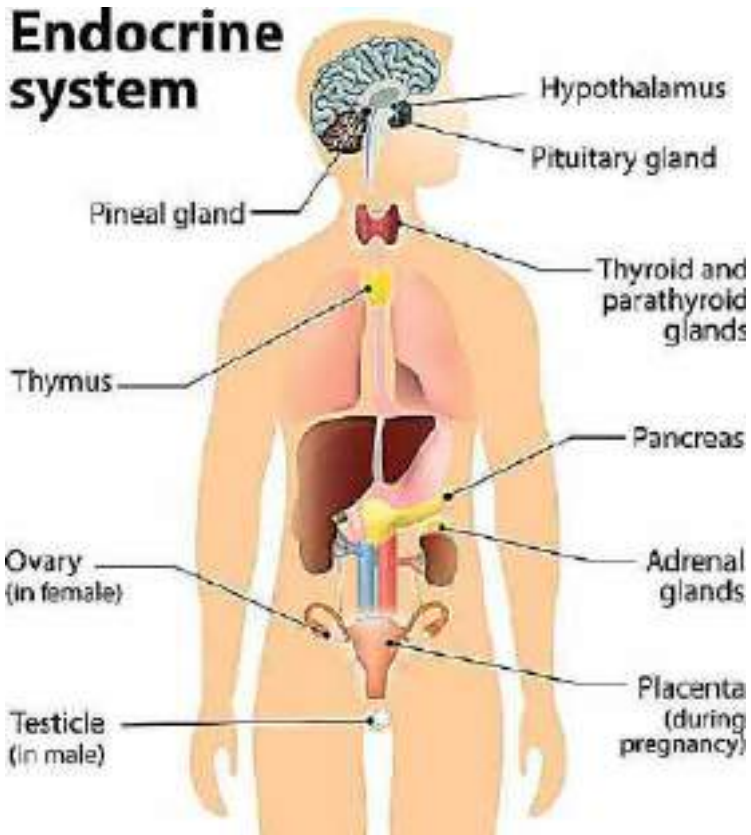
- a) Stimulasi pelepasan empedu oleh kantung empedu
 - b) Stimulasi sekresi empedu.
 - c) Relaksasi dari ampulahepatopankreatik yang memungkinkan aliran empedu dan pancreas ke duodenum.
- 4) Peptide penghambat lambung (gip) diproduksi oleh sel enteroendokrin dari mukosa duodenum dan menyebabkan penghambatan sekresi lambung.
5. Refleksi defekasi

Gerakan massa tinja ke rectum merangsang buang air besar sehingga membuka sfingter anal internal. Kecuali eksternal dan sfingter ditutup, feses keluar melalui anus.

BAB V

SISTEM ENDOKRIN

Endocrine system



ANATOMI FISILOGI SISTEM ENDOKRIN

Rumitnya tubuh manusia dan adanya kekhususan sel dan aringan memerlukan komunikasi internal yang bisa mengatur berbagai proses dalam tubuh. Hal ini penting supaya bagian tubuh dapat berfungsi sebagai satu unit dalam memenuhi kebutuhan tubuh tertentu. Ada dua sistem tubuh yang bisa mengatur macam-macam proses ini, yaitu sistem endokrin dan sistem persarafan. Kedua sistem ini dapat bekerja sama untuk mengoordinasi fungsi tubuh sehingga tubuh bisa mengadakan respons yang sesuai terhadap perubahan pada lingkungan.

Sistem endokrin terdiri atas hipofisis anterior dan posterior, tiroid, paratiroid, korteks adrenal, medula adrenal, pankreas, gonad, badan pineal, serta timus. Selain itu, masih ada sel endokrin khusus yang terdapat pada traktus gastrointestinal. Hormon kelenjar endokrin adalah vital dalam mempertahankan kehidupan, termasuk fungsi diferensiasi, reproduksi, adaptasi, pertumbuhan atau perkembangan, dan proses menua (*senescence*).

Sistem endokrin mengoordinasi fungsi tubuh dengan memproduksi dan mengeluarkan (sekresi) hormon. Hormon adalah zat yang dikeluarkan oleh sel endokrin ke dalam darah agar zat ini bisa mengadakan perubahan di tempat yang dituju. Hormon bisa memengaruhi sel atau jaringan tertentu apabila sel atau jaringan tersebut mempunyai reseptor (penerima) untuk hormon tertentu. Sel, jaringan, atau organ yang mengadakan respons terhadap hormon tertentu disebut sel target atau organ target. Kadar hormon harus dipertahankan pada batas yang tepat karena jumlah hormon yang tepat sangat perlu untuk mempertahankan kesehatan sel atau organ tertentu.

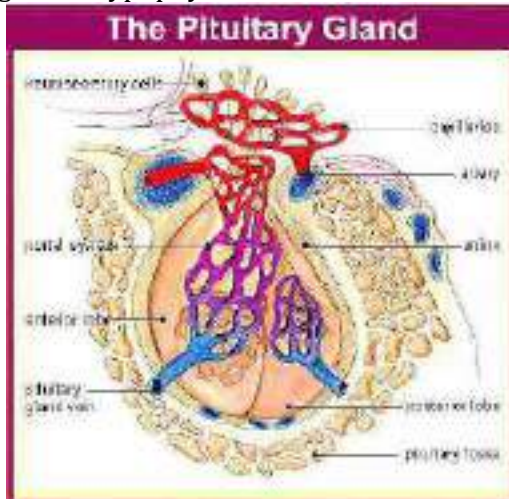
Faktor yang terkait dalam pengendalian hormon adalah kontrol umpan balik (feedback control), misalnya sistem umpan balik negatif. Contoh ini berlaku untuk semua kelenjar endokrin. Kelenjar A distimulasi (+) untuk memproduksi hormon X. Hormon X menstimulasi organ B untuk mengubah (meningkatkan atau mengurangi) zat Y. Perubahan pada zat Y mencegah produksi hormon X. Contoh ini menunjukkan regulasi umpan balik negatif hormon paratiroid, hormon ADH, dan hormon insulin.

A. Struktur, letak, dan nama kelenjar endokrin di otak, leher, abdomen, panggul

Organ endokrin secara luas tersebar di seluruh tubuh tanpa kontinuitas anatomi. selain organ endokrin diskrit, beberapa organ disebut sebagai organ campuran, memiliki fungsi endokrin. Termasuk timus, lambung, duodenum, plasenta, dan jantung.

1. Kelenjar Pituitary

- a. Lokasi dan struktur: terletak pada bagian depan otak di turcica sella dari tulang sphenoid. tangkai kelenjar hipofisis menempel pada kelenjar hipotalamus tepatnya pada otak. Kelenjar Hipofisis dibagi menjadi lobus anterior, adenohypophysis dan lobus posterior, yang neurohypophysis.



b. Sekresi dan Pengaruhnya :

1) Sekresi adenohipopysis

a) Thyroid Stimulating Hormone TSH

Targetnya kelenjar tiroid : Mestimulasi sintesis dan mengeluarkan hormone tiroid

b) Adrenocorticotropic hormone

Targetnya kulit luar adrenal :Menstimulasi sekresi glukokortikoid

c) Prolactin (PRL)

Target kelenjar susu dan merangsang produksi susu. diatur oleh produksi hormon plasenta selama kehamilan dan stimulasi dari puting susu selama menyusui

d) Folicle Stimulating Hormone(FSH)

Target ovarium dan testis. Merangsang pertumbuhan folikel ovarium dan spermatogenesis pada wanita dan masing-masing laki-laki.

e) Luteinizing Hormone(LH)

Pematangan folicle, mendorong ovulasi dan merangsangkeluarnya korpus luteum untuk mensekresi estrogen dan progesteron. pada pria merangsang sel interstisial untuk mensekresikan testosteron

2) Sekresi neurohypophysis.

a) Antidiuretic Hormone (ADH)

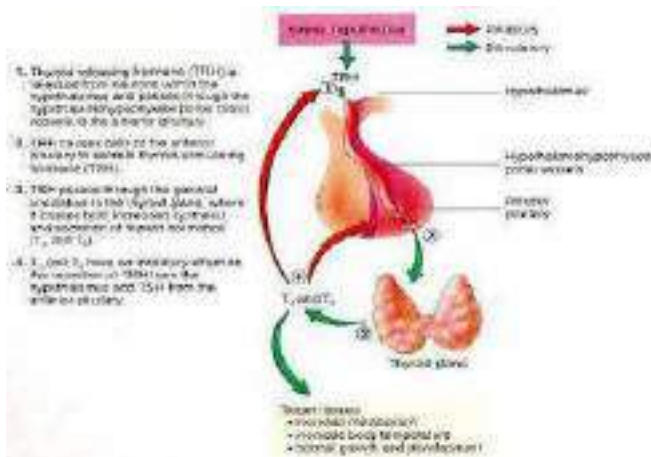
Target tubulus ginjal. Memfasilitasi reabsorpsi air di tubulus distal yang membelit dan mengumpulkan saluran .Melepaskan rangsangan dan meningkatkan osmolaritas plasma. Dikendalikan oleh sistem umpan balik negatif.

b) Oxytosin

Target rahim dan kelenjar. Merangsang kontraksin otot uterus dan sekresi susu. rilis dirangsang oleh peregangsn uterus pada saat akhir kehamilan dan mengeluarkan rangsangan dan merangsang putting selama perawatan. Dikendalikan oleh sistem umpan balik positif.

2. Kelenjar Tiroid

- a. Struktur dan lokasi: terletak di leher di kedua sisi tulang rawan tiroid di bagian atas trakea



- b. Sekresi dan efek :hormon tiroid triiodothyronine dan tirosin bekerja di bawah rangsangan TSH dari hipofisis. hormon ini mempercepat tingkat metabolisme, konsumsi oksigen, dan penyerapan glukosa, meningkatkan suhu tubuh, mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan dan meningkatkan efek dari sistem saraf simpatis.

3. Kelenjar Paratiroid

- a. Struktur dan Lokasi: kelenjar kecil yang melekat di permukaan posterior kelenjar tiroid.
- b. Sekresi dan efek: hormon paratiroid meningkatkan kadar plasma kalsium dengan merangsang pembentukan dan aktivitas osteoklas, yang menghancurkan jaringan tulang dan kalsium dikeluarkan dari tulang ke darah bekerja pada tubulus ginjal dalam meningkatkan reabsorpsi kalsium dan peningkatan sintesis $1/25$ dihydroxycholecalciferol, yang meningkatkan penyerapan kalsium dari saluran pencernaan. Rangsangan dikeluarkan oleh turunnya konsentrasi plasma kalsium.

4. Kelenjar Adrenal

- a. Struktur dan Lokasi: kelenjar berbentuk segitiga tertanam dalam jaringan adiposa di perbatasan utama dari ginjal terdiri dari korteks adrenal luar dan medula adrenal dalam.
- b. Sekresi dan Pengaruh:
 - 1) Sekresi oleh kulit adrenal:
 - a) Glukokortikoid (corticosterone, kortisol), mengatur metabolisme karbohidrat dan lemak, mempercepat kerusakan protein, dalam
 - b) Dosis besar menghambat respon inflamasi, meningkatkan vasokonstriksi dan membantu tubuh melawan stress. Sekresi dikendalikan oleh ACTH dari mekanisme umpan balik negatif anterior hipofisis
 - c) Mineralokortikoid (deoxycorticosterone, aldosteron). Mengatur konsentrasi elektrolit ekstraseluler, terutama natrium dan sekresi
 - d) Potassium. Aldosteron dikendalikan oleh sistem reninangiotensin, plasma K⁺ dan ACTH
 - 2) Sekresi oleh medula adrenal:

Hormon amina (epinefrin dan norepinefrin) menghasilkan respon simpatik. Meningkatkan pelepasan ACTH dan TSH dari adenohypophysis. Pelepasan rangsang oleh stimulasi simpatis.

5. Pancreas

- a. Struktur dan Lokasi: Dalam perut, lebih rendah daripada bagian perut. Endocrine terdiri dari gugus tersebar dari sel yang disebut pulau pankreas (pulau langerhans dari)
- b. Sekresi dan Pengaruh:
 - 1) Glukagon disekresi oleh sel alfa diinervasi oleh serat koligernik. Ini merangsang glikogenolisis dan mempertahankan kadar glukosa darah selama puasa atau kelaparan
 - 2) Insulin disekresikan oleh sel-sel beta diinervasi oleh serat adrenergik. Ini merangsang pergerakan glukosa darah di seluruh sel, merangsang glikolisis dan menurunkan kadar glukosa darah

- 3) Somatostatin, disekresikan oleh sel-sel delta, merangsang penggabungan sulfur di tulang rawan dan merangsang pembentukan kolagen

B. Hormon

Sistem endokrin menghasilkan hormon yang berperan dalam memelihara homeostasis dan mengatur reproduksi dan perkembangan. Hormon adalah pembawa pesan kimiawi yang dihasilkan oleh sel yang efek khusus perubahan dalam aktivitas selular dari sel-sel lain (sel target). Berbeda dengan kelenjar eksokrin (yang menghasilkan zat seperti asam air liur, perut susu, dan enzim pencernaan), kelenjar endokrin tidak mengeluarkan zat ke dalam saluran (tabung). Sebaliknya, kelenjar endokrin mensekresi hormon mereka langsung ke ruang ekstraselular. Hormon kemudian berdifusi ke kapiler dan diangkut ke seluruh tubuh dalam darah. Endokrin dan sistem saraf sering bekerja menuju tujuan yang sama baik pengaruh sel-sel lain dengan bahan kimia (hormon dan neurotransmitter). Namun, mereka mencapai tujuan mereka berbeda. Neurotransmitter bertindak segera (dalam milidetik) pada otot yang berdekatan, kelenjar, atau lainnya, saraf sel, dan efeknya hanya sebentar. Sebaliknya, hormon mengambil lebih lama untuk menghasilkan efek yang diinginkan mereka (detik ke hari), dapat mempengaruhi sel, dekat atau jauh, dan menghasilkan efek yang berlangsung selama mereka tetap dalam darah (sampai beberapa jam).

Hormon dapat kimia diklasifikasikan menjadi empat kelompok:

1. Asam amino yang diturunkan hormon yang dimodifikasi asam amino.

2. Hormon polipeptida dan protein adalah rantai asam amino kurang dari atau lebih dari sekitar 100 asam amino, masing-masing. Beberapa hormon glikoprotein, mengandung glukosa dan karbohidrat.
3. Hormon steroid adalah lipid yang disintesis dari kolesterol. Steroid ditandai oleh empat cincin karbohidrat interlocking.
4. Eicosanoids adalah lipid yang disintesis dari rantai asam lemak fosfolipid ditemukan di membran plasma.

Mekanisme aksi hormon

Hormon beredar dalam darah berdifusi ke dalam cairan interstitial sekitar sel. Sel dengan reseptor spesifik untuk hormon merespon dengan tindakan yang sesuai untuk sel. Karena kekhususan hormon dan sel target, efek yang dihasilkan oleh hormon tunggal mungkin bervariasi antara berbagai jenis sel target.

Hormon mengaktifkan sel-sel target dengan salah satu dari dua metode, tergantung pada sifat kimia hormon:

1. Lipid-larut hormon (hormon steroid dan hormon tiroid kelenjar) berdifusi melalui membran sel dari sel target. Itu lipid-larut hormon kemudian mengikat protein reseptor yang, pada gilirannya, mengaktifkan segmen DNA yang berubah pada gen tertentu. Protein diproduksi sebagai hasil transkripsi gen dan selanjutnya terjemahan mRNA bertindak sebagai enzim yang mengatur fisiologis tertentu aktivitas sel.
2. Air-larut (polipeptida, protein, dan asam amino yang paling) mengikat protein reseptor pada membran plasma sel. Protein reseptor, pada gilirannya, merangsang produksi

Salah satu dari second messenger berikut:

- a. Siklik AMP (cAMP) diproduksi ketika protein reseptor mengaktifkan protein lain membran-terikat disebut protein G. Protein G mengaktifkan adenilat siklase, enzim yang mengkatalisis produksi cAMP dari ATP. Siklik AMP kemudian memicu enzim yang menghasilkan spesifik seluler perubahan.
- b. Inositol trifosfat (IP₃) yang dihasilkan dari membran fosfolipid IP₃, pada gilirannya, memicu pelepasan Ca²⁺ dari endoplasma retikulum, yang kemudian mengaktifkan enzim yang menghasilkan perubahan seluler.

Pengendalian produksi hormon

Kelenjar endokrin melepaskan hormon dalam menanggapi satu (atau lebih) dari mengikuti rangsangan:

1. Hormon membentuk kelenjar endokrin lainnya.
2. Kimia karakteristik darah (selain hormon).
3. Neural stimulasi.

Sebagian besar produksi hormon diatur oleh sistem umpan balik negatif. Sistem saraf dan jaringan endokrin tertentu memantau kondisi tubuh bagian dalam. Tindakan yang diperlukan untuk mempertahankan homeostasis ketika hormon dilepaskan, baik secara langsung oleh kelenjar endokrin atau tidak langsung meskipun aksi hipotalamus otak, yang merangsang kelenjar endokrin untuk mengeluarkan hormon. Hormon mengaktifkan sel target, yang memulai perubahan fisiologis yang menyesuaikan kondisi tubuh. Ketika kondisi normal telah dipulihkan, tindakan korektif produksi hormon-dihentikan. Dengan demikian, dalam umpan balik negatif, ketika kondisi

(abnormal) asli telah diperbaiki, atau menegaskan, korektif tindakan penurunan (atau dihentikan).

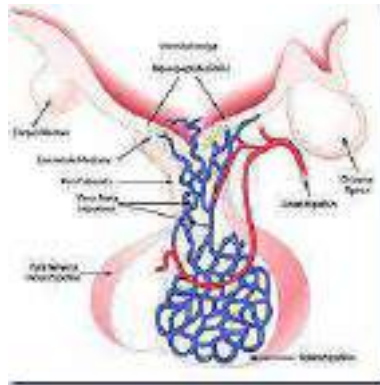
Sebagai contoh, jumlah glukosa dalam darah mengatur sekresi insulin dan glukagon melalui umpan balik negatif. Produksi beberapa hormon diatur oleh umpan balik positif. sistem tersebut, hormon menyebabkan kondisi untuk mengintensifkan (bukan menurun). Sebagai kondisi mengintensifkan peningkatan hormon, produksi. Demikian umpan balik positif jarang terjadi tetapi tidak terjadi saat persalinan (Kadar hormon membangun dengan kontraksi persalinan semakin intens) dan laktasi (di mana kadar hormon meningkat sebagai respons terhadap keperawatan, yang menyebabkan produksi susu meningkat).

1. Kelenjar Hipofisis

a. Hipofisis Posterior

Kelenjar hipofisis posterior menyimpan dan mengeluarkan dua hormon, hormon antidiuretik atau vasopresin (ADH) dan oksitosin. Kedua hormon ini dihasilkan oleh hipotalamus. Organ target hormon ADH atau vasopresin adalah ginjal dan fungsi utamanya adalah:

- 1) Mengatur osmolalitas dan volume air dalam tubuh.
- 2) Meningkatkan permeabilitas tubula ginjal terhadap air sehingga lebih banyak air yang direabsorpsi.
- 3) Menstimulasi rasa haus.



Organ target oksitosin adalah payudara dan uterus, fungsinya:

- 1) Pengeluaran air susu ibu (ASI) yang sedang laktasi.
- 2) Meningkatkan kontraksi uterus bila sudah ada his.

b. Hipofisis Anterior

Hormon hipofisis anterior meliputi hal berikut ini:

- 1) Growth hormone (GH) atau hormon pertumbuhan.

Organ targetnya adalah seluruh tubuh. Fungsi:

- a) Pertumbuhan sel dan tulang
- b) Memengaruhi metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak
- c) Meningkatkan sintesis protein
- d) Meningkatkan lipolisis (memecahkan lemak menjadi asam lemak dan gliserol)
- e) Meningkatkan retensi elektrolit dan volume cairan ekstraselular

- 2) Prolaktin (PRL). Organ targetnya adalah payudara dan gonad. Fungsi:

- a) Perlu untuk perkembangan payudara dan laktasi.
- b) Pengatur organ reproduksi wanita dan pria

- 3) Thyroid-stimulating hormone (TSH). Organ targetnya adalah kelenjar tiroid. Fungsi:

- a) Perlu untuk pertumbuhan dan fungsi tiroid
- b) Mengendalikan semua fungsi tiroid

- 4) Adrenocorticotrophic hormone (ACTH). Organ targetnya adalah korteks adrenal. Fungsi:

- a) Perlu untuk pertumbuhan dan mempertahankan besarnya korteks adrenal
- b) Mengendalikan keluarnya (release) glukokortikoid (kortisol) dan adrenal androgen (sifat kejantanan)

- 5) Gonadotropin, terdiri atas follicle stimulating hormone (FSH) dan luteinizing hormone (LH). Organ targetnya adalah gonad. Berfungsi menstimulasi

gametogenesis dan produksi steroid seks pada pria dan wanita.

Sumber	Hormon	Bentuk Kimia	Target	Peran
a. Hypothalamus				
GHRH	growth hormone RH inhibits	PP	anterior pituitary	release of hGH
GHIH	growth hormone IH (somatostatin)	PP	anterior pituitary	stimulates release of hGH
TRH	thyrotropin RH	PP	anterior pituitary	Stimulates release of TSH and hGH
GnRH	gonadotropin RH	PP	Anterior pituitary	Stimulates release of LH and FSH
PRH	prolactin RH	PP	Anterior pituitary	Stimulates release of PRL
PIH	prolactin LH	PP	Anterior pituitary	Inhibits release of PRL
CRH	corticotropin RH	PP	Anterior pituitary	Stimulates release of ACTH
b. Anterior pituitary (tropic hormones)				
TSH	thyroid stimulating H (thyrotropin)	GP	thyroid	Stimulates secretion of T3 and T4
ACTH	adrenocortico-tropic hormone	PP	adrenal cortex	Stimulates secretion of glucocorticoids
FSH	follicle-stimulating hormone	GP	Ovary testes	Regulates oogenesis & spermatogenesis
c. Anterior pituitary (tropic hormones)				
LH	luteinizing hormone	GP	ovary, testes	Regulates oogenesis & spermatogenesis

d. Anterior pituitary (hormones)				
PRL	prolactin	PR	Mammary glands	Stimulates production of milk
hGH	human growth H (somatotropin)	PR	bone, muscle, various	Stimulates growth
e. Posterior pituitary				
OT	oxytocin uterine contractions, release of milk	PP	uterus, mammary glands	Uterine contractions, release of milk
ADH	antidiuretic H (vasopressin)	PP	kidneys, sweat glands	Increases water retention
f. Thyroid gland				
T4	thyroxine	AA	most body cells	Increases rate of Cellular metabolism
T3	triiodothyronine	AA	bone	Increases rate of Cellular metabolism
	calcitonin	PP	bone	Decreases blood Ca ²⁺
g. Parathyroid gland				
PTH	parathyroid hormone	PP	bone, kidneys, Intestine	Increases blood Ca ²⁺
h. Adrenal medulla				
NE	epinephrine (adrenaline)	AA	blood, vessels, liver, heart	Increases blood sugar, constricts blood vessels (fight response)
NE	norepinephrine (noradrenaline)	AA	Blood vessels, sugar, liver, heart	Increases blood sugar, constricts blood vessels (fight or flight response)
i. Adrenal cortex				

	mineralocorticoids (e.g., aldosterone)	S	kidneys	Increase reabsorption of Na+, excretion of K+
	glucocorticoids (e.g., cortisol)	S	most body increase	Increase Xblood sugar
	androgens X (e.g., DHEA)	S	general	General onset of puberty, female sex drive
j. Pancreas				
	glucagon (secreted by alpha cells)	PP	liver	Increases blood glucose
	insulin (secreted by beta cells)	PP	liver, muscle, adipose	Decreases blood glucose
	somatostatin (secreted by delta cells)	PP	alpha & beta cells	Inhibits insulin & Glucagon release
k. Pancreas				
	pancreatic inhibits polypeptide (from F cells)	PP	delta cells	somato-statin & pancreatic enzymes
l. Ovaries				
	estrogen	S	uterus, general	Menstrual cycle, Secondary sex characteristics
	progesterone	S	uterus	Regulates menstrual cycle, pregnancy
	relaxin,	PP	pelvis cervix	Dilates cervix & birth canal
	inhibin	PR	Anterior	Inhibits FSH release

			pituitary	
m. Testes				
	testosterone	S	testes, general	spermatogenesis, secondary sex characteristics
	inhibin	PR	Anterior pituitary	Inhibits FSH release
n. Pineal				
	melatonin	AA	various	Regulates biological melatonin AA various regulates biological
o. Kidney				
	erythropoietin	GP	Bone marrow	Increases blood cell production
	calcitriol (Vitamin D)	S	intestine	Increases Ca ²⁺ absorption
p. Placenta				
	estrogen	S	uterus	Maintains pregnancy, Mammary glands
	progesterone	S	uterus	Maintains pregnancy, Mammary glands
	hCG	GP	ovary	Stimulates release of estrogen & progesterone
	hCS	PR	Mammary glands	Prepares mammary glands for lactation
q. Gastrointestinal tract				

	gastrin	PP	stomach	Stimulates HCl release
GIP	Gastrin inhibitory peptide	PP	stomach, pancreas	Inhibits gastric juice release, increases insulin
	secretin	PP	pancreas, liver	Stimulates release of Enzymes & bile
r. Gastrointestinal tract				
CCK	cholecystokinin	PP	pancreas, liver	Stimulates release of enzymes & bile
	serotonin	AA	stomach	stimulates stomach muscle contraction
s. Heart				
ANP	Atrial natriuretic peptide	PP	kidney, adrenal cortex	Decreases blood pressure
t. Most cells				
PG	prostaglandins	E	all cells except red blood cells	various
LT	leukotrienes	E	all cells except red blood cells	various

2. Hormon Antagonis

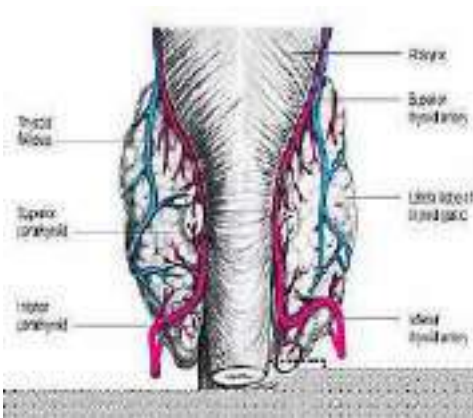
Mempertahankan homeostasis sering membutuhkan kondisi terbatas. Ketika kondisi melebihi batas atas homeostasis, tindakan tertentu, biasanya produksi hormon, dipicu. Ketika kondisi kembali normal, produksi hormon dihentikan. Jika kondisi melebihi batas bawah homeostasis, tindakan yang

berbeda, biasanya produksi hormon kedua, dipicu. Hormon yang bertindak untuk kembali kondisi tubuh dalam batas yang dapat diterima dari ekstrem yang berlawanan disebut hormon antagonis. Pengaturan konsentrasi glukosa darah (melalui umpan balik negatif) menggambarkan bagaimana sistem endokrin mempertahankan homeostasis oleh aksi hormon antagonis. Bundel sel di pankreas yang disebut pulau Langerhans berisi dua jenis sel, sel alfa dan beta. Berikut ini kontrol sel darah konsentrasi glukosa dengan memproduksi antagonis hormon insulin dan glukagon:

- a. Sel beta mensekresikan insulin. Ketika konsentrasi glukosa darah naik (misalnya setelah makan,), sel-sel beta insulin rahasia ke dalam darah. Insulin merangsang hati dan sebagian sel-sel tubuh lainnya untuk menyerap glukosa. Hati dan otot sel mengubah glukosa menjadi glikogen (untuk penyimpanan jangka pendek), dan sel adiposa mengubah glukosa menjadi lemak. Di respon, kadar glukosa dalam darah menurun, dan insulin sekresi tidak melanjutkan (melalui umpan balik negatif dari penurunan kadar glukosa).
- b. Sel alpha mensekresikan glukagon. Ketika konsentrasi glukosa darah (misalnya selama latihan,), sel alpha mensekresikan glukagon ke dalam darah. Glukagon merangsang hati untuk melepaskan glukosa. glukosa dalam hati berasal dari pemecahan glycogon dan konversi asam amino dan asam lemak menjadi glukosa. Ketika kadar glukosa darah kembali normal, tidak melanjutkan sekresi glukagon (Umpan balik negatif).

C. Kelenjar Hipotalamus

Hipotalamus adalah struktur otak terdiri dari inti yang berbeda dan daerah yang kurang anatomis berbeda. Hal ini ditemukan di semua vertebrata sistem saraf. Pada mamalia, akson dari sel neurosecretory magnoselular dari nukleus paraventricular dan nukleus supraoptik, yang mengandung oksitosin dan vasopresin (juga disebut hormon antidiuretik), terdiri dari hipofisis posterior.



Parvocellular neuron dari nukleus paraventricular mengandung neuron yang melepaskan corticotropin-releasing hormone dan hormon lainnya ke dalam sistem portal hypophyseal

hormon ini menyebar ke hipofisis anterior.

Hipotalamus koordinat ritme sirkadian banyak hormon dan perilaku, pola-pola kompleks output neuroendokrin, mekanisme homeostatik yang kompleks, dan penting perilaku. Hipotalamus karena itu harus merespon sinyal yang berbeda, beberapa di antaranya dihasilkan secara eksternal dan beberapa internal. Hipotalamus demikian kaya terhubung dengan banyak bagian dari sistem saraf pusat, termasuk batang otak formasi reticular dan otonom zona, otak depan limbik (khususnya amigdala, septum, pita diagonal Broca, dan umbi penciuman, dan korteks serebral).

Beberapa inti telah diidentifikasi di hipotalamus. Beberapa telah menjadi terkait dengan kegiatan fisiologis tertentu, sedangkan fungsi lain kurang jelas dan dalam beberapa kasus tidak diketahui. Lokasi relatif mereka diilustrasikan dalam bagian midsagittal pada Gambar-1 dan 2. Oleh karena itu penting untuk mengenali bahwa Anda melihat inti pada sisi kanan ventrikel ketiga saja. Dengan kata lain, masing-masing inti dipasangkan. Inti yang sering dikelompokkan dalam empat bidang umum. Daerah preoptik meliputi inti preoptik medial dan lateral, yang memperpanjang melalui lamina terminalis. Area supraoptik termasuk hipotalamus, supraoptik anterior, dan inti paraventrikular. Daerah tuberal termasuk hipotalamus lateral, posterior hipotalamus, dorsomedial, dan inti ventromedial. Akhirnya, daerah mamiliari terdiri dari inti mamiliari medial dan lateral.

Hipotalamus membentuk wilayah bawah diencephalons dan terletak tepat di atas batang otak. Kelenjar pituitari (hipofisis) terpasang ke bagian bawah hipotalamus oleh batang ramping disebut infundibulum. Kelenjar pituitari terdiri dari dua daerah-utama Kelenjar anterior hipofisis (lobus anterior atau adenohypophysis) dan Kelenjar hipofisis posterior (lobus posterior atau neurohypophysis).

Hipotalamus mengawasi berbagai kondisi tubuh internal. Yakni menerima saraf rangsangan dari reseptor di seluruh tubuh dan kimia monitor dan karakteristik fisik dari darah, termasuk suhu, tekanan darah, dan nutrisi, hormon, dan kadar air. Ketika penyimpangan dari homeostasis terjadi atau ketika perubahan perkembangan tertentu, hipotalamus merangsang aktivitas selular di berbagai belahan tubuh

dengan mengarahkan pelepasan hormon dari anterior dan posterior kelenjar hipofisis. Hipotalamus mengkomunikasikan arahan kepada kelenjar-kelenjar ini oleh salah satu dari dua jalur berikut:

1. Komunikasi antara hipotalamus dan hipofisis anterior terjadi melalui bahan kimia (hormon melepaskan dan menghambat hormon) yang dihasilkan oleh hipotalamus dan dikirim ke anterior pituitari melalui pembuluh darah. Pelepasan dan menghambat hormon yang diproduksi oleh neuron khusus hipotalamus disebut sel neurosecretory. Hormon yang dilepaskan ke dalam jaringan kapiler (pleksus primer) dan diangkut melalui pembuluh darah (Vena portal yang hypophyseal) ke jaringan kapiler kedua (secondary plexus) yang memasok hipofisis anterior. Hormon kemudian berdifusi dari pleksus sekunder ke hipofisis anterior, di mana mereka memulai produksi hormon tertentu oleh hipofisis anterior. Pelepasan hormon dan menghambat disekresikan oleh hipotalamus dan hormon yang dihasilkan sebagai tanggapan oleh hipofisis anterior. Banyak hormon yang diproduksi oleh anterior hipofisis yaitu hormon tropik (tropins), hormon yang menstimulasi kelenjar endokrin lain untuk mengeluarkan hormon mereka.
2. Komunikasi antara hipotalamus dan hipofisis posterior terjadi melalui sel neurosecretory yang menjangkau jarak pendek antara hipotalamus dan hipofisis posterior. Hormon diproduksi oleh sel tubuh dari sel-sel neurosecretory dikemas dalam vesikula dan diangkut melalui akson dan disimpan dalam akson terminal yang terletak di hipofisis posterior. Ketika neurosecretory tersebut sel

distimulasi, potensial aksi yang dihasilkan memicu rilis dari hormon yang disimpan dari terminal akson ke kapiler jaringan dalam hipofisis posterior. Dua hormon, dan oksitosin hormon antidiuretik (ADH).

Hipotalamus responsif terhadap:

1. Cahaya: daylength dan photoperiod untuk mengatur sirkadian ritme dan musiman
2. Rangsangan penciuman, termasuk feromon
3. Steroid, termasuk steroid gonad dan kortikosteroid
4. Neurally mengirimkan informasi yang timbul terutama dari jantung, perut, dan saluran reproduksi
5. Otonom masukan
6. Melalui darah rangsangan, termasuk leptin , ghrelin , angiotensin , insulin , hormon pituitari, sitokin , konsentrasi plasma glukosa dan osmolaritas dll
7. Stres
8. Menyerang mikroorganisme dengan suhu tubuh meningkat, ulang termostat tubuh ke atas.

Walaupun hipotalamus adalah bagian kecil otak, hipotalamus menerima input, baik langsung maupun tidak langsung dari semua bagian otak.

Hipotalamus juga pengendali utama hipofisis anterior dan posterior. Dengan demikian, hipotalamus menjadi pengendali global semua sistem endokrin. Kelenjar hipofisis mempunyai dua komponen dan kedua komponen ini mempunyai fungsi yang tidak sama. Dua komponen ini adalah adenohipofisis (hipofisis anterior) dan neurohipofisis (hipofisis posterior). Hipotalamus berhubungan dengan hipofisis posterior melalui sistem persarafan, sedangkan hubungannya dengan hipofisis anterior adalah melalui pembuluh darah. Hormon hipofisis posterior dihasilkan oleh hipotalamus, kemudian melalui akson dari saraf di

bawah dan disimpan ke dalam kelenjar hipofisis posterior.

Darah yang mengalir ke dalam kelenjar hipofisis anterior harus melewati hipotalamus terlebih dahulu. Hipotalamus mengendalikan hipofisis anterior dengan menghasilkan dan mengeluarkan hormon releasing atau inhibiting ke dalam darah. Melalui peredaran darah, hormon ini disimpan ke dalam hipofisis anterior. Kelenjar hipofisis anterior dapat menstimulasi keluarnya (release) atau mencegah (inhibit) keluarnya hormon tertentu.

Enam hormon releasing atau inhibiting yang sudah diketahui adalah:

1. Growth hormone-releasing hormone (GHRH)
2. Growth hormone-inhibiting hormone (GHIH)
3. Thyrotropin releasing hormone (TRH)
4. Corticotropin releasing hormone (CRH)
5. Gonadotropin releasing hormone (GnRH)
6. Prolactin-inhibiting hormone (PIH)

D. Mekanisme Umpan Balik

Masa muda adalah suatu masa yang indah sekali.

1. Umpan balik negative

Berusaha agar kejadian ini tidak berlanjut terus (agar tetap stabil). Berlaku di hampir semua sistem tubuh. (Jika produk sudah berlebihan, berusaha untuk menghentikan).

2. Umpan balik positif

Terdapat pada 4 sistem:

- a. Proses penghantaran impuls saraf
- b. Proses pembekuan darah
- c. Proses partes (persalinan)
- d. Proses ovulasi

3. Proses umpan balik

Hypothalamus - menghasilkan RH - menuju adenohypofisis - menghasilkan SH - menuju target gland - menghasilkan hormon.

Jika hormone yang dihasilkan sudah banyak, target gland - hormone - ke hypothalamus dan atau adenohypohisis untuk menghambat produksi RH atau SH.

Jika hormone yang dihasilkan kurang, target gland akan merangsang hypothalamus untuk menghasilkan RH.

E. Hormon Sistem Reproduksi

1. Thyroid Stimulating Hormone TSH

Targetnya kelenjar tiroid. Mestimulasi sintesis dan mengeluarkan hormone tiroid.

2. Adrenocorticotropic hormone

Targetnya kulit luar adrenal. Menstimulasi sekresi glukokortikoid.

3. Prolactin (PRL)

Target kelenjar susu dan merangsang produksi susu. diatur oleh produksi hormon plasenta selama kehamilan dan stimulasi dari puting susu selama menyusui.

