



Modul 11  
FPG 122-Ilmu Perkembangan Gerak

Materi 11  
Fungsi-Fungsi Vital

Disusun Oleh  
Wahyuddin

UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
2020

## Pendahuluan

Fungsi-fungsi vital merupakan fungsi yang sangat penting untuk bertahan hidup. Pada manusia, fungsi-fungsi vital bernapas, tidur, makan, dan pembuangan. Semua fungsi ini melibatkan beberapa sistem tubuh. Dan sistem ini berinteraksi untuk menghasilkan fungsi yang mendukung kemampuan kita untuk mengeksplorasi lingkungan dan pengalaman hidup. Homeostasis juga sangat penting untuk fungsi-fungsi vital karena itu adalah proses yang membuat lingkungan internal konstan atau dalam kondisi seimbang. Homeostasis pada fungsi-fungsi vital memungkinkan individu untuk berpartisipasi penuh dalam semua kehidupan peran seperti bermain, bekerja dan bersantai. Empat fungsi-fungsi vital yang meliputi bernapas, tidur, makan, dan ekskresi dapat dirinci menjadi enam proses yaitu ventilasi-respirasi, tidur-terjaga, konsumsi, digestif, penyerapan dan ekskresi. Dan semua proses tersebut harus terjadi untuk hidup berkelanjutan.

Proses dan fungsi tersebut merupakan suatu siklus. Masing-masing proses memiliki irama atau terjadi dalam siklus. Pernapasan membawa udara dan memungkinkan karbon dioksida keluar; terjaga dan tidur terjadi dalam pola-pola yang umumnya sesuai dengan siang dan malam dan lain sebagainya adalah irama bawaan diarahkan dan terjadi sepanjang waktu. Ritme ini mempengaruhi semua aspek fisiologi manusia. Sifat siklus fungsi-fungsi vital menyediakan petunjuk untuk kendali mereka dan cara untuk menjelaskan perilaku. Mengendalikan siklus hormon fungsi-fungsi vital melalui sistem saraf otonom dan sistem endokrin, yang bersama-sama mempertahankan homeostasis tubuh secara internal. Sistem saraf pusat situs jam biologis pada manusia ditemukan dalam anterior hypothalamus.

Hypothalamus dan struktur terkait mengawasi fungsi vegetatif otak seperti temperatur tubuh dan sirkulasi cairan tubuh. Fungsi ini penting untuk mempertahankan homeostasis dan mewakili kebutuhan fisiologis dasar manusia. Manusia memiliki kebutuhan untuk makan, minum mempertahankan suhu tubuh, bereproduksi, dan untuk menanggapi stres.. Dengan fungsi fisiologis dasar ini akan menjamin kelangsungan hidup manusia.

Kontrol fungsi vegetatif terkait erat dengan perilaku. Selain perannya yang utama dalam mengontrol vegetatif dan endokrin fungsi tubuh, hypothalamus mengontrol banyak aspek perilaku emosional. Karena bagian utama dari sistem limbik hypothalamus, hal ini tidak mengherankan bahwa keadaan emosi kita dapat dan mempengaruhi fungsi tubuh dasar. Homeostasis tubuh dapat terganggu oleh

factor pikiran, emosi, dan stres, yang diwujudkan dalam perubahan fungsi fisiologis vegetatif. Misalnya sebagai orang gugup ketika sambal menunggu proses wawancara. Hypothalamus mengarahkan tindakan melalui kontrol endokrin dan sistem saraf otonom.

### Sistem Endokrin

Sistem endokrin terdiri dari koleksi kelenjar yang memproduksi dan mengeluarkan hormon dalam aliran darah. Zat-zat kimia ini mempengaruhi berbagai sel-sel tubuh dan mengatur banyak aspek dalam fungsi fisiologis. Sistem endokrin memainkan peran dalam tingkat pertumbuhan, laju metabolisme basal, respon stres, dan reproduksi. Sistem endokrin merupakan system kedua setelah sistem saraf dalam kemampuan komunikasi. Sistem ini terdiri dari kelenjar pituitari, tiroid, paratiroid, korteks adrenal, adrenal medula, sel-sel islet pankreas, sekresi sel intestinal dalam usus, dan gonad. Hypothalamus juga dianggap bagian dari sistem endokrin karena ia melepaskan hormon yang mengontrol aktivitas kelenjar hipofisis.