4. Folicle Stimulating Hormone(FSH)

Target ovarium dan testis. Merangsang pertumbuhan folikel ovarium dan spermatogenesis pada wanita dan masing-masing laki-laki.

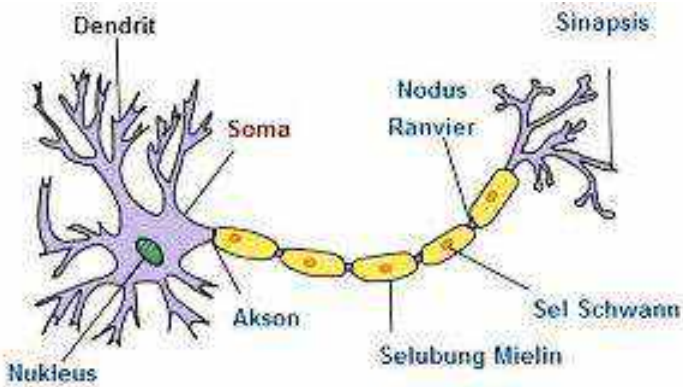
5. Luteinizing Hormone(LH)

Pematangan folicle, mendorong ovulasi dan merangsang keluarnya korpus luteum untuk mensekresi estrogen dan progesteron. pada pria merangsang sel interstisial untuk mensekresikan

testosteron

BAB VI

SISTEM PERSYARAFAN



ANATOMI FISILOGI SISTEM PERSYARAFAN

A. Otak

1. Serebrum (otak besar)

Serebrum terdiri dari dua belahan otak yang dihubungkan dengan bundel serat saraf, corpus callosum. Otak besar merupakan yang terbesar dan paling terlihat, muncul sebagai pegunungan dilipat dan alur, disebut convolutions. Istilah-istilah berikut yang digunakan untuk menggambarkan para convolutions:

Sebuah gyrus (jamak, gyri) adalah bubungan tinggi di antara convolutions. Sebuah sulkus (jamak, sulci) adalah alur dangkal antara convolutions. Fisura adalah suatu alur antara convolutions.

Celah yang lebih dalam membagi otak menjadi lima lobus (paling bernama setelah berbatasan tulang tengkorak)-lobus frontal, parietal, oksipital, dan insula. Sementara lobus oksipital, dan insula. Semua kecuali insula terlihat dari permukaan luar dari otak.

Sebuah penampang otak menunjukkan tiga lapisan yang berbeda dari jaringan saraf: Korteks serebral adalah lapisan luar yang tipis dari materi abu-abu, yang mengontrol pikiran sadar, dan otot skeletal. Kegiatan-kegiatan ini dikelompokkan ke dalam area motorik, daerah sensorik, dan daerah asosiasi.

Materi putih otak mendasari korteks serebral dan sebagian besar berisi myelinated akson yang menghubungkan belahan otak (serat asosiasi), hubungan gyri dalam hemisfer (serat commissural), atau menghubungkan otak ke sumsum tulang belakang (serat proyeksi). Corpus callosum adalah kumpulan utama asosiasi serat yang membentuk jalur saraf yang menghubungkan dua otak belahan otak.

Ganglia basal (basal inti) merupakan kantong beberapa materi abu-abu yang terletak jauh di dalam materi putih otak. Daerah utama basal ganglia di inti caudate, putamen, dan globus pallidus terlibat dalam

menyampaikan dan memodifikasi saraf impuls melewati dari korteks otak ke sumsum tulang belakang. Misalnya lengan berayun sambil berjalan, dikendalikan di sini.

2. Diensefalon

Diencephalon menghubungkan otak besar ke batang otak. Terdiri dari wilayah utama sebagai berikut:

Talamus adalah stasiun relay untuk impuls saraf sensorik bepergian dari sumsum tulang belakang untuk otak besar. Beberapa impuls saraf diurutkan dan dikelompokkan di sini sebelum dikirim ke otak besar. Beberapa sensasi, seperti nyeri, tekanan, dan suhu, dievaluasi di sini juga.

Epithalamus mengandung kelenjar pineal. Kelenjar pineal secretes melatonin, hormon yang membantu mengatur biologi jam (siklus tidur-bangun).

Hipotalamus mengatur berbagai kegiatan tubuh yang penting. Hipotalamus mengontrol sistem saraf otonom dan mengatur emosi, perilaku, lapar, haus, suhu tubuh, dan jam biologis. Hal ini juga menghasilkan dua hormon (ADH dan oksitosin) dan melepaskan berbagai hormon yang mengontrol hormon produksi di kelenjar hipofisis anterior.

Struktur berikut ini disertakan dan dihubungkan dengan hipotalamus. Badan mammillary menyampaikan sensasi penciuman. Infundibulum menghubungkan kelenjar pituitari ke hipotalamus. Chiasma optik lewat di antara hipotalamus dan kelenjar hipofisis.

Batang otak menghubungkan diencephalon ke sumsum tulang belakang. Batang otak menyerupai sumsum tulang belakang, terdiri dari materi berwarna putih yang mengelilingi inti materi abu-abu. Batang otak terdiri dari empat wilayah berikut, yang semuanya menyediakan koneksi antara berbagai bagian dari otak dan antara otak dan sumsum tulang belakang.

3. Otak tengah

Otak tengah adalah bagian paling atas dari batang otak. Pons adalah wilayah menggembung di tengah batang otak. Medulla oblongata (medulla) adalah bagian bawah otak batang yang menggabungkan dengan sumsum tulang belakang pada foramen magnum.

Formasi reticular terdiri dari kelompok kecil materi abu-abu diselingi dalam materi putih dari batang otak dan beberapa daerah dari sumsum tulang belakang, diencephalon, dan otak kecil. Sistem aktivasi retikuler (RAS), salah satu komponen dari formasi reticular, bertanggung jawab untuk menjaga terjaga dan kewaspadaan dan untuk menyaring informasi sensorik penting. Komponen lain dari formasi reticular bertanggung jawab untuk menjaga otot dan mengatur motorik visceral otot.

4. Otak Kecil

Otak kecil terdiri dari wilayah tengah, vermis, dan dua lobus, belahan cerebellar. Permukaan otak kecil yang berbelit-belit tetapi gyri disebut folia, yang paralel dan memberikan penampilan lipit. Otak kecil mengevaluasi dan koordinat gerakan motor dengan membandingkan gerakan tulang yang sebenarnya dengan gerakan yang dimaksudkan.

Sistem limbik adalah jaringan neuron yang membentang di atas berbagai daerah otak. Sistem limbik memaksakan aspek emosional untuk perilaku, pengalaman, dan kenangan. Emosi seperti kesenangan, ketakutan, kemarahan, kesedihan, dan kasih sayang yang disampaikan kepada peristiwa dan pengalaman. Sistem limbik menyelesaikannya dengan sistem saluran serat (materi putih) dan materi abu-abu yang meliputi diencephalon dan mengelilingi bagian dalam perbatasan dari otak besar.

Komponen-komponennya sebagai berikut:

- a. Hippocampus (terletak di belahan otak)
- b. Gyrus dentate (terletak di belahan otak)

- c. Amigdala (amygdaloid tubuh) (badan berbentuk almond terkait dengan nukleus berekor dari ganglia basal)

B. Saraf Kranial

Saraf kranial merupakan saraf PNS yang berasal dari atau berhenti dalam otak.

Ada 12 pasang saraf kranial, yang semuanya melewati foramina tengkorak. Terdapat 2 jenis saraf kranial, yakni berupa saraf sensorik (hanya didominasi serat sensorik) dan saraf campuran (mengandung serat sensorik dan serat motorik).

No.	Nama	Jenis	Fungsi
I	Olfaktori	Sensori	Menerima rangsang dari hidung dan menghantarkannya ke otak untuk diproses sebagai sensasi bau
II	Optik	Sensori	Menerima rangsang dari mata dan menghantarkannya ke otak untuk diproses sebagai persepsi visual
III	Okulomotor	Motorik	Menggerakkan sebagian besar otot mata
IV	Troklear	Motorik	Menggerakkan beberapa otot mata
V	Trigeminal Cabang Optalmik	Sensori	Sensori: Menerima rangsangan dari wajah untuk diproses di otak sebagai sentuhan Motorik: Menggerakkan rahang
	Trigeminal Cabang Maksilar	Sensori	
	Trigeminal Cabang Mandibularis	Gabungan	
VI	Abdusen	Motorik	Abduksi mata

VII	Fasial	Gabungan	Sensorik: Menerima rangsang dari bagian anterior lidah untuk diproses di otak sebagai sensasi rasa Motorik: Mengendalikan otot wajah untuk menciptakan ekspresi wajah
VIII	Vestibulokoklear Cabang Koklear	Sensori	Sensori koklea: Menerima rangsang untuk diproses di otak sebagai suara
	Vestibulokoklear Cabang Vestibular	Sensori	Sensori sistem vestibular: Mengendalikan keseimbangan
IX	Glosofaringeal	Gabungan	Sensori: Menerima rangsang dari bagian posterior lidah untuk diproses di otak sebagai sensasi rasa Motorik: Mengendalikan organ-organ dalam
X	Vagus	Gabungan	Sensori: Menerima rangsang dari organ dalam Motorik: Mengendalikan organ-organ dalam
XI	Aksesori	Motorik	Mengendalikan pergerakan kepala
XII	Hipoglosal	Motorik	Mengendalikan pergerakan lidah

C. Saraf Otonom

Saraf otonom terdiri neuron motorik yang mengontrol otot polos, otot jantung, dan kelenjar. Selain itu, ANS memonitor organ visceral dan pembuluh darah dengan neuron sensorik, yang memberikan informasi masukan untuk sistem saraf pusat.

Saraf otonom dibagi lagi menjadi sistem saraf simpatik dan parasimpatis sistem saraf. Kedua sistem ini dapat merangsang dan menghambat efektor. Namun, kedua sistem bekerja antagonis. Masing-masing sistem mempersiapkan tubuh untuk berbagai jenis situasi,

sebagai berikut:

Sistem saraf simpatik mempersiapkan tubuh untuk situasi membutuhkan kewaspadaan atau kekuatan atau situasi yang membangkitkan rasa takut, marah, kegembiraan, atau malu. Dalam jenis situasi, sistem saraf simpatik merangsang jantung otot untuk meningkatkan denyut jantung, menyebabkan pelebaran bronchioles, dilatasi paru-paru (asupan oksigen meningkat), dan menyebabkan darah kapal yang memasok jantung dan otot rangka (pasokan darah meningkat). Medula adrenal dirangsang untuk melepaskan epinefrin (adrenalin) dan norepinefrin (noradrenalin), yang pada gilirannya meningkatkan tingkat metabolisme sel dan merangsang hati untuk melepaskan glukosa menjadi darah. Kelenjar keringat dirangsang untuk memproduksi keringat. Selain itu, sistem saraf simpatik mengurangi aktivitas berbagai "tenang" fungsi tubuh, seperti pencernaan dan fungsi ginjal.

Sistem saraf parasimpatis aktif selama periode pencernaan dan istirahat. Ini merangsang produksi enzim pencernaan dan merangsang proses pencernaan, buang air kecil buang air besar, dan. Itu mengurangi tekanan darah dan detak jantung dan pernapasan dan melestarikan energi melalui relaksasi dan istirahat.

D. Medulla Spinalis (Sumsum Tulang Belakang)

Sumsum tulang belakang merupakan perpanjangan dari batang otak yang dimulai pada foramen magnum dan terus turun melalui kanal vertebral ke lumbal pertama vertebra (L1).

Sumsum tulang belakang terletak di posisi akhir lebih rendah sebesar filum terminal tersebut, perpanjangan piameter yang melekat pada tulang ekor. Seiring dengan panjang, sumsum tulang belakang diadakan dalam kanal vertebral oleh ligamen denticulate, lateral yang ekstensi dari piameter yang menempel pada selubung dural.

Bagian eksternal pada sumsum tulang adalah sebagai berikut:

1. Saraf tulang belakang muncul berpasangan, satu dari setiap sisi tulang belakang yang sama panjang.
2. Pembesaran serviks adalah pelebaran di bagian atas dari tulang belakang kaval (C4 ke T1). Saraf yang memperpanjang ke tungkai atas berasal atau berakhir sini.
3. Pembesaran lumbal adalah pelebaran di bagian bawah tulang belakang kaval (T9 untuk T12). Saraf yang memperpanjang ke tungkai bawah atau berasal berakhir sini.
4. Fisura median anterior dan posterior sulkus median dua alur yang menjalankan panjang dari sumsum tulang belakang pada anterior dan posterior permukaan, masing-masing.
5. Cauda equina adalah saraf yang menempel pada ujung kaval tulang belakang dan terus berjalan ke bawah sebelum berbalik lateral ke bagian lain dari tubuh.

E. Fenomena Listrik dalam sel-sel saraf

Kecepatan impuls saraf dipengaruhi oleh:

1. Serat saraf
2. Ada tidaknya mielin

Mielin = isolator yang baik; kemampuan mengaliri listrik rendah

Akson tanpa mielin kec = 20-50 m/detik ($F = 1 \text{ mm}$)

Akson dengan mielin kec = 100 m/detik ($F = 10 \mu\text{m}$)

Kelistrikan pada sinaps & neuromyal, junction

Hubungan antara 2 saraf = sinapsis

Berakhirnya saraf pada otot = neuromyal junction

Sinaps & neuromyal junction mampu meneruskan gel.

Depolarisasi dengan cara lompat dari satu sel ke sel berikutnya

Depolarisasi → zat kimia pada otot bergetar menyebabkan kontraksi otot → repolarisasi sel otot → relaksasi.

F. Fungsi Bagian-Bagian Otak

1. Lobus Frontal, sebagai kontrol sadar otot rangka, proses intelektual, dan berguna pada komunikasi verbal.
2. Lobus Parietal, mengontrol adanya sensasi pada kulit dan otot, mengontrol ucapan.
3. Lobus Temporal, menafsirkan sensasi pendengaran, memori pendengaran dan penglihatan.
4. Lobus Oksipital, mengintegrasikan pergerakan fokus mata, mengatur hubungan gambar visual dengan pengalaman sebelumnya, dan penglihatan sadar.
5. Insular, mengatur memori dan mengintegrasikan aktivitas serebral lainnya.

G. Fungsi Medulla Spinalis dan Saraf-Sarafnya.

Sumsum tulang belakang memiliki dua fungsi:

1. Transmisi impuls saraf. Neuron dalam materi putih dari sumsum tulang belakang mengirimkan sinyal sensorik dari daerah pinggiran ke otak dan motorik sinyal dari otak ke daerah perifer.
2. Spinal refleks. Neuron di materi abu-abu dari sumsum tulang belakang mengintegrasikan masuk sensorik informasi dan merespon dengan impuls motor yang kontrol otot (skeletal, halus, atau jantung) atau kelenjar.

Saraf-Saraf tulang belakang:

1. Sebuah saraf tulang belakang muncul di dua poin dari sumsum tulang belakang, yang ventral dan dorsal akar.
2. Akar ventral dan dorsal bergabung untuk membentuk saraf tulang belakang secara keseluruhan.
3. Saraf tulang belakang muncul dari kolom tulang belakang melalui sebuah lubang (foramen intervertebralis) antara tulang yang berdekatan. Ini benar untuk semua saraf tulang belakang kecuali untuk saraf tulang belakang pertama (pasangan),

- yang muncul antara tulang oksipital dan atlas (vertebra pertama).
4. Di luar kolom vertebral, saraf membagi menjadi sebagai berikut cabang:
 - a. Ramus dorsal mengandung saraf yang melayani bagian dorsal dari bagasi.
 - b. Ramus ventral mengandung saraf yang melayani ventral tersisa bagian dari bagasi dan anggota badan atas dan bawah.
 - c. Cabang meningeal reenters kolom vertebral dan melayani meninges dan pembuluh darah di dalam.
 - d. Para communicantes rami mengandung saraf otonom yang melayani fungsi visceral.
 5. Beberapa rami ventral bergabung dengan rami ventral yang berdekatan untuk membentuk pleksus, jaringan saraf interkoneksi. Saraf muncul dari pleksus mengandung serat saraf tulang belakang dari berbagai, yang sekarang dilakukan bersama-sama ke beberapa lokasi target. Sebuah daerah kulit yang menerima rangsangan sensorik yang melewati satu saraf tulang belakang disebut dermatom. Dermatome diilustrasikan pada manusia Angka dengan garis-garis yang menandai batas-batas wilayah di mana setiap tulang belakang saraf menerima rangsangan.

H. Gerak Refleks

Refleks merupakan respon, cepat paksa untuk stimulus. Sebuah busur refleks adalah jalur yang dilalui oleh impuls saraf selama refleks. Kebanyakan refleks tulang belakang refleks dengan jalur yang melintasi hanya sumsum tulang belakang. Selama refleks spinal, informasi dapat diteruskan ke otak, tetapi itu adalah tulang belakang kabel, dan bukan otak, yang bertanggung jawab untuk integrasi sensorik informasi dan tanggapan ditransmisikan ke neuron motorik. Beberapa refleks adalah refleks kranial dengan jalur melalui saraf kranial dan batang otak.

Sebuah busur refleks melibatkan komponen-

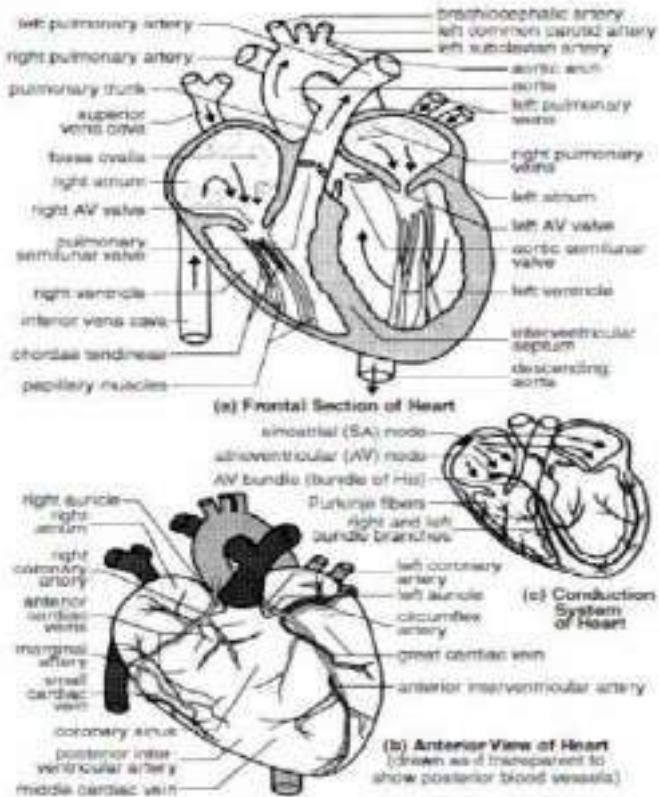
komponen berikut:

1. Reseptor adalah bagian dari neuron (biasanya dendrit) yang mendeteksi stimulus.
2. Neuron sensorik mengirimkan impuls ke sumsum tulang belakang.
3. Pusat Integrasi melibatkan satu sinaps (busur refleks monosynaptic) atau dua atau lebih sinapsis (busur refleks polysynaptic) dalam masalah abu-abu dari sumsum tulang belakang. Dalam busur refleks polysynaptic, satu atau lebih interneuron dalam materi abu-abu merupakan pusat integrasi.
4. Sebuah neuron motorik mengirimkan impuls saraf dari sumsum tulang belakang untuk perifer wilayah.
5. Sebuah efektor adalah otot atau kelenjar yang menerima bentuk impuls motor neuron. Dalam refleks somatik, yang efektor adalah otot rangka. dalam otonom (visceral) refleks, yang merupakan efektor otot polos atau jantung, atau kelenjar.

BAB VII

SISTEM KARDIOVASKULER

Figure 14-1 The pathway of blood through the chambers and valves of the heart.



ANATOMI FISIOLOGI

SISTEM KARDIOVASKULER

A. Anatomi Sistem Kardiovaskuler

1. Jantung

a. Letak dan kedudukan serta struktur jantung

Jantung terletak di dalam rongga dada di belakang sternum, diatas diafragma dengan posisi lebih condong ke kiri, tepatnya di dalam rongga mediastinum dari rongga dada (thorax) di antara kedua paru-paru. Basis jantung terletak sebelah kanan 2 cm dari sternum pada rusuk ketiga kanan, diatas pada batas tulang rawan rusuk kedua kiri, 1 cm dari sternum, kedudukan apeks jantung pada titik sebelah kiri antara rusuk kelima dan keenam atau didalam ruang interkostal kelima kiri, 4 cm dari garis medial. Jantung merupakan organ yang terdiri dari otot dengan berat kira-kira 250-350 gram.

Jantung berbentuk cekung organ muscular yang mempunyai empat ruang yang berfungsi memompa darah melalui pembuluh-pembuluh di dalam tubuh. Jantung terletak di mediastinum yang dikelilingi oleh membrane fibrosa yang kasar. Pericardium parietal adalah kantung longgar yang tersusun dari lapisan fibrosa luar yang melindungi jantung dan lapisan serosa dalam yang mengeluarkan cairan pericardial. Pericardium visceral adalah membrane serosa yang menyusun lapisan terluar dinding jantung (epikardium). Jarak antara pericardium parietal dan pericardium visceral adalah rongga pericardium. Cairan pericardium ditemukan dalam rongga dan berfungsi melumasi (membuat licin) permukaan jantung.

Jantung terdiri dari bagian atas kanan dan kiri yang disebut atrium yang berdenyut bersamaan, dan bagian bawah kanan dan kiri yang disebut ventrikel yang juga berkontraksi bersamaan. Atrium-atrium terpisahkan tipis, otot septum (sekat) interatrial, sedangkan ventrikel-ventrikel terpisahkan tebal. Katup

atrioventrikuler (AV) terletak antara bagian atas dan bagian bawah ruang jantung, dan katup semilunar berada didasar dari dua pembuluh terbesar (batang pulmonary dan aorta) yang meninggalkan jantung.

2. Lapisan, bagian-bagian, dan katub jantung

a. Dinding jantung terdiri dari 3 lapisan:

Jantung terdiri dari tiga lapisan dari luar ke dalam:

- 1) Epikardium: membrane serosa dari jaringan penghubung yang ditutupi oleh epithelium. Bagian luar menutupi atau melapisi pelumas.
- 2) Miokardium: jaringan otot jantung dan jaringan penghubung. Lapisannya mengkerut, lapisan paling tengah.
- 3) Endokardium: membrane epitel dan jaringan penghubung. Memperkuat lapisan dalam pelindung jantung.

b. Bagian-bagian jantung

- 1) Basis kordis: bagian jantung sebelah atas yang berhubungan dengan pembuluh darah besar (aorta ascendens, arteri pulmonalis, vena pulmonalis, dan vena cava superior). Basis kordis dibentuk oleh atrium sinistra dan sebagian atrium dekstra, sedangkan bagian posterior dibentuk oleh aorta descendens, esophagus, vena azigos, dan duktus torasikus setinggi vertebra torakalis ke-5 sampai ke-8.
- 2) Apeks kordis: adalah bagian bawah jantung yang berbentuk kerucut tumpul. Bagian ini dibentuk oleh ujung ventrikel sinistra dari dinding toraks dan ditutupi oleh paru-paru dan pleura sinistra dari dinding toraks.

3) ,

c. Katup jantung

- 1) Katup trikuspidalis: diantara atrium kanan dan ventrikel kanan.
- 2) Katup bikuspidalis: diantara atrium kiri dan ventrikel kiri.
- 3) Katup semilunar pulmonari: diantara ventrikel kanan dan batang pulmonary.
- 4) Katup semilunar aorta: diantara ventrikel kiri dan ascending aorta.

Masing-masing katup dari katup atrioventrikuler menahan posisi kuatnya tendinous cords, chordae tendineae, yang terlindungi dari dinding ventricular oleh otot papilari yang berbentuk kerucut. Semua katup didalam jantung mencegah kembalinya darah ke ruang sebelumnya saat kontraksi otot dinding jantung.



3. Pembuluh Darah

Inkulturasi adalah sebuah “neologisme” Dinding pembuluh darah terdiri dari lapisan-lapisan sebagai berikut:

- a. Lapisan dalam: lapisan epitel skuamosa, yang disebut endothelium bertumpu pada lapisan jaringan penghubung.
- b. Lapisan media: lapisan tengah dari serabut-serabut otot polos dan elastic
- c. Lapisan luar: lapisan terluar dari jaringan penghubung yang terdiri dari serabut elastic dan

kolagen. Lapisan luar dari pembuluh yang lebih besar difiltrasi bersama sistem pembuluh darah kecil yang disebut *vaso vasorum* ("vessels of vessels") yang memberi makan jaringan terluar dari dinding pembuluh darah.

Struktur dan fungsi pembuluh:

- a. Arteri -> membawa darah pergi dari jantung. Pembuluh elastis, terdiri dari tiga lapisan; diameter rongga relatif besar untuk ketebalan dinding. Merupakan saluran distributif ke jaringan-jaringan tubuh; darah dibawa dibawah tekanan tinggi.
- b. Vena -> membawa darah kembali ke jantung. Tipis, merupakan tempat penyimpanan cairan (menahan 60% - 70% dari volume darah);
- c. Kapiler -> menukar area sistem. Dinding tersusun dari lapisan tunggal endothelium (lapisan dalam). Dapat menukar cairan, nutrisi dan gas-gas antara darah dan cairan interstitial.

4. Pembuluh Limfe

Cairan interstitial masuk ke sistem limfatik sampai ke dinding kapiler limfe, disusun dari skuamosa epithelium. Limfe dibawa ke duktus limfatik yang lebih besar. Duktus limfe pada akhirnya akan bermuara ke salah satu dari dua pembuluh utama: duktus limfatikus dekstra, yang mengalirkan limfe dari kuadran kanan atas tubuh, dan duktus torasikus, yang mengalirkan limfe dari sisa tubuh. Ini mengalir ke kanan dan kiri vena subklavian, berturut-turut. Limfe mengalir ke pembuluh limfatik sampai ke kontraksi otot & rangka, peristaltis usus dan gravitasi. Katup dalam pembuluh limfatik mencegah arus balik.

a. Nodus Limfatik

Kelenjar limfatik bentuknya oval kecil tertutup

didalam kapsul fibrosa. Pembuluh afferent limfatik membawa limfe ke nodus dan pembuluh efferent limfatik membawa limfe yang sudah disaring dari nodus. Limfosit, leukosit yang bertanggung jawab untuk kekebalan tubuh, dan makrofag, sel fagosit, yang ditemukan di nodus limfatik. Nodus limfatik terjadi dalam kelompok atau rantai. Kelompok utamanya yaitu:

- 1) **Popliteal dan nodus inguinal** dari ekstremitas bawah.
- 2) **Nodus lumbar** dari bagian pelvis.
- 3) **Kubital dan nodus aksiliari** dari ekstremitas atas.
- 4) **Nodus servikal** dari leher.
- 5) **Nodus mesenteric** berkaitan dengan usus.

b. Organ-organ Limfoid

Organ-organ limfoid adalah:

- 1) Tonsil: tiga tonsil {pharyngeal (adenoid), palatine dan lingual} adalah organ-organ limfe dari bagian faring. Mereka berfungsi melawan infeksi hidung, telinga dan bagian tenggorokan.
- 2) Limpa: limpa berada dibagian atas kiri rongga abdominal. Ini bukan organ vital tapi membantu organ lain dalam memproduksi limfosit, menyaring darah dan menghancurkan eritrosit yang sudah tua (± 120 hari).
- 3) Timus: berada di torak bagian depan, dibelakang manubrium sternum. Timus akan lebih besar pada anak-anak daripada orang dewasa.

B. Fisiologi Sistem Kardiovaskuler

1. Mekanisme Pompa

Atrium kanan, terletak di sebelah atas kanan jantung dan embel kecil, serambi kanan bertindak

sebagai kantung penyimpanan sementara sehingga darah dengan siap akan tersedia untuk ventrikel kanan. Darah deoxygenated dari sistem sirkulasi masuk ke atrium kanan sampai tiga vena, vena cava superior, vena cava inferior, dan sinus koroner. Selama interval ketika ventrikel tidak berkontraksi, darah turun kebawah melewati katup atrioventrikuler (AV) kanan ke ruang selanjutnya, ventrikel kanan. Katup atrioventrikular jga disebut katup trikuspidalis karena terdiri dari tiga katup fleksibel.

Ventrikel kanan adalah ruang pompa untuk sirkulasi pulmonal. Ventrikel, dengan dinding tebal dan lebih berotot daripada atrium, mengkerut dan memompa darah deoxygenated sampai katup semilunar dan ke arteri besar, batang pulmonari. Batang pulmonari bercabang menjadi dua arteri pulmonary, yang sudah pasti ke kiri dan kanan paru-paru, berturut-turut. Urutan ini terjadi di ventrikel kanan. Ketika ventrikel kanan berkontraksi, katup atrioventrikular (AV) menutup dan mencegah darah kembali lagi ke atrium kanan. Benang-benang tipis tendon, chordae tendineae, melekat di otot papilari di baliknya, bagian bawah ventrikel. Benang-benang ini membatasi sejauh mana katup AV bisa dipaksa tertutup, mencegahnya terdorong melewati dan ke atrium.

Ketika ventrikel kana relaksasi, dengan arus balik awal darah dalam arteri pulmonalis menutup katup semilunar pulmonary dan mencegah kembalinya darah ke ventrikel kanan.

2. Pusat-pusat Generator Listrik Jantung dan Perjalanan Impuls Listrik Jantung

Jantung terdiri dari empat ruang yang berfungsi sebagai pompa, yaitu atrium kanan dan kiri serta

ventrikel kanan dan kiri. Hubungan fungsional antara atrium dan ventrikel diselenggarakan oleh jaringan susunan hantar khusus yang menghantarkan impuls listrik dari atrium ke ventrikel. Sistem tersebut terdiri dari *nodus Sinoatrial (SA)*, *nodus Atrioventrikuler (AV)*, *berkas His* dan *serabut-serabut Purkinje*. Potensial aksi (impuls listrik) di jantung berasal dari sel otot jantung yang disebut sel autoritmik. Sel-sel ini mampu menghasilkan potensial aksi tanpa rangsangan eksternal oleh saraf sel. Sel-sel autoritmik berfungsi sebagai alat pacu jantung untuk memulai siklus pemompaan jantung dan menyediakan sistem konduksi untuk mengkoordinasikan kontraksi sel otot seluruh jantung.

a. Nodus SA

Terletak pada pertemuan antara vena kava superior dengan atrium kanan. Nodus SA memulai siklus jantung dengan menghasilkan potensial aksi yang menyebar melalui atrium. Sel-sel dalam nodus SA secara otomatis dan teratur mengeluarkan impuls dengan frekuensi 60–100 x/ menit.

b. Nodus AV

Terletak di atas sinus koronarius pada dinding posterior atrium kanan. Nodus AV menerima potensial aksi yang dihasilkan oleh Nodus SA. Sedikit keterlambatan dari transmisi listrik terjadi di sini, memungkinkan atrium untuk sepenuhnya kontrak sebelum potensial aksi diturunkan ke ventrikel. Sel-sel dalam nodus AV mengeluarkan impuls lebih rendah dari nodus SA yaitu 40-60 x/ menit.

c. Berkas His

Nodus AV kemudian menjadi berkas His yang menembus jaringan pemisah miokardium atrium

dan miokardium ventrikel, selanjutnya berjalan pada septum ventrikel yang kemudian bercabang dua menjadi berkas kanan (*Right Bundle Branch*) dan berkas kiri (*Left Bundle Branch*). RBB dan LBB kemudian menuju endokardium ventrikel kanan dan kiri, berkas tersebut bercabang menjadi serabut-serabut Purkinje.

d. Serabut Purkinje

Serabut Purkinje mampu mengeluarkan impuls dengan frekuensi 20-40 x/ menit.

Sel otot jantung dalam keadaan istirahat permukaan luarnya bermuatan positif dan bagian dalamnya bermuatan negatif. Perbedaan potensial muatan melalui membran sel ini kira-kira - 90 miliVolt. Ada 3 ion yang mempunyai peran penting dalam elektrofisiologi sel, yaitu Kalium, Natrium, dan Kalsium. Rangsangan listrik dapat secara tiba-tiba menyebabkan masuknya ion Natrium dengan cepat dari cairan luar sel ke dalam, sehingga menyebabkan muatan dalam sel menjadi lebih positif dibandingkan muatan luar sel. Proses terjadinya perubahan muatan akibat rangsangan dinamakan depolarisasi. Setelah depolarisasi, terjadi pengembalian muatan ke keadaan semula. Proses ini dinamakan repolarisasi. Seluruh proses tersebut disebut aksi potensial. Aksi potensial dibagi dalam 5 fase sesuai dengan elektrofisiologi yang terjadi, yaitu:

a. Fase 0

Dinamakan fase depolarisasi yang menggambarkan arus masuknya Natrium dari luar sel ke dalam dengan cepat. Akibatnya muatan dalam sel menjadi positif sedangkan di luar menjadi negatif.

b. Fase 1

Merupakan fase permulaan proses repolarisasi

yang mengembalikan potensial dalam sel ke 0 miliVolt, hal ini terutama akibat penutupan saluran Natrium.

c. Fase 2

Pada fase ini ion Kalsium juga bergerak masuk ke dalam sel otot jantung dengan laju yang relatif lebih lambat dan menyebabkan keadaan stabil yang agak lama sesuai dengan masa refrakter absolute dari miokardium.

d. Fase 3

Fase ini merupakan fase pengembalian potensial intrasel ke potensial istirahat, akibat pengeluaran Kalium dari dalam ke luar sel, sehingga mengurangi muatan positif di dalam sel.

e. Fase 4

Dinamakan fase istirahat, dimana bagian dalam sel otot bermuatan negatif dan bagian luar bermuatan positif. Dengan demikian sel tersenut mengalami polarisasi.

3. Jenis Sandapan pada Elektrokardiograf (EKG)

Terdapat 2 jenis sandapan pada EKG, yaitu:

a. Sandapan Bipolar

Dinamakan sandapan bipolar karena sandapan ini hanya merekam perbedaan potensial dari 2 elektroda, sandapan ini ditandai dengan angka Romawi I, II, dan III.

1) Sandapan I

2) Merekam beda potensial antara tangan kanan (RA) dengan tangan kiri (LA), dimana tangan kanan bermuatan negatif dan tangan kiri bermuatan positif.

3) Sandapan II

4) Merekam beda potensial antara tangan kanan (RA) dengan kaki kiri (LF), dimana tangan kanan bermuatan negatif dan kaki kiri bermuatan positif.

5) Sandapan III

6) Merekam beda potensial antara tangan kiri (LA) dengan kaki kiri (LF), dimana tangan kiri bermuatan negatif dan kaki kiri bermuatan positif.

7) Ketiga sandapan ini dapat digambarkan sebagai sebuah segitiga sama sisi yang lazim disebut segitiga *Einthoven*.

b. Sandapan Unipolar

Sandapan unipolar ini terbagi menjadi 2, yaitu:

1) Sandapan unipolar ekstremitas

Sandapan ini merekam besar potensial listrik pada satu ekstremitas, elektroda eksplorasi diletakkan pada ekstremitas yang akan diukur. Gabungan elektroda-elektroda pada ekstremitas yang lain membentuk elektroda indiferen (potensial).

a) Sandapan aVR

Merekam potensial listrik pada tangan kanan (RA), dimana tangan kanan bermuatan positif, tangan kiri dan kaki kiri membentuk elektroda indiferen.

b) Sandapan aVL

Merekam potensial listrik pada tangan kiri (LA), dimana tangan kiri bermuatan positif, tangan kanan dan kaki kiri membentuk elektroda indiferen.

c) Sandapan aVF

Merekam potensial listrik pada kaki kiri (LF), dimana kaki kiri bermuatan positif, tangan kanan dan tangan kiri membentuk elektroda indiferen.

2) Sandapan unipolar precordial

Merakam besar potensial listrik jantung dengan bantuan elektroda eksplorasi yang ditempatkan di beberapa tempat dinding dada. Elektroda indiferen diperoleh dengan menggabungkan ketiga elektroda ekstremitas. Letak sandapan:

V1 : Ruang interkostal IV garis sternal kanan

V2 : Ruang interkostal IV garis sterna kiri

V3 : Pertengahan antara V2 dan V4

V4 : Ruang interkostal V garis midklavikula kiri

V5 : Sejajar V4 garis aksila depan

V6 : Sejajar V5 garis aksila tengah

Umumnya perekaman EKG lengkap dibuat 12 sandapan, akan tetapi pada keadaan tertentu perekaman dibuat sampai V7, V8, dan V9 atau V3R dan V4R.