Hypothalamus memonitor fungsi fisiologis untuk hampir setiap fungsi tubuh secara internal. Sebagai contoh, terkait nilai-nilai suhu tubuh, kadar glukosa darah, tekanan darah dan konsentrasi garam dalam darah. Jika nilai di bawah atau di atas kisaran nilai normal, mekanisme penginderaan merelay untuk memberikan informasi kepada hypothalamus atau subsistem di bawah kendali, dan kemudian diambil langkah-langkah untuk memperbaiki kesalahan. Umpan balik negatif adalah cara yang paling umum di mana nilai diperbaiki. Set poin untuk diatur variabel dapat berubah atau reset. Set poin dapat diubah dengan rangsangan eksternal atau internal. Beberapa poin set seperti suhu tubuh menampilkan ritme sirkadian, misalnya suhu tubuh lebih tinggi pada siang daripada malam.

### Mekanisme Homeostatik

Refleks mengontrol beberapa fungsi endokrin. Stimulus diterima yang ditafsirkan sebagai kesalahan oleh pusat integrasi. Pusat integrasi menstimulasi efektor berupa otot atau kelenjar, yang pada gilirannya menghasilkan respon yang mengoreksi kesalahan dengan menormalkan homeostasis. Otot dapat bertindak untuk mengubah aliran darah ke daerah untuk mencegah kehilangan panas. Relay hypothalamus memberikan perintah kepada sistem saraf otonom untuk mengaktifkan mekanisme mendapatkan atau kehilangan panas. Ketika peningkatan

gula darah terdeteksi, insulin disekresikan oleh pankreas. Penurunan kadar glukosa dalam darah, dan sekresi insulin berhenti. Cara lain di mana homeostasis dikendalikan oleh sistem endokrin adalah dengan repon lokal. Dan juga ritme sirkadian menyediakan segi antisipatif untuk homeostasis

### Perubahan endokrin dalam rentang kehidupan

Hormon yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan, serta kaitan efek penuaan dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Hormone	Influence on Growth	Effects of Aging
Aldosterone	Secretion increases	Levels decline Adaptive response fails
Cortisol	High concentrations inhibit growth Prolonged secretion can cause breakdown of bone and inhibit secretion of growth hormone Catabolizes protein	Levels maintained
Epinephrine		Unchanged in young–old Increased in oldest–old
Estrogen	Increases GH at puberty Stimulates closure of epiphyses	Secretion declines, then ceases Increased risk of fractures
Glucagon		Secretion maintains or increases
Growth hormone (GH)	Major postnatal growth stimulus Highest secretion in adolescence	Secretion declines
Insulin	Stimulates fetal growth	Decreased sensitivity
Norepinephrine		Secretion increases
Testosterone	Increases GH at puberty Stimulates eventual closure of epiphyses	Secretion declines
Thyroid hormones	Prenatally needed for central nervous system development Needed for GH secretion in childhood and adolescence	Secretion declines Decreased target cell response
Vasopressin (antidiuretic hormone)		Increased sensitivity Decreased adaptive response with change in posture Decreased target cell response

Tabel 1. Peran hormon dan efek akibat proses penuaan

### Prenatal

Sistem endokrin berkembang dalam rahim setelah bulan kedua kehamilan. Kelenjar endokrin yang pertama berkembang adalah kelenjar tiroid pada 24 hari kehamilan. Hormon tiroid berperan utama dalam perkembangan otak dan sistem saraf. Hipofisis terbentuk pada 4 minggu dan terdiri dari ectoderm Fungsi jaringan tersebut berkontribusi terhadap pertumbuhan tinggi badan janin pada sekitar bulan keempat. Kelenjar adrenal pada janin memproduksi steroid yang mempengaruhi kematangan hati, epitel saluran pencernaan, dan paru-paru.

Pertumbuhan janin adalah tergantung nutrisi yang berasal dari asupan gizi ibu dan integritas plasenta. Plasenta adalah kelenjar endokrin yang memasok janin yang sedang berkembang dengan hormon peptida, neurohormones dan steroid. Plasenta mengkonversi steroid yang diproduksi oleh kelenjar adrenal janin seperti estrogen.

### Periode Anak-Remaja

Hormon pertumbuhan memegang peranan penting pada periode ini. Hormon pertumbuhan yang berlebihan dapat menghasilkan gigantisme. Sekresi hormon pertumbuhan manusia mengontrol laju pertumbuhan dan perkembangan. Ini menopang laju sintesis protein dalam tubuh normal dan diperlukan untuk proliferasi sel tulang rawan pada pelat epiphyseal tulang.

Hormon pertumbuhan bekerja langsung pada pembelahan sel dengan mempengaruhi hati untuk mengeluarkan faktor pertumbuhan insulin. Faktor pertumbuhan ini pada gilirannya merangsang sintesis protein dan menghambat degradasi protein. Faktor pertumbuhan insulin memainkan peran dalam pertumbuhan setelah melahirkan. Tingkat puncak faktor pertumbuhan insulin-terlihat pada masa remaja. Jumlah hormon pertumbuhan yang diproduksi pada malam hari dapat mewakili 20% sampai 40% dari hari total output.

Hormon thyroid dan parathyroid penting untuk pertumbuhan tulang, gigi, dan otak. Hormon thyroid yang tidak cukup menghasilkan retardasi pertumbuhan tulang. Dan juga otak tidak berkembang dengan baik dalam rahim akibat kekurangan hormon thyroid. Setelah lahir, efek akibat defisit jelas dalam proses berpikir yang lambat. Jumlah hormon thyroid yang dikeluarkan sedikit berkurang dari fase kelahiran ke pubertas dan kemudian meningkat untuk percepatan proses pertumbuhan pada fase remaja. Hormon parathyroid terlibat dalam memelihara homeostasis kalsium oleh bertindak di tiga tempat yaitu tulang, saluran cerna dan ginjal. Keterlibatan ini terus terjadi sepanjang hidup. Hormon thyroid yang memiliki efek pada pengembangan gigi, sehingga tidak mengherankan untuk menemukan bahwa kematangan skeletal berkorelasi dengan kematangan gigi.

Tanda-tanda awal pubertas seperti rambut kemaluan merupakan hasil dari peningkatan sekresi androgen oleh kelenjar adrenal. Kelenjar adrenal diarahkan untuk sekresi androgen oleh corticotropin yang dilepaskan dari hipofisis. Androgen adrenal juga memainkan peran utama dalam mengarahkan program percepatan pertumbuhan remaja pada kedua jenis kelamin. Sisa perubahan yang terjadi selama

masa pubertas adalah hasil dari peningkatan aktivitas dalam sistem hipofisis anterior dan hipotalamus.

#### Periode Dewasa

Selama dewasa, hormon berintegrasi sebagai respon normal fisiologis terhadap stres. Hipotalamus dan hipofisis anterior mengkoordinasikan pelepasan korticotropin yang merangsang korteks adrenal untuk mengeluarkan kortisol. Aktivitas sistem saraf simpatis juga meningkat selama stres. Peningkatan sekresi epinefrin merupakan cara mempersiapkan tubuh untuk aktivitas fisik dan untuk mengatasi situasi baru. Sekresi sebagian hormon-hormon lain juga dipengaruhi oleh stres. Stres yang berkepanjangan telah dikaitkan dengan peningkatan kerentanan terhadap penyakit dengan menekan sistem kekebalan tubuh.