4. Bentuk-Bentuk Gelombang Hasil EKG

Kurva EKG menggambarkan proses listrik yang terjadi pada atrium dan ventrikel. Proses listrik ini terdiri dari:

- a. Depolarisasi atrium
- b. Repolarisasi atrium
- c. Depolarisasi ventrikel
- d. Repolarisasi ventrikel

Sesuai dengan proses listrik jantung, setiap hantaran pada EKG normal memperlihatkan 3 proses listrik yaitu: depolarisasi atrium, depolarisasi ventrikel dan repolarisasi ventrikel. Repolarisasi atrium umumnya tidak terlihat pada EKG, karena disamping intensitasnya kecil juga repolarisasi atrium waktunya bersamaan dengan depolarisasi ventrikel yang mempunyai intensitas yang jauh lebih besar. Kurva EKG normal terdiri dari gelombang P, Q, R, S, dan T serta kadang terlihat gelombang U. Selain itu juga ada beberapa interval dan segmen EKG.

a. Gelombang P

Gelombang P merupakan gambaran proses depolarisasi atrium. Gelombang P yang normal:

- 1) Lebar kurang dari 0,12 detik
- 2) Tinggi kurang dari 0,3 miliVolt
- 3) Selalu positif di lead II
- 4) Selalu negatif di lead AVR

b. Gelombang QRS

Merupakan gambaran proses depolarisasi ventrikel. Merupakan gerakan bawah-atas-bawah yang cepat. Gelombang QRS yang normal:

- 1) Lebar 0,06 - 0,12 detik
- 2) Tinggi tergantung lead

Gelombang QRS terdiri dari gelombang Q, gelombang R, dan gelombang S.

c. Gelombang Q

Gelombang Q adalah defleksi negatif pertama pada gelombang QRS. Gelombang Q yang normal:

1) Lebar kurang dari 0,04 detik

2) Tinggi/ dalamnya kurang dari sepertiga tinggi R

Gelombang Q abnormal disebut gelombang Q patologis.

d. Gelombang R

Gelombang R adalah defleksi positif pertama pada gelombang QRS. Gelombang R umumnya positif di lead I, II, V5 dan V6. Di lead AVR, V1, V2 biasanya hanya kecil atau tidak ada sama sekali.

e. Gelombang S

Gelombang S adalah defleksi negatif sesudah gelombang R. di lead AVR dan V1 gelombang S terlihat dalam, dari V2 ke V6 akan terlihat makin lama makin menghilang atau berkurang dalamnya.

f. Gelombang T

Merupakan gambaran proses repolarisasi ventrikel. Umumnya gelombang T positif di lead I, II, V3 - V6 dan terbalik di AVR.

g. Gelombang U

Gelombang U adalah gelombang yang timbul setelah gelombang T dan sebelum gelombang P berikutnya. Penyebab timbulnya gelombang U masih belum diketahui namun diduga akibat repolarisasi lambat system konduksi interventrikel.

h. Interval PR

Interval PR diukur dari permukaan gelombang P sampai permulaan gelombang QRS. Nilai normal berkisar antara 0,12 - 0,20 detik. Ini merupakan waktu yang dibutuhkan untuk depolarisasi atrium dan jalannya imuls melalui berkas His sampai permulaan depolarisasi ventrikel.

i. Segmen ST

Segmen ST diukur dari akhir gelombang S sampai awal gelombang T. Segmen ini normalnya *isoelektris*, tetapi

pada lead prekordial dapat bervariasi dari - 0,5 sampai + 2 mm. Segmen ST yang naik disebut ST *elevasi* dan yang turun disebut ST *depresi*.

5. Sirkulasi Darah, Tekanan Darah, dan Hukum Starling

a. Sirkulasi Darah

Pembuluh darah pada peredaran darah kecil terdiri atas:

- 1) Arteri Pulmonalis, merupakan pembuluh darah yang keluar dari ventrikel dekstra menuju ke paru-paru, mempunyai 2 cabang yaitu dekstra dan sinistra untuk paru-paru kanan dan kiri yang banyak mengandung karbondioksida dalam darahnya.
- 2) Vena pulmonalis, merupakan vena pendek yang membawa darah dari paru-paru masuk ke jantung bagian atrium sinistra. Di dalamnya berisi darah yang banyak mengandung oksigen.

Peredaran darah kecil melalui:

Ventrikel dekstra → valvula semilunaris → arteri pulmonalis → paru-paru → vena pulmonalis → atriumkiri. (Jantung → paru-paru → jantung). Peredaran darah pada peredaran darah besar, yaitu aorta, merupakan pembuluh darah arteri yang besar. Pembuluh ini keluar dari jantung bagian ventrikel sinistra melalui aorta ascendens, lalu membelok ke belakang melalui radiks pulmonalis sinistra, turun sepanjang kolumna vertebralis menembus diafragma lalu turun kebagian perut.

Peredaran darah besar melalui:

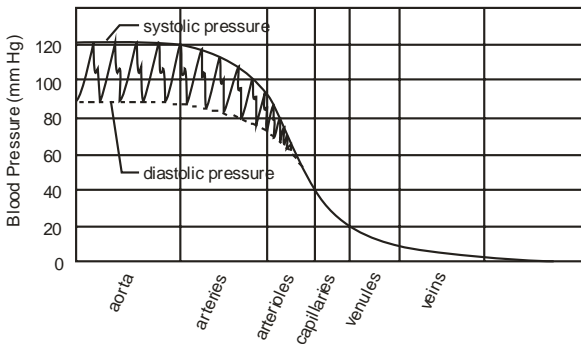
Ventrikel sinistra → valvula semilunaris aorta → aorta → arteri → arteriola → kapiler arteri → kapiler vena → venulus → vena kava → atrium dekstra. (Jantung → seluruh tubuh → jantung).

b. Tekanan Darah

Tekanan hidrostatis yang diciptakan oleh jantung memaksa darah untuk bergerak melalui arteri. Tekanan darah sistolik, tekanan yang diukur selama kontraksi, rata-rata ventrikel sekitar 120 mm Hg nadi

padasistemik sirkulasi (untuk sehat, dewasa muda). Para pres-darah diastoliknya, diukur selama relaksasi ventrikel, adalah sekitar 80 mm Hg dalam arteri. Darah berjalan melalui sistem arteri, resistensi dari dinding pembuluh darah mengurangi tekanan dan kecepatan darah (lihat Gambar dibawah ini). Tekanan darah turun dalam arteriol dan menjadi antara 40 dan 20 mm Hg di kapiler. Tekanan darah turun dalam venula dan mendekati nol di pembuluh darah.

Figure 14-3 As blood travels through the arterial system, resistance from the walls of the blood vessels reduces the pressure and velocity of the blood.



Arena tekanan darah sangat rendah di venula dan vena, dua mekanisme membantu kembalinya darah ke jantung (venous return): Pompa otot muncul dari kontraksi otot rangka sekitar pembuluh darah. Kontraksi menekan pembuluh darah, memaksa darah untuk bergerak maju, satu arah saja dapat bergerak ketika katup dalam vena dekat dengan mencegah terjadinya aliran balik. Pompa pernapasan dibuat oleh ekspansi dan kontraksi paru-paru saat bernafas. Selama inspirasi (menghirup), di wilayah tersebut perut meningkat sementara tekanan di rongga dada menurun. Tekanan tersebut bertindak atas pembuluh darah. Akibatnya, darah yang mengalir menuju jantung ketika bergerak dari daerah tekanan tinggi (perut) ke tekanan rendah (dada dan atrium kanan). Ketika tekanan yang

dibalik (menghembuskan), arus balik di pembuluh darah dicegah oleh katup.

c. Hukum Frank-Starling

- 1) Makin besar isi jantung sewaktu diastole semakin besar jumlah darah yang dipompakan ke aorta.
- 2) Dalam batas-batas fisiologis jantung memompakan seluruh darah yang kembali ke jantung tanpa menyebabkan penumpukan darah di vena.
- 3) Jantung dapat memompakan jumlah darah yang sedikit atau yang banyak tergantung pada jumlah darah yang mengalir kembali ke vena.

6. Zat-zat yang Menyebabkan Vasokonstriksi dan Vasodilatasi

Zat-zat yang menyebabkan vasokonstriksi dan vasodilatasi antara lain:

Vasokonstriktor	Vasodilator
Angiotensin	Kinins (bradykinin, kallidin)
Catecholamines	Endothelium-derived relaxing factor, nitric oxide, nitrovasodilators
Vasopressin	Prostaglandin (PGI ₂ , PGE ₂ , PDV ₂)
Endothelin	Substance P
Thromboxane A ₂	Atrial, brain and C-type natriuretic hormones
Prostaglandin (PGF _{2α})	Histamine
Neuropeptide Y	Acetylcholine
Sodium pump inhibitor	Eledoisin
	Adenosine
	Adrenomedullin
	Insulin

7. Faal Otot Jantung

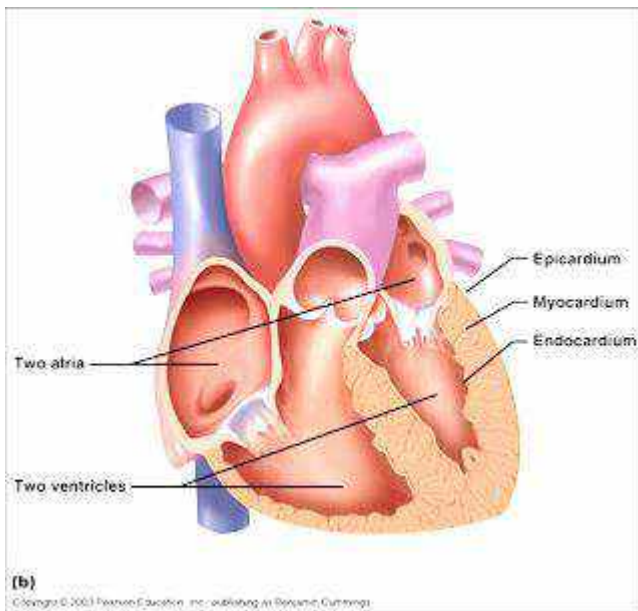
Fisiologi otot jantung

Struktur dinding jantung terdapat 3 lapisan:

- a. Epikardium, lapisan terluar strukturnya sama dengan pericardium visceral.
- b. Miokardium, lapisan tengah terdiri dari otot, menentukan kekuatan kontraksi.

c. Endokardium, lapisan terdalam terdiri dari jaringan endotel juga menutupi katup-katup jantung
Perikardium (pembungkus luar jantung terdiri dari lapisan pariental yaitu lapisan fibrous bagian luar. Dan lapisan visceral yaitu membran serous bagian dalam melekat pada jantung. Diantara lapisan tersebut terdapat cairan serus sebagai lubrication.

Struktur Dinding Jantung:



Otot jantung merupakan otot khusus terdiri dari otot bergaris tetapi bekerja di luar kemauan kita seperti otot polos. Membran sel otot jantung relative semiperiabel terhadap ion-ion, ion-ion dapat bergerak sepanjang sumbu longitudinal serat otot potensi aksi dapat cepat menyebar ke seluruh otot jantung.

a. Elektro fisiologi otot jantung

Aktivitas listrik dari jantung merupakan akibat dari perubahan pada permeabilitas membran sel, yang memungkinkan pergerakan ion-ion. Dengan masuknya

ion-ion tersebut maka muatan listrik sepanjang membran itu mengalami perubahan relatif.

Ada tiga ion yang mempunyai fungsi penting sekali dalam elektrofisiologi sel, yaitu: kalium, natrium, dan kalsium. K adalah kation intrasel yang dominan sedangkan konsentrasi Na dan Ca tertinggi pada lingkungan ekstra sel.

Membran sel otot jantung pada keadaan istirahat berada dalam polarisasi, dengan bagian luar berpotensi positif dibandingkan bagian dalam selisih potensial ini disebut potensial membran. Bila membran otot jantung di rangsang, sifat permeabel berubah sehingga ion Na masuk kedalam sel, yang menyebabkan potensial membran. Perubahan potensial membran karena stimulasi ini disebut depolarisasi. Setelah proses depolarisasi selesai, maka potensial membran kembali mencapai keadaan semula yaitu proses repolarisasi.

b. Elektrokardiografi (EKG)

Arus listrik yang dihasilkan oleh hati selama siklus jantung dapat dideteksi pada permukaan tubuh dengan elektroda dari electrocardio-grafik. Sebuah rekaman arus ini, disebut elektrokardiogram (EKG atau EKG), merupakan jumlah dari semua potensi tindakan bersamaan diproduksi oleh jantung yang terdeteksi oleh elektroda 12 dari elektrokardiograf.

A siklus jantung tunggal menghasilkan pola gelombang khas, di mana puncak dan lembah ditunjukkan dengan huruf P, Q, R, S, dan T. Sebuah interpretasi karakteristik utama dari EKG berikut: Gelombang P adalah gelombang kecil yang mewakili depolarisasi atrium. Selama gelombang ini, otot-otot atrium berkontraksi. Kompleks QRS adalah gerakan bawah-atas-bawah yang cepat. ke atas Gerakan menghasilkan puncak tinggi, ditunjukkan oleh R. Kompleks QRS mewakili depolarisasi ventrikel. Gelombang T merupakan repolarisasi ventrikel. Elektris aktivitas yang dihasilkan oleh repolarisasi atrium yang tersembunyi oleh kompleks QRS.

8. Fungsi Otot Jantung sebagai Pompa

Jantung sebenarnya merupakan 2 pompa yang terpisah:

- a. Jantung bagian kanan yang memompa darah ke paru-paru
- b. Jantung bagian kiri yang memompa darah ke bagian tubuh lainnya

Setiap bagian jantung itu dibagi lagi menjadi 2 rongga:

- a. Atrium, dan
- b. Ventrikel

Darah mengalir terus dalam suatu lingkaran yang disebut system sirkulasi. Darah yang memasuki atrium dekstra dari vena besar didorong oleh kontraksi atrium dan mengalir melalui katup trikuspidalis untuk masuk ke dalam ventrikel dekstra. Dari ventrikel dekstra darah dipompakan melalui katup pulmonalis ke arteri pulmonalis yang kemudian melalui paru-paru dan terakhir melalui vena pulmonalis masuk kedalam atrium sinistra. Dengan kontraksi atrium sinistra darah didorong melalui katup mitralis ke ventrikel sinistra, dan dari sini dipompa melalui katup aorta untuk memasuki aorta dan dialirkan melalui sirkulasi sistemik.

Kedua atrium adalah pompa primer yang memaksa sisa darah terakhir masuk kedalam ventrikel yang bersangkutan sesaat sebelum kontraksi. Sisa darah terakhir yang di pompakan masuk ke dalam ventrikel ini membuat ventrikel menjadi lebih efisien dalam kerjanya sebagai pompa di banding kalau tidak mempunyai mekanisme pengisian yang khusus. Namun demikian ventrikel adalah demikian kuatnya sehingga tetap dapat memompa sejumlah besar darah walaupun atrium tidak berfungsi.

Bila seseorang dalam keadaan istirahat, setiap menitnya jantung hanya akan memompa 4-6 liter darah. Selama bekerja berat, jantung mungkin perlu memompa darah sebanyak 4-7 kali dari jumlah ini.

Dua makna yang mendasari pengaturan volume

darah yang di pompakan oleh jantung adalah (1) pengaturan intrinsic pemompaan jantung dalam menanggapi perubahan volume darah yang mengalir kedalam jantung (2) pengendalian jantung oleh system syaraf otot.

a. Curah jantung

Variabel berikut adalah kapasitas dari jantung:

- 1) Stroke volume (SV) adalah volume darah yang dikeluarkan oleh ventrikel setiap selama kontraksi tunggal. Stroke volume kiri dan ventrikel kanan biasanya sama.
- 2) Denyut jantung (HR) adalah jumlah detak jantung per menit.
- 3) Cardiac output (CO) adalah volume darah yang dipompa keluar dari kanan atau ventrikel kiri per menit.

$$CO = SV \times HR.$$

Curah jantung bervariasi dengan kesehatan individu dan negara pada saat kegiatan pengukuran. Curah jantung pada atlet berolah raga mungkin melebihi curah istirahat jantung mereka tujuh kali lipat. Rasio antara curah jantung maksimum dan curah istirahat jantung dari seorang individu adalah cadangan jantung. Perhatikan bahwa curah jantung berubah, baik ketika volume stroke atau detak jantung berubah. Stroke volume diatur oleh tiga faktor berikut:

- 1) Preload adalah sejauh mana sel-sel otot jantung yang membentangi oleh darah memasuki bilik jantung. Menurut Frank-Starling hukum jantung, semakin ruangan ditarik, besar kekuatan kontraksi. Karena akhir-diastole Volume (EDV) adalah ukuran dari berapa banyak darah memasuki bilik, EDV merupakan indikator preload ventrikel.
- 2) Kontraktilitas adalah sejauh mana otot kontrak sel jantung sebagai akibat dari pengaruh ekstrinsik. Positif inotropik faktor, seperti hormon tertentu (epinefrin atau tiroksin), obat-obatan (digitalis), atau peningkatan kadar Ca^{2+} , kontraktilitas meningkat,

sementara inotropik negatif faktor, seperti obat-obatan tertentu (calcium channel blockers) atau meningkat tingkat K^+ , kontraktilitas menurun.

- 3) Afterload adalah ukuran dari tekanan yang harus dihasilkan oleh ventricles untuk memaksa katup semilunar terbuka. Semakin besar afterload tersebut, yang volume kecil stroke. Arteriosclerosis (penyempitan arteri) dan darah afterload meningkatkan tekanan tinggi dan mengurangi stroke volume.

Denyut jantung diatur oleh tiga faktor berikut:

- 1) Sistem saraf otonom dapat mempengaruhi denyut jantung ketika sistem saraf simpatik merangsang kontraksi otot jantung atau ketika sistem parasimpatis menghambat kontraksi otot jantung.
- 2) Bahan kimia seperti hormon dan ion dapat mempengaruhi denyut jantung. Epinefrin, disekresi oleh medula adrenal, dan tiroksin, disekresikan oleh kelenjar tiroid, meningkatkan denyut jantung. Abnormal darah konsentrasi Na^+ , K^+ , Ca^{2+} dan mengganggu kontraksi otot.
- 3) Faktor-faktor lain juga dapat mempengaruhi denyut jantung. Ini termasuk usia, jenis kelamin, suhu tubuh, dan kebugaran fisik.

b. Aliran balik vena

Mengacu pada volume darah yang masuk tiap-tiap atrium per menit dari vena. Kecepatan aliran darah berbanding lurus dengan gradien tekanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi aliran balik vena :

- 1) Vasokonstriksi vena yang diinduksi oleh saraf simpatis
Hal ini akan meningkatkan tekanan vena dan meningkatkan gradien tekanan untuk mendorong lebih banyak darah dari vena ke atrium kanan
- 2) Aktivitas otot rangka
Banyak vena besar yang terletak antara otot-otot rangka, sehingga ketika otot berkontraksi vena tertekan dan meningkatkan aliran darah menuju

jantung.

3) Efek katup vena

Katup ini berperan dalam menjaga aliran darah agar tidak kembali ke jaringan dan juga berperan dalam melawan efek gravitasi.

4) Aktivitas pernafasan

Akibat aktivitas pernafasan, tekanan di dada menjadi 5mmHg lebih rendah dari tekanan atmosfer. Hal ini menyebabkan aliran balik ke jantung menjadi meningkat.

5) Efek penghisapan oleh jantung

Terjadi karena adanya pengisian ventrikel yang menyebabkan tekanan atrium 0 mmHg, sehingga darah masuk ke jantung.

9. Tekanan Darah dan Denyut Nadi

a. Tekanan sistolik dan diastolic

Tekanan hidrostatik yang diciptakan oleh jantung memaksa darah untuk bergerak melalui arteri. Tekanan darah sistolik, tekanan yang diukur selama kontraksi, rata-rata ventrikel sekitar 120 mm Hg nadi pada sistemik sirkulasi (untuk sehat, dewasa muda). Tekanan diastolik darah, diukur selama relaksasi ventrikel, adalah sekitar 80 mm Hg dalam arteri. Sebagai darah perjalanan melalui sistem arteri, resistensi dari dinding pembuluh darah mengurangi tekanan dan kecepatan darah (Lihat Gambar 14-3). Tekanan darah turun tajam dalam arteriol dan jatuh menjadi antara 40 dan 20 mm Hg di kapiler. Tekanan darah turun lebih lanjut dalam venula dan mendekati nol di pembuluh darah.

Karena tekanan darah sangat rendah di venula dan vena, dua mekanisme membantu kembalinya darah ke jantung (venous return):

- 1) Pompa otot muncul dari kontraksi otot rangka sekitar pembuluh darah. Kontraksi menekan pembuluh darah, memaksa darah untuk bergerak maju, satu arah saja dapat bergerak ketika katup dalam vena dekat dengan mencegah terjadinya aliran balik.

2) Pompa pernapasan dibuat oleh ekspansi dan kontraksi paru-paru saat bernafas. Selama tekanan inspirasi (menghirup), di wilayah tersebut meningkat perut sementara tekanan di rongga dada menurun. Tekanan tersebut bertindak atas pembuluh darah melewati ini daerah. Akibatnya, darah yang mengalir menuju jantung ketika bergerak dari daerah tekanan tinggi (perut) kepada mereka dari tekanan rendah (Dada dan atrium kanan). Ketika tekanan yang dibalik selama kadaluwarsa (menghembuskan), arus balik di pembuluh darah dicegah oleh katup.

b. Kontrol Tekanan Darah

Perubahan tekanan darah secara rutin dibuat untuk mengarahkan tepat jumlah oksigen dan nutrisi ke bagian tubuh tertentu. Untuk Misalnya, ketika olahraga menuntut pasokan tambahan oksigen ke rangka otot, darah pengiriman tersebut meningkat otot, sementara darah pengiriman ke organ pencernaan menurun. Penyesuaian tekanan darah juga diperlukan ketika pasukan diterapkan ke tubuh Anda, seperti ketika memulai atau berhenti di lift. Tekanan darah dapat disesuaikan oleh perubahan produksi sebagai berikut variabel:

- 1) Cardiac output dapat diubah dengan mengubah volume stroke atau jantung tingkat.
- 2) Resistensi terhadap aliran darah dalam pembuluh darah yang paling sering diubah oleh mengubah diameter pembuluh (vasodilatasi atau vasokonstriksi). Perubahan kekentalan darah (kemampuannya mengalir) atau dalam panjang pembuluh darah (yang meningkat dengan kenaikan berat badan) juga dapat mengubah resistensi ke aliran darah.

Mekanisme berikut membantu mengatur tekanan darah:

- 1) Pusat kardiovaskular menyediakan mekanisme, cepat saraf untuk pengaturan tekanan darah dengan

mengelola cardiac output atau dengan menyesuaikan diameter pembuluh darah. Terletak di oblongata medullar dari batang otak, terdiri dari tiga wilayah yang berbeda:

- 2) Pusat jantung merangsang cardiac output dengan hati meningkatkan rate dan kontraktilitas. Impuls saraf yang dikirim melalui simpatic jantung saraf.
- 3) Pusat jantung menghambat cardiac output dengan menurunkan jantung tingkat. Impuls saraf yang dikirim melalui parasimpatis vagus saraf.
- 4) Pusat vasomotor mengatur diameter pembuluh darah. Saraf impuls dikirimkan melalui neuron motorik simpatic disebut saraf vasomotor melemahkan otot-otot halus di seluruh arteriol tubuh untuk mempertahankan nada vasomotor, keadaan stabil sesuai dengan wilayah vasokonstriksi.
- 5) Pusat kardiovaskular menerima informasi tentang keadaan tubuh melalui sumber-sumber berikut.
- 6) Baroreseptor adalah neuron sensorik yang memantau darah arteri tekanan. Baroreseptor utama terletak di sinus karotis (suatu diperbesar daerah arteri karotid tepat di atas pemisahan dari aorta), lengkungan aorta, dan atrium kanan.
- 7) Kemoreseptor merupakan neuron sensorik yang memantau tingkat CO₂, O₂, dan H⁺ (pH). Neuron ini mengingatkan pusat kardiovaskular ketika tingkat drop O₂ atau tingkat kenaikan CO₂ + dan H⁺. Kemoreseptor yang ditemukan di tubuh karotis dan badan aorta terletak dekat sinus karotis dan arkus aorta.
- 8) Tinggi otak daerah, seperti korteks serebral, hipotalamus, dan sistem limbik, sinyal pusat jantung ketika kondisi (Stres, fight-or-flight response, suhu panas atau dingin) membutuhkan penyesuaian terhadap tekanan darah.
- 9) Ginjal menyediakan mekanisme hormonal untuk pengaturan tekanan darah dengan mengelola volume

darah.

- 10) Sistem renin-angiotensis-aldosteron dari ginjal mengatur volume darah. Dalam menanggapi tekanan darah meningkat, juxtaglomerular sel pada ginjal mengeluarkan renin ke dalam darah. Renin mengubah angiotensinogen menjadi angiotensin protein plasma I, yang, pada gilirannya, diubah menjadi angiotensin II oleh paru-paru. Angiotensin II mengaktifkan dua mekanisme yang meningkatkan darah tekanan.
- 11) Angiotensin II menyempitkan pembuluh darah ke seluruh tubuh (Meningkatkan tekanan darah dengan meningkatkan resistensi terhadap aliran darah). Pembuluh darah terbatas mengurangi jumlah darah yang disampaikan ke ginjal, yang menurunkan potensi ginjal untuk mengeluarkan air (meningkatkan tekanan darah dengan meningkatkan volume darah).
- 12) Angiotensin II merangsang korteks adrenal untuk mengeluarkan aldosteron, hormon yang mengurangi output urin dengan meningkatkan pertahanan H₂O oleh ginjal (meningkatkan tekanan darah dengan meningkatkan volume darah).
- 13) Berbagai zat mempengaruhi tekanan darah. Beberapa contoh penting ikuti:
- 14) Epinefrin dan norepinefrin, hormon yang dikeluarkan oleh medula adrenal, meningkatkan tekanan darah dengan meningkatkan denyut jantung dan kontraktilitas otot jantung dan dengan menyebabkan vasokonstriksi arteri dan vena. Hormon ini disekresikan sebagai bagian dari respon fight-or-flight.
- 15) Hormon antidiuretik (ADH), suatu hormon yang dikeluarkan oleh hipotalamus, meningkatkan tekanan darah dengan merangsang ginjal untuk mempertahankan H₂O (tekanan darah meningkat dengan meningkatkan volume darah).
- 16) Arteri natriuretik (ANP), suatu hormon yang

dikeluarkan oleh atrium dari jantung, menurunkan tekanan darah dengan menyebabkan vasodilatasi dan dengan merangsang ginjal untuk mengeluarkan lebih banyak air (penurunan tekanan darah dengan mengurangi volume darah).

- 17) Oksida nitrat (NO), disekresikan oleh sel-sel endotel, menyebabkan vasodilatasi.
- 18) Nikotin dalam tembakau meningkatkan tekanan darah dengan menstimulasi neuron simpatik untuk meningkatkan vasokonstriksi dan dengan merangsang medula adrenal untuk meningkatkan sekresi epinefrin dan norepinefrin.
- 19) Alkohol menurunkan tekanan darah dengan menghambat vasomotor pusat (menyebabkan vasodilatasi) dan dengan menghambat pelepasan ADH (meningkatkan output H₂O, yang menurunkan volume darah).

c. Denyut nadi

Dalam dunia ke-olahragaan denyut nadi sangat penting diketahui, karena denyut nadi/ denyut jantung menandakan kondisi kesehatan seseorang.

Setiap orang berbeda jumlah denyut nadi nya, hal ini di pengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

- 1) Kebiasaan aktifitas sehari-hari
- 2) Sikap tubuh saat di ukur denyut nadi nya
- 3) Suhu/ temperatur udara di sekelilingnya
- 4) Ukuran tubuh
- 5) Tingat emosi
- 6) Konsumsi obat saat di ukur.

Cara mengukur Denyut nadi:

- 1) Gunakan 2 jari yaitu telunjuk dan jari tengah, atau 3 jari, telunjuk, jari tengah dan jari manis jika kita kesulitan menggunakan 2 jari.
- 2) Temukan daerah yang denyutannya paling keras/ titik nadi, yaitu nadi karotis di cekungan bagian pinggir leher kira-kira 2 cm di kiri/kanan garis tengah leher (kira-kira 2 cm disamping jakun pada laki-laki), nadi radialis di pergelangan tangan di sisi

ibu jari.

- 3) Setelah menemukan denyut nadi, tekan perlahan kemudian hitunglah jumlah denyutannya selama 15 detik, setelah itu kalikan 4, ini merupakan denyut nadi dalam 1 menit. misalnya selama 15 deti denyut adi kita 20 denyutan, ini berarti $20 \times 4 = 80$. berarti selama 1 menit denyut nadi kita saat itu 80 bpm (byte per minute)

Denyut Nadi Normal

Pada saat beristirahat atau tidak sedang beraktifitas tinggi seperti bekerja atau sedang berolahraga, denyut nadi normal seperti berikut:

Untuk orang dewasa : 60 – 80 kali permenit

Untuk anak-anak : 80 – 100 kali permenit

Pada bayi : 100 – 140 kali permenit

Denyut yang terlalu tinggi atau rendah bisa menunjukkan adanya masalah kesehatan. terutama jika disertai gejala lain seperti pusing, sesak napas atau sering pingsan. Konsultasikan ke dokter jika denyut Anda secara konsisten di atas 100 bpm/ *beats per minute*, (tachycardia) atau di bawah 60 bpm (Bradycardia). Denyut jantung seseorang dipengaruhi oleh usia dan aktivitasnya. Olahraga atau aktivitas fisik dapat meningkatkan jumlah denyut jantung, namun jika jumlahnya terlalu berlebihan atau di luar batas sehat dapat menimbulkan bahaya. Oleh karena itu, tidak heran kalau mendengar ada orang meninggal saat aktifitas olahraga, mungkin kita berpikir olahraga akan bagus menyehatkan tetapi kenapa bisa menyebabkan kematian. Oleh karena itu, kita harus mengetahui batas kemampuan maksimal denyut jantung kita saat berolahraga. Cara untuk mengetahuinya yaitu: $220 - \text{umur}$. Misalnya umur kita 30 tahun, berarti $220 - 30 = 190$. 190 adalah denyut jantung maksimal kita saat berolahraga. Tidak boleh lebih kalau saat berolahraga denyut jantung usia 30 tahun lebih dari 190 bpm.

Denyut jantung orang yang terlatih olahraga biasanya lebih rendah dari orang yang jarang olahraga.

Orang yang rajin berolahraga jika denyut nadinya rendah di bawah normal berarti derajat kesehatannya bagus, jantungnya akan awet.

Denyut nadi sendiri merupakan pelonggaran dan penyempitan dari arteri yang terjadi setiap detak jantung ventrikelkiri sehingga tercipta sebuah gelombang tekanan. Denyut nadi dari orang sehat berkisar antara 70-76 denyut/detik pada saat posisi orang tersebut dalam keadaan istirahat. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan denyut nadi selain dari posisi tubuh yang berubah ialah perasaan seseorang Denyut nadi arteri adalah gelombang tekanan yang merambat 6-9 meter per detik, sekitar 15 kali lebih cepat dari darah. Denyut dapat dirasakan di titik manapun yang arterinya terletak dekat permukaan kulit dan dibantali dengan sesuatu yang keras. Arteri yang biasa teraba adalah arteri radial pada pergelangantangan. Dua bunyi jantung sebanding dengan satu denyut arteri. Frekuensi denyut memberikan informasi mengenai kerja jantung, pembuluh darah dan sirkulasi.

10. Fisiologi Terjadinya Syok Kardiogenik

a. Definisi

Syok kardiogenik didefinisikan sebagai adanya tanda-tanda hipoperfusi jaringan yang diakibatkan oleh gagal jantung rendah preload dikoreksi. Tidak ada definisi yang jelas dari parameter hemodinamik, akan tetapi syok kardiogenik biasanya ditandai dengan penurunan tekanan darah (sistolik kurang dari 90 mmHg, atau berkurangnya tekanan arteri rata-rata lebih dari 30 mmHg) dan atau penurunan pengeluaran urin (kurang dari 0,5 ml/kg/jam) dengan laju nadi lebih dari 60 kali per menit dengan atau tanpa adanya kongesti organ. Tidak ada batas yang jelas antara sindrom curah jantung rendah dengan syok kardiogenik.

Syok kardiogenik merupakan stadium akhir disfungsi ventrikel kiri atau gagal jantung kongestif, terjadi bila ventrikel kiri mengalami kerusakan yang

luas. Otot jantung kehilangan kekuatan kontraktilitasnya, menimbulkan penurunan curah jantung dengan perfusi jaringan yang tidak adekuat ke organ vital (jantung, otak, ginjal). Derajat syok sebanding dengan disfungsi ventrikel kiri. Meskipun syok kardiogenik biasanya sering terjadi sebagai komplikasi MI, namun bisa juga terjadi pada temponade jantung, emboli paru, kardiomiopati dan disritmia (Brunner & Suddarth, 2001).

Syok kardiogenik adalah syok yang disebabkan karena fungsi jantung yang tidak adekuat, seperti pada infark miokard atau obstruksi mekanik jantung; manifestasinya meliputi hipovolemia, hipotensi, kulit dingin, nadi yang lemah, kekacauan mental, dan kegelisahan (Kamus Kedokteran Dorland, 1998).

b. Etiologi

Lab/SMF Anestesiologi FKUA/RSUP Dr. M. Djamil, Padang mengklasifikasikan penyebab syok kardiogenik sebagai berikut:

- 1) Penyakit jantung iskemik (IHD)
- 2) Obat-obatan yang mendepresi jantung
- 3) Gangguan Irama Jantung

c. Manifestasi Klinis

Syok kardiogenik ditandai oleh gangguan fungsi ventrikel kiri yang mengakibatkan gangguan mengakibatkan gangguan fungsi ventrikel kiri yaitu mengakibatkan gangguan berat pada perfusi jaringan dan penghantaran oksigen ke jaringan yang khas pada syok kardiogenik yang disebabkan oleh infark miokardium akut adalah hilangnya 40% atau lebih jaringan otot pada ventrikel kiri dan nekrosis focal di seluruh ventrikel karena ketidakseimbangan antara kebutuhan dan suplai oksigen miokardium. Gambaran klinis gagal jantung kiri:

- 1) Sesak napas dyspnea on effort, paroxymal nocturnal dyspnea
- 2) Pernapasan cheyne stokes
- 3) Batuk-batuk

- 4) Sianosis
- 5) Suara serak
- 6) Ronchi basah, halus tidak nyaring di daerah basal paru hydrothorax
- 7) Kelainan jantung seperti pembesaran jantung, irama gallop, tachycardia
- 8) BMR mungkin naik
- 9) Kelainan pada foto rontgen

d. Patofisiologi

Tanda dan gejala syok kardiogenik mencerminkan sifat sirkulasi patofisiologi gagal jantung. Kerusakan jantung mengakibatkan penurunan curah jantung, yang pada gilirannya menurunkan tekanan darah arteria ke organ-organ vital. Aliran darah ke arteri koroner berkurang, sehingga asupan oksigen ke jantung menurun, yang pada gilirannya meningkatkan iskemia dan penurunan lebih lanjut kemampuan jantung untuk memompa, akhirnya terjadilah lingkaran setan.

Tanda klasik syok kardiogenik adalah tekanan darah rendah, nadi cepat dan lemah, hipoksia otak yang termanifestasi dengan adanya konfusi dan agitasi, penurunan haluaran urin, serta kulit yang dingin dan lembab.

Disritmia sering terjadi akibat penurunan oksigen ke jantung, seperti pada gagal jantung, penggunaan kateter arteri pulmonal untuk mengukur tekanan ventrikel kiri dan curah jantung sangat penting untuk mengkaji beratnya masalah dan mengevaluasi penatalaksanaan yang telah dilakukan. Peningkatan tekanan akhir diastolik ventrikel kiri yang berkelanjutan (LVEDP = Left Ventrikel End Diastolik Pressure) menunjukkan bahwa jantung gagal untuk berfungsi sebagai pompa yang efektif.

e. Pemeriksaan Diagnostik

Faktor-faktor pencetus test diagnostik antara lain:

- 1) Electrocardiogram (ECG)
- 2) Sonogram
- 3) Scan jantung

- 4) Kateterisasi jantung
- 5) Roentgen dada
- 6) Enzim hepar
- 7) Elektrolit oksimetri nadi
- 8) AGD
- 9) Kreatinin
- 10) Albumin / transforin serum
- 11) HSD

f. Penatalaksanaan

Tindakan umum. Ada berbagai pendekatan pada penatalaksanaan syok kardiogenik. Setiap disritmia mayor harus dikoreksi karena mungkin dapat menyebabkan atau berperan pada terjadinya syok. Bila dari hasil pengukuran tekanan diduga atau terdeteksi terjadi hipovolemia atau volume intravaskuler rendah. Pasien harus diberi infus IV untuk menambah jumlah cairan dalam sistem sirkulasi. Bila terjadi hipoksia, berikan oksigen, kadang dengan tekanan positif bila aliran biasa tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan jaringan. Farmakoterapi. Terapi medis dipilih dan diarahkan sesuai dengan curah jantung dan tekanan darah arteri rerata. Salah satu kelompok obat yang biasa digunakan adalah katekolamin yang dapat meningkatkan tekanan darah dan curah jantung. Namun demikian mereka cenderung meningkatkan beban kerja jantung dengan meningkatkan kebutuhan oksigen.

Bahan vasoaktif seperti natrium nitroprusida dan nitrogliserin adalah obat yang efektif untuk menurunkan tekanan darah sehingga kerja jantung menurun. Bahan-bahan ini menyebabkan arteri dan vena mengalami dilatasi, sehingga menimbulkan lebih banyak pintasan volume intravaskuler keperifer dan menyebabkan penurunan preload dan afterload. Bahan vasoaktif ini biasanya diberikan bersama dopamin, suatu vasopresor yang membantu memelihara tekanan darah yang adekuat.