#### Periode Dewasa Tua

Sebagai akibat peningkatan usia daya tahan tubuh semakin berkurang terhadap stres lingkungan. Menjadi lebih sulit untuk mempertahankan homeostasis. Ada empat pola perubahan dalam fungsi endokrin selama penuaan normal. Pola pertama berkaitan dengan kegagalan kelenjar endokrin, yang dicontohkan oleh indung telur selama menopause. Pola kedua berupa perubahan dikaitkan dengan penurunan sensitivitas organ. Contoh termasuk penurunan jaringan perifer terhadap respon insulin dan ketahanan progresif ginjal sistem untuk efek hormon antidiuretik atau vasopresin. Pola ketiga dilihat dalam kegagalan respon adaptif yang diharapkan, seperti peningkatan tekanan darah. Pola akhir ditandai oleh peningkatan kepekaan dalam endokrin sistem seperti yang terlihat ketika ada respon lebih agresif terhadap peningkatan hormon antidiuretik pada orang dewasa tua untuk tingkat tertentu osmolalitas. Orang tua cenderung untuk mempertahankan cairan lebih mudah. kepekaan dalam endokrin sistem seperti yang terlihat ketika ada respon lebih agresif terhadap peningkatan hormon antidiuretik dalam older orang dewasa untuk tingkat osmolalitas tertentu.

Menopause adalah salah satu tanda proses penuaan yang bersifat normal pada wanita. Rata-rata siklus haid menjadi berkurang di sekitar usia 50. Penghentian siklus tersebut dikenal sebagai menopause. Banyak perubahan terjadi selama menopause. Kegagalan indung telur memproduksi estrogen mempengaruhi saluran genitourinari, sistem rangka dan komposisi tubuh. Seorang wanita mungkin

mengalami peningkatan buang air kecil dan iritabilitas saluran kencing. Hilangnya mineral dari tulang menempatkan seorang wanita pada risiko untuk osteoporosis). Berkurangnya estrogen juga meningkatkan risiko seorang wanita untuk penyakit kardiovaskular.

Perubahan fisiologis yang terkait dengan menopause meliputi penipisan dinding vagina dan menurun pelumasan, perubahan vasomotor, kurang gairah seksual, dan lebih sedikit kontraksi selama orgasme. Ada penurunan fungsi sistem endokrin di perempuan tiga tingkat. Penurunan tingkat organ, indung telur, dan efek penurunan kadar hormon. Terakhir, organ target, reseptor estrogen dalam tubuh, juga terpengaruh. Payudara kehilangan jaringan ikat, kulit menjadi tipis, dan kelenjar keringat dan folikel rambut menjadi kering dan kurang tahan karena hilangnya estrogen.

Pada laki-laki selama andropause mengalami perubahan yang tidak sedrastis wanita. Namun, ada penurunan yang stabil pada testosteron di usia 60-an. Sperma terus diproduksi dalam jumlah yang lebih kecil. Penurunan produksi sperma tampaknya dikaitkan dengan perubahan jaringan ikat di bagian dalam tubulus seminiferous. Penurunan ini dimulai di 40-an dan 50-an, dengan penurunan motilitas dicatat setelah usia 50.

Kekurangan androgen dan disfungsi ereksi adalah dua gambaran klinis terpisah. Penurunan testosteron dengan usia menyebabkan libido berkurang tetapi tidak menyebabkan impotensi. Impotensi biasanya berhubungan dengan penyakit vaskular pada setengah dari pria di atas usia 70-an.<sup>16</sup> fakta bahwa jumlah gonadotropins serum meningkat dengan usia mendukung kemungkinan bahwa testes kurang responsif terhadap efek mereka. Istilah "androgen decline in the aging male (ADAM) adalah istilah yang relevan walaupun tidak ada kriteria yang konsisten untuk mendiagnosa ADAM. Prevalensi ADAM dalam pria dengan disfungsi ereksi tinggi tapi mungkin terkait dengan adanya patologi tertentu.

## Perubahan Fungsi Vital Dalam Rentang Kehidupan

### Ventilasi-respirasi

Oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mengkonversi senyawa karbon organik menjadi energi yang dapat digunakan. Oksigen, bagaimanapun, tidak disimpan dalam tubuh. Kardiovaskular, pulmonal, otot, dan sistem saraf bekerja bersama untuk membawa oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida dalam proses

ventilasi. Respirasi atau proses pertukaran gas terjadi pada tingkat sel dalam alveoli. Ventilasi dan respirasi melibatkan paru-paru, jantung, thorax, diafragma, pusat pernafasan di sistem saraf pusat, serta chemoreceptors pusat dan tepi.