Pompa Balon Intra Aorta. Terapi lain yang digunakan untuk menangani syok kardiogenik meliputi

penggunaan alat bantu sirkulasi. Sistem bantuan mekanis yang paling sering digunakan adalah Pompa Balon Intra Aorta (IABP = Intra Aorta Baloon Pump). IABP menggunakan counterpulsation internal untuk menguatkan kerja pemompaan jantung dengan cara pengembangan dan pengempisan balon secara teratur yang diletakkan di aorta descendens. Alat ini dihubungkan dengan kotak pengontrol yang seirama dengan aktivitas elektrokardiogram. Pemantauan hemodinamika juga sangat penting untuk menentukan position sirkulasi pasien selama penggunaan IABP.

Balon dikembangkan selama diastole ventrikel dan dikempiskan selama sistole dengan kecepatan yang sama dengan frekuensi jantung. IABP akan menguatkan diastole, yang mengakibatkan peningkatan perfusi arteria koronaria jantung. IABP dikempiskan selama sistole, yang akan mengurangi beban kerja ventrikel. Penatalaksanaan yang lain:

- 1) Istirahat
- 2) Diit, diit jantung, makanan lunak, rendah garam
- 3) Pemberian digitalis, membantu kontraksi jantung dan memperlambat frekuensi jantung. Hasil yang diharapkan peningkatan curah jantung, penurunan tekanan vena, dan volume darah dan peningkatan diuresis akan mengurangi edema. Pada saat pemberian ini pasien harus dipantau terhadap hilangnya dispnea, ortopnea, berkurangnya krekel, dan edema perifer. Apabila terjadi keracunan ditandai dengan anoreksia, mual dan muntah namun itu gejala awal selanjutnya akan terjadi perubahan irama, bradikardi kontrak ventrikel premature, bigemini (denyut normal dan premature saling bergantian), dan takikardia atria proksimal.
- 4) Pemberian diuretik, yaitu untuk memacu ekskresi natrium dan air melalui ginjal. Bila sudah diresepkan harus diberikan pada siang hari agar tidak mengganggu istirahat pada malam hari, intake dan output pasien harus dicatat mungkin pasien dapat

mengalami kehilangan cairan setelah pemberian diuretik. Pasien juga harus menimbang badannya setiap hari turgor kulit untuk menghindari terjadinya tanda-tanda dehidrasi.

- 5) Morfin, diberikan untuk mengurangi sesak napas pada asma cardial, hati-hati depresi pernapasan.
- 6) Pemberian oksigen
- 7) Terapi vasodilator dan natrium nitropurisasi, obat-obatan vasoaktif merupakan pengobatan utama untuk mengurangi impedansi (tekanan) terhadap penyemburan darah oleh ventrikel.

BAB VIII

SISTEM PENGINDERAAN



ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PENGINDERAAN

A. Anatomi Sistem Penginderaan

1. Mata dan lapisan-lapisannya serta organ yang dilewati berkas sinar

Mata merupakan penglihatan untuk menerima rangsangan cahaya. Mata terletak didalam didalam rongga mata dan beralaskan lapisan lemak. Ada tiga pasang otot yang menambatkannya pada dinding rongga mata sebelah dalam sehingga memungkinkan biji mata dapat berputar.

Mata didukung oleh organ aksesori berikut:

- a. Alis melindungi mata dan membantu menjaga keringat pada dahi agar tidak menetes ke mata
- b. Kelopak mata: Melumasi, melindungi, dan menaungi bola mata. Kontraksi otot levator palpebrae superioris mengndalikan kelopak mata atas. Setiap kelopak mata didukung secara internal oleh lapisan jaringan ikat, yaitu lempeng tarsal. Kelenjar tarsal (meibom) menghasilkan sekresi yang mencegah kelopak mata atas dan bawah saling menempel. Lapisan dalam kelopak mata, yaitu konjungtiva, adalah selaput lendir yang menghasilkan sekresi yang melumasi bola mata.
- c. Bulu mata, terdapat di perbatasan kelopak mata, membantu melindungi bola mata. Ujung saraf di dasar bulu-bulu merangsang refleks menutup kelopak mata ketika bulu mata terganggu.
- d. Aparat lacrimal memproduksi dan menguras air mata. Air mata (cairan lacrimal) yang diproduksi oleh kelenjar lakrimal, yang terletak di atas setiap mata. Air mata mengandung lysozyme dan antibodi.
- e. Enam otot mata ekstrinsik memberikan kontrol motorik halus untuk bola mata. Otot ini adalah lateral medial, otot rectus superior, dan inferior dan yang miring otot inferior dan superior.

Bola mata adalah bola berongga yang terdiri dari tiga dinding tunik (lapisan), lapisannya terdiri atas:

- a. Lapisan luar terdiri dari jaringan ikat avaskular. 1/6 bagian dari lapisan ini adalah kornea dan sisanya adalah sklera. Sklera mempertahankan bentuk bola mata dan memberikan lapisan dari otot-otot mata. Bagian depan terlihat berwarna putih.

Iris adalah bagian berwarna dari mata yang membuka dan menutup untuk mengontrol ukuran pupil. Pupil berfungsi mengatur jumlah cahaya yang masuk mata dan membantu membawa benda-benda ke dalam fokus. Badan siliari terletak di antara iris dan koroid. Badan siliari mensekresikan aqueous ciliary, yaitu cairan yang mengisi ruang depan mata. Koroid menghubungkan dengan tubuh ciliary di batas bergerigi, dan membentuk sisanya (5/6) dari tunik vaskular. Koroid berwarna coklat gelap, berfungsi menyerap cahaya dan mengurangi refleksi dalam ruang dari bola mata. Koroid menyediakan nutrisi di sekitarnya jaringan, termasuk tunik fibrosa avascularized. Kornea yang transparan, mempunyai fungsi utama merefraksikan cahaya yang masuk ke mata. Tersusun atas lapisan-lapisan berikut ini dari luar ke dalam sama dengan:

- 1) Epitel kornea (epithelium anterius) yang bersambung dengan epitel konjungtiva.
 - 2) Substansia propria, terdiri atas jaringan ikat transparan.
 - 3) Lamina limitans posterior
 - 4) Endothel (epithelium posterius) yang berhubungan dengan aqueous humour.
- b. Tunik vaskular tengah (Uvea)

Lapisan koroid berpigmen melanin dan mengandung banyak pembuluh darah. Lapisan ini berfungsi untuk menghentikan refleksi berkas cahaya yang menyimpang di dalam mata. Lapisan koroid membentuk iris. Dari belakang ke depan disusun oleh:

- 1) Choroidea (terdiri atas lapis luar berpigmen dan

lapis dalam yang sangat vaskular). Lapisan ini berfungsi untuk menghentikan refleksi berkas cahaya yang menyimpang di dalam mata. Lapisan koroid membentuk iris.

- 2) Corpus ciliare (ke belakang bersambung dengan choroidea dan ke anterior terletak di belakang tepi perifer iris) terdiri atas corona ciliaris, processus ciliaris dan musculus ciliaris
- 3) Iris (adalah diafragma berpigmen yang tipis dan kontraktil dengan lubang di pusatnya yaitu pupil) iris membagi ruang diantara lensa dan kornea menjadi camera anterior dan posterior, serat-serat otot iris bersifat involunter dan terdiri atas serat-serat sirkuler dan radier.

c. Tunica sensoria (retina)

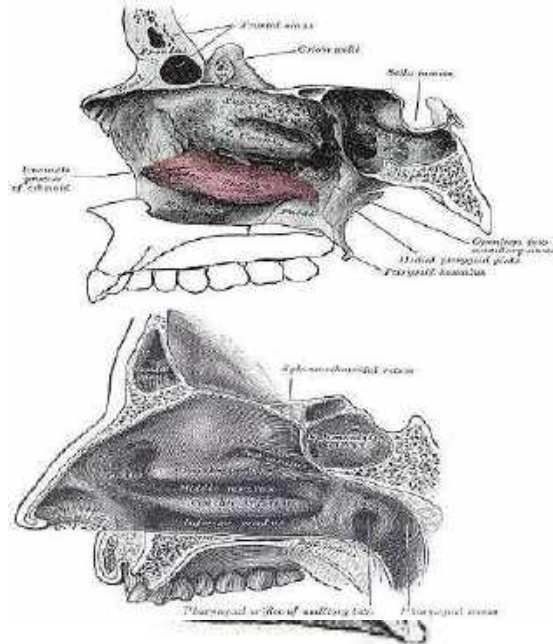
Retina terdiri dari outer epitel berpigmen ditutupi oleh jaringan saraf (lapisan saraf) pada bagian dalam. Warna gelap dari epitel berpigmen menyerap cahaya dan vitamin A yang digunakan oleh sel-sel fotoreseptor di lapisan saraf. Ada dua jenis fotoreseptor di retina:

- 1) Kerucut adalah sel fotoreseptor yang merespon terhadap cahaya terang dan warna. Sel ini mengirimkan gambar yang tajam
- 2) Batang adalah sel-sel fotoreseptor yang lebih sensitif terhadap cahaya dan lebih banyak dari kerucut. Akibatnya, batang memberikan visi dalam redup cahaya. Mereka juga lebih mampu mendeteksi gerakan. Namun, batang tidak dapat mendeteksi warna, dan benda-benda remang-remang muncul abu-abu. Karena konsentrasi batang meningkat di daerah-daerah yang jauh dari lutea makula, mendeteksi bergerak atau remang-remang objek dapat lebih efektif dicapai dengan melihat sedikit menjauh dari objek. Dalam tunik saraf, sel-sel fotoreseptor (batang dan kerucut) membentuk sinapsis dengan sel saraf lainnya.
- 3) Lensa mata terdiri dari sel-sel erat dikemas diatur

dalam berturut-turut lapisan (seperti dalam bawang) dan penuh dengan protein transparan yang disebut crystallins.

2. Alat penciuman

Hidung merupakan bagian yang paling menonjol pada wajah. Fungsinya sebagai jalan napas, alat pengatur kondisi udara (air condition), penyaring & pembersih udara, indera pembau, resonansi suara, membantu proses berbicara, dan refleksi nasal. Hidung juga merupakan tempat bermuaranya sinus paranasalis dan saluran air mata.



Struktur hidung luar terdiri atas 3 bagian, yaitu :

- a. Kubah tulang.
Letaknya paling atas dan bagian hidung yang tidak bisa digerakkan.
- b. Kubah kartilago (tulang rawan).
Letaknya dibawah kubah tulang dan bagianhidung yang bisa sedikit digerakkan.
- c. Lobulus hidung.

Letaknya paling bawah dan bagian hidung yang paling mudah digerakkan.

Struktur penting dari anatomi hidung:

- a. Dorsum Nasi (Batang Hidung).
Struktur yang membangun dorsum nasi (batang hidung) adalah bagian kaudal dorsum nasi (batang hidung).
- b. Bagian kranial dorsum nasi (batang hidung)
Bagian kaudal dorsum nasi (batang hidung) merupakan bagian lunak dari dorsumnasi (batang hidung). Tersusun oleh kartilago lateralis dan kartilago alaris. Jaringanikat yang keras menghubungkan antara kulit dan perikondrium pada kartilago alaris. Bagian kranial dorsum nasi (batang hidung) merupakan bagian keras dari dorsumnasi (batang hidung). Tersusun oleh os nasalis dan ossis maksila prosesus frontalis
- c. Septum Nasi
Fungsi utama septum nasi adalah menopang dorsum nasi (batang hidung) dan membagi dua kavum nasi (lubang hidung). Struktur yang membangun septum nasi adalah 2 tulang dan 2 kartilago, yaitu :
 - 1) Bagian anterior septum nasi
 - 2) Bagian posterior septum nasi. Bagian anterior septum nasi tersusun oleh tulang rawan, yaitu kartilago quadrangularis, cartilago alaris mayor crus medial, dan cartilago septi nasi. Bagian anterior septum nasi terdapat plexus Kiesselbach. Bagian posterior septum nasitersusun oleh os vomer dan os ethmoidalis lamina perpendikularis. Kelainan septumnasi yang paling sering ditemukan adalah deviasi septi.
- d. Kavum Nasi (Lubang Hidung)
Rongga / lubang hidung (cavum nasi / cavitas nasi) berbentuk terowongan dari depan ke belakang. Rongga hidung dilapisi 2 jenis mukosa, yaitu mukosa olfaktori dan mukosa respiratori. Rongga/

lubang hidung tersusun oleh :

- 1) Nares anterior (nosetrl).
Nares anterior merupakan lubang depan rongga hidung (cavitasnasi).
- 2) Vestibulum nasi .
Letaknya dibelakang nares anterior. Vestibulum nasi dilapisi oleh rambut dan kelenjar sebacea.
- 3) Nares posterior (choanae).
Nares posterior (choanae) merupakan lubang belakang rongga hidung (cavitas nasi).
Penghubung antara rongga hidung (cavitasnasi) dengan nasofaring.
Rongga/lubang hidung (cavum nasi / cavitas nasi) merupakan suatu ruangan yang memiliki dinding dan batas, yaitu :
 - 1) Dinding medial kavum nasi (lubang hidung) yaitu septum nasi.
 - 2) Dinding lateral kavum nasi (lubang hidung) yaitu konka nasi⁴ dan meatus nasi.
Keduanya terbagi atas konka nasi superior, meatus nasi superior, konka nasimedius, meatus nasi medius, konka nasi inferior, meatus nasi inferior, dan konkanasi suprema. Duktus nasolakrimalis bermuara pada meatusnasi inferior. Sinus paranasalis golongan anterior bermuara pada meatus nasi medius. Sinusparanasalis golongan posterior bermuara pada meatus nasi superior .
 - 3) Batas anterior kavum nasi (lubang hidung) yaitu nares (introitus kavum nasi).
 - 4) Batas posterior kavum nasi (lubang hidung) yaitu koane.
 - 5) Dinding superior kavum nasi (lubang hidung) yaitu lamina kribrosa (laminakribiformis). Lamina kribiformis memisahkan rongga tengkorak dan rongga hidung.Selain itu, bagian atap ini dibentuk oleh osfrontonasal, os ethmoidalis dan ossphenoidalis.
 - 6) Dinding inferior kavum nasi (lubang hidung) yaitu

palatum durum (processus palatina os maxilla dan lamina horizontal os palatina).

Rongga / lubang hidung (cavum nasi / cavitas nasi) berdasarkan epitel pelapisnya terbagi atas:

1) Vestibulum nasi.

Vestibulum nasi dilapisi epitel squamous complex. Terdapat vibrissae (rambut)

2) Regio respiratoria.

Regio respiratoria dilapisi epitel pseudocolumnar.

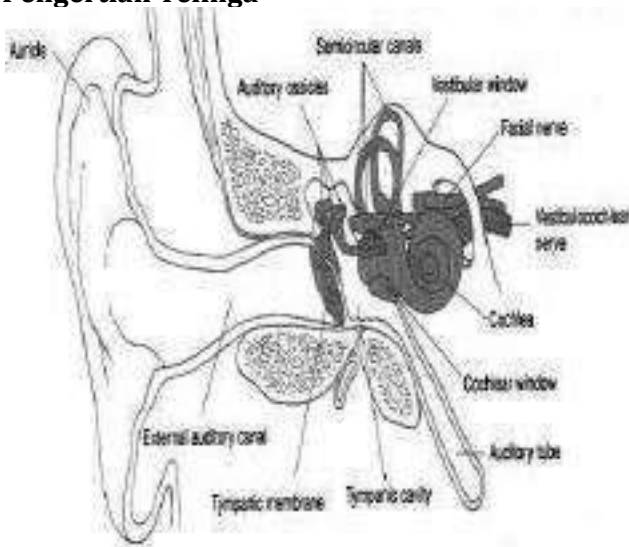
3) Regio olfaktorica.

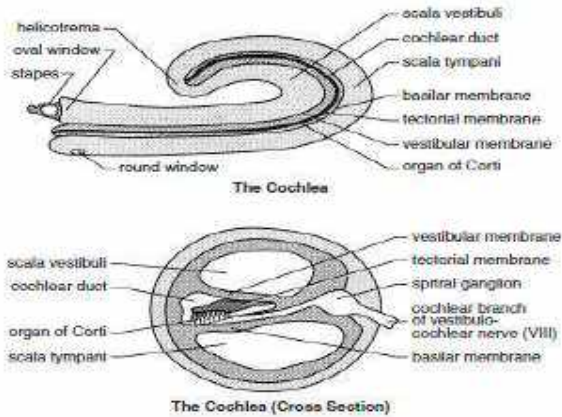
Regio olfaktorica dilapisi neuroepitelium yang berasal dari nervus olfaktorius menembus lamina et foramina cribrosa. Vestibulum nasi dan regio respiratoria dibatasi oleh limen nasi.

Dalam rongga hidung, terdapat serabut saraf pembau yang dilengkapisel-sel pembau. Setiap sel pembau memiliki rambut-rambut halus (silia olfaktorica) diujungnya dan selaput lendir meliputinya untuk melembabkan rongga hidung.

3. Telinga dan organ yang dilewati suara

a. Pengertian Telinga





Telinga merupakan salah satu indera penting bagi kehidupan manusia. Tanpa telinga, manusia tidak dapat mengenali jenis dan sumber dari suatu bunyi/suara. Tanpa telinga, manusia tidak dapat mengenali merdunya suara musik, atau suara penyanyi. Tanpa telinga manusia mengalami hambatan dalam menyampaikan atau menerima pesan dalam suatu komunikasi.

Namun, kita jarang mempertanyakan bagaimana seseorang dapat mendengar suatu bunyi dan suara serta memahami apa maksud dari bunyi tersebut walaupun ia tidak melihat secara langsung sumber suara tersebut.

Telinga merupakan sebuah organ yang mampu mendeteksi atau mengenal suara dan juga banyak berperan dalam keseimbangan dan posisi tubuh.

Suara adalah bentuk energi yang bergerak melewati udara, air, atau benda lainnya, dalam sebuah gelombang. Walaupun telinga yang mendeteksi suara, fungsi pengenalan dan interpretasi dilakukan di otak dan sistem saraf pusat.

Rangsangan suara disampaikan ke otak melalui saraf yang menyambungkan telinga dan otak (nervus vestibulokoklearis).

b. Organ yang Dilewati Suara

1) Telinga luar

- a) Berfungsi untuk menangkap getaran bunyi.
- b) Saluran luar yang dekat dengan lubang telinga dilengkapi dengan rambut halus untuk menjaga agar benda asing tidak masuk, dan kelenjar lilin untuk menjaga agar permukaan saluran luar dan gendang telinga tidak kering.
- c) Telinga luar terdiri dari daun telinga atau *pinna*, liang telinga atau *meatus auditorius eksternus*, dan gendang telinga atau *membran timpani*. Bagian daun telinga berfungsi untuk membantu mengarahkan suara ke dalam liang telinga dan akhirnya menuju gendang telinga. Pada liang telinga, saluran ini merupakan hasil susunan tulang dan rawan yang dilapisi kulit tipis.

Di dalam saluran terdapat banyak kelenjar yang menghasilkan zat seperti lilin yang disebut serumen atau kotoran telinga. Hanya bagian saluran yang memproduksi sedikit serumen yang memiliki rambut. Pada ujung saluran terdapat gendang telinga yang meneruskan suara ke telinga dalam.

2) Telinga tengah

Telinga tengah adalah rongga udara di belakang gendang telinga, yang meliputi, 3 tulang pendengaran (martil atau *malleus*, landasan atau *incus*, dan sanggurdi atau *stapes*). Ujung dari saluran Eustachius juga berada di telinga tengah.

Getaran suara yang diterima oleh gendang telinga akan disampaikan ke tulang pendengaran. Masing-masing tulang pendengaran akan menyampaikan getaran ke tulang berikutnya. Tulang sanggurdi yang merupakan tulang terkecil di tubuh meneruskan getaran ke koklea atau rumah siput.

Pada manusia dan hewan darat lainnya, telinga tengah dan saluran pendengaran akan terisi udara dalam keadaan normal. Tidak seperti pada bagian luar, udara pada telinga tengah tidak berhubungan dengan

udara di luar tubuh. Saluran Eustachius menghubungkan ruangan telinga tengah ke belakang faring. Dalam keadaan biasa, hubungan saluran Eustachius dan telinga tengah tertutup dan terbuka pada saat mengunyah dan menguap. Hal ini menjelaskan mengapa penumpang pesawat terbang merasa 'tuli sementara' saat lepas landas. Rasa *tuli* disebabkan adanya perbedaan tekanan antara udara sekitar. Tekanan udara di sekitar telah turun, sedangkan di telinga tengah merupakan tekanan udara daratan. Perbedaan ini dapat diatasi dengan mekanisme mengunyah sesuatu atau menguap.

3) Telinga dalam

Telinga dalam terdiri dari labirin osea (labirin tulang), sebuah rangkaian rongga pada tulang pelipis yang dilapisi periosteum yang berisi cairan perilimfe & labirin membranasea, yang terletak lebih dalam dan memiliki cairan endolimfe.

Di depan labirin terdapat koklea atau rumah siput. Penampang melintang koklea terdiri atas tiga bagian yaitu skala vestibuli, skala media, dan skala timpani. Bagian dasar dari skala vestibuli berhubungan dengan tulang sanggurdi melalui jendela berselaput yang disebut tingkap oval, sedangkan skala timpani berhubungan dengan telinga tengah melalui tingkap bulat.

Bagian atas skala media dibatasi oleh membran vestibularis atau membran Reissner dan sebelah bawah dibatasi oleh membran basilaris. Di atas membran basilaris terdapat organo corti yang berfungsi mengubah getaran suara menjadi impuls. Organo corti terdiri dari sel rambut dan sel penyokong. Di atas sel rambut terdapat membran tektorial yang terdiri dari gelatin yang lentur, sedangkan sel rambut akan dihubungkan dengan bagian otak dengan saraf vestibulokoklearis.

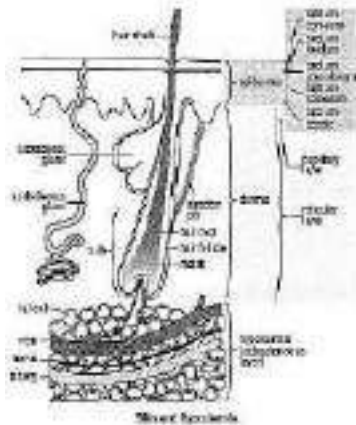
Organ Keseimbangan

Selain bagian pendengaran, bagian telinga dalam

terdapat Indra Pengatur Keseimbangan atau organ Vestibular. Bagian ini secara struktural terletak di belakang labirin yang membentuk struktur utrikelus dan sakulus serta tiga saluran setengah lingkaran atau *Saluran Gelung atau semisirkular*. Kelima bagian ini berfungsi mengatur keseimbangan Tubuh dan memiliki sel rambut yang akan dihubungkan dengan bagian keseimbangan dari saraf Pendengaran.

4. Sistem Integument

Kulit, atau integumen, dianggap organ karena terdiri dari dua jaringan: epitel dan ikat. Selain itu, terdapat organ aksesori, seperti kelenjar, rambut, dan kuku, hadir, dan bersama-sama dengan kulit berfungsi menutupi sistem.



Kulit terdiri dari dua lapisan yaitu epidermis dan dermis. Selain itu ada juga lapisan hipodermis. Meskipun begitu hipodermis bukan bagian dari kulit, hypodermis (subkutan layer, atau fascia superfisial) terletak di bawah dermis.

a. Kulit memiliki berbagai fungsi:

1) Perlindungan

Melindungi tubuh terhadap invasi biologi, kerusakan fisik, dan radiasi ultraviolet.

2) Organ Sensasi

Organ sensasi untuk sentuhan, nyeri, dan panas yang terdapat pada ujung-ujung saraf.

3) Termoregulasi

Didukung melalui pengeluaran keringat dan aliran darah dalam kulit.

4) Metabolisme vitamin D

5) Penyimpanan darah yang bisa dialirkan ke bagian

lain dari tubuh ketika dibutuhkan terjadi di kulit.

6) Ekskresi garam dan sejumlah kecil limbah (amonia dan urea) terjadi melalui produksi keringat.

b. Lapisan-lapisan kulit :

1) Epidermis

Epidermis terdiri dari epitel skuamosa berlapis.

Empat jenis sel hadir:

- a) Keratinosit memproduksi keratin, protein yang mengeras dan waterproofs kulit. Keratinosit dewasa di permukaan kulit yang mati dan diisi hampir seluruhnya dengan keratin.
- b) Melanosit memproduksi melanin, pigmen yang melindungi sel dari radiasi ultraviolet. Melanin dari melanosit ditransfer ke keratinosit.
- c) Langerhans sel makrofag fagositik yang berinteraksi dengan putih sel-sel darah selama respon imun.
- d) Sel Merkel terjadi jauh di dalam epidermis pada epidermal-dermal batas. Mereka membentuk cakram Merkel, yang, berkaitan dengan saraf akhiran, melayani fungsi sensorik.

Lima lapisan membentuk epidermis:

- a) Stratum corneum mengandung banyak lapisan mati, keratinosit anucleate benar-benar diisi dengan keratin. Lapisan terluar terus gundang.
- b) Lucidum strata berisi dua sampai tiga lapisan sel anucleate. Lapisan ini biasanya hanya terlihat pada kulit tebal (telapak tangan dan telapak kaki).
- c) Granulosum strata berisi 2-4 lapisan sel yang diselenggarakan bersama-sama oleh desmosom. Sel-sel ini mengandung butiran keratohyaline, yang berkontribusi pada pembentukan keratin pada lapisan atas epidermis.
- d) Spinosum strata berisi delapan sampai sepuluh lapisan sel terhubung oleh desmosom. Sel-sel ini cukup aktif dalam mitosis.
- e) Strata basal berisi satu lapisan sel kolumnar aktif membaginya dengan mitosis untuk menghasilkan sel-sel yang bermigrasi ke dalam epidermis atas

lapisan dan akhirnya ke permukaan kulit.

2) Dermis

Dermis terdiri dari berbagai jaringan ikat. Sebagai jaringan ikat, mengandung fibroblas dan makrofag dalam matriks gelatin mengandung kolagen, elastis, dan serat retikuler.

Dermis terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan papiler dan retikuler.

- a) Lapisan papiler adalah lapisan, luar tipis dengan proyeksi fingerlike disebut papilla dermal yang menonjol ke epidermis. Di tangan dan kaki, papilla dermal menghasilkan pegunungan epidermal (keringat dari tonjolan epidermis daun sidik jari).
- b) Lapisan retikuler adalah lapisan tebal, di bawah lapisan papiler, yang membuat sebagian besar dermis.

Hipodermis (subkutan lapisan, atau fascia superfisialis) terletak di antara dermis dan jaringan di bawahnya dan organ. Ini terdiri dari sebagian besar jaringan adipose dan merupakan situs penyimpanan lemak tubuh yang paling. Ini berfungsi untuk mempercepat kulit untuk permukaan yang mendasarinya, menyediakan isolasi termal, dan menyerap guncangan dari dampak pada kulit.

c. Aksesori Organ Kulit

Organ aksesori berikut (derivatif kulit) yang tertanam di kulit:

- 1) Rambut adalah filamen memanjang dari sel epitel keratin yang muncul dan muncul dari kulit mamalia. Rambut terdiri dari
 - a) Batang rambut adalah bagian dari rambut yang terlihat di permukaan dari kulit.
 - b) Akar rambut adalah bagian rambut yang menembus kulit (Epidermis dan dermis).
 - c) Folikel rambut adalah selubung yang mengelilingi rambut di kulit.
 - d) Bohlam adalah dasar folikel rambut.
 - e) Matriks adalah bagian bawah folikel rambut

(terletak di dalam bohlam). Disini, sel-sel secara aktif membagi, menghasilkan sel-sel rambut baru. Seperti sel-sel ini membedakan, mereka menghasilkan keratin dan menyerap melanin dari melanosit di dekatnya. Seperti sel-sel muda yang diproduksi bawah mereka, sel-sel yang lebih matang didorong ke atas, di mana mereka akhirnya mati. Keratin mereka meninggalkan kontribusi untuk pertumbuhan rambut. Warna rambut ditentukan oleh pigmen diserap dari melanosit.

- f) Pili arrector adalah otot polos yang melekat pada rambut folikel. Ketika kontrak otot, rambut menjadi tegak, dalam manusia, "merinding" diproduksi.
- 2) Kuku yang keratin sel epitel. Wilayah ringan semilunar dari kuku, yang lunula, adalah area pertumbuhan kuku baru. Di bawah lunula tersebut, matriks kuku secara aktif memproduksi sel-sel kuku, yang berkontribusi pertumbuhan kuku.
- 3) Sudoriferous (keringat) kelenjar keringat rahasia. Keringat terdiri atas air dengan berbagai garam dan zat-zat lainnya. Ada empat jenis sudoriferous kelenjar:
 - a) Kelenjar eccrine terjadi di bawah permukaan kulit yang paling dan mengeluarkan sebuah berair solusi melalui pori-pori (bukaan di permukaan kulit), yang berfungsi untuk mendinginkan kulit seperti menguap.
 - b) Kelenjar apokrin terjadi di bawah permukaan kulit ketiak dan daerah kemaluan dan, dimulai dengan pubertas, mengeluarkan solusi dalam respon terhadap stres atau gairah seksual. Solusi, lebih kental daripada yang disekresikan oleh kelenjar eccrine, disekresi ke rambut folikel.
 - c) Ceruminous kelenjar mensekresi cerumen (kotoran telinga) ke eksternal saluran telinga. Lilin membantu untuk menghalangi masuknya benda asing.

- d) Kelenjar susu menghasilkan susu yang disekresi melalui putting dari payudara.
- 4) Sebaceous (minyak) kelenjar mensekresi sebum, zat berminyak, ke folikel rambut atau kadang-kadang melalui pori-pori kulit permukaan. Sebum menghambat bakteri pertumbuhan dan membantu mencegah pengeringan rambut dan kulit. Sebuah akumulasi sebum di saluran dari kelenjar sebaceous menghasilkan whiteheads, komedo (sebum jika mengoksidasi), dan jerawat (jika sebum menjadi terinfeksi oleh bakteri).

B. Fisiologi Sistem Penginderaan

1. Terbentuknya suatu obyek, kemampuan bias mata dan koreksinya

a. Terbentuknya suatu obyek

- 1) Proses melihat diawali ketika cahaya masuk ke mata maka rangsang tersebut akan sampai pada kornea Setelah sinar dari kornea maka sinar tersebut akan di teruskan ke media refraksi yang lain yaitu humor aqueus.
- 2) Setelah sinar dari kornea melewati humor aqueus yang ada pada COA, selanjutnya melalui pengaturan cahaya oleh iris dan pupil, sinar tersebut akan melewati COP menuju ke lensa kristalina mata.
- 3) Setelah pengaturan cahaya yang masuk ke mata oleh peran dari iris dan pupil, maka sinar tersebut akan menuju ke lensa kristalina melalui COP.
- 4) Setelah pengaturan fokus sinar oleh lensa, selanjutnya sinar tersebut akan di salurkan ke retina tepatnya pada bintik kuning (makula lutea) melalui vitreus.
- 5) Setelah cahaya sampai pada Retina, selanjutnya cahaya akan diteruskan ke lintasan visual. Lintasan visual merupakan lintasan yang di lalui impuls, sejak dari terbentuknya bayangan di retina sampai kesadaran mengenai adanya obyek yang di lihat.

b. Kemampuan bias mata dan koreksinya

Mata secara optik dapat disamakan dengan sebuah kamera fotografi biasa, karena mata mempunyai susunan lensa, sistem diafragma yang dapat berubah ubah (pupil), dan retina yang dapat disamakan dengan film.

1) Prinsip Optik

Cahaya yang datang dari jarak 5 meter atau lebih dianggap cahaya yang datang dari jarak tak terhingga, datangnya pada mata merupakan sinar sejajar. Sedangkan cahaya yang datangnya dari jarak kurang dari 5 meter maka datangnya pada mata merupakan sinar yang menyebar. Bila gelombang sinar melalui suatu media berupa

- a) Benda 'opaque'/tidak tembus cahaya maka sinar akan diabsorpsi (diserap), direfleksikan (dipantulkan).
- b) Benda transparan/tembus cahaya maka sinar akan direfleksikan, direfraksikan (dibiaskan), diabsorpsi.

2) Prinsip Refraksi

Bila cahaya mengenai suatu benda maka arah cahaya itu akan berubah karena dibiaskan; bila melalui benda yang lebih padat maka sudut bias akan lebih kecil dari sudut datang. Besarnya sudut bias tergantung dari indeks bias benda yang dilalui yang akan berbeda-beda.

3) Kelainan Refraksi

Pada keadaan normal, mata mempunyai refraksi emetropia dimana sinar sejajar yang datang dibiaskan tepat pada retina (macula lutea). Bila sinar sejajar yang datang dibiaskan tidak jatuh di retina maka terjadilah kelainan refraksi.

a) Miopia (rabun jauh)

Keadaan dimana tanpa akomodasi sinar sejajar yang datang difokuskan di depan retina (makula lutea), sehingga benda-benda jauh terlihat tidak jelas.

Sebab myopia yaitu congenital, tekanan otot-otot bola mata luar misalnya terjadi pada anak-anak

yang banyak melihat pada jarak terlalu dekat, sklera yang kurang kuat, muka yang lebar untuk melihat dekat konvergensinya harus lebih kuat, lensa lebih cembung misalnya lensa yang intumesen, kornea matanya sangat cembung misalnya pada keratokonus keadaan dimana index bias lensa lebih tinggi misalnya pada DM.

Untuk mengatasinya koreksi dengan lensa sferis negatif (-) atau cekung, agar tanpa akomodasi dapat melihat dengan baik.

b) Hipermetropia (rabun dekat)

Keadaan dimana tanpa akomodasi sinar sejajar yang datang difokuskan di belakang retina (makula lutea).

Penyebabnya yaitu aksis anteroposterior lebih pendek dari normal (axial), daya bias berkurang karena lengkung kornea lebih datar (refraktif), keadaan mata tanpa lensa sehingga indeks bias menurun (aphakia).

Pengobatan hipermetropia adalah dengan koreksi kaca mata menggunakan lensa sferis positif (+) terbesar yang memberikan penglihatan jauh terjelas.

c) Astigmatisme

Kelainan refraksi dimana terdapat perbedaan derajat refraksi pada meridian yang berbeda, sehingga sinar sejajar tidak dibiaskan pada satu titik, tapi beberapa titik.

Macam-macam astigmatisme:

(1) Astigmat ireguler

Salah satu sebabnya karena permukaan kornea tidak teratur atau terdapat kekeruhan pada kornea.

(2) Astigmat reguler

Semua titik-titik pembiasan terletak pada sumbu penglihatan. Gejala astigmatisme adalah penglihatan agak kabur, bisa baca tapi untuk penglihatan halus sering salah, sebab ada bentuk yang berubah-ubah, sehingga penderita sering

merasa pusing.

Untuk memperbaiki gangguan penglihatan ini dapat dikoreksi dengan kaca mata cilinder yang mempunyai kekuatan refraksi hanya pada bidang tertentu yang ditentukan oleh axisnya.

d) Presbiopia

Presbiopi atau mata tua disebabkan karena gaya akomodasi lensa mata tak bekerja dengan baik akibatnya lensa mata tidak dapat menfokuskan cahaya ke titik kuning dengan tepat sehingga mata tidak bisa melihat yang jauh maupun dekat. gaya akomodasi adalah kemampuan lensa mata untuk mencembung dan memipih. Presbiopi dapat diatasi dengan lensa ganda yang berisi lensa plus dan minus.

2. Proses hantaran suara dan interpretasinya

- a. Gelombang suara, disalurkan ke telinga luar dengan daun telinga, menyebabkan gendang telinga bergetar.
- b. Getaran dari gendang telinga yang diperkuat dan ditransfer oleh pendengaran ossicles dari jendela oval.
- c. Getaran pada jendela oval menghasilkan gelombang tekanan di perilimfe yang dari vestibuli scala dan timpani scala. Getaran ini ditransfer ke membran basilar.
- d. Getaran dari membran basilar memindahkan sel-sel rambut organ dari Corti. The stereocilia dari sel-sel rambut membungkuk ketika mereka bergerak terhadap membran tectorial. Pembengkokan menghasilkan dinilai potensial di sel rambut, yang menyebabkan pelepasan neurotransmitter pada dasarnya. Neurotransmitter, pada gilirannya, menghasilkan potensial aksi dalam dendrit saraf koklea. Sel tubuh saraf koklea berkumpul di ganglia spiral, dan akson nya bergabung dengan saraf vestibulocochlear.
- e. Tekanan gelombang dalam perilimfe dari timpani

scala menyebabkan putaran jendela tonjolan ke dalam telinga tengah. Hal ini memungkinkan getaran gerakan perilimfe (dan secara tidak langsung endolymph) bahwa, sebagai fluida inkompresibel, sebaliknya tidak akan mampu bergetar dalam tulang temporal yang kaku sekitarnya.

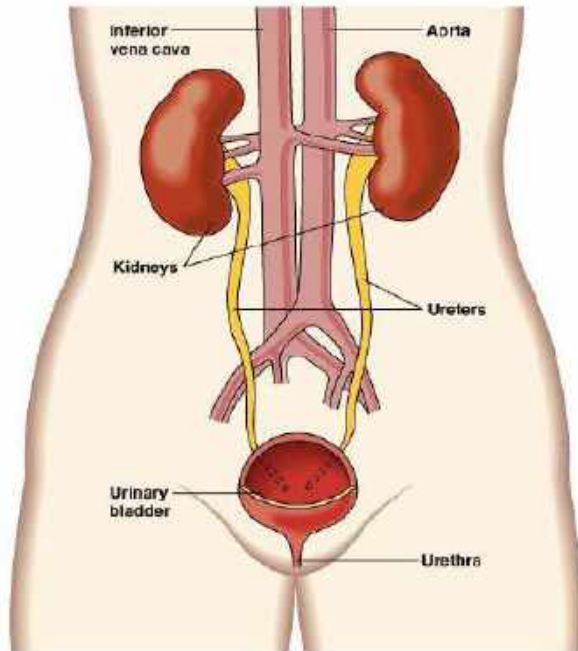
3. Proses menghidu dan interpretasinya

Di dalam rongga hidung terdapat selaput lendir yang mengandung sel-sel pembau. Pada sel-sel pembau terdapat ujung-ujung saraf pembau atau saraf kranial (nervus alfaktorius), yang selanjutnya akan bergabung membentuk serabut-serabut saraf pembau untuk menjalin dengan serabut-serabut otak (bulbus olfaktorius). Zat-zat kimia tertentu berupa gas atau uap masuk bersama udara inspirasi mencapai reseptor pembau.

Zat ini dapat larut dalam lender hidung, sehingga terjadi pengikatan zat dengan protein membrane pada dendrit. Kemudian timbul impuls yang menjalar ke akson-akson. Beribu-ribu akson bergabung menjadi suatu bundel yang disebut saraf I otak (olfaktori). Sarafotakke I inimenembus lamina cribosa tulang ethmoid masuk ke rongga hidung kemudian bersinaps dengan neuron-neuron tractus olfactorius dan impuls dijajarkan ke daerah pembau primer pada korteks otak untuk diinterpretasikan.

BAB IX

SISTEM PERKEMIHAN



SISTEM PERKEMIHAN

A. Pengertian Sistem Perkemihan

Sistem perkemihan merupakan suatu sistem dimana terjadinya proses penyaringan darah sehingga darah bebas dari zat-zat yang tidak dipergunakan oleh tubuh dan menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh tubuh. Zat-zat yang tidak dipergunakan lagi oleh tubuh larut dalam air dan dikeluarkan berupa urin (air kemih).

B. Susunan Sistem Perkemihan

Sistem urinaria terdiri atas:

1. Ginjal, yang mengeluarkan sekret urine.
2. Ureter, yang menyalurkan urine dari ginjal ke kandung kencing.
3. Kandung kencing, yang bekerja sebagai penampung.
4. Uretra, yang menyalurkan urine dari kandung kencing.

Sistem perkemihan terdiri dari: a) dua ginjal (ren) yang menghasilkan urin, b) dua ureter yang membawa urin dari ginjal ke vesika urinaria (kandung kemih), c) satu vesika urinaria (VU), tempat urin dikumpulkan, dan d) satu urethra, urin dikeluarkan dari vesika urinaria.

1. Ginjal (Ren)

Ginjal terletak pada dinding posterior abdomen di belakang peritoneum pada kedua sisi vertebra thorakalis ke 12 sampai vertebra lumbalis ke-3. Bentuk ginjal seperti biji kacang. Ginjal kanan sedikit lebih rendah dari ginjal kiri, karena adanya lobus hepatis dexter yang besar.

a. Fungsi ginjal

Fungsi ginjal adalah

- 1) Memegang peranan penting dalam pengeluaran zat-zat toksis atau racun,
- 2) Mempertahankan suasana keseimbangan cairan,

- 3) Mempertahankan keseimbangan kadar asam dan basa dari cairan tubuh, dan
- 4) Mengeluarkan sisa-sisa metabolisme akhir dari protein ureum, kreatinin dan amoniak.

b. Struktur Ginjal

Setiap ginjal terbungkus oleh selaput tipis yang disebut kapsula fibrosa, terdapat cortex renalis di bagian luar, yang berwarna cokelat gelap, dan medulla renalis di bagian dalam yang berwarna cokelat lebih terang dibandingkan cortex. Bagian medulla berbentuk kerucut yang disebut pyramides renalis, puncak kerucut tadi menghadap kaliks yang terdiri dari lubang-lubang kecil disebut papilla renalis.

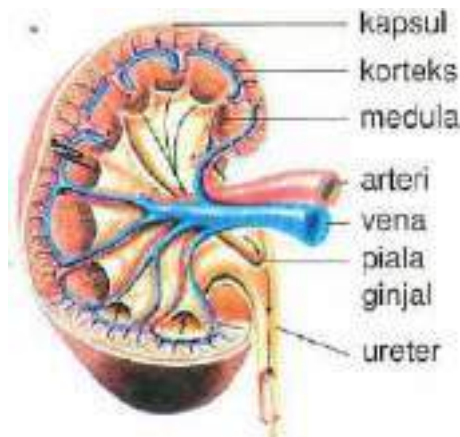
Struktur halus ginjal terdiri dari banyak nefron yang merupakan unit fungsional ginjal. Diperkirakan ada 1 juta nefron dalam setiap ginjal. Nefron terdiri dari : Glomerulus, tubulus proximal, ansa henle, tubulus distal dan tubulus urinarius.

Ginjal adalah suatu kelenjar yang terletak di bagian belakang kavum abdominalis di belakang peritoneum pada kedua sisi vertebra lumbalis III, melekat langsung pada dinding belakang abdomen. Bentuk ginjal seperti biji kacang, jumlahnya ada dua buah kiri dan kanan, ginjal kiri lebih besar dari ginjal kanan dan pada umumnya ginjal laki-laki lebih panjang dari ginjal wanita.

Ada tiga tahap pembentukan urine:

- 1) Proses filtrasi
- 2) Terjadi di glomerulus, proses ini terjadi karena permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedangkan sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein. Cairan yang tersaring ditampung oleh simpai bowman yang terdiri dari glukosa, air, natrium, klorida, sulfat, bikarbonat dan lain-lain, yang diteruskan ke tubulus ginjal.
- 3) Proses reabsorpsi

- 4) Proses ini terjadi penyerapan kembali sebagian besar glukosa, natrium, klorida, fosfat, dan ion bikarbonat. Prosesnya terjadi secara pasif yang dikenal obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus atas. Sedangkan pada tubulus ginjal bagian bawah terjadi kembali penyerapan natrium dan ion bikarbonat. Bila diperlukan akan diserap kembali ke dalam tubulus bagian bawah. Penyerapannya terjadi secara aktif dikenal dengan reabsorpsi fakultatif dan sisanya dialirkan pada papilla renalis.
 - 5) Proses sekresi
 - 6) Sisanya penyerapan urine kembali yang terjadi pada tubulus dan diteruskan ke piala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke vesika urinaria.
- Bagian vesika urinaria terdiri dari:



- a. Fundus yaitu, bagian yang menghadap ke arah belakang dan bawah, bagian ini terpisah dari rektum oleh spatium rectovesikale yang terisi oleh jaringan ikat duktus deferens, vesika seminalis dan prostat.
- b. Korpus, yaitu bagian antara verteks dan fundus.
- c. Verteks, bagian yang mancung ke arah muka dan berhubungan dengan ligamentum vesika umbilikalisis.

Dinding kandung kemih terdiri dari lapisan sebelah luar (peritonium), tunika muskularis (lapisan otot), tunika submukosa, dan lapisan mukosa (lapisan bagian dalam). Pembuluh limfe vesika urinaria mengalirkan cairan limfe ke dalam nadi limfatik iliaka interna dan eksterna.

c) Bagian – Bagian Ginjal

Bila sebuah ginjal kita iris memanjang, maka akan tampak bahwa ginjal terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian kulit (korteks), sumsum ginjal (medula), dan bagian rongga ginjal (pelvis renalis).

1) Kulit Ginjal (Korteks)

Penyaringan darah terjadi pada badan malphigi, yaitu diantara glomerulus dan simpai bowman. Zat – zat yang terlarut dalam darah akan masuk kedalam simpai bowman. Dari sini maka zat – zat tersebut akan menuju ke pembuluh yang merupakan lanjutan dari simpai bowman yang terdapat di dalam sumsum ginjal.

2) Sumsum Ginjal (Medula)

3) Rongga Ginjal (Pelvis Renalis)

2. Ureter

Terdiri dari 2 saluran pipa masing-masing bersambung dari ginjal ke vesika urinaria. Panjangnya ± 25-30 cm, dengan penampang 0,5 cm. Ureter sebagian terletak pada rongga abdomen dan sebagian lagi terletak pada rongga pelvis.

Lapisan dinding ureter terdiri dari:

- a. Dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa)
- b. Lapisan tengah lapisan otot polos
- c. Lapisan sebelah dalam lapisan mukosa

Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan-gerakan peristaltic yang mendorong urin masuk ke dalam kandung kemih.

3. Vesika Urinaria (Kandung Kemih)

Vesika urinaria bekerja sebagai penampung urin.

Organ ini berbentuk seperti buah pir (kendi). letaknya d belakang simfisis pubis di dalam rongga panggul. Vesika urinaria dapat mengembang dan mengempis seperti balon karet.

Dinding kandung kemih terdiri dari:

- a. Lapisan sebelah luar (peritoneum).
- b. Tunika muskularis (lapisan berotot).
- c. Tunika submukosa.
- d. Lapisan mukosa (lapisan bagian dalam).

4. Uretra

Merupakan saluran sempit yang berpangkal pada vesika urinaria yang berfungsi menyalurkan air kemih ke luar.

C. Fisiologi Sistem Perkemihan :

Proses Pembentukan Urine dan Komposisi Urine Normal

1. Proses pembentukan urine

Ada tiga tahap pembentukan urine:

a. Proses filtrasi

Terjadi pada glomerulus, proses ini terjadi karena ada permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedangkan sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein. Cairan yang tersaring ditampung oleh simpai Bowman yang terdiri dari glukosa, air, natrium, klorida, sulfat, bikarbonat, dll, yang diteruskan ke tubulus ginjal.

b. Proses reabsorpsi

Pada proses ini terjadi penyerapan kembali sebagian besar glukosa, natrium, klorida, fosfat, dan ion bikarbonat. Prosesnya terjadi secara pasif yang dikenal dengan obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus atas. Sedangkan pada tubulus ginjal bagian bawah terjadi penyerapan natrium dan ion bikarbonat. Bila diperlukan akan diserap kembali kedalam tubulus bagian bawah. Penyerapannya terjadi secara aktif

dikenal dengan reabsorpsi fakultatif yang sisanya akan dialirkan pada papila renalis.

c. Proses sekresi

Sisanya penyerapan urine kembali yang terjadi pada tubulus dan diteruskan ke kepala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke vesikula urinaria.

2. Komposisi urine normal

Air kemih terdiri dari kira-kira 95% air. Zat-zat sisa nitrogen dari hasil metabolisme protein asam urea, amoniak dan kreatinin, elektrolit (natrium, kalsium, NH_3 , bikarbonat, fosfat, dan sulfat), pigmen (bilirubin, urobilin), toksin, hormon.

- a. Mengatur volume air (cairan) dalam tubuh. Kelebihan air dalam tubuh akan diekskresikan oleh ginjal sebagai urine (kemih) yang encer dalam jumlah besar., kekurangan air (kelebihan keringat) menyebabkan urine yang diekskresi berkurang dan konsentrasinya lebih pekat sehingga susunan dan volume cairan tubuh dapat dipertahankan relatif normal.
- b. Mengatur keseimbangan osmotik dan memperthankan keseimbangan ion yang optimal dalam plasma (keseimbangan elektrolit). Bila terjadi pemasukan/pengeluaran yang abnormal ion-ion akibat pemasukan garam yang berlebihan atau penyakit peradangan (diare, muntah) ginjal akan meningkatkan ekskresi ion-ion yang penting (misal Na, K, Cl, Ca, dan fosfat).
- c. Mengatur keseimbangan asam bas cairan tubuh bergantung pada apa yang dimakan, campuran makanan menghasilkan urine yang bersifat agak asam, pH kurang dari 6 ini disebabkan hasil akhir metabolisme protein. Apabila makan banyak sayuran, urine akan bersifat basa. pH urine bervariasi antara

- 4,8-8,2. Ginjal menyekresi urine sesuai dengan perubahan pH darah.
- d. Ekskresi sisa hasil metabolisme (ureum, asam urat, kreatinin) zat-zat toksik, obat-obatan, hasil metabolisme hemoglobin dan bahan kimia asing (pestisida).
 - e. Fungsi hormonal dan metabolisme. Ginjal menyekresi hormon renin yang mempunyai peranan penting mengatur tekanan darah (system renin angiotensin aldedsteron) membentuk eritropoiesis mempunyai peranan penting untuk memproses pembentukan sel darah merah (eritropoiesis).

3. Filtrasi Glomerulus

Kapiler glomerulus bersifat impermeabel terhadap protein plasma yang lebih besar dan permeabel terhadap air dan larutan yang lebih kecil seperti elektrolit, asam amino, glukosa, dan sisa nitrogen. Glomerulus mengalami kenaikan tekanan darah 90mmHg. Kenaikan ini terjadi karena arteriole aferen yang mengarah ke glomerulus mempunyai diameter yang lebih besar dan memberikan sedikit tahanan dari kapiler yang lain. Darah didorong ke dalam ruangan yang lebih kecil sehingga darah mendorong air dan partikel kecil yang terlarut dalam plasma masuk ke dalam kapsula Bowman. Tekanan darah terhadap dinding pembuluh ini disebut tekanan hidrostatis (TH). Gerakan masuknya ke dalam kapsul Bowman disebut sebagai filtrasi glomerulus. Tiga faktor dalam proses filtrasi dalam kapsul Bowman menggambarkan integrasi yaitu :

- a. Tekanan osmotik (TO).

Tekanan yang dilarutkan air (sebagai pelarut) pada membran semipermeabel sebagai usaha untuk menembus molekul yang dapat melewati membran semipermeabel. Pori-pori dalam kapiler glomerulus

membuat membran semipermeabel memungkinkan untuk melewati yang lebih kecil dan air tetap mencegah molekul yang lebih besar misalnya protein dan plasma.

b. Tekanan hidrostatik (TH).

Sekitar 15 mmHg dihasilkan oleh adanya filtrasi dalam kapsula dan berlawanan dengan tekanan hidrostatik darah. Filtrasi juga mengeluarkan tekanan osmotik 1-3 mmHg yang berlawanan dengan osmotik darah.

c. Perbedaan tekanan osmotik plasma dengan cairan dalam kapsula Bowman mencerminkan perbedaan konsentrasi protein, perbedaan ini menimbulkan pori-pori kapiler mencegah protein plasma untuk difiltrasi.

Tekanan hidrostatik plasma dan tekanan osmotik filtrasi kapsula Bowman bekerja sama untuk meningkatkan gerakan air dan molekul permeable, molekul permeable kecil dari plasma masuk ke dalam kapsula Bowman. Tekanan hidrostatik dan tekanan osmotik filtrasi dalam kapsula Bowman bersama-sama mempercepat gerakan air dan molekul permeable dari kapsula Bowman masuk ke kapiler jumlah tekanan $(90-3)-(32-15)=70$ mmHg akan mempermudah pemindahan filtrate dari aliran darah ke dalam kapsula Bowman. Laju ini dinamakan laju filtrasi glomerulus (LFG). Pada orang sehat jumlah pertukaran filtrasi per menit 125ml, faktor klinis yang mempengaruhi LFG adalah TH dan TO filtrate, hipoproteinemia terjadi pada kelaparan akan menurunkan TO dan meningkatkan LFG.

Pada ansa Henle filtrate urine lebih menjadi lebih tinggi konsentrasinya bagian pers ascenden ber dinding

tipis cukup permeable bersama dengan cairan intestisial yang berkontraksi tinggi menyebabkan air berosmosis dari filtrate cukup pekat sampai waktunya filtrat mencapai ansa pers asenden.

Pers asenden berinding tebal secara relative impermeable terhadap air, pers ini mengandung ion karies secara aktif mentranspor natrium keluar dari filtrate, pengeluaran elektrolit tanpa air membuat filtrate lebih encer dari sebelumnya. Pada tubulus distal natrium kembali direabsorpsi melalui trasport aktif hydrogen, kalium dan asam urat dapat ditambahkan ke dalam urine melai sekresi tubular. Duktus koligentes (tubulus koligentes) menerima isi dari banyak tubulus distal is dan tidak reabsorpsi air juga tidak ada.

Tubulus ginjal merupakan lanjutan dari kapsula Bowman. Bagian yang mengalirkan filtrat glomerular dari kapsula Bowman disebut tubulus konvulasi proksimal. Bagian selanjutnya adalah lengkung Henle yang bermuara pada tubulus konvulasi distal. Lengkung Henle diberi nama berdasar penemunya yaitu Friedrich Gustav Jakob Henle di awal tahun 1860-an. Lengkung Henle menjaga gradien osmotik dalam pertukaran lawan arus yang digunakan untuk filtrasi. Sel yang melapisi tubulus memiliki banyak mitokondria yang menghasilkan ATP dan memungkinkan terjadinya transpor aktif untuk menyerap kembali glukosa, asam amino, dan berbagai ion mineral. Sebagian besar air (97.7%) dalam filtrat masuk ke dalam tubulus konvulasi dan tubulus kolektivus melalui osmosis. Cairan mengalir dari tubulus konvulasi distal ke dalam sistem pengumpul yang terdiri dari:

- a. Tubulus penghubung
- b. Tubulus kolektivus kortikal
- c. Tubulus kloektivus medularis

Tempat lengkung Henle bersinggungan dengan arteri aferen disebut aparatus juxtaglomerular, mengandung macula densa dan sel juxtaglomerular. Sel juxtaglomerular adalah tempat terjadinya sintesis dan sekresi renin. Cairan menjadi makin kental di sepanjang tubulus dan saluran untuk membentuk urin, yang kemudian dibawa ke kandung kemih melewati ureter.

4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perbedaan Pola Berkemih

a. Usia

Bayi atau anak kecil dengan usia sampai 18-24 bulan tidak mampu mengontrol secara volunteer. Pada usia remaja dan dewasa, sudah dapat mengontrol berkemih secara volunteer.

Pada Lansia, frekuensi berkemih dan volume urine meningkat. Hal ini karena terjadi penurunan kemampuan tonus otot dan daya tampung.

b. Obat-obatan

Diuretik mencegah reabsorpsi air dan elektrolit tertentu untuk meningkatkan keluaran urine. Retensi urine dapat disebabkan oleh pemakaian beberapa obat, seperti atropin, sudafed dll.

c. Suhu

Suhu rendah merangsang peningkatan frekuensi berkemih. Karena pada suhu dingin, sekresi keringat oleh tubuh berkurang.

d. Psikologis

Ansietas dan cemas dapat meningkatkan frekuensi berkemih. Selain itu, ansietas dan cemas juga dapat mengakibatkan berkemih tidak tuntas (masih terdapat sisa urine di kandung kemih).

e. Asupan nutrisi dan cairan

1) Minuman

Alkohol dapat menghambat pelepasan ADH, sehingga dapat meningkatkan produksi urine. Kopi, teh, cokelat, dan cola yang mengandung cafein dapat meningkatkan produksi urine.

2) Makanan

Makanan yang banyak mengandung cairan (buah dan sayur) dapat meningkatkan produksi urine.

f. Kondisi penyakit

Pasien demam mengalami penurunan produksi urine karena pasien demam mengalami banyak pengeluaran sejumlah besar cairan yang tak kasat mata.

g. Prosedur bedah

Klien bedah sering memiliki perubahan keseimbangan cairan sebelum menjalani pembedahan yang diakibatkan oleh proses penyakit/ puasa pasca operasi yang mempengaruhi pengeluaran urine.

h. Pemeriksaan diagnostik

Beberapa pemeriksaan diagnostik tidak memperbolehkan pasien untuk minum dan makan sebelum dilakukan pemeriksaan. (ex. Pielogram intravena dan urogram). Pemeriksaan sistoskopi beresiko menyebabkan retensi urine.

i. Jenis kelamin

Kapasitas kandung kemih wanita antara 400 – 500 ml, sedangkan pria antara 300 – 600 ml. Frekuensi berkemih wanita lebih sering dibanding laki-laki, hanya saja volume urine yang dikeluarkan sekali berkemih oleh wanita lebih sedikit dibanding laki-laki.

j. Respon keinginan awal untuk berkemih

Kebiasaan mengabaikan keinginan awal untuk berkemih menyebabkan urine banyak tertahan di dalam urinaria sehingga mempengaruhi ukuran vesika urinaria dan jumlah urine.

k. Gaya hidup

Perubahan gaya hidup dapat mempengaruhi pemenuhan kebutuhan eliminasi dalam kaitannya terhadap tersedianya fasilitas toilet. Kadang individu malas berkemih di kamar mandi umum.

l. Tingkat aktifitas

Eliminasi urin membutuhkan tonus otot vesika urinaria yang baik untuk fungsi sfingter. Hilangnya tonus otot vesika urinaria menyebabkan kemampuan pengontrolan berkemih menurun dan kemampuan tonus otot didapatkan dengan beraktifitas.

m. Sosiokultural

Misalkan adanya aturan pada masyarakat untuk tidak diperkenankan untuk BAK di tempat dan waktu tertentu.

n. Kebiasaan seseorang

Misalkan kebiasaan berkemih di toilet mengalami kesulitan berkemih menggunakan urinal/pispot/melalui kateter.

o. Tonus otot

Yang memiliki peran penting dalam membantu proses berkemih: otot kandung kemih, otot abdomen dan pelvis, serta kontraksi pengontrolan pengeluaran urine.

D. Fisiologi Ureter, Vesika Urinaria dan Uretra

1. Ureter

Ureter, yaitu saluran dengan panjang sekitar 25-30 cm dan garis tengah 3 mm, mengangkut urine dari ginjal ke kandung kemih. Dari setiap ginjal duktus koligentes menyalurkan isinya ke pelvis ginjal, yang kemudian disalurkan ke ureter. Dinding pelvis ginjal mengandung otot polos, yang memiliki aktivitas intrinsik (yi. Tidak dikontrol oleh saraf), dan menghasilkan gelombang kontraksi peristalsis setiap 10 detik. Gelombang

kontraksi ini mendorong urine sepanjang ureter ke kandung kemih. Setiap ureter juga dilapisi oleh otot polos.

Ureter terletak di posterior dinding abdomen, di luar rongga peritonium, yang memasuki kandung kemih dalam sudut miring, masing-masing di sisi dasar area berotot yang disebut trigon yang bagian apeksnya adalah lubang uretra. Ketika urine terkumpul di kandung kemih, ureter tertekan yang secara efektif membentuk suatu katup (katup vesikoureteral), yang mencegah refluks urine. Vesika Urinaria

2. Vesika urinaria (kandung kemih)

Terletak tepat di belakang os pubis, merupakan tempat penyimpanan urine yang berdinding otot kuat, bentuknya bervariasi sesuai dengan jumlah urine yang dikandung. Kandung kemih pada waktu kosong terletak dalam rongga pelvis, sedangkan dalam keadaan penuh dinding atas terangkat masuk ke dalam region hipogastrika. Apeks kandung kemih terletak di belakang pinggir atas simfisis pubis dan permukaannya berbentuk segitiga. Bagian sudut superateral merupakan muara ureter dan sudut inferior membentuk uretra.

Bagian atas kandung kemih ditutupi oleh peritoneum yang membentuk eksavasio retrovesikalis sedangkan bagian bawah permukaan posterior dipisahkan dari rektum oleh duktus deferens, vesika seminalis, dan vesika retrovesikalis. Permukaan superior seluruhnya ditutupi oleh peritoneum dan berbatasan dengan gulungan ileum dan kolon sigmoid sepanjang lateral permukaan peritoneum melipat ke dinding lateral pelvis.

a. Lapisan Otot

Lapisan otot kandung kemih terdiri atas otot polos yang tersusun dan saling berkaitan disebut muskulus detrusor vesicae. Peredaran darah vesika urinaria berasal dari arteri vesikalis superior dan inferior yang merupakan cabang dari arteri iliaka interna. Venanya

membentuk pelvikus venosus vesikalis berhubungan dengan fleksus prostatikus yang mengalirkan darah ke vena iliaka interna.

b. Pembuluh Limfe

Pembuluh limfe kandung kemih mengalirkan cairan limfe ke dalam nodilimpatik iliaka interna dan eksterna.

c. Persarafan

Persarafan vesika urinaria berasal dari fleksus hipogastrika inferior. Serabut ganglion simpatikus berasal dari ganglion lumbalis I dan II, yang berjalan turun ke kandung kemih melalui fleksus hipogastikus. Serabut preganglion parasimpatis yang keluar dari nervus splenikus yang berasal dari nevus sakralis II, III, dan IV berjalan melalui hipogastrikus inferior mencapai dinding vesika urinaria.

Sebagian besar serabut aferen sensoris yang keluar dari kandung kemih menuju system susunan saraf pusat melalui nervus splanknikus pelvikus berjalan bersama saraf simpatis melalui pleksus hipogastrikus masuk ke dalam segmen lumbal 1 dan 2 medula spinalis.

3. Uretra

Urine dikeluarkan melalui uretra. Uretra wanita jauh lebih pendek daripada uretra pria: hanya 4 cm panjangnya dibandingkan dengan panjang sekitar 20 cm pada pria. Perbedaan anatomis ini menyebabkan insiden infeksi saluran kemih ascendens lebih tinggi pada wanita. Dengan demikian, hitung koloni yang lebih daripada 100.000 sel bakteri per milimeter urine dianggap bermakna patologis. Sfingter eksternal adalah otot rangka dan berada di bawah pengendalian volunter. Uretra pada pria memiliki fungsi ganda sebagai saluran untuk urine dan spermatozoa, melalui koitus

4. Ureter

Terdiri dari 2 saluran pipa masing - masing bersambung dari ginjal ke kandung kemih (vesika urinaria) panjangnya \pm 25 - 30 cm dengan penampang \pm

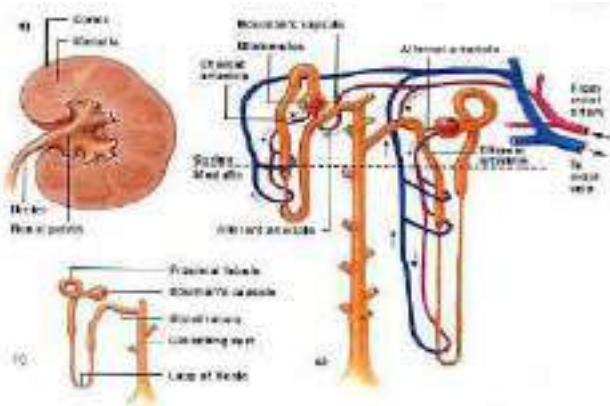
0,5 cm. Ureter sebagian terletak dalam rongga abdomen dan sebagian terletak dalam rongga pelvis.

Lapisan dinding ureter terdiri dari:

- a. Dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa)
- b. Lapisan tengah otot polos
- c. Lapisan sebelah dalam lapisan mukosa

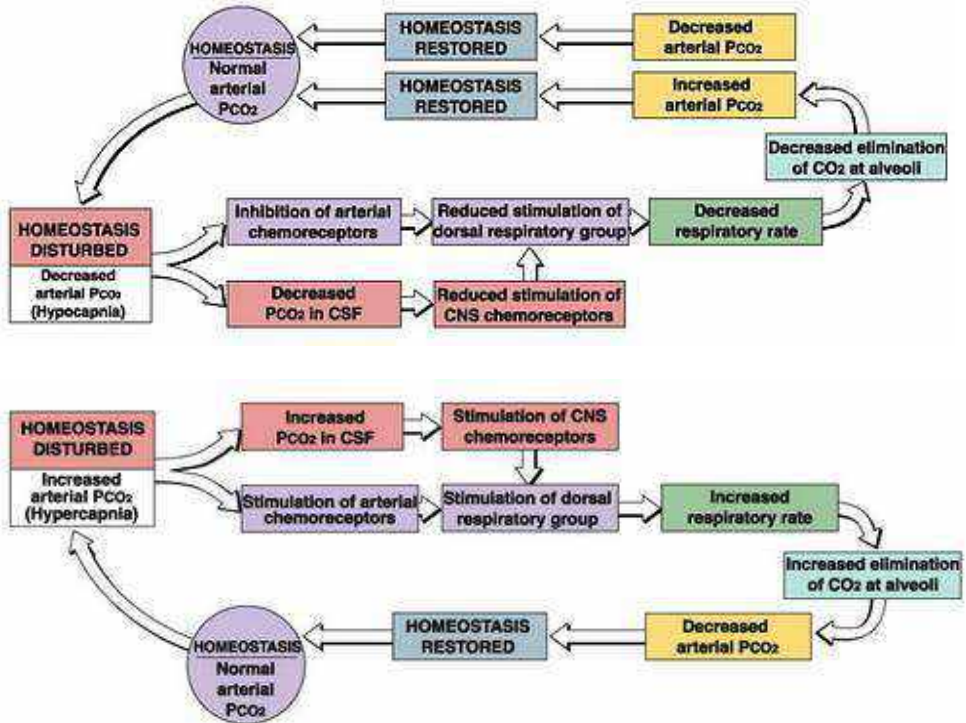
Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan - gerakan peristaltik tiap 5 menit sekali yang akan mendorong air kemih masuk ke dalam kandung kemih (vesika urinaria). Gerakan peristaltik mendorong urin melalui ureter yang dieskresikan oleh ginjal dan disemprotkan dalam bentuk pancaran, melalui ostium uretralis masuk ke dalam kandung kemih.

Ureter berjalan hampir vertikal ke bawah sepanjang fasia muskulus psoas dan dilapisi oleh pedtodium. Penyempitan ureter terjadi pada tempat ureter terjadi pada tempat ureter meninggalkan pelvis renalis, pembuluh darah, saraf dan pembuluh sekitarnya mempunyai saraf sensorik.



BAB X

SISTEM IMUN



ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM IMUN

A. Sistem Kekebalan Tubuh Meliputi Berbagai Hal, Diantaranya:

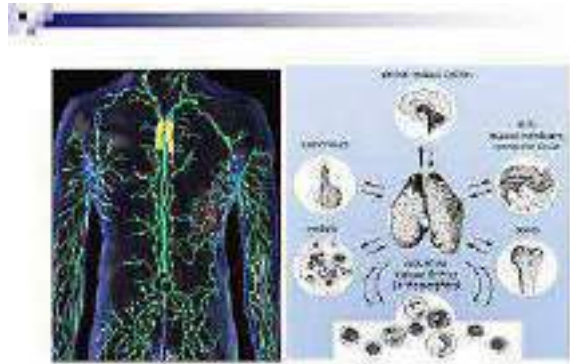
1. Hambatan dari pertahanan non spesifik dan spesifik.
2. Mengenali lima tugas utama dari sistem kekebalan tubuh.
3. Memahami major histocompatibility yang kompleks.
4. Menggambarkan berbagai jenis limfosit.
5. Mengetahui respon imun yang berbeda dan suplemen untuk respon imun.

B. Pengertian Sistem Imun

Sistem Imun (bahasa Inggris: immune system) adalah sistem pertahanan manusia sebagai perlindungan terhadap infeksi dari makromolekul asing atau serangan organisme, termasuk virus, bakteri, protozoa dan parasit. Sistem kekebalan juga berperan dalam perlawanan terhadap protein tubuh dan molekul lain seperti yang terjadi pada autoimunitas, dan melawan sel yang teraberasi menjadi tumor. (Wikipedia.com).

Sistem kekebalan atau sistem imun adalah sistem perlindungan pengaruh luar biologis yang dilakukan oleh sel dan organ khusus pada suatu organisme. Jika sistem kekebalan bekerja dengan benar, sistem ini akan melindungi tubuh terhadap infeksi bakteri dan virus, serta menghancurkan sel kanker dan zat asing lain dalam tubuh. Jika sistem kekebalan melemah, kemampuannya melindungi tubuh juga berkurang, sehingga menyebabkan patogen, termasuk virus yang menyebabkan demam dan flu, dapat berkembang dalam tubuh. Sistem kekebalan juga memberikan pengawasan terhadap sel tumor, dan terhambatnya sistem ini juga telah dilaporkan meningkatkan resiko terkena beberapa jenis kanker.

Letak sistem imun



C. Fungsi dari Sistem Imun

1. Sumsum

Semua sel sistem kekebalan tubuh berasal dari sel-sel induk dalam sumsum tulang. Sumsum tulang adalah tempat asal sel darah merah, sel darah putih (termasuk limfosit dan makrofag) dan platelet. Sel-sel dari sistem kekebalan tubuh juga terdapat di tempat lain.

2. Timus

Dalam kelenjar timus sel-sel limfoid mengalami proses pematangan sebelum lepas ke dalam sirkulasi. Proses ini memungkinkan sel T untuk mengembangkan atribut penting yang dikenal sebagai toleransi diri.

3. Getah Bening

Kelenjar getah bening berbentuk kacang kecil terbaring di sepanjang perjalanan limfatik. Terkumpul dalam situs tertentu seperti leher, axillae, selangkangan dan para-aorta daerah. Pengetahuan tentang situs kelenjar getah bening yang penting dalam pemeriksaan fisik pasien.

4. Mukosa jaringan limfoid terkait (MALT)

Di samping jaringan limfoid berkonsentrasi dalam kelenjar getah bening dan limpa, jaringan limfoid juga ditemukan di tempat lain, terutama saluran pencernaan, saluran pernafasan dan saluran urogenital.

Tugas kolosal menjaga tubuh aman dari serangan luar dan dalam oleh bakteri, virus, maupun makhluk jahat lain yang memiliki kekebalan sistem.

D. Mekanisme Pertahanan Non Spesifik

Kulit dan membran mukosa memberikan baris pertama pertahanan non spesifik melawan penjahat masuk melalui kulit atau melalui bukan ke dalam tubuh. Dilihat dari caranya diperoleh, mekanisme pertahanannon spesifik disebut juga respons imun alamiah. Dimana mekanisme pertahanan non spesifik tubuh kita adalah kulit dengan kelenjarnya, lapisan mukosa dengan enzimnya, serta kelenjar lain dengan enzimnya seperti kelenjar air mata.

Demikian pula sel fagosit (sel makrofag, monosit, polimorfonuklear) dan komplemen merupakan komponen mekanisme pertahanan non spesifik.

E. Sumber Utama Pertahanan Fitur Mekanisme

1. Kulit

Merupakan penghalang fisik yang bermusuhan dan ditutupi oleh minyak maupun PH (dari 3 sampai 5). Dimana sekresi dan kelenjar keringat serta sebacea.

2. Antimicrobial Protein

Seperti lisozim yang memecahkan sel dinding bakteri, ditemukan pada selaput lendir, terkandung dalam air liur, air mata, dan sekresi lainnya.

3. Silia

Bagian yang melapisi paru-paru dan berfungsi untuk mencegah benda asing masuk ke dalam paru-paru.

4. Gastric

Jus lambung yang terjadi oleh karena aksi asam klorida atau enzim akan membunuh mikroba.

5. Bakteri Simbiotik

Ditemukan di saluran pencernaan dan outcompete vagina, dimana terdapat banyak organisme yang dapat menyebabkan kerusakan.

Sumber pertahanan kedua yang terdiri dari mekanisme atau agen yang tanpa pandang bulu menyerang benda asing yang berada di dalam tubuh, diantaranya:

1. Fagosit

Sel darah putih (leukosit) yang menelan patogen oleh fagositosis. Mereka termasuk neutrofil, monosit, dan eosinofil. Monosit memperbesar diri ke dalam selffagositik besar yang disebut makrofag.

2. Sel-sel pembunuh alami (NK sel)

Merupakan limfosit (sel darah putih yang jatuh tempo pada jaringan limfoid). Sel NK membunuh patogen terinfeksi tubuh sel atau sel-sel tubuh perut (seperti tumor).

3. Koplemen

Merupakan sekelompok beberapa atau 20 protein yang "melengkapi" pertahanan reaksi. Protein ini membantu menarik fagosit untuk bendaasing sel dan membantu menghancurkan sel-sel asing dengan mempromosikan lisis sel.

4. Interferon (IFNs)

Zat yang dikeluarkan oleh sel-sel yang diserang oleh virus dan merangsang sel-sel tetangga untuk menghasilkan protein yang membantu mereka bertahan melawan virus. Beberapa IFNs (seperti gamma-IFN) juga memperkuat aktivitas makrofag dan sel-sel pembunuh alami.

5. Respon Inflamasi

Merupakan serangkaian peristiwa spesifik yang

terjadi dalam menanggapi patogen. Tanggapan biasanya menghasilkan kemerahan, bengkak, panas, dan nyeri di daerah sasaran yang sering dinonaktifkan. Ketika kulit rusak, misalnya bakteri dan organisme lainnya (zat beracun) masuk ke dalam tubuh. Sedangkan peristiwa yang terjadi dapat berupa:

Alarm kimia yang dihasilkan di daerah luka. Dimana ketika sel terluka dan sel-sel beredar di dekatnya akan melepaskan bahan kimia yang memulai defensif tindakan dan membunyikan alarm untuk mekanisme pertahanan lainnya. Bahan kimia ini termasuk histamin (sebagian besar disekresikan oleh basofil, sel darah putih yang ditemukan dalam jaringan ikat), kinin, prostaglandin (PG), dan komplemen.

Vasodilatasi (pelebaran pembuluh darah), dirangsang oleh histamine dan bahan kimia lainnya, meningkatkan suplai darah ke daerah yang rusak. Hal ini menyebabkan kemerahan dan peningkatan suhu setempat. Itu peningkatan suhu merangsang sel darah putih dan membuat lingkungan tidak ramah terhadap patogen. Vascular permeabilitas meningkat sebagai respons terhadap bahan kimia alarm. Akibatnya, sel darah putih, faktor pembekuan, dan cairan tubuh bergerak lebih cepat melalui dinding pembuluh darah dan masuk ke terluka daerah. Peningkatan cairan tubuh yang menyebabkan hasil local edema (pembengkakan). Edema dapat menghasilkan rasa sakit jika saraf terdekat atau ujung bagiannya mengalami tekanan.