### Mekanisme

Kontrol ventilasi dicapai oleh dua sistem berinteraksi, masing-masing dengan tujuan tertentu dan dipengaruhi oleh rangsangan yang berbeda. Satu sistem saraf dan yang lain kimia. Sistem saraf dan kimia bekerja pada kontraksi otot diafragma dan otot-otot intercostal yang terlibat dalam tahap inspirasi ventilasi. Sistem saraf pada batang otak mengontrol siklus irama ventilasi dan mempertahankan kedalaman ventilasi.

Sistem kimia meregulasi alveolar serta memonitor gas darah. Chemoreceptors pusat dan tepi mengontrol ventilasi pada saat istirahat. Pusat chemoreceptors terletak di medula menanggapi komposisi cairan ekstraselular otak secara khusus untuk konsentrasi ion hidrogen dalam cairan itu. Meskipun ion hidrogen tidak dapat melewati penghalang darah - otak, karbon dioksida dalam cairan ekstraselular bereaksi dengan air untuk membentuk ion hidrogen. Oleh karena itu peningkatan  $P_{CO_2}$  arteri menyebabkan peningkatan konsentrasi ion hidrogen dan akibatnya terjadi peningkatan ventilasi.

### Fungsi ventilasi-respirasi dalam rentang kehidupan

#### Periode Prenatal

Paru-paru berkembang pada tahap awal kehamilan. Meskipun ventilasi tidak terjadi selama kehidupan janin, gerakan pernafasan terjadi dalam rahim. Pernafasan gerakan mungkin pada akhir trimester pertama, tetapi karena cairan ketuban sangat tebal, janin "bernafas" hanya sejumlah kecil.

Pola pernafasan janin digunakan untuk mendiagnosa kelahiran dan. Gerakan pernafasan dalam rahim muncul untuk kondisi otot pernafasan dan mungkin menghasilkan gradien tekanan antara paru-paru dan cairan ketuban. Saat lahir, paru-paru berisi setengah dengan cairan, sehingga napas pertama hanya mungkin jika cairan dikurangi. Proses ini dibantu oleh kompresi thorax selama persalinan

## Periode Bayi dan Anak

Bayi bernapas melalui hidung karena lidah mendominasi semua ruang di rongga mulut. Bayi secara efisien menggunakan pernapasan hidung untuk mem-bypass rongga mulut yang tak bisa ditembus. Pengaturan anatomi ini menyediakan fitur pelindung bayi karena pernapasan belum terkoordinasi dengan mengisap dan menelan. Namun, ketika bayi kedinginan, sangat sulit untuk beralih pernapasan mulut, seperti yang terjadi pada anak-anak dan orang dewasa.

Kedalaman dan laju perubahan ventilasi dalam hubungan dengan kegiatan atau pekerjaan yang harus dilakukan. Diafragma adalah otot utama inspirasi sampai sekitar 5-7 tahun, setelah itu otot-otot dada memainkan peran yang lebih besar. Empat komponen yaitu diafragma, otot dada, otot aksesori leher dan otot perut berkontribusi terhadap pernapasan. Biasanya pola pernapasan dewasa terdiri dari kombinasi yang sama gerakan diafragma dan dada (dua diafragma, dua dada). Perubahan patologis dalam sistem muskuloskeletal dan kardiovaskular dapat memiliki dampak signifikan pada pola pernapasan, seperti scoliosis, cedera saraf tulang belakang, atau cacat jantung bawaan. Hubungan antara kapasitas kerja, ventilasi dan konsumsi oksigen sama untuk anak dan orang dewasa.