Nyeri juga dapat terjadi ketika saraf akhiran yang terkena racun bakteri, kinin, dan prostaglandin. (Aspirin mengurangi nyeri dengan menghambat produksi prostaglandin). Fagosit tiba di lokasi patogen cedera dan menelan dan sel rusak. Fagosit menemukan lokasi cedera oleh chemotaxis,

pergerakan sel dalam menanggapi gradien kimia (disediakan sini oleh bahan kimia alarm). Pelengkap membantu fagosit sel menelan asing, merangsang basofil untuk melepaskan histamin, dan membantu melisiskan sel-sel asing.

6. Demam

Merupakan respon total tubuh terhadap infeksi yang ditandai dengan peningkatan suhu tubuh. Suhu tinggi meningkat seluler metabolisme (mempercepat perbaikan seluler), menguatkan efek alarm kimia, dan menciptakan lingkungan yang tidak bersahabat bagi bakteri. Sebuah hal yang berlebihan jika demam tinggi dapat menyebabkan kerusakan enzim yang diperlukan untuk metabolisme tubuh.

F. Mekanisme Pertahanan Spesifik

Kulit dan selaput lendir adalah garis pertahanan pertama antara penjajah masuk melalui kulit atau melalui bukan di tubuh. Sebuah garis pertahanan kedua ada di dalam tubuh untuk penyerbu tantangan yang membuatnya melalui garis pertahanan pertama. Di bawah ini beberapa penjelasan terkait masalah imunologi, diantaranya:

1. Bila pertahanan non spesifik belum dapat mengatasi invasi mikroorganisme maka imunitas spesifik akan terangsang. Mekanisme pertahanan spesifik adalah mekanisme pertahanan yang diperankan oleh sel limfosit, dengan atau tanpa bantuan komponen sistem imun lainnya seperti sel makrofag dan komplemen.
2. Dilihat dari caranya diperoleh maka mekanisme pertahanan spesifik disebut juga respons imun didapat. Mekanisme Pertahanan Spesifik (Imunitas Humoral dan Selular).

3. Imunitas humoral adalah imunitas yang diperankan oleh sel limfosit B dengan atau tanpa bantuan sel imunokompeten lainnya. Tugas sel B akan dilaksanakan oleh imunoglobulin yang disekresi oleh sel plasma. Terdapat lima kelas imunoglobulin yang kita kenal, yaitu IgM, IgG, IgA, IgD, dan IgE.
4. Imunitas selular didefinisikan sebagai suatu respons imun terhadap antigen yang diperankan oleh limfosit T dengan atau tanpa bantuan komponen sistem imun lainnya.

G. Antibodi (Immunoglobulin)

Antibodi (bahasa Inggris:antibody, gamma globulin) adalah glikoprotein dengan struktur tertentu yang disekresi dari pencerap limfosit-B yang telah teraktivasi menjadi sel plasma, sebagai respon dari antigen tertentu dan reaktif terhadap antigen tersebut. Pembagian Immunoglobulin

Antibodi A (bahasa Inggris: Immunoglobulin A, IgA) adalah antibodi yang memainkan peran penting dalam imunitas mukosis (en:mucosal immune). IgA banyak ditemukan pada bagian sekresi tubuh (liur, mukus, air mata, kolostrum dan susu) sebagai sIgA (en:secretoryIgA) dalam perlindungan permukaan organ tubuh yang terpapar dengan mencegah penempelan bakteri dan virus ke membran mukosa. Kontribusi fragmen konstan sIgA dengan ikatan komponen mukus memungkinkan pengikatan mikroba.

Antibodi D (bahasa Inggris: Immunoglobulin D, IgD) adalah sebuah monomer dengan fragmen yang dapat mengikat 2 epitop. IgD ditemukan pada permukaan pencerap sel B bersama dengan IgM atau sIga, tempat IgD dapat mengendalikan aktivasi dan supresi sel B. IgD berperan dalam mengendalikan produksi autoantibodi sel B. Rasio serum IgD hanya sekitar 0,2%.

Antibodi E (bahasa Inggris: antibody E, immunoglobulin E, IgE) adalah jenis antibodi yang hanya dapat ditemukan pada mamalia. IgE memiliki peran yang besar pada alergi terutama pada hipersensitivitas tipe 1. IgE juga tersirat dalam sistem kekebalan yang merespon cacing parasit (helminth) seperti *Schistosoma mansoni*, *Trichinella spiralis*, dan *Fasciola hepatica*, serta terhadap parasit protozoa tertentu seperti *Plasmodium falciparum*, dan artropoda.

Antibodi G (bahasa Inggris: Immunoglobulin G, IgG) adalah antibodi monomeris yang terbentuk dari dua rantai berat dan rantai ringan, yang saling mengikat dengan ikatan disulfida, dan mempunyai dua fragmen antigen-binding. Populasi IgG paling tinggi dalam tubuh dan terdistribusi cukup merata di dalam darah dan cairan tubuh dengan rasio serum sekitar 75% pada manusia dan waktu paruh 7 hingga 23 hari bergantung pada sub-tipe.

Antibodi M (bahasa Inggris: Immunoglobulin M, IgM, macroglobulin) adalah antibodi dasar yang berada pada plasma B. Dengan rasio serum 13%, IgM merupakan antibodi dengan ukuran paling besar, berbentuk pentameris 10 area epitop pengikat, dan teredar segera setelah tubuh terpapar antigen sebagai respon imunitas awal (en:primary immune response) pada rentang waktu paruh sekitar 5 hari. Bentuk monomeris dari IgM dapat ditemukan pada permukaan limfosit- B dan reseptor sel-B. IgM adalah antibodi pertama yang terdeteksi pada 20 minggu pertama masa janin kehidupan seorang manusia dan berkembang secara fitogenetik (en:phylogenetic). Fragmen konstan IgM adalah bagian yang menggerakkan lintasan komplemen klasik.

1. Beberapa kasus penyakit yang disebabkan oleh ketidakseimbangan system kekebalan tubuh, diantaranya:

Penyakit autoimun dimana sistem imun yang kadangkala salah mengira bagian tubuh kita sendiri

dikenal sebagai benda asing dan menyerang diri kita sendiri. Biasanya antibodi yang menyerang diri sendiri ini bisa terbentuk karena adanya rangsangan virus sebelumnya, sehingga antibodi ikut beredar ke seluruh tubuh dan dapat memberikan kerusakan organ pada tubuh kita. Salah satu contoh penyakit yang paling nyata yaitu Sistemik Lupus Erythematosus (Lupus).

2. Gejala-gejala yang umum dijumpai adalah:

- a. Kulit yang mudah gosong akibat sinar matahari serta timbulnya gangguan pencernaan.
- b. Gejala umumnya penderita sering merasa lemah, kelelahan yang berlebihan, demam dan pegal-pegal. Gejala ini terutama didapatkan pada masa aktif, sedangkan pada masa remisi (nonaktif) menghilang.
- c. Pada kulit, akan muncul ruam merah yang membentang di kedua pipi, mirip kupu-kupu. Kadang disebut (butterfly rash). Namun ruam merah menyerupai cakram bisa muncul di kulit seluruh tubuh, menonjol dan kadang-kadang bersisik. Melihat banyaknya gejala penyakit ini, maka wanita yang sudah terserang dua atau lebih gejala saja, harus dicurigai mengidap Lupus.
- d. Anemia yang diakibatkan oleh sel-sel darah merah yang dihancurkan oleh penyakit LUPUS ini
- e. Rambut yang sering rontok dan rasa lelah yang berlebihan
- f. Sistem imun kadang merespons secara berlebihan atau hipereaktif terhadap suatu benda asing sehingga antigen yang masuk ini disebut alergen dan bisa menimbulkan gejala seperti bengkak, mata berair, pilek alergi, bahkan bisa menimbulkan reaksi alergi hebat yang mengancam jiwa yang disebut anafilaksis. Berbagai macam reaksi alergi yang ditimbulkan

antara lain adalah asma, eksim, pilek alergi, batuk alergi, alergi makanan, alergi obat dan alergi terhadap toksin.

- g. Jumlah antibodi bisa diukur secara tak langsung dengan jumlah CD4. Jika jumlahnya kurang maka dicurigai seseorang mempunyai penyakit immunocompromized dimana daya tahan tubuhnya sangat rendah, hal ini bisa terjadi pada orang yang terkena HIV/AIDS, dan non HIV (pengguna kortikosteroid lama, individu yang terkena kanker, penyakit kronik seperti gagal ginjal, gagal jantung, diabetes, dll).

3. Peranan sistem imun seluler sel kanker

Pada pemeriksaan patologi-anatomik tumor, sering ditemukan infiltrat sel-sel yang terdiri atas sel fagosit mononuklear, limfosit, sedikit sel plasma dan sel mastosit. Meskipun pada beberapa neoplasma, infiltrasi sel mononuklear merupakan indikator untuk prognosis yang baik, pada umumnya tidak ada hubungan antara infiltrasi sel dengan prognosis. Sistem imun yang nonspesifik dapat langsung menghancurkan sel tumor tanpa sensitisasi sebelumnya. Efektor sistem imun tersebut adalah sel Tc, fagosit mononuklear, polinuklear, Sel NK. Aktivasi sel T melibatkan sel Th dan Tc. Sel Th penting pada pengerahan dan aktivasi makrofag dan sel NK.

a. Sitotoksitas melalui sel T

Kontak langsung antara sel target dan limfosit T menyebabkan interaksi antara reseptor spesifik pada permukaan sel T dengan antigen membran sel target yang mencetuskan induksi kerusakan membran yang bersifat lethal. Peningkatan kadar cyclic Adenosine Monophosphate (cAMP) dalam sel T dapat menghambat sitotoksitas dan efek inhibisi.

Prostaglandin (PG) E 1 dan PGE2 terhadap sitotoksitas mungkin diperantarai cAMP. Mekanisme penghancuran sel tumor yang pasti masih belum diketahui walaupun pengrusakan membran sel target dengan hilangnya integritas osmotik merupakan peristiwa akhir. Pelepasan Limfotoksin (LT), interaksi membran-membran langsung dan aktifitas T cell associated enzyme seperti phospholipase diperkirakan merupakan penyebab rusaknya membran Interleukin (IL), interferon (IFN) dan sel T mengaktifkan pul asel Natural Killer (NK). Sel ini berbentuk large granulocytic lymphocyte (LGL). Kebanyakan sel ini mengandung reseptor Fc dan banyak yang mengekspresikan antigen sel T. Lisis sel target dapat terjadi tanpa paparan pendahuluan dan target dapat dibunuh langsung. Sel NK menunjukkan beberapa spesifisitas yang lebih luas terhadap target tumor yang biasanya dibunuh lebih cepat dibanding sel normal.

Kematian sel tumor dapat sebagai akibat paparan terhadap toxin yang terdapat dalam granula LGL, produksi superoksida atau aktivitas protease serine pada permukaan sel efektor. Sel NK diaktivasi IFN dan II-2 in vitro. Aktivitas NK dapat dirangsang secara in vitro dengan pemberian IFN, inducer atau imunostimulan seperti Bacille Calmette Guerin (BCG) dan Corynebacterium (C) parvum. Penghambatan aktivasi sel NK terlihat pada beberapa PG (PGE1, PGE2, PGA1 dan PGA2), phorbol ester, glukokortikoid dan siklofosamid. Pada banyak kasus, agen ini langsung mempengaruhi aktivitas NK, sel supresor juga dapat mempengaruhi sel NK. Sel NC (Natural Cytotoxic) juga teridentifikasi menghancurkan sel tumor. Berbeda dengan sel NK, sel NC kelihatannya distimulasi oleh IL-3 dan relatif tahan terhadap glukokortikoid dan siklofosamid. Populasi LAK (lymphocyte activated killer) cell dapat tumbuh di bawah pengaruh IL-2.

b. Sitotoksitas melalui makrofag

Makrofag yang teraktivasi berikatan dengan sel neoplastik lebih cepat dibanding dengan sel normal. Pengikatan khusus makrofag yang teraktivasi ke membran sel tumor adalah melalui struktur yang sensitif terhadap tripsin. Pengikatan akan bertambah kuat dan erat dalam 1 sampai 3 jam dan ikatan ini akan mematkan sel. Sekali pengikatan terjadi, mekanisme sitotoksitas melalui makrofag berlanjut dengan transfer enzim lisosim, superoksida, protease, faktor sitotoksik yang resisten terhadap inhibitor protease dan yang menyerupai LT

Sekali teraktivasi, makrofag dapat menghasilkan PG yang dapat membatasi aktivitasnya sendiri. Makrofag yang teraktivasi dapat menekan proliferasi limfosit, aktivitas NK dan produksi mediator. Aktivasi supresi dapat berhubungan dengan pelepasan PG atau produksi superoksida. Sebagai tambahan, makrofag dapat merangsang dan juga menghambat pertumbuhan sel tumor, yang bergantung dengan bagian yang rentan dari sel tumor, ratio makrofag dengan sel target dan status fungsional makrofag. Indometasin dapat menghambat efek perangsangan makrofag pada pertumbuhan tumor ovarium yang diperkirakan prostaglandin mungkin berperan sebagai mediatornya

Macrophage derived factor dapat merangsang pertumbuhan tumor dan menekan imunitas sel T. Akumulasi makrofag dalam tumor mungkin menggambarkan interaksi makrofag kompleks dari beberapa faktor dan juga kinetik produksi monosit oleh sumsum tulang. Jadi status fungsional makrofag dalam tumor juga berperan selain jumlahnya.

Makrofag bila diaktifkan oleh limfokin, endotoksin, RNA dan IFN akan menunjukkan aktivasi berupa adanya perubahan morfologik, biokimiawi dan fungsi sel. Makrofag yang diaktifkan biasanya menjadi sitotoksik nonspesifik terhadap sel tumor in vitro. Makrofag dapat pula berfungsi sebagai efektor pada ADCC terhadap

tumor. Di samping itu makrofag dapat menimbulkan efek negatif berupa supresi yang disebut makrofag supresor. Hal tersebut dapat disebabkan oleh tumor itu sendiri atau akibat pengobatan.

4. Respon Imun

Respon imun berawal sewaktu sel B atau T berikatan, seperti kunci dengan anak gemboknya, dengan suatu protein yang diidentifikasi oleh sel T atau B sebagai benda asing. Selama perkembangan masa janin di hasilkan ratusan ribu sel B dan sel T yang memiliki potensi yang berikatan dengan protein spesifik. Protein yang dapat berikatan dengan sel T dan B mencakup protein yang terdapat di membran sel bakteri, mikoplasma, selubung virus, atau serbuk bunga, debu, atau makanan tertentu. Setiap sel dari seseorang memiliki protein-protein permukaan yang dikenali berbagai benda asing oleh sel T atau B milik orang lain. Protein yang dapat berikatan dengan sel; T atau B disebut dengan antigen, apabila suatu antigen menyebabkan sel T atau B menjadi aktif bermultiplikasi dan berdeferensiasi lebih lanjut, maka antigen tersebut dapat bersifat imunogenik.

5. Imunitas

Untuk melindungi diri dari ancaman terhadap jati dirinya, tubuh manusia telah mengembangkan reaksi pertahanan seluler yang disebut respon imun. Kata imunologi dan imunitas berasal dari kata latin *immunitas*, yang pada zaman Romawi digunakan untuk menjelaskan adanya perlindungan terhadap tugas-tugas kemasyarakatan dan tuntutan hukum bagi para senator Romawi semasa mereka menjabat. Secara historis istilah ini kemudian digunakan untuk menjelaskan perlindungan terhadap penyakit infeksi. Untuk melindungi dirinya, tubuh memerlukan mekanisme yang dapat membedakan sel-sel itu sendiri (Self) dari agen-agen penginvasi (nonself).

- a. Imunitas mempunyai tiga fungsi utama:
- 1) Perannya dalam pertahanan adalah menghasilkan resistensi terhadap agen penginvansi seperti mikroorganisme.
 - 2) Perannya dalam surveilans adalah mengidentifikasi dan menghancurkan sel-sel tubuh sendiri yang bermutasi dan berpotensi menjadi neoplasma.
 - 3) Perannya dalam homeostasis adalah membersihkan sisa-sisa sel dan zat-zat buangan sehingga tipe-tipe sel tetap seragam dan tidak berubah.

6. Antigen

Banyak benda asing jika dimasukkan ke dalam tubuh hospes berkali-kali, respon yang ditimbulkan selalu sama. Namun, ada benda asing tertentu yang mampu menimbulkan perubahan pada hospes sedemikian rupa sehingga reaksi selanjutnya berbeda daripada reaksi sewaktu pertama kali masuknya benda asing tersebut. Respon yang berubah semacam itu dipihak hospes disebut sebagai respon imunologis dan benda-benda asing yang menyebabkan reaksi tersebut dinamakan antigen atau imunogen.

Tujuan utama respon imun adalah menetralkan , menghancurkan atau mengeluarkan benda asing tersebut lebih cepat dari biasanya.

7. Sifat Khas Respon Imun

Tujuan respon imun adalah untuk melenyapkan benda yang bersifat antigenik dengan cepat, hal ini dilakukan oleh tubuh melalui dua macam cara. Cara pertama, respon imun humoral, dipengaruhi oleh imunoglobulin, gammaglobulin dalam darah, yang disintesis oleh hospes sebagai respon terhadap masuknya benda antigenik. Reaksi imunologis kedua, respon imun selular, dilakukan secara langsung oleh limfosit yang berproliferasi akibat masuknya antigen tersebut. Sel-sel ini bereaksi secara spesifik dengan

antigen (tanpa intervensi dari imunoglobulin).

Jaringan Imunoreaktif

Bagian respon imun yang mengakibatkan pembentukan antibodi imunoglobulin atau proliferasi sel-sel reaktif antigen kadang-kadang disebut sebagai fase aferen atau fase induksi dari respon imun. Limfosit dan makrofag adalah sel-sel yang terutama bertanggung jawab atas bagian respon ini. Lebih khusus, apa yang dinamakan jaringan limfosit tubular yang terlihat. Sekali antibodi sudah disintesis atas sel-sel reaktif atau antigen sudah berproliferasi, maka mereka akan tersebar secara luas dalam berbagai jaringan tubuh, sehingga jika antigen itu dimasukkan kembali pada sembarang tempat, dapat terjadi reaksi imunologis yang efisien.

8. Gambaran Singkat Sistem Imun

a. Sistem Limfoid (Imun)

Sistem limfoid terdiri dari berbagai sel, jaringan dan organ yang merupakan tempat prekursor dan turunan limfosit berasal, berdiferensiasi, mengalami pematangan dan tersangkut. Semua sel darah berasal dari prekursor bersama, yaitu sel bakal pluripotensial. Sel bakal pluripotensial adalah sel-sel embrionik yang dapat membentuk bermacam-macam sel hematopoetik dan dapat membelah diri. Sel-sel ini ditemukan dalam sumsum tulang dan jaringan hematopoetik lain serta menghasilkan semua komponen darah (misalnya, eritrosit, trombosit, granulosit, monosit dan limfosit).

b. Organ Limfoid Primer

Walaupun terdapat di semua bagian tubuh, namun limfoid cenderung terkonsentrasi di beberapa organ limfoid, termasuk sumsum tulang, timus, limpa, kelenjar getah bening dan jaringan limfoid terkait organ. Sumsum tulang dan timus dianggap sebagai organ limfoid primer.

c. Organ Limfoid Sekunder

Organ limfoid sekunder mencakup limpa, kelenjar getah bening dan jaringan tidak berkapsul. Contoh-contoh jaringan tidak berkapsul adalah tonsil, adenoid

dan bercak-bercak jaringan limfoid di lamina propria (jaringan ikat fibrosa yang terletak tepat di bawah epitel permukaan selaput lendir) dan di sub mukosa saluran cerna.

d. Imunitas Selular

Peran sel T dapat dibagi menjadi dua fungsi utama: fungsi regulator dan fungsi efektor. Fungsi regulator terutama dilakukan oleh salah satu subset sel T, sel T penolong (CD4). Sel-sel CD4 mengeluarkan molekul yang dikenal dengan nama sitokin (protein berberat molekul rendah yang disekresikan oleh sel-sel sistem imun) untuk melaksanakan fungsi regulatornya. Sitokin dari sel CD4 mengendalikan proses imun seperti pembentukan imunoglobulin oleh sel B, pengaktifan sel T lain dan pengaktifan makrofag. Fungsi efektor dilakukan oleh sel T sitotoksik (sel CD8). Sel-sel CD8 ini mampu mematikan sel yang terinfeksi oleh virus, sel tumor dan jaringan transplantasi dengan menyuntikkan zat kimia yang disebut perforin ke dalam sasaran "asing". Baik sel CD4 dan CD8 menjalani pendidikan timus di kelenjar timus untuk belajar mengenal fungsi.

Fungsi utama imunitas selular adalah :

- 1) Sel T CD8 memiliki fungsi sitotoksik.
- 2) Sel T juga menyebabkan reaksi hipersensitivitas tipe lambat saat menghasilkan berbagai limfokin yang menyebabkan peradangan.
- 3) Sel T memiliki kemampuan untuk mengingat.
- 4) Sel T juga memiliki peran penting dalam regulasi atau pengendalian sel.

e. Imunitas Humoral

Sel B memiliki dua fungsi esensial: berdiferensiasi menjadi sel plasma yang menghasilkan imunoglobulin dan merupakan salah satu kelompok APC. Sel B mengalami pematangan dalam dua tahap, tetapi tidak seperti sel T, tidak matang di timus. Fase pertama pematangan sel B bersifat independen-antigen. Dan fase

kedua adalah fase dependen – antigen, sel B berinteraksi dengan suatu imunogen, menjadi aktif dan membentuk sel plasma yang mampu mengeluarkan antibodi

f. Immunoglobulin

Imunoglobulin (antibodi) , yang membentuk sekitar 20% dari semua protein dalam plasma darah, adalah produk utama sel plasma. Selain di plasma darah, imunoglobulin juga ditemukan di dalam air mata, air liur, sekresi mukosa saluran napas, cerna dan kemih-kelamin, serta kolostrum.

Fungsi imunoglobulin adalah :

- 1) Menyebabkan sitotoksitas yang diperantarai oleh sel yang dependen antibodi.
- 2) Memungkinkan terjadinya imunisasi pasif
- 3) Meningkatkan opsonisasi (pengendapan komplemen pada suatu antigen sehingga kontak lekat dengan sel fagositik menjadi lebih stabil).
- 4) Mengaktifkan komplemen (kumpulan glikoprotein serum);
- 5) Menyebabkan anafilaksis.

g. Imunitas: Alami dan Didapat

Ada dua tipe umum imunitas, yaitu : alami (natural) dan didapat (akuisita). Imunitas alami yang merupakan kekebalan non spesifik sudah ditemukan pada saat lahir. Sedangkan imunitas di dapat atau imunitas spesifik terbentuk sesudah lahir.

Imunitas alami akan memberikan respon nonspesifik terhadap setiap penyerang asing tanpa memperhatikan komposisi penyerang tersebut. Dasar pertahanan alami semata-mata berupa kemampuan untuk membedakan antara sahabat dan musuh atau antara "diri sendiri" dan "bukan diri sendiri". Mekanisme alami semacam ini mencakup sawar (barier) fisik dan kimia, kerja sel-sel darah putih dan respon inflamasi.

Imunitas di dapat biasanya terjadi setelah seseorang terjangkit penyakit atau mendapatkan imunisasi yang menghasilkan respon imun yang bersifat protektif. Beberapa minggu atau bulan sesudah seseorang terjangkit penyakit atau mendapatkan imunisasi akan timbul respon imun yang cukup kuat untuk mencegah terjadinya penyakit atau jangkitan ulang. Ada dua tipe imunitas yang di dapat, yaitu aktif dan pasif.

Pada imunitas yang didapat aktif, pertahanan imunologi akan dibentuk oleh tubuh orang yang dilindungi oleh imunitas tersebut. Imunitas ini umumnya berlangsung selama bertahun-tahun atau bahkan seumur hidup.

Imunitas didapat yang pasif merupakan imunitas temporer yang ditransmisikan dari sumber lain yang sudah memiliki kekebalan setelah menderita sakit atau menjalani imunisasi.

h. Mekanisme Eliminasi Antigen

Fungsi akhir dari sistim imun adalah mengeliminir bahan asing. Hal ini dilakukan melalui berbagai jalan:

- 1) Sel Tc dapat menghancurkan antigen asing seperti sel kanker dan sel yang mengandung virus secara langsung melalui pelepasan sitotoksin.
- 2) Antibodi berfungsi dalam respons imun melalui beberapa jalan
 - a) Netralisasi toksin

Antibodi yang spesifik (IgG, IgA) untuk toksin bakteri atau bisa serangga/ular dapat mengikat antigen dan menginaktifkannya. Kompleks ikatan tersebut selanjutnya akan dieliminir oleh sistim fagosit makrofag.

- b) Netralisasi virus Antibodi yang spesifik (IgG, IgA) terhadap epitop pada permukaan virus akan mencegah ikatan virus dengan sel mukosa sehingga

mencegah infeksi, Sel NK dapat menghancurkan sel yang diinfeksi virus.

c) Oponisasi bakteri

Antibodi (IgG, IgM) dapat menyelimuti permukaan bakteri sehingga memudahkan eliminasi oleh fagosit (yang memiliki reseptor untuk Fc dari Ig). Ikatan dengan makrofag tersebut memudahkan fagositosis (opsonin).

Aktivasi komplemen

Beberapa kelas antibodi (IgG, IgM, IgA) dapat mengaktifkan komplemen. Bila epitop ada pada permukaan sel misalnya bakteri, maka komplemen yang diaktifkan dapat menghancurkan sel tersebut melalui efek enzim. Beberapa komponen komplemen (C3b, C4b) juga memiliki sifat opsonin. Opsonin tersebut berikatan dengan kompleks antigen-antibodi dan akhirnya dengan reseptor pada permukaan makrofag sehingga memudahkan fagositosis. Ada komponen komplemen yang berupa kemotaktik (C3a, C5a) untuk neutrofil dan ada yang mengaktifkan mastosit dan basofil (anafilatoksin) untuk melepaskan histamin.

Beberapa bakteri seperti *E. coli* dan *S. aureus* dapat mengaktifkan komplemen langsung melalui jalur alternatif. Respons melalui komplemen sangat kompleks dan penting dalam inflamasi yang juga merupakan mekanisme pertahanan. Sistem enzim lain yang berperan pada inflamasi ialah sistem kinin, clotting dan fibrinolitik.

ADCC : Antibodi utama IgG dapat diikat Killer cell (sel K) (atau sel lain seperti eosinofil, neutrofil, yang memiliki reseptor untuk Fc dari IgG). Sel yang dipersenjatai oleh IgG tersebut dapat mengikat sel sasaran (bakteri, sel tumor, penolakan transplan, penyakit autoimun dan parasit) dan membunuhnya. Beda sel K dari sel Tc ialah karena sel K tidak memiliki petanda CD8 dan memerlukan antibodi dalam fungsinya.

3) Inflamasi dan hipersensitivitas lambat (Delayed Type Hypersensitivity, DTH)

Menyusul presentasi antigen oleh sel APC, sel Th melepas limfokin yang mengerahkan dan mengaktifkan makrofag dan menimbulkan reaksi inflamasi. Respons inflamasi ini disebut. Lambat atau hiperreaktivitas lambat oleh karena memerlukan 24-28 jam sedang respons inflamasi yang terjadi melalui antibodi terjadi dalam beberapa menit-jam. Kedua respons inflamasi tersebut juga berbeda dalam jenis sel yang dikerahkan: pada respons lambat sel mononuklear dan pada inflamasi antibodi-komplemen, terutama sel polimorfonuklear.

Inflamasi mempunyai efek baik dan buruk oleh karena di samping eliminasi bahan asing, juga dapat menimbulkan kerusakan jaringan.

4) Eliminasi protozoa

Baik imunitas humoral maupun selular (makrofag dan sel T yang diaktifkan) berperan pada eliminasi *P. carinii*, *Giardia* dan T.

5) Eliminasi jamur

Respons imun terhadap jamur adalah kompleks; yang penting antara lain mekanisme selular dan efek toksik melalui neutrofil. Dinding sel jamur dapat mengaktifkan komplemen (jalur alternatif) yang menghasilkan opsonin dan memudahkan fagositosis.

i. Kekebalan Dan Hipersensitivitas

1) Hubungan Antara Keduanya

Dahulu, reaksi hipersensitivitas yang diperantarai oleh imunoglobulin kadang-kadang disebut sebagai reaksi hipersensitivitas tipe cepat, sedangkan yang diperantarai oleh mekanisme kekebalan seluler dinamakan reaksi hipersensitivitas tipe lambat. (kadang-kadang reaksi yang terakhir ini juga disebut sebagai reaksi hipersensitivitas tipe tuberkulin atau

reaksi hipersensitivitas bakteri, karena contoh-contoh prototipe). Meskipun istilah ini kadang-kadang masih digunakan akan tetapi oleh karena banyak sekali reaksi yang kecepatannya saling bertumpang tindih maka istilah ini menjadi kurang cepat. Suatu klasifikasi kelainan-kelainan imunologis yang lebih berguna telah diusulkan oleh Gell dan Coombs.

2) Cara-Cara Terjadinya Cedera Jaringan

a) Reaksi Tipe I / Anafilaktik

Pada reaksi tipe I. Disebut juga sebagai reaksi tipe anafilaktik, subjek harus disensitisasi lebih dahulu oleh antigen tertentu. Selama respon fase induktif dibentuk antibodi IgE. Antibodi ini bersirkulasi dan melekat pada permukaan sel mast yang terbesar diseluruh tubuh. Jika antigen kemudian dimasukkan ke dalam subjek, maka interaksi antigen dengan antibodi yang terikat pada sel mast mengakibatkan pelepasan eksplosif dari zat-zat yang terkandung di dalam sel. Jika antigen yang dimasukkan itu sedikit dan bersifat lokal, maka pelepasan mediatornya juga bersifat lokal dan hasilnya tidak lebih dari daerah vasodilatasi dan bertambahnya permeabilitas yang mengakibatkan pembengkakan lokal.

b) Reaksi Tipe II / Sitotoksik

Reaksi tipe II pada dasarnya merupakan sitotoksik. Pada reaksi macam ini antibodi IgD dan IgM yang bersirkulasi bersatu dengan antigen yang cocok pada permukaan sel. (Yaitu, antigen yang melekat pada atau merupakan bagian dari permukaan sel). Hasil dari interaksi ini adalah percepatan fagositosis sel target atau lisis sebenarnya dari sel target setelah pengaktifan komponen ke depalapan atau ke sembilan rangkaian komplemen. Jika sel target adalah sel asing seperti bakteri makan hasil reaksi ini menguntungkan. Namun, kadang-kadang sel target itu adalah eritrosit-eritrosit dari tubuh, dalam hal ini akibatnya dapat berupa anemia hemolitik.

c) Reaksi Tipe III / Kompleks Imun

Reaksi tipe III mempunyai berbagai bentuk, tetapi pada akhirnya reaksi-reaksi tersebut sama-sama diperantarai oleh kompleks imun, yaitu kompleks antigen dengan antibodi, biasanya dari jenis IgD. Prototipe dari reaksi jenis ini adalah reaksi arthus. Secara klasik, jenis reaksi ini ditimbulkan dengan cara mensensitisasi subjek dengan beberapa protein asing dan selanjutnya subjek tersebut diberi suntikan antigen yang sama secara intrakutan. Reaksi itu secara khas timbul sesudah beberapa jam, dengan melalui fase pembengkakan dan kemerahan kemudian nekrotik serta pada kasus yang berat terjadi perdarahan.

d) Reaksi Tipe IV / Diperantarai Sel

Reaksi tipe IV diperantarai oleh kontakannya limfosit T yang telah mengalami sensitisasi dengan antigen yang sesuai. Kejadian ini dapat terlihat pada berbagai keadaan. Tuberkulosis merupakan contoh klasik. Menyertai reaksi ini, biasanya akan terdapat nekrosis luas pada jaringan yang merupakan tanda yang cukup khas untuk penyakit ini. Nekrosis semacam ini sekarang diakui sebagai akibat kekebalan yang diperantarai sel, bukan langsung disebabkan oleh racun dari basil tuberkulosis. Tampaknya nekrosis ini adalah akibat dari limfositotoksitas (yaitu pengaruh dari limfosit yang diaktifkan oleh tuberkuloprotein basil).

e) Reaksi tipe IV juga diperlihatkan oleh dermatitis kontak alergi yang dapat ditimbulkan secara percobaan maupun secara spontan pada manusia.

3) Ringkasan Reaksi Hipersensitivitas

Tipe I : Anafilaktik

Antigen bereaksi dengan antibodi IgE yang terikat ke permukaan sel mast; menyebabkan pelepasan mediator dan efek mediator

Uji gores alergi yang positif:

- a) Anafilaksis
- b) Alergi saluran napas
- c) Bisa serangga

Tipe II : Sitotoksik

Antibodi berikatan dengan antigen yang merupakan bagian dari sel atau jaringan tubuh; terjadi pengaktifan komplemen, atau fagositosis sel sasaran dan mungkin sitotoksitas yang diperantarai oleh sel yang dependen-antibodi.

Tipe III : Kompleks Imun

Penyatuan antigen dan antibodi membentuk suatu kompleks yang mengaktifkan komplemen, menarik leukosit dan menyebabkan kerusakan jaringan oleh produk-produk leukosit. Misalnya, Lesi pada lupus eritematosus sistemik

Tipe IV : Diperantarai Sel

Reaksi limfosit T dengan antigen menyebabkan pelepasan limfokin, sitotoksitas langsung dan pengerahan sel-sel reaktif.

Diantara contohnya :

- a. Dermatitis kontak alergi
- b. Penolakan alograf
- c. Lesi/uji kulit tuberkulosis
- d. Anafilaksis

4) Otoimunitas

Pada umumnya fenomena imunologis meliputi pengenalan diri sehingga sistem limfoid dari hospes tidak bereaksi dengan antigen dari tubuh hospes. Namun, sekarang telah diketahui bahwa dalam sejumlah reaksi-reaksi yang diperantarai oleh antibodi atau sel terhadap antigen sendiri dapat diperlihatkan. Meskipun beberapa reaksi ini tidak terlalu penting akan tetapi pada hal-hal lain otoimunitas dianggap sebagai kunci dari patogenesis penyakit. Sering kali pencetus otoimunitas tidak diketahui akan tetapi ada beberapa kemungkinan yang

teoritis yang mungkin dapat menerangkan hilangnya toleransi terhadap antigen itu sendiri. Pada beberapa hal ternyata agen infeksi mungkin mempunyai kelompok-kelompok antigenik yang sama seperti yang terdapat pada jaringan tertentu dari hospes. Kemudian dalam reaksi dengan agen itu, jaringan hospes dapat cedera oleh karena reaksi silang. Keadaan kedua mengenai perubahan struktur antigenik dari protein hospes yang disebabkan oleh cedera, infeksi atau membuat kompleks dengan hapten dari luar hospes.

Dengan struktur antigenik yang berubah, jaringan tertentu mungkin menimbulkan reaksi imunologis seperti benda asing. Penjelasan lain adalah "pemaparan" yang mendadak dari antigen itu sendiri yang sebelumnya diisolasi atau terpisah dari jaringan limfoid. Fenomena ini dapat dilihat dalam reaksi otoimun terhadap unsur-unsur pokok sperma atau mata setelah cedera fisik yang mengganggu anatomi normal. Akhirnya ternyata beberapa reaksi otoimun dapat dipercepat oleh hilangnya fungsi sel T, melibatkan sel T supresor yang umumnya mengontrol reaksi imun.

5) Limfosit

Para agen utama respon imun adalah limfosit, darah putih sel (leukosit) yang berasal dari sumsum tulang (seperti semua sel-sel darah) tetapi berkonsentrasi pada jaringan limfoid seperti kelenjar getah bening, timus kelenjar, dan limpa. Ketika limfosit matang, mereka menjadi imunokompeten, atau mampu mengikat dengan antigen spesifik. Sebuah imunokompeten limfosit menampilkan protein unik pada membran plasma yang bertindak sebagai reseptor antigen mampu mengikat antigen tertentu. Karena semua reseptor antigen dari limfosit individu adalah identik, hanya antigen tertentu dapat mengikat ke limfosit individu. Itu jenis reseptor antigen ditampilkan oleh limfosit tertentu ditentukan oleh rekombinasi somatik, terseok-seok dari segmen gen selama limfosit pematangan. Dengan segmen gen

pencampuran, lebih dari satu miliar reseptor antigen yang berbeda dapat dihasilkan.

Berikut adalah berbagai jenis limfosit:

- a) B sel (limfosit B) merupakan limfosit yang berasal dan matang dalam sumsum tulang. Reseptor antigen sel B mengikat secara bebas antigen beredar. Ketika sel B menghadapi antigen yang mengikat antigen situs mengikat mereka, sel B berkembang biak, memproduksi dua jenis sel anak, sel plasma dan sel memori. Sel plasma adalah putri dari sel sel B. Setiap sel plasma rilis antibodi, protein yang memiliki kemampuan mengikat antigen yang sama sebagai reseptor antigen sel B induknya. Antibodi beredar melalui mengikat tubuh terhadap antigen spesifik yang merangsang proliferasi sel plasma. Memori sel B adalah sel anak berumur panjang dari sel B yang, seperti sel plasma, memproduksi antibodi. Namun, sel-sel memori tidak melepaskan antibodi mereka sebagai respons terhadap antigen langsung invasi. Sebaliknya, sel-sel memori beredar di tubuh dan merespon dengan cepat untuk menghilangkan invasi berikutnya oleh sama antigen. Mekanisme ini memberikan kekebalan terhadap banyak penyakit setelah kejadian pertama dari penyakit.
- b) Sel T (T limfosit) adalah limfosit yang berasal dari tulang sumsum, tapi matang dalam kelenjar timus. Reseptor antigen T sel mengikat sel-sel diri yang menampilkan antigen asing (dengan protein MHC) pada membran plasma mereka. Ketika sel T mengikat diri tersebut menyimpang sel, mereka membagi dan menghasilkan jenis berikut sel anak: Sitotoksik sel T (sel T pembunuh) yang diaktifkan ketika mereka

mengenali antigen yang dicampur dengan MHC-I protein diri sel. Setelah aktivasi, sel sitotoksik berkembang biak dan menghancurkan yang diakui oleh sel menghasilkan racun-racun yang menusuk mereka, sehingga menyebabkan mereka untuk pelet. T helper sel diaktifkan ketika mereka mengenali antigen yang dicampur dengan MHC-II protein sel diri. Proliferasi menghasilkan sel T helper yang mengintensifkan produksi antibodi B sel. Sel T pembantu juga mengeluarkan hormon yang disebut cytokines yang merangsang proliferasi sel B dan sel T. Suppressor T sel diyakini terlibat dalam mereda respon imun yang sukses dan dalam mencegah lampiran sel-sel yang tidak terinfeksi diri. Memori T sel berumur panjang sel yang memiliki antigen yang sama reseptor sebagai sel T induknya. Seperti sel memori B, mereka memberikan pembelaan yang cepat untuk setiapserangan berikutnya oleh yang sama antigen.

5) Antibodi

Antibodi adalah protein yang mengikat antigen spesifik. B sel, terletak di limfoid jaringan, lepaskan antibodi, yang kemudian beredar dalam darah plasma, getah bening, atau cairan ekstraselular. Beberapa antibody bermigrasi ke area tubuh, seperti saluran pernapasan atau plasenta, atau masukkan berbagai sekresi tubuh, seperti air liur, keringat, dan susu. Ada lima kelas antibody (immunoglobulin atau) yang meliputi : IgA, IgD, IgE, IgG, dan IgM. Antibodi beredar dalam darah terutama IgG, IgA, dan IgM, IgD, dan bentuk ke dua antibody IgM yang ditemukan pada membrane plasma sel B di mana mereka bertindak sebagai antigen reseptor. Antibodi IgE menempel pada basophil dan sel mast (baik sel darah putih yang ditemukan dalam

jaringan ikat) dan mendorong mereka untuk mengeluarkan histamin.

Struktur dasar dari antibodi adalah Y berbentuk protein yang terdiri daerah konstan dan variabel. Daerah variable urutan asam amino yang berbeda antara antibody dan memberi mereka spesifisitas terhadap antigen.

Antibodi menonaktifkan antigen dengan mengikat mereka dan membentuk antigen-antibodi kompleks. Inaktivasi diikuti oleh makrofag fagositosis atau lisis disebabkan oleh protein komplemen. Inaktivasi juga dapat menyebabkan aglutinasi (penggumpalan) dari antigen atau sel asing.

6) Costimulation

Dalam beberapa respon kekebalan, sel B atau sel T menjadi aktif ketika antigen atau bukan dirinya sel mengikat untuk itu. Aktivasi kemudian memulai proliferasi. Dalam respon imun yang paling aktivasi, membutuhkan kehadiran costimulator. Terdapat dua sinyal berupa antigen dan costimulator yang diwajibkan untuk memulai respon imun dan memastikan bahwa sel-sel diri yang sehat tidak hancur.

C. Homeostasis

Homeostasis merupakan proses pengaturan lingkungan kesetimbangan yang dinamis dalam (badan organisme) yang konstan. Homeostasis merujuk pada ketahanan atau mekanisme pengaturan lingkungan kesetimbangan dinamis dalam (badan organisme) yang konstan. Homeostasis merupakan salah satu konsep yang paling penting dalam biologi. Bidang fisiologi dapat mengklasifikasikan mekanisme homeostasis pengaturan dalam organisme. Umpan balik homeostasis terjadi pada setiap organisme.

Terdapat 2 jenis keadaan konstan atau mantap dalam homeostasis yaitu:

1. Sistem tertutup - Keseimbangan statis

Di mana keadaan dalam yang tidak berubah seperti botol tertutup.

2. Sistem terbuka - Keseimbangan dinamik

Di mana keadaan dalam yang konstan walaupun sistem ini terus berubah contohnya seperti sebuah kolam di dasar air terjun.

Contoh homeostasis yang ringkas ialah : Apabila cuaca panas, sistem kulit akan merespon dengan mengeluarkan keringat melalui kelenjar keringat pada epidermis kulit untuk mencegah suhu darah meningkat, pembuluh darah akan mengembang untuk mengeluarkan panas ke sekitarnya, hal ini juga menyebabkan kulit berwarna merah. Organ-organ yang terlibat dalam pengaturan homeostasis antara lain:

- a. Hati
- b. Ginjal
- c. Kulit

1. Biological Homeostasis

Homeostasis tergantung pada interaksi dan tindakan yang dinamis sejumlah badan system, Faktor yang mempengaruhi seperti :

- a. Temperatur
- b. Kadar garam dan keasaman dalam tubuh
- c. Bahan gizi yang berlebih dan mempengaruhi kemampuan organisme untuk menopang hidup.

Keuntungan dari homeostasis yaitu mengizinkan suatu organisme untuk berfungsi secara efektif di suatu jangkauan luas dari kondisi – kondisi lingkungan.

2. Variasi Homeostasis

Perumusannya didasarkan pada tiga format homeostasis:

- a. Homeostasis kuat adalah jika cadangan dan struktur tidak berubah di dalam komposisi. Karena jumlah

struktur dan cadangan dapat bertukar-tukar, ini mengizinkan perubahan dalam komposisi dari badan utuh sebagai diterangkan oleh teori anggaran energi yang dinamis.

- b. Homeostasis lemah adalah dimana perbandingan dari sejumlah struktur dan cadangan menjadi tetap sepanjang ketersediaan makanan tetap, bahkan ketika organisme tumbuh. Alat-alat ini yang keseluruhan komposisi badan adalah tetap selama pertumbuhan di dalam lingkungan tetap.
- c. Homeostasis struktural berarti bahwa sub individu struktur tumbuh selaras dengan keseluruhan individu, proporsi sanak keluarga tetap.

3. Homeostasis Reaktif

Contoh penggunaan: “homeostasis reaktif adalah suatu tanggapan segera bagi suatu tantangan homeostasis seperti predator”. Bagaimanapun, dimanapun homeostasis mustahil tanpa reaksi, sebab homeostasis adalah reaksi umpan balik. Ungkapan “homeostasis reaktif” secara singkat yaitu : reaksi timbal balik yang menjaga kestabilan homeostatis. Yaitu pendirian ulang suatu titik homeostatis yang tidak dikacaukan oleh suatu titik terpisah.

4. Tekanan Homeostasis

Para sosiolog dan psikolog boleh mengacu pada cara menekan homeostasis, kecenderungan suatu populasi atau perorangan untuk tinggal bertahan pada suatu tingkatan tekanan tertentu, sering membangkitkan tiruan menekankan jika yang dialami tingkatan tekanan bukanlah cukup.

Jean Francois Lyotard, ahli teori modern telah menerapkan istilah ini ke masyarakat ‘pusat kuasa’ bahwa ini jenis ‘yang diatur oleh suatu prinsip

homeostasis'. Sebagai contoh hirarki yang ilmiah, yang kadang – kadang mengabaikan suatu penemuan baru radikal yang bertahun – tahun sebab itu masyarakat sebelumnya menerima norma – norma.

5. Sisa Homeostasis

Andrew, pembuat barang – barang tembikar telah menggunakan istilah barang sisa pada homeostasis berhubungan dengan ketiadaan netto yang diperoleh dari teknologi penghematan energi.

Tahun 2007, studi mengakui temuan yang menunjukkan secara klinis bersifat percakapan homeostasis dimana orang – orang seperti pasangan memadamkan pidato atau suara mereka yang terbanyak bahwa mereka benar – benar lebih buruk pada informasi roman yang berkomunikasi dibanding orang asing, selagi tidak sedang menyadari akan masalah ini.

6. Metabolisme Homeostasis

Beberapa obat herbal atau kedokteran relah mengenalkan berbagai fungsi sebagai pengatur berkenaan dengan metabolisme tidak beracun yang dapat meningkatkan berkenaan dengan metabolisme homeostasis selama stress.

Homeostasis sudah cukup terkenal, namun terdapat berbagai homeostasis biokimia misalnya proses buffer cairan tubuh akibat adanya asam atau alkali, atau pengaturan konsentrasi glukosa plasma. Selama kondisi lingkungan sel normal, maka sel akan berfungsi sebagaimana mestinya. Karena alur metabolisme terdiri dari sejumlah reaksi yang dikatalisasi oleh enzim maka pengaturan metabolisme lebih menyangkut perubahan aktivitas enzim. Terdapat empat faktor yang mempengaruhi jalannya metabolisme dalam tubuh adalah :

- a. Ketersediaan substrat
- b. Pemindehan produk
- c. Ketersediaan kofaktor

- d. Pengaturan umpan balik yang terkait dengan jumlah produk dan aktivitas enzim

Homeostasis terdiri dari homeostasis fisiologis dan psikologis.

a. Homeostasis Fisiologis

Homeostasis fisiologis dalam tubuh manusia dapat dikendalikan oleh sistem endokrin dan saraf otonom. Prosesnya terjadi melalui empat cara, yaitu :

1) Pengaturan Dini

Sistem ini terjadi secara otomatis pada orang yang sehat. Contohnya : proses pengaturan fungsi organ tubuh

2) Kompensasi

Tubuh akan cenderung bereaksi terhadap ketidaknormalan yang terjadi didalamnya. Misalnya apabila secara tiba – tiba lingkungan menjadi dingin, maka pembuluh darah perifer akan mengalami konstriksi dan merangsang pembuluh darah bagian dalam untuk meningkatkan kegiatan (misalnya menggigil) yang dapat menghasilkan panas sehingga suhu tubuh tetap stabil, pelebaran pupil untuk meningkatkan persepsi visual pada saat terjadi ancaman terhadap tubuh, dan peningkatan keringat untuk mengontrol kenaikan suhu tubuh.

3) Umpan Balik Negatif

Proses ini merupakan penyimpangan dari keadaan normal. Dalam keadaan abnormal, tubuh secara otomatis akan melakukan mekanisme umpan balik untuk menyeimbangkan penyimpangan yang terjadi.

4) Umpan Balik untuk Mengkoreksi Ketidakseimbangan Fisiologis

Contoh, apabila seseorang mengalami hipoksia akan terjadi proses peningkatan denyut jantung untuk membawa darah dan oksigen yang cukup ke sel tubuh.

b. Homeostasis Psikologis

Berfokus pada keseimbangan emosional dan kesejahteraan mental. Proses ini didapat dari pengalaman hidup dan interaksi dengan orang lain serta dipengaruhi oleh norma dan budaya masyarakat. Contohnya adalah mekanisme pertahanan (koping) diri seperti menangis, tertawa, berteriak, memukul dan lain – lain. Jadi proses homeostasis pada intinya adalah keseimbangan dalam tubuh.

Organisme mempunyai 2 lingkungan yaitu:

- 1) Lingkungan luar yaitu lingkungan yang mengelilingi organisme secara keseluruhan. Organisme akan hidup berkelompok dengan organisme-organisme (biotik) dan objek-objek yang mati (abiotik).
- 2) Lingkungan dalam yaitu lingkungan dinamis dalam badan manusia yang terdiri dari fluida yang mengelilingi komunitas sel-sel yang membentuk badan.

Biotik ialah komponen hidup yang meliputi semua organisme hidup. Contoh komponen biotik ialah:

- a) Manusia
- b) Tumbuhan
- c) Hewan

Abiotik ialah komponen mati seperti:

- a) Suhu
- b) Nilai pH
- c) Cahaya
- d) Kelembapan
- e) Topografi
- f) Iklim

Perubahan lingkungan

Perubahan kecil dalam lingkungan dinamis dalam tubuh bisa menyebabkan sel-sel mati. Contoh-contoh yang akan menyebabkan sel-sel mati walaupun dalam jumlah kecil ialah seperti:

- a) Dehidrasi - Kurang air
- b) Zat makanan yang kurang
- c) Sisa racun dikumpul dalam badan
- d) Suhu berubah dengan mendadak

Faktor

Setiap faktor mempunyai jumlah tertentu yang dapat mempengaruhi lingkungan dinamis. Contoh beberapa faktor dalam fluida yang perlu diatur jumlahnya:

- a) pH - 7,3 - 7,4, berbeda dengan salur alimentari jumlah, pH adalah berbeda-beda pada tempat tertentu.
- b) Suhu - 37°C - 39°C
- c) Glukosa - 4,4 - 5,5 mmol/dm³
- d) Urea - 3,3 - 6,6 mmol/dm³

Kepentingan

Akibat perubahan kecil pada jumlah, hal ini akan menimbulkan masalah kepada organisme yang senantiasa berada dalam lingkungan luar yang tidak tentu dan cara hidup yang kurang sehat. Maka, untuk mengadaptasi perubahan ini, Tuhan telah menciptakan organ-organ tertentu dalam badan organisme untuk mengimbangi, mengatur, menstabilkan, menyesuaikan, dan meneruskan lingkungan dalam supaya berada dalam keadaan yang stabil untuk sel-sel terus hidup dan berfungsi secara optimum.

Beberapa kepentingannya ialah:

- a) Memungkinkan organisme beradaptasi pada lingkungan luar yang mempunyai jumlah dan habitat yang lebih luas.
- b) Menyediakan keadaan dalam (lingkungan dinamis dalam badan organisme) yang stabil supaya sel-sel dapat menjalankan hidup dengan efisien.

- c) Memungkinkan kadar metabolisme diatur secara efisien pada saat tertentu.
- d) Boleh Memungkinkan enzim-enzim menjalankan fungsinya dengan optimum.

Mekanisme

Mekanisme ini diatur oleh otak terutama hipotalamus, yang bila terangsang akan merangsang koordinasi tubuh. Proses ini akan terjadi terus menerus hingga lingkungan dinamis dalam tubuh akan berada pada jumlah yang normal. 2 koordinasi badan yang terlibat ialah:

- a) Kordinasi kimia - Seperti hormon
 - b) Kordinasi saraf - Seperti impuls saraf
- Beberapa proses-proses yang terlibat ialah:

- a) Umpan balik positif - Contoh demam, badan akan bertambah panas untuk membunuh bakteri dan virus.
- b) Umpan balik negatif - Contoh keadaan panas, badan akan diatur untuk mengurangi panas badan.

Contoh homeostasis yang ringkas ialah

- a) Apabila cuaca panas, sistem kulit akan merespon dengan mengeluarkan peluh melalui kelenjar keringat pada epidermis kulit untuk mencegah suhu darahnya meningkat, pembuluh darah akan mengembang untuk mengeluarkan panas ke sekitarnya, hal ini juga menyebabkan kulit berwarna merah.
- b) Apabila kadar glukosa dalam darah telah habis atau berkurang dari jumlah tertentu, hati akan dirangsang oleh insulin untuk mengubah glikogen menjadi glukosa supaya dapat digunakan sebagai tenaga untuk kontraksi otot.

Organ-organ yang terlibat dalam pengaturan homeostasis antara lain:

- a) Hati

b) Ginjal

c) Kulit

Proses pengaturan dalam tubuh manusia

Diantara kemungkinannya ialah:

a) Apabila banyak garam dalam badan dan kurang air

b) Apabila kurang garam dalam badan dan banyak air

Apabila kadar garam lebih dari julat normal dan kurang air dalam badan, tekanan osmosis darah akan meningkat, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar hipofisis akan dirangsang lebih aktif untuk mensekresikan hormon ADH (antidiuretik) untuk meningkatkan permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar [adrenal] (hormon aldosteron) akan kurang dirangsang, maka lebih banyak air diserap dan kurang ion natrium dan ion kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan turun, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah pada jumlah normal.

Apabila kadar garam lebih rendah dari jumlah normal dalam tubuh dan lebih banyak air dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan menurun, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar pituitari akan kurang dirangsang untuk mensekresikan hormon ADH (antidiuresis) untuk mengurangi permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar adrenal (hormon aldosteron) akan dirangsang dengan lebih aktif, maka lebih sedikit air diserap dan lebih sedikit juga natrium dan kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan naik, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah berada pada jumlah normal.

Fungsi hormon antidiuresis ialah: Merangsang penyerapan kembali air pada tubulus ginjal. Menambah permeabilitas tubulus ginjal terhadap air.

Fungsi hormon aldosteron ialah:

- a) Agar ion natrium dan ion kalsium dalam darah tetap seimbang - Penyerapan ion kalsium dan ion natrium pada tubulus ginjal.
- b) Memelihara keseimbangan air dan garam dalam darah Air yang tidak diserap masuk kembali dalam tubuh dan akan keluar sebagai air kencing. Proses pembentukan air kencing terdiri dari 3 proses yaitu:

- a) Filtrasi
- b) Reabsorpsi
- c) Ekskresi

Diantara racun yang disalur keluar ialah:

- a) Urea
- b) Asam urat
- c) Amonia
- d) Obat (Contoh : steroid)

Kandungan air kencing antara lain:

- a) Air
- b) Urea
- c) Asam urat
- d) Amonia
- e) Natrium
- f) Klorida
- g) Fosfat

Pengaturan suhu badan dalam badan manusia

Terdapat 2 kaidah pengaturan suhu badan yaitu:

- a) Kaidah fisika
- b) Kaidah metabolisme

Semua kaidah untuk mengatur suhu tubuh dibantu koordinasi tubuh.

Pengaturan suhu dengan kaidah fisik

Dikenali sebagai kaidah fisik karena pengaturan lebih banyak kepada penggunaan otot-otot tubuh dan secara fisik. Di antara kemungkinan yang akan terjadi ialah:

- a) Suhu badan tinggi melebihi normal
- b) Suhu badan rendah melebihi normal

Apabila suhu badan tinggi, termoreseptor akan mentransfer suhu pada kulit, di otak, hipotalamus akan berfungsi sebagai termostat untuk mengatur suhu darah yang melaluinya, mekanisme koreksi akan diarahkan atau dirangsang oleh hipotalamus dengan menggunakan koordinasi tubuh.

Mekanisme koreksi apabila suhu badan tinggi ialah:

- a) Vasodilasi yaitu pembuluh darah mengembang untuk berdekatan dengan kulit (lingkungan luar) yang memungkinkan panas dibebaskan keluar.
- b) Bulu kulit ditegaskan untuk mengurangi udara yang terperangkap pada kulit supaya panas mudah dibebaskan karena udara adalah konduktor panas yang baik. Bulu kulit diatur oleh otot erektor.
- c) Lebih banyak darah pada kulit (kulit kelihatan merah)
 - Memudahkan panas darah terbebas keluar melalui proses peninaran.
- d) Berpeluh - Air keringat yang dirembes oleh kelenjar keringat mempunyai panas pendam tentu yang tinggi dapat menyerap panas yang tinggi dan terbebas ke lingkungan sekitar apabila air peluh menguap.

Apabila suhu tubuh rendah, termoreseptor akan menaikkan suhu pada kulit, di otak hipotalamus akan berfungsi sebagai termostat mengatur suhu darah

yang melaluinya, mekanisme koreksi akan diarahkan atau dirangsang oleh hipotalamus dengan menggunakan koordinasi badan.

Mekanisme koreksi apabila suhu badan rendah ialah:

- a) Vasokonstriksi yaitu pembuluh darah menyempit untuk menjauhi kulit agar panas tak banyak keluar ke lingkungan sekitar.
- b) Bulu kulit ditegakkan agar lebih banyak udara yang terperangkap pada kulit supaya panas sukar dibebaskan karena udara adalah konduktor panas yang baik. Bulu kulit diatur oleh otot erektor.
- c) Kurang darah pada kulit (Kulit kurang kelihatan kemerahan atau pucat) - Kurang mengalami proses penyinaran untuk mencegah panas terbebas keluar lingkungan.
- d) Kurangnya keringat - Saat kurang air keringat dirembeskan oleh kelenjar peluh maka panas tak banyak dibebaskan melalui penguapan air peluh.

Pengawalan suhu dengan kaidah metabolik

Dikenal sebagai kaidah metabolik karena pengaturan lebih kepada penggunaan kimia badan daripada secara fisik walaupun terdapat pengaturan yang melibatkan otot-otot. Kawalan ini melibat peranan:

- a) Otot rangka
- b) Kelenjar adrenal
- c) Kelenjar tiroid

Dalam keadaan sejuk, hipotalamus akan mengatur otot rangka untuk vasokonstriksi secara aktif. Hal ini akan menyebabkan seseorang mengigil dan meningkatkan suhu badan. Pada saat yang sama, kelenjar adrenal akan mensekresikan hormon adrenalin dan

noradrenalin sedangkan kelenjar tiroid akan mensekresikan hormon tiroksin, semua hormon ini bertujuan untuk meningkatkan suhu badan dengan cara meningkatkan metabolisme tubuh.

Dalam keadaan panas, aktivitas otot rangka akan berkurang, begitu juga dengan sekresi hormon-hormon tertentu oleh kelenjar adrenal dan kelenjar tiroid akan berkurang.

Hormon epinefrin dan norepinefrin bertindak dengan:

- a) Meningkatkan kadar detak jantung dan kadar pernafasan.
- b) Meningkatkan tekanan darah
- c) Meningkatkan metabolisme badan
- d) Meningkatkan kadar gula darah dengan merangsang perubahan glikogen ke glukosa.

Pengaturan kadar gula sedikit dalam darah atau glukosa. Di antara kemungkinan yang mungkin terjadi ialah:

- a) Kadar gula sedikit atau glukosa terlampau banyak
- b) Kadar gula sedikit atau glukosa terlampau sedikit

Apabila kadar glukosa terlampau banyak, lebih dari jumlah normal, sel beta pada Langerhans akan mensekresikan lebih banyak hormon insulin, kadar glukosa dalam darah akan turun, proses ini akan berlanjut hingga kadar glukosa dalam darah berada pada jumlah yang normal.

Fungsi hormon insulin ialah:

- a) Merangsang perubahan glukosa ke glikogen untuk disimpan dalam hati.
- b) Merangsang oksidasi glukosa untuk tujuan respirasi dalam sel.

Apabila kadar glukosa terlampau rendah, kurang dari jumlah normal, sel alfa pada kelenjar pulau-pulau Langerhans akan mensekresikan lebih banyak hormon glukagon, kadar glukosa dalam darah akan naik, proses ini akan berlanjut sehingga kadar glukosa dalam darah berada pada jumlah normal.

Fungsi hormon glukagon ialah: Merangsang perubahan glikogen ke glukosa dalam darah. Sel-sel Langerhans terletak dalam pankreas. Faktor-faktor eksternal dan internal terus menerus mengancam dan dapat mengacaukan homeostasis. Faktor-faktor lingkungan internal yang harus dipertahankan secara homeostasis mencakup sebagai berikut:

- a) Konsentrasi molekul zat-zat gizi Sel-sel membutuhkan pasokan molekul nutrient yang tetap untuk digunakan sebagai bahan bakar metabolic untuk menghasilkan energy. Energy kemudian digunakan untuk menunjang aktivitas-aktivitas khusus dan untuk mempertahankan hidup.
- b) Konsentrasi O₂ dan CO₂ Sel membutuhkan O₂ untuk melakukan reaksi-reaksi kimia yang menarik sebanyak mungkin energy dari molekul nutrient untuk digunakan oleh sel. CO₂ yang dihasilkan selama reaksi-reaksi tersebut berlangsung harus diseimbangkan dengan CO₂ yang dikeluarkan oleh paru, sehingga CO₂ pembentuk asam ini tidak meningkatkan keasaman dilingkungan internal.
- c) Konsentrasi zat-zat sisa berbagai reaksi kimia menghasilkan produk-produk akhir yang berefek toksik bagi sel apabila dibiarkan tertimbun melebihi batas tertentu.

- d) pH diantara efek-efek yang paling mencolok dari perubahan keasaman lingkungan cairan internal adalah perubahan mekanisme pembentukan sinyal listrik di sel saraf dan perubahan aktivitas enzim disemua sel. Konsentrasi air, garam-garam, dan elektrolit-elektrolit lain.
- e) Karena konsentrasi relative garam (NaCl) dan air di dalam cairan ekstrasel (lingkungan internal) mempengaruhi berapa banyak air yang masuk atau keluar sel, konsentrasi keduanya diatur secara ketat untuk mempertahankan volume sel yang sesuai. Sel-sel tidak dapat berfungsi secara normal apabila mereka membengkak atau menciut. Suhu Sel-sel tubuh berfungsi secara optimal dalam rentang suhu yng sempit. Sel-sel akan mengalami perlambatan aktivitas yang hebat apabila suhunya terlaludingin dan, protein-protein structural dan enzimatiknya akan terganggu apabila suhunya terlalu panas. Volume dan tekananKomponen sirkulasi pada lingkungan internal, yaitu plasma, harusdipertahankan pada tekanan darah dan volume yag adekuat agarpenghubung vital antara sel dan lingkungan eksternal ini dapat terdistribusikeseluruh tubuh.Selain faktor-faktor internal yang dapat mempengaruhi homeostasis jugaterdapat pengaruh eksternal yaitu keadaan lingkungan eksternal. Keadaan lingkungan eksternal tubuh juga berpengaruh besar terdapat homeostasis. Sedangkan fungsi dari homeostasis yaitu untuk menyeimbangkan keadaan tubuhagar dapat berjalan dengan normal.

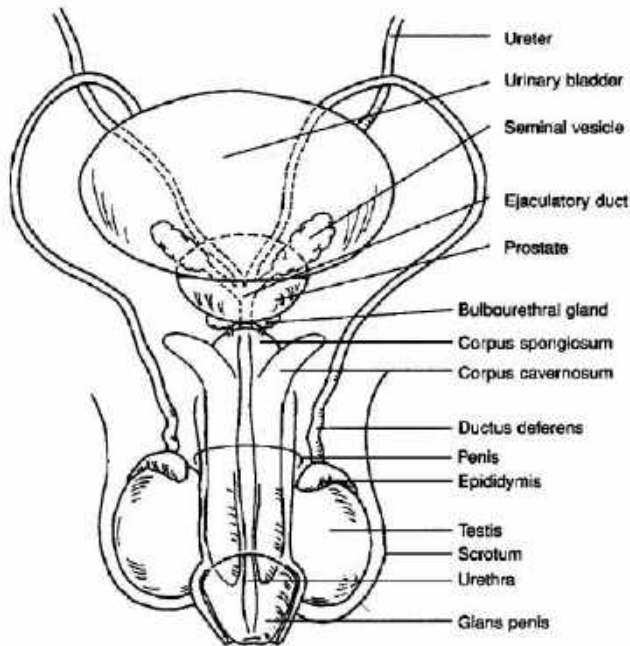
BAB XI

SISTEM REPRODUKSI



A. Anatomi Sistem Reproduksi

1. Anatomi Sistem Reproduksi Pria



a. Testis

Merupakan organ kelamin laki-laki tempat spermatozoa dan hormon laki-laki dibentuk. Testosteron dihasilkan testis, berkembang di dalam abdomen sewaktu janin dan turun melalui saluran inguinal kiri dan kanan masuk ke dalam skrotum menjelang akhir kehamilan.

Testis ini terletak menggantung pada urat-urat spermatik di dalam skrotum. Sepasang kelenjar yang masing-masing sebesar telur ayam tersimpan di dalam skrotum masing-masing di tunika albugenia testis. Di belakang testis, selaput ini agak menebal sehingga membentuk suatu bagian yang disebut **mediastinum testis**.

Testis ini terdiri dari belahan-belahan yang bernama lobulus testis. Testis juga menghasilkan hormon testosteron dan bekerja sebagai kelenjar endokrin. Kelenjar testis, bentuknya seperti telur, banyaknya 2 buah menghasilkan sel mani atau sperma.

Di sebelah belakang saluran ini terdapat duktus deferens. Kelenjar testis menghasilkan hormon FSH dan LH. Testosteron meningkatkan kecepatan sekresinya oleh beberapa kelenjar utama pada kelenjar sebacea.

b. Vesika Seminalis

Kelenjar yang panjangnya 5-10 cm berupa kantong seperti huruf S berbelok-belok sekretnya yang alkalis bersama dengan cairan prostat merupakan bagian terbesar semen yang mengandung fruktosa yang merupakan sumber energi spermatozoa, vesika seminalis bermuara pada duktus deferens pada bagian yang hampir masuk prostat, dindingnya tipis mengandung serabut otot dan mukosa terbagi menjadi ruang-ruang dan lekuk-lekuk dimana penampangnya memperlihatkan gambaran jembatan membran mukosa. Vesika seminalis mempunyai saluran yang dinamai duktus vesikula seminalis bergabung dengan duktus deferens.

Penggabungan dari kedua duktus ini membentuk duktus baru yang bernama duktus ejakulatorius, bermuara pada 2 buah kelenjar tubulo alveolar yang terletak di kanan dan kiri di belakang leher kandung kemih, sekret vesika seminalis merupakan komponen pokok dari air mani, fungsinya menghasilkan cairan yang disebut semen untuk cairan pelindung spermatozoa.

c. Kelenjar prostat

Merupakan kelenjar yang terletak di bawah vesika urinaria melekat pada dinding bawah vesika urinaria disekitar uretra bagian atas, terdiri dari kelenjar majemuk, saluran-saluran dan otot polos.

Kelenjar prostat merupakan suatu kelenjar yang terdiri dari 30-50 kelenjar yang terbagi atas 4 lobus yaitu :

seminalis membentuk ejakulatorius bermuara di prostat, berjalan bersama pembuluh darah dan saraf dalam funikulus spermatikus melalui kanalis inguinalis memanjang pada bagian akhir berbentuk kumparan disebut ampula duktus deferentis, terletak dalam osteum vesika seminalis berlanjut sebagai duktus ejakulatorius yang menembus prostat.

f. Uretra

Merupakan saluran kemih pada pria yang sekaligus merupakan saluran ejakulasi. Pengeluaran urin tidak bersamaan dengan ejakulasi karena diatur oleh kegiatan kontraksi prostat.

g. Skrotum

Merupakan kantong yang menggantung di dasar pelvis, dimana sepasang testis tersimpan, di depan skrotum terletak penis, dibelakang skrotum terletak anus. Subkutan berisi sedikit jaringan otot, testis berada dalam pembungkus yang disebut **tunika vaginalis** yang dibentuk dari peritonium. Tiap kantung berisi testis epididimis funikulus spermatikus.

Tiap lapisan testikuler berhubungan dan bergabung dengan lapisan dinding abdomen. Lapisan dalam (peritonium), tunika vaginalis testis mengelilingi skrotum. Lapisan tengah, otot dan fascia dinding abdomen, fascia spermatika interna dan fascia transfersal dinding abdomen melapisi tunika vaginalis.

h. Funikulus spermatikus

Merupakan bangun penyambung yang berisi duktus seminalis, pembuluh limfe dan serabut-serabut saraf.

i. Penis

Terletak menggantung di depan skrotum. Bagian ujung penis disebut glan penis. Bagian tengahnya disebut korpus penis dan pangkalnya disebut radik penis, glan penis tertutup oleh kulit korpus penis, kulit penutup ini disebut preputium. Penis terdiri atas jaringan seperti busa dan terletak memanjang, tempat muara uretra dari glan penis adalah prenulum atau kulup.

Penis merupakan alat yang mempunyai jaringan erektil yang satu sama lainnya dilapisi jaringan fibrosa ringan erektil ini terdiri dari rongga-rongga seperti ret busa. Dengan adanya rangsangan seksual, karet busa ini kan dipenuhi darah sebagai vasopresi. Berdasarkan ini terjadilah ereksi penis. Ereksi penis dipengaruhi oleh otot:

- 1) Muskulus iskia kavernosus, muskulus erektor penis, otot-otot ini menyebabkan erektil pada waktu koitus.
- 2) Muskulus bulbo kavernosus, untuk mengeluarkan urin.

Penis mempunyai 3 buah korpus kavernosa (alat pengeras zakar) yaitu: 2 buah korpus kavernosus uretra, terletak di sebelah punggung atas dari penis. Satu korpus kavernosus uretra, terletak di sebelah bawah dari penis yang merupakan saluran penis.

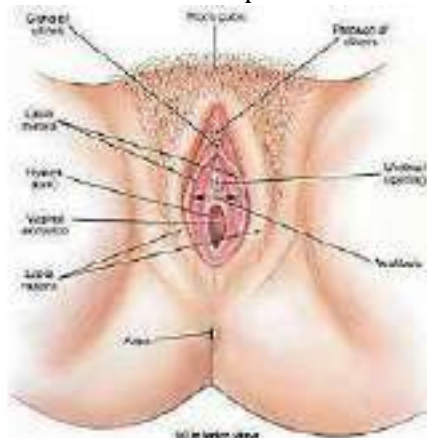
Korpus kavernosus penis terdiri dari jaringan yang mengandung banyak sekali pembuluh darah. Pada waktu akan mengadakan koitus, maka penis akan menjadi besar dan keras oleh karena korpus tersebut. Korpus tersebut banyak mengandung darah, dengan jalan demikian maka spermatozoid dapat dihantarkan sampai di pintu vagina.

2. Anatomi sistem reproduksi wanita

Organ reproduksi wanita terdiri dari dua bagian: Struktur keras dan struktur lunak

a. Genetelia eksterna

Anatomi eksternal sistem reproduksi wanita



1) Tundun (mons veneris)

Bagian yang dilapisi lemak, terletak di atas simfisis pubis. Bagian kulit dari mons pubis ditumbuhi oleh bulu-bulu pubis.

2) Labia Mayora (bibir besar)

Pada anak-anak dan nullipara kedua labia mayora sangat berdekatan, pada wanita multipara lebih terbuka. Bagian atas dimulai dari mons pubis, bagian bawah berakhir di perineum posterior membentuk commissura posterior. Di bagian dalam labia mayora banyak terdapat glandula sebacea menjaga kelembaban di sebelah dalam labia mayora.

3) Labia Minora

Setiap labia minora terdiri dari suatu jaringan tipis yang lembab dan berwarna kemerahan. Bagian atas labia minora akan bersatu membentuk preputium dan frenulum clitoridis, sementara bagian bawahnya akan bersatu membentuk fourchette.

4) Klitoris

Merupakan organ erogenik pada wanita. Homolog dengan penis pada pria. Terdiri dari glans, corpus dan 2 buah crura. Glans clitoridis dipenuhi oleh ujung-ujung syaraf yang merupakan mediator sensasi erotis.

5) Vestibula

Berbentuk seperti buah almond, dibatasi oleh labia minora, memanjang mulai dari clitoris hingga fourchette. Pada vestibula terdapat 6 buah lubang, yaitu orifisium urethra eksterna, introitus vagina, 2 buah muara kelenjar Bartholini, dan 2 buah muara kelenjar paraurethral. Kelenjar bartholini berfungsi untuk mensekresikan cairan mukoid ketika terjadi rangsangan seksual. Kelenjar bartholini juga menghalangi masuknya

bakteri *Neisseria gonorrhoeae* maupun bakteri-bakteri patogen lainnya.

6) Hymen (Selaput dara)

Terdiri dari jaringan ikat kolagen dan elastik. Saat melakukan koitus pertama sekali dapat terjadi robekan, biasanya pada bagian posterior.

7) Introitus / orificium vagina

Terletak di bagian bawah vestibulum. Pada gadis (*virgo*) tertutup lapisan tipis bermukosa yaitu selaput dara / hymen, utuh tanpa robekan. Hymen normal terdapat lubang kecil untuk aliran darah menstruasi, dapat berbentuk bulan sabit, bulat, oval, *cribiformis*, septum atau *fimbriae*. Bentuk hymen *postpartum* disebut *parous*. *Corrunculae myrtiformis* adalah sisa-sisa selaput dara yang robek yang tampak pada wanita pernah melahirkan / para. Hymen yang abnormal, misalnya primer tidak berlubang (*hymen imperforata*) menutup total lubang vagina, dapat menyebabkan darah menstruasi terkumpul di rongga genitalia interna.

8) Vagina

Rongga muskul *omembranosa* berbentuk tabung mulai dari tepi *cervix uteri* di bagian kranial dorsal sampai ke *vulva* di bagian kaudal ventral. Daerah di sekitar *cervix* disebut **fornix**, dibagi dalam 4 kuadran : *fornix anterior*, *fornix posterior*, dan *fornix lateral* kanan dan kiri. Vagina memiliki dinding ventral dan dinding dorsal yang elastis. Dilapisi epitel skuamosa berlapis, berubah mengikuti siklus haid. Fungsi vagina : untuk mengeluarkan ekskresi uterus pada haid, untuk jalan lahir dan untuk kopulasi (*persetubuhan*).

Bagian atas vagina terbentuk dari duktus Mulleri, bawah dari sinus urogenitalis. Batas dalam secara klinis yaitu *fornices anterior*,

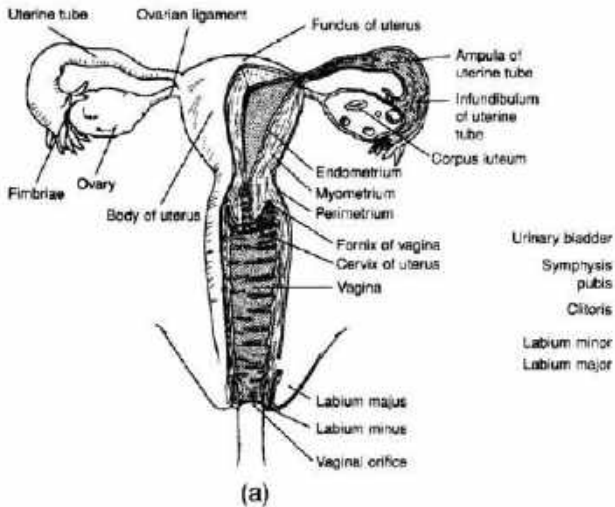
posterior dan lateralis di sekitar cervix uteri. Titik Grayenbergh (G-spot), merupakan titik daerah sensorik di sekitar 1/3 anterior dinding vagina, sangat sensitif terhadap stimulasi orgasme vaginal.

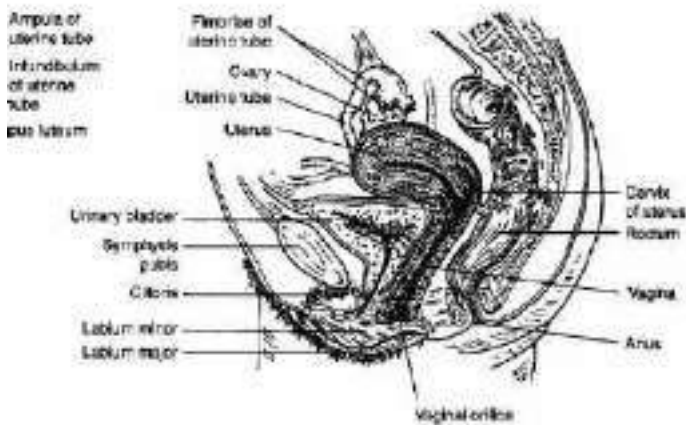
9) Perineum

Struktur yang membatasi antara vagina dan anus. Dibatasi oleh otot-otot à musculus levator ani dan musculus coccygeus. Otot-otot berfungsi untuk menjaga kerja dari sphincter ani.

b. Genitalia Interna

Anatomi internal sistem reproduksi wanita





1) Uterus

Suatu organ muskular berbentuk seperti buah pir, dilapisi peritoneum (serosa). Selama kehamilan berfungsi sebagai tempat implanasi, retensi dan nutrisi konseptus. Pada saat persalinan dengan adanya kontraksi dinding uterus dan pembukaan serviks uterus, isi konsepsi dikeluarkan. Terdiri dari corpus, fundus, cornu, isthmus dan serviks uteri.

Serviks uteri, bagian terbawah uterus, terdiri dari pars vaginalis (berbatasan/menembus dinding dalam vagina) dan pars supravaginalis. Terdiri dari 3 komponen utama: otot polos, jalinan jaringan ikat (kolagen dan glikosamin) dan elastin. Bagian luar di dalam rongga vagina yaitu portio cervicis uteri (dinding) dengan lubang ostium uteri externum (luar, arah vagina) dilapisi epitel skuamokolumnar mukosa serviks, dan ostium uteri internum (dalam, arah cavum). Sebelum melahirkan (nullipara/primigravida) lubang ostium externum bulat kecil, setelah pernah/riwayat melahirkan (primipara/multigravida) berbentuk garis melintang. Posisi serviks mengarah ke kaudal-posterior, setinggi spina ischiadica. Kelenjar mukosa serviks menghasilkan lendir getah serviks yang mengandung glikoprotein kaya karbohidrat (musin) dan larutan berbagai garam, peptida dan air.

Corpus uteri, terdiri dari: paling luar lapisan serosa/peritoneum yang melekat pada ligamentum latum uteri di intraabdomen, tengah lapisan muskular/miometrium berupa otot polos tiga lapis (dari luar ke dalam arah serabut otot longitudinal, anyaman dan sirkular), serta dalam lapisan endometrium yang melapisi dinding cavum uteri. Posisi corpus intraabdomen mendatar dengan fleksi ke anterior, fundus uteri berada di atas vesica urinaria. Ligamenta penyangga uterus : Ligamentum latum uteri, ligamentum rotundum uteri, ligamentum cardinale, ligamentum ovarii, ligamentum sacrouterina propium, ligamentum infundibulopelvicum, ligamentum vesicouterina, ligamentum rectouterina.

2) Vaskularisasi uterus

Terutama dari arteri uterina cabang arteri hypogastrica/illiaca interna, serta arteri ovarica cabang aorta abdominalis.

3) Salping / Tuba Falopii

Embriologik uterus dan tuba berasal dari ductus Mulleri, berfungsi sebagai jalan transportasi ovum dari ovarium sampai cavum uteri. Dinding tuba terdiri tiga lapisan : serosa, muskular (longitudinal dan sirkular) serta mukosa dengan epitel bersilia. Terdiri dari pars interstitialis, pars isthmica, pars ampularis, serta pars infundibulum dengan fimbria, dengan karakteristik silia dan ketebalan dinding yang berbeda-beda pada setiap bagiannya.

- a) Pars interstitialis merupakan bagian dari tuba yang memasuki kavum uteri
- b) Pars isthmica (proksimal/isthmus) Merupakan bagian dengan lumen tersempit, terdapat sfingter uterotuba pengendali transfer gamet. Dianeternya 2 – 3 mm.
- c) Pars ampularis (medial/ampula) Tempat yang sering terjadi fertilisasi adalah daerah ampula / infundibulum, dan pada hamil ektopik (patologik)

sering juga terjadi implantasi di dinding tuba bagian ini. Pars ampullaris adalah bagian tuba yang paling lebar. Dilengkapi dengan fimbriae serta ostium tubae abdominale pada ujungnya, melekat dengan permukaan ovarium. Fimbriae berfungsi “menangkap” ovum yang keluar saat ovulasi dari permukaan ovarium, dan membawanya ke dalam tuba.

d) Pars infundibulum (distal) adalah muara dari tuba fallopii berfungsi untuk menangkap sel telur (ovum) yang dilepaskan oleh ovarium.

4) Mesosalping

Jaringan ikat penyangga tuba (seperti halnya mesenterium pada usus).

5) Ovarium

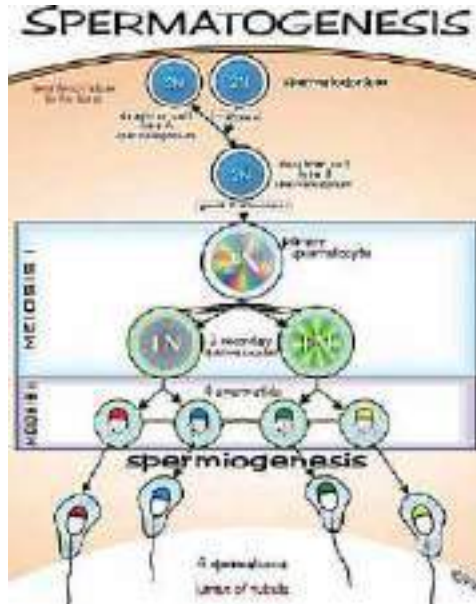
Dilapisi mesovarium, sebagai jaringan ikat dan jalan pembuluh darah dan saraf. Terdiri dari korteks dan medula. Ovarium berfungsi dalam pembentukan dan pematangan folikel menjadi ovum (dari sel epitel germinal primordial di lapisan terluar epital ovarium di korteks), ovulasi (pengeluaran ovum), sintesis dan sekresi hormon-hormon steroid (estrogen oleh teka interna folikel, progesteron oleh korpus luteum pascaovulasi). Ovarium merupakan penghasil sel telur, dimana satu atau dua sel telur (ovum) akan matang setiap bulannya follikel de Graff.

B. Fisiologi Sistem Reproduksi

1. Fungsi Organ Reproduksi Laki-laki

a. Spermatogenesis

Spermatogenesis berlangsung di testis, tepatnya dilakukan di tubulus seminiferus. Spermatogenesis adalah perkembangan spermatogonia menjadi spermatozoa.



Sel sperma yang bersifat haploid (n) dibentuk di dalam testis melewati disebut dengan spermatogenesis. Secara simultan proses ini memproduksi sperma matang di dalam tubulus seminiferus lewat langkah-langkah berikut ini:

- 1) Spermatogonium diaktifkan oleh sekresi hormon testosteron.
- 2) Masing-masing spermatogonium membelah secara mitosis menghasilkan dua sel anak yang masing-masing berisi 46 kromosom lengkap.
- 3) Dua sel anak yang dihasilkan tersebut masing-masing disebut spermatogonium yang kembali melakukan pembelahan mitosis untuk menghasilkan sel anak, dan satunya lagi disebut spermatosit primer yang berukuran lebih besar dan bergerak ke dalam lumen tubulus seminiferus.

- 4) Spermatisit primer melakukan meiosis untuk menghasilkan dua spermatisit sekunder berukuran lebih kecil dari spermatisit primer. Spermatisit sekunder ini masing-masing memiliki 23 kromosom yang terdiri atas 22 kromosom tubuh dan satu kromosom kelamin (Y atau X).
- 5) Kedua spermatisit sekunder tersebut melakukan mitosis untuk menghasilkan empat sel lagi yang disebut spermatid yang tetap memiliki 23 kromosom.
- 6) Spermatid kemudian berubah menjadi spermatozoa matang tanpa mengalami pembelahan dan bersifat haploid (n) 23 kromosom. Keseluruhan proses spermatogenesis ini menghabiskan waktu sekitar 64 hari.

b. Aktivitas seksual pria

Fungsi seksual normal adalah interaksi kompleks meliputi baik pikiran (pikiran, ingatan, dan emosi) dan tubuh. Saraf, sirkulasi, dan sistem kelenjar endokrin (hormonal) seluruhnya berinteraksi dengan pikiran untuk menghasilkan reaksi seks.

Terangsang adalah hasrat seks yang timbul. Selama terangsang, otak mengirimkan sinyal saraf melalui tulang belakang menuju penis. Arteri mensuplai darah menuju jaringan ereksi (*corpora cavernosa* dan *corpus spongiosum*) bereaksi dengan pelebaran (*dilating*). Arteri yang membesar secara dramatis meningkatkan aliran darah menuju daerah ini, dimana menjadi penuh dengan darah dan meluas. Otot lebih ketat di sekitar vena yang secara normal menahan darah dari penis, memperlambat aliran darah dan meningkatkan tekanan darah pada penis. Tekanan darah yang meningkat menyebabkan penis bertambah dalam panjang dan diameternya, menghasilkan ereksi.

Pada tahap *plateau*, rangsangan dan otot bertahan atau lebih intensif. *Orgasme* adalah puncak atau klimaks

pada rangsangan seks. Ketika orgasme, otot menegang di seluruh tubuh lebih meningkat. Pria tersebut mengalami kontraksi pada otot panggul diikuti pelepasan otot yang tegang. Semen biasanya, tetapi tidak selalu, diejakulasi dari penis. Ejakulasi terjadi ketika saraf merangsang kontraksi otot di dalam organ reproduksi pria seperti seminal vesicle, prostat, dan pembuluh pada epididim dan vas deferens. Kontraksi ini mendorong semen ke dalam urethra. Kontraksi pada otot di sekitar urethra lebih lanjut menggerakkan semen melalui dan keluar dari penis. Leher kantung juga menegang untuk menjaga semen mengalir kembali menuju kantung.

c. Pengaturan fungsi seksual pria

Setiap bagian dari alat reproduksi pria memiliki fungsi masing-masing, yaitu:

1) Testis

- a) Membentuk gamet-gamet baru yaitu spermatozoa, dilakukan di tubulus seminiferus.
- b) Menghasilkan hormon testosteron, dilakukan oleh sel intersisial, juga dinamakan ICSH (Interstitial Cell Stimulating Hormone) dari hipofisis. Pengeluaran testosteron bertambah nyata pada pubertas dengan pengembangan sifat-sifat kelamin sekunder yaitu : tumbuhnya jenggot, suara lebih besar, pembesaran genitalia.

2) Vesika seminalis

Mensekresi cairan basa yang mengandung nutrisi yang membentuk sebagian besar cairan semen

3) Kelenjar prostat

Menambah cairan alkalis pada cairan seminalis yang berguna melindungi spermatozoa terhadap sifat asam yang terapat pada uretra dan vagina.

4) Epididimis

Sebagai saluran penghantar testis, mengatur sperma sebelum di ejakulasi, dan memproduksi semen.

5) Duktus deferens

Berfungsi sebagai saluran sperma dari vesika seminalis menuju ke uretra untuk segera dikeluarkan oleh penis.

6) Uretra

Mengalirkan air kemih dari kandung kemih. Bagian dari sistem reproduksi yang mengalirkan semen.

7) Skrotum

Skrotum melindungi testis dan juga sebagai sistem pengontrol suhu untuk testis, karena agar sperma terbentuk secara normal, testis harus memiliki suhu yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan suhu tubuh.

8) Funikulus spermatikus

Merupakan bagian penyambung yang berisi duktus seminalis, pembuluh limfe, dan serabut-serabut saraf.

9) Penis

Sebagai alat untuk menghantarkan spermatozoa melalui saluran yang ada di dalamnya, dan sebagai alat aktivitas seksual seorang pria.

2. Fungsi Organ Reproduksi Wanita

a) Hormon yang mempengaruhi pematangan seks primer dan sekunder perempuan

Pada wanita, hormon yang berperan dalam pendewasaan seksual primer dan sekunder adalah hormon estrogen. Ciri-ciri kelamin sekunder pada wanita adalah mulai tumbuhnya bagian-bagian khas seorang wanita, seperti payudara yang membesar, pinggul, serta tumbuh rambut di sekitar kelamin dan ketiak.

1) Hubungan ovarium dan gonadotropin hormon

Pertumbuhan dan perkembangan organ-organ kelamin betina sewaktu pubertas dipengaruhi oleh hormone-hormone gonadotropin dan hormone-hormone gonadal. Pelepasan FSH menyebabkan pertumbuhan folikel-folikel pada ovarium. Sewaktu folikel-folikel itu tumbuh dan menjadi matang, berat

ovarium meninggi dan estrogen diekskresikan di dalam ovarium untuk di lepaskan ke dalam aliran darah. Estrogen menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan saluran kelamin betina.

Ovum mengalami perubahan-perubahan kearah pematangan. Estradiol dari folikel de Graaf yang matang menyebabkan perubahan- perubahan pada saluran reproduksi tubuler yang maksimal pada fase ini. Mestrus atau postestrus dalah periode segera setelah estrus di mana corpus luteum bertambah cepat dari sel – sel granulose folikel yang telah pecah di bawah pengaruh hormone LH dari adenohipophisa. Mestrus sebagian besar berada dibawah pengaruh hormone progesterone yang dihasilkan oleh corpus luteum. Progesteron menghambat sekresi FSH oleh adenohipophisa sehingga menghambat folikel de Graaf yang lain dan mencegah terjadinya estrus. Apabila folikel-folikel menjadi matang, ovum dilepaskan dan turun ke tubafalopii.

Efek hormon ovarium

a) Hormon estrogen

Efek umum: Sebagai perangsang sintesis DNA melalui RNA, pembentukan utusan RNA sehingga terjadi peningkatan sintesis protein.

Efek khusus:

(1) Endometrium

Estradiol memicu proliferasi endometrium dan memperkuat kontraksi otot uterus

(2) Serviks

Meningkatkan sekresi getah serviks dan mengubah konsentrasi pada saat ovulasi menjadi encer dan bening, sehingga memudahkan penyesuaian, memperlancar perjalanan spermatozoa dan meninggikan kelangsungan hidupnya.

(3) Vagina

Menyebabkan perubahan selaput vagina,

meningkatkan produksi getah dan meningkatkan kadar glikogen, sehingga terjadi peningkatan produksi asam laktat oleh bakteri Doderlein. Nilai PH menjadi rendah, dan memperkecil kemungkinan terjadinya infeksi.

(4) Ovarium

Memacu sintesis selain reseptor FSH di dalam sel-sel granula, juga reseptor LH di sel-sel teka dan juga dapat mengatur kecepatan pengeluaran ovum dan mempersiapkan spermatozoa dalam genitalia wanita agar dapat menembus selubung ovum.

b) Hormon progesteron

Efek umum: Mempersiapkan tubuh untuk menerima kehamilan.

Efek khusus:

(1) Endometrium

Menyebabkan perubahan sekretorik. Bilamana progesteron terlalu lama mempengaruhi endometrium maka akan terjadi degenerasi endometrium, sehingga tidak cocok lagi untuk menerima nidasi.

(2) Serviks

Di bawah pengaruh progesteron selama fase luteal, jumlah getah serviks berkurang dan molekul-molekul besar membentuk jala tebal sehingga merupakan sawar yang tidak dapat dilintasi spermatozoa. Bersamaan dengan itu pula, persio dan serviks menjadi sangat sempit, getah serviks menjadi kental, dan daya membenang menghilang.

(3) Miometrium

Menurunkan miometrium sehingga kontraksi berjalan lambat. Dalam kehamilan khasiat ini bermanfaat karena membuat uterus menjadi tenang.

(4) Suhu basal badan

Peningkatan suhu basal badan segera setelah ovulasi disebabkan oleh adanya khasiat termogenik dari

progesteron terhadap pusat pengaturan panas di hipotalamus.

Sekresi hormon ovarium

Sesuai dengan fungsi sekretorik pada ovarium, ovarium akan mensekresikan hormon steroid, yaitu :

a) Hormon estrogen

Estrogen adalah hormon steroid dengan 18 atom C dan dibentuk terutama dari 17 - ketosteroid androstendion. Estrogen alamiah yang terpenting adalah estradiol, estron, dan estriol. Secara biologis, estradiol adalah yang paling aktif. Estrogen dihasilkan oleh sel - sel granulosa folikel de Graaf. Selain di ovarium, estrogen juga di sintesis di adrenal, plasenta, testis, jaringan lemak dan susunan saraf pusat. Estrogen yang dihasilkan di adrenal disebut juga estrogen residu. Metabolismenya terutama melalui esterifikasi ke glukoronida atau sulfida, dan pengeluarannya melalui tinja. Pada organ sasaran seperti uterus, vagina, serviks, payudara maupun pada hipofisis, hipotalamus, estrogen diikat oleh reseptor yang terdapat di dalam sitoplasma dan diangkut ke inti sel.

b) Hormon progesteron

Progesteron merupakan steroid dengan 21 atom C dan terutama dibentuk di dalam folikel dan plasenta. Hormon progesterone dihasilkan oleh sel - sel korpus luteum, selain oleh plasenta dan korteks kelenjar adrenal. Persiapan rahim untuk kehamilan diatur oleh korpus luteum, progesteron berfungsi untuk mempertahankan kehamilan. Oleh karena itu apabila korpus luteum yang sedang berkembang dirusak atau dibuang, kehamilan biasanya berakhir dengan keguguran. Selain itu dapat berasal dari metabolisme pregnandiol, dan disebut sebagai progesteron residu, serta dibentuk pula di dalam adrenal. Penghancuran progesteron terjadi setelah perubahan menjadi

pregnandiol sebagai glukoronida atau sulfat.

2) Kehamilan dan laktasi

a) Kehamilan

Adalah suatu keadaan dimana pada diri seorang wanita terdapat janin yang sedang berkembang. Graviditas adalah jumlah kehamilan, sedangkan paritas adalah jumlah kehamilan yang menghasilkan janin hidup, Biasanya dipakai kode 5 digit untuk menulis riwayat kehamilan seorang wanita (GTPAL) :

G : Graviditas yakni jumlah kehamilan

T : kehamilan term atau jumlah kehamilan yang cukup bulan

P : kehamilan praterm atau prematur

A : aborsi yakni termasuk jumlah aborsi spontan maupun elektif

1) Perubahan pada sistem reproduksi

Uterus

Uterus berkembang sampai xifisternum. Pengurangan tinggi fundus terjadi pada beberapa bulan terakhir kehamilan, pada saat fetus turun ke bawah ke bagian bawah uterus. Hal ini bertujuan untuk membuat jaringan pelvic menjadi lebih lunak dengan tonus uterus yang baik, dengan formasi yang baru dari segmen bawah rahim. Hubungan antara besarnya uterus dengan tuanya kehamilan sangat penting diketahui antara lain untuk membentuk diagnosis, apakah wanita tersebut hamil fisiologik, hamil ganda atau menderita penyakit seperti mola hidatidosa dan sebagainya. Pada kehamilan 28 minggu, fundus uteri terletak kira-kira 3 jari diatas pusat atau 1/3 jarak antara pusat ke prosessus xipoides. Pada kehamilan 32 minggu, fundus uteri terletak antara 1/2 jarak pusat dan prosessus xipoides. Pada kehamilan 36 minggu, fundus uteri terletak kira-kira 1 jari dibawah prosessus xipoides. Bila pertumbuhan janin normal, maka tinggi fundus uteripada kehamilan 28 minggu adalah 25 cm, pada 32 minggu adalah 27 cm dan pada 36

mingguadalah 30 cm. Pada kehamilan 40 minggu, fundus uteri turun kembali dan terletak kira-kira 3 jari dibawah prosesus xipoides. Hal ini disebabkan oleh kepala janin yang pada primigravida turunan masuk kedalam rongga panggul. Pada trimester III, istmus uteri lebih nyata menjadi corpusuteri dan berkembang menjadi segmen bawah uterus atau segmen bawah rahim (SBR). Pada kehamilan tua, kontraksi otot-otot bagian atas uterus menyebabkan SBR menjadi lebih lebar dan tipis (tampak batas yang nyata antara bagian atas yang lebih tebal dan segmen bawah yang lebih tipis). Batas ini dikenal sebagai lingkaran retraksi fisiologik. Dinding uterus diatas lingkaran ini jauh lebih tebal daripada SBR.

Servik uteri

Serviks uteri pada kehamilan juga mengalami perubahan karena hormon estrogen. Akibat kadar estrogen yang meningkat dan dengan adanya hipervaskularisasi, maka konsistensi serviks menjadi lunak. Serviks uteri lebih banyak mengandung jaringan ikat yang terdiri atas kolagen. Karena servik terdiri atas jaringan ikat dan hanya sedikit mengandung jaringan otot, maka serviks tidak mempunyai fungsi sebagai spinkter, sehingga pada saat partus serviks akan membuka saja mengikuti tarikan-tarikan corpus uteri keatas dan tekanan bagian bawah janin kebawah. Sesudah partus, serviks akan tampak berlipat-lipat dan tidak menutup seperti spinkter. Kelenjar-kelenjar di serviks akan berfungsi lebih dan akan mengeluarkan sekresi lebih banyak. Selain itu prostaglandin bekerja pada serabut kolagen, terutama pada minggu-minggu akhir kehamilan. Serviks menjadi lebih lunak dan lebih mudah berdilatasi sesaat sebelum persalinan.

Vagina dan vulva

Vagina dan vulva akibat hormon estrogen juga mengalami perubahan. Adanya hipervaskularisasi mengakibatkan vagina dan vulva tampak lebih merah dan agak kebiru-biruan (livide). Pembuluh-pembuluh darah alat genitalia interna akan membesar. Hal ini dapat dimengerti karena oksigenasi dan nutrisi pada alat-alat genitalia tersebut meningkat. Apabila terjadi kecelakaan pada kehamilan/persalinan maka perdarahan akan banyak sekali, sampai dapat mengakibatkan kematian. Pada bulan terakhir kehamilan, cairan vagina mulai meningkat dan lebih kental. Sel epitel juga meningkatkan kadar glikogen. Sel ini berinteraksi dengan hasil dedoelein yang merupakan bakteri komensal dan menghasilkan lingkungan yang lebih asam. Lingkungan ini menyediakan perlindungan ekstra terhadap organisme tapi merupakan keadaan menguntungkan bagi *Candida albican*.

Payudara

Pada kehamilan 12 minggu keatas, dari puting susu dapat keluar cairan berwarna putih agak jernih disebut kolostrum. Kolostrum ini berasal dari kelenjar-kelenjar asinus yang mulai bersekresi.

b. Laktasi

Adalah proses produksi, sekresi, dan pengeluaran ASI. Pada proses laktasi tentu tidak terlepas dari organ payudara (mamae).

3. Anatomi mamae

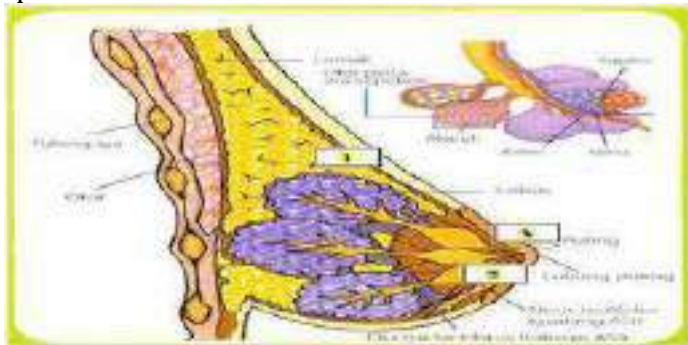
a) Kalang Payudara (Areola Mammae)

Letaknya mengelilingi puting susu dan berwarna kegelapan yang disebabkan oleh penipisan dan penimbunan pigmen pada kulitnya. Pada daerah ini akan didapatkan kelenjar keringat, kelenjar lemak dari montgomery yang membentuk tuberkel dan akan membesar selama kehamilan. Kelenjar lemak ini akan menghasilkan suatu bahan dan dapat melicinkan kalang payudara selama menyusui. Di kalang payudara

terdapat duktus laktiferus yang merupakan tempat penampungan air susu.

b) Putting Susu.

Pada tempat ini terdapat lubang - lubang kecil yang merupakan muara dari duktus laktiferus, ujung - ujung serat saraf, pembuluh darah, pembuluh getah bening, serat - serat otot polos yang tersusun secara sirkuler sehingga bila ada kontraksi maka duktus laktiferus akan memadat dan menyebabkan putting susu ereksi, sedangkan serat - serat otot yang longitudinal akan menarik kembali putting susu tersebut. Payudara terdiri dari 15 - 25 lobus. Masing - masing lobulus terdiri dari 20 - 40 lobulus. Selanjutnya masing - masing lobulus terdiri dari 10 - 100 alveoli dan masing - masing dihubungkan dengan saluran air susu (sistem duktus) sehingga merupakan suatu pohon.



4. Fisiologi Pengeluaran ASI

Pengaturan hormon terhadap pengeluaran ASI, dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu :

a) Pembentukan kelenjar payudara.

1) Masa Kehamilan.

Hormon - hormon yang ikut membantu mempercepat pertumbuhan adalah prolaktin, laktogen plasenta, karionik gonadotropin, insulin, kortisol, hormon tiroid, hormon paratoroid, hormon pertumbuhan.

2) Pada 3 bulan Kehamilan.

Prolaktin dari adenohipofise / hipofise anterior mulai merangsang kelenjar air susu untuk menghasilkan air susu yang disebut kolostrum. Pada masa ini pengeluaran kolostrum masih dihambat oleh estrogen dan progesterone, tetapi jumlah prolaktin meningkat hanya aktifitas dalam pembuatan kolostrum yang ditekan.

3) Pada Trimester Kedua Kehamilan.

Laktogen plasenta mulai merangsang untuk pembuatan kolostrum.

b) Pembentukan Air Susu.

Pada seorang Ibu yang menyusui dikenai 2 reflek yang masing- masing berperan sebagai pembentukan dan pengeluaran air susu yaitu:

1) Refleks Prolaktin.

Pada akhir kehamilan hormon prolaktin memegang peranan untuk membuat kolostrum, namun jumlah kolostrum terbatas karena aktivitas prolaktin dihambat oleh estrogen dan progesteron yang kadarnya memang tinggi. Setelah partus berhubung lepasnya plasenta dan kurang berfungsinya korpus luteum maka estrogen dan progesterone sari-at berkurang, ditambah dengan adanya isapan bayi yang merangsang puting susu dan kalang payudara, akan merangsang ujung - ujung saraf sensoris yang berfungsi sebagai reseptor mekanik. Rangsangan ini dilanjutkan ke hipotalamus melalui medulla spinalis hipotalamus akan menekan pengeluaran faktor - faktor yang menghambat sekresi prolaktin dan sebaliknya merangsang pengeluaran faktor - faktor yang memacu sekresi prolaktin. Faktor - faktor yang memacu sekresi prolaktin akan merangsang hipofise anterior sehingga keluar prolaktin. Hormone ini merangsang sel - sel alveoli yang berfungsi untuk membuat air susu. Pada ibu yang

menyusui prolaktin akan meningkat dalam keadaan seperti:

- (1) Stress atau pengaruh psikis
 - (2) Anastesi
 - (3) Operasi
 - (4) Rangsangan puting susu
- 2) Reflek Letdown

Bersama dengan pembentukan prolaktin oleh hipofise anterior, rangsangan yang berasal dari isapan bayi ada yang dilanjutkan ke hipofise posterior (neurohipofise) yang kemudian dikeluarkan oksitosin. Melalui aliran darah, hormone ini diangkat menuju uterus yang dapat menimbulkan kontraksi pada uterus sehingga terjadi involusi dari organ tersebut. Kontraksi dari sel akan memeras air susu yang telah terbuat keluar dari alveoli dan masuk ke system duktus dan selanjutnya menbalir melalui duktus lactiferus masuk ke mulut bayi. Faktor - faktor yang meningkatkan let down adalah :

- (1)Melihat bayi
- (2)Mendengarkan suara bayi
- (3)Mencium bayi
- (4)Memikirkan untuk menyusui bayi

Faktor - faktor yang menghambat reflek let down adalah stress, seperti:

- (1)Keadaan bingung / pikiran kacau
- (2)Takut
- (3)Cemas

3) Pemeliharaan Pengeluaran Air Susu

Hubungan yang utuh antara hipotalamus dan hipofise akan mengatur kadar prolaktin dan oksitosin dalam darah. Hormone - hormone ini sangat perlu untuk pengeluaran permulaan dan pemeliharaan penyediaan air susu selama menyusui.

c) Faktor hormon dalam reproduksi wanita

Hormon pada hipofisis

Terdapat dua lobus anterior dan posterior, lobus anterior menyekresi hormon gonadotropin yang terdiri atas :

- 1) FSH (folikel Stimulating hormone)
 - a) Dihasilkan oleh sel-sel basofilik.
 - b) Mempengaruhi ovarium yang berkembang dan berfungsi saat pubertas.
 - c) Folikel primer yang mengandung oosit primer, oleh FSH dikembangkan dari keadaan yang padat menjadi folikel yg vesikule.
 - d) Selanjutnya folikel tersebut menyekresi hormon estrogen.
- 2) LH (liuteizing Hormon)
 - a) Dihasilkan oleh sel-sel asidofilik
 - b) Bersama FSH berfungsi mematangkan folikel dan sel telur serta merangsang terjadinya ovulasi
 - c) Folikel yang telah terlepas ovum selama ovulasi disebut korpus rubrum menjadi korpus luteum

Hormon pada Ovarium

Terdiri dari estrogen dan progesteron. Estrogen terutama meningkatkan proliferasi dan pertumbuhan sel-sel spesifik pada tubuh dan tanggung jawab pada perkembangan sifat seksual sekunder wanita, sebaliknya, progesteron hampir seluruhnya berkaitan dengan dengan persiapan akhir uterus untuk kehamilan dan kelenjar mammae untuk laktasi

- 1) Estrogen (hormon ini dihasilkan oleh teka interna folikel)

Pada fase pubertas mempengaruhi perkembangan tuba, dan kelenjar mammae, serta perkembangan seks sekunder wanita. Pada fase proliferasi lapisan endometrium berkembang lebih tebal lebih banyak

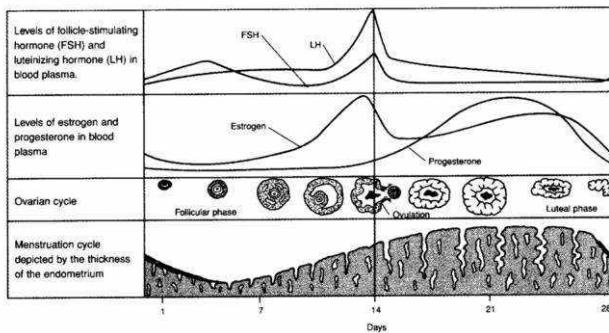
kelenjar-kelenjar , pembuluh darah arteri dan vena

2) Progesteron (hormon ini dihasilkan oleh korpus leuteum)

Pada fase sekresi mempersiapkan endometrium mencapai optimal. Kelenjar-kelenjar menyekresi zat-zat yang berguna untuk makanan dan untuk proteksi terhadap embrio yang akan berimplementasi.

3) Hormon Plasenta

Selama kehamilan, plasenta pada mamalia berfungsi sebagai organ endokrin. Plasenta tidak lagi tergantung pada hormon-hormon ibu tetapi sudah berdikari. Setelah bulan kedua kehamilan fungsi ovarium diambil alih plasenta. **Estriol** adalah estrogen plasenta yang menumbuhkan uterus dan merangsang kontraksi otot polos. **Pregnadiol** adalah progesteron plasenta, berkembangnya sel-sel otot uterus menghambat kontraksi. Kedua hormon ini bertambah terus selama kehamilan terjadi. Kedua hormon ini bertambah terus selama kehamilan terjadi dan mencapai maksimum beberapa hari sebelum melahirkan



PROFIL PENULIS

PENULIS 1



Ns. Maryana, S.SiT., S.Psi., S.Kep., M.Kep.

Dosen Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Jabatan Akademik Lektor Kepala. Pendidikan terakhir S2 Keperawatan Kritis Universitas Padjajaran Bandung. Sejak tahun 2018 - sekarang diberikan amanah sebagai Ketua Prodi Sarjana Terapan Keperawatan. Buku yang pernah ditulis : Buku Seri Pengkajian Keperawatan Sistem Pencernaan, Sistem Hematologi dan Sistem Imunologi (2017), Buku Anatomi Fisiologi (2017), Buku Psikologi Kesehatan (2017), Buku

Panduan Peran Perawat Puskesmas dalam Manajemen Bencana (Panduan untuk tenaga Keperawatan di Puskesmas) 2018, Buku Saku Praktik Keperawatan Anestesi 2019, Buku Panduan 5 Kemampuan Wajib Dasar bagi tenaga kesehatan 2019, Buku Panduan Singkat Pemula Spiritual Emotrional Freedom Technique (2019), Buku Panduan Bantuan Hidup Dasar & Manajemen Bencana untuk Tenaga

Kesehatan di Puskesmas Wilayah Kerja Kabupaten Sleman DI Yogyakarta 2019, Modul Pelatihan Pengemudi Ambulance (2019), Modul Praktik Keperawatan Medikal Bedah I 2019, Buku Panduan Praktis Pemeriksaan Sistem Saraf 2020, Buku Panduan Praktis Pemeriksaan Pengindraan 2020, Panduan Praktis Pemeriksaan Fisik (Physical Assessment) 2020, Panduan Pembelajaran Berbasis Simulasi Untuk Pendidikan Profesi Kesehatan 2021, Buku Sakti Gerakan Keluarga Sehat Tanggap Tangguh Bencana (GKST2B) 2022, Modul Interprofessional Education Krisis Kesehatan Akibat Bencana Untuk Mahasiswa Kesehatan 2022, Manajemen Bencana Berbasis IPE 2022, Buku Panduan Pembelajaran Berbasis Simulasi untuk Pendidikan Profesi Kesehatan 2022, Buku Ajar Manajemen Bencana & PKKB (Penanggulangan Krisis Kesehatan Pada Bencana) 2023, Keperawatan Medikal Bedah (Sistem Kardiovaskuler) 2023.

PENULIS 2



Wiwin Winarsih, S.ST., M.Keb.
Dosen Program Studi S1 Kebidanan
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yogyakarta.

Penulis lahir di Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 20 Desember 1994. Penulis merupakan dosen pada Program Studi S1 Kebidanan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yogyakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 Kebidanan di Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta.

Sebagai seorang akademisi, penulis aktif berbagai pelatihan, seminar, memberikan penyuluhan, melakukan pengabdian masyarakat, dan mengembangkan riset-riset ilmiah

BIODATA EDITOR



Setyo Retno Wulandari, SSiT.,M.Kes
Dosen Kebidanan STIKes Yogyakarta

Editor lahir di Yogyakarta tanggal 13 Maret 1986 merupakan dosen pada Program Studi DIII Kebidanan, STIKes Yogyakarta. Menyelesaikan pendidikan D4 pada Jurusan D4 Kebidanan di STIKes Ngudi Waluyo Ungaran Tahun 2009 dan melanjutkan S2 pada jurusan kedokteran keluarga di Universitas Sebelas Maret tahun 2014.

Kariernya dimulai sebagai dosen tetap yayasan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yogyakarta (2009 – sekarang). Buku yang telah dihasilkan antara lain Asuhan kebidanan nifas dan menyusui, Asuhan kebidanan Neonatus, bayi dan balita, Dampak pandemi covid - 19 terhadap psikologis perempuan hamil.