## Periode Dewasa

Dengan penuaan yang bersifat normal, perubahan fungsional terlihat dalam volume pindah udara, laju aliran udara, dan jumlah pertukaran oksigen. Meskipun volume paru-paru secara keseluruhan total tetap konstan, volume paru-paru pada individu berubah. Kapasitas paru-paru secara total tetap sama karena kekakuan dinding dada yang diseimbangkan oleh hilangnya elastis rekoil paru-paru. Selain itu, jumlah yang tersedia untuk transportasi oksigen hemoglobin berkurang dengan usia.

## Tidur-Bangun

Tidur adalah bagian besar dari kehidupan kita. Tidur tampaknya menjadi proses pasif, tetapi dalam kenyataannya itu adalah benar-benar cukup masa aktif untuk membangun memori. Tidur adalah fungsi fisiologis dasar seperti lapar atau haus. Bagi kebanyakan dari kita, tidur adalah berirama, proses terprediksi yang terjadi pada malam hari. Tidur yang nyenyak dapat memperbaiki pikiran dan

menyegarkan tubuh. Hal ini terkait dengan konsolidasi memori dan pembelajaran yang terjadi akibat reorganisasi sistem saraf selama tidur

### Mekanisme

Setidaknya tiga pola endogen generator yang bertanggungjawab terhadap siklus tidur-bangun. Pusat-pusat ini terletak di batang otak. Satu kelompok yang dikenal sebagai inti raphe mengeluarkan serotonin, neurotransmitter utama yang terkait dengan tidur. Stimulasi inti raphe menyebabkan tidur. Kumpulan sel-sel yang disebut ceruleus lokus, mensekresikan norepinefrin. Menurut satu teori, kegiatan di neuron yang mengeluarkan serotonin dan norepinefrin lebih besar selama terjaga sementara cholinergic neuron dominan saat tidur. Melatonin diproduksi oleh kelenjar pineal dan disekresi dalam siklus diurnal. Lebih banyak melatonin diproduksi pada malam hari dari siang hari. Produksi melatonin dikendalikan oleh inti suprachiasmatic dalam hypothalamus.

### Fungsi seluruh rentang hidup

#### Periode Prenatal

Janin mengalami proses tidur-bangun pada usia 29 minggu kehamilan. Tidur di janin tampaknya menjadi penting dalam pengembangan system saraf. Diperkirakan bahwa tidur menginduksi perkembangan awal pusat pengolahan sensorik untuk mempersiapkan mereka menerima input pada kelahiran. Hal ini didukung oleh myelination dan pengalaman terkait kematangan sistem sensorik setelah melahirkan.

#### Periode Bayi

Bayi yang baru lahir mungkin menghabiskan sebanyak 16 jam tidur setiap hari. Lamanya waktu tidur tersebut terkait dengan sintesis protein dan stimulasi hormon pertumbuhan. Sampai usia 3 bulan jumlah serotonin yang diproduksi dalam jumlah sedikit. Tidur mencerminkan kemampuan bayi untuk meregulasi secara bertahap

#### Periode Anak-Anak

Pada periode ini, anak-anak memerlukan tidur untuk pembelajaran.

## Periode Remaja dan Dewasa Muda

Remaja membutuhkan waktu sekitar 10 jam sehari untuk tidur, tapi jarang yang dapat mencapai waktu tersebut. Hal ini karena banyaknya aktifitas pada periode ini. Sebelum masa pubertas, remaja dapat tidur yang efektif. Namun, setelah terjadinya pubertas, terdapat perubahan perilaku tidur-bangun. Level melatonin menurun sebelum masa pubertas. Pada usia 16, jumlah rata-rata tidur telah menurun dari 10 jam sampai kurang dari 8 jam. Tidur juga dapat mempengaruhi kreativitas, peraturan emosional dan memori pada remaja.

Orang dewasa umumnya menghabiskan sekitar 8 jam tidur, tetapi terdapat variasi besar dalam kebutuhan tidur orang dewasa. Beberapa orang hanya memerlukan sekitart 5 jam, sedangkan yan lain mungkin 10 jam. Rata-rata tidur, orang dewasa muda sekitar 7 jam.

## Periode Dewasa Tua

Akibat peningkatan usia, lama dan kualitas tidur menurun. Mereka butuh waktu lama untuk tertidur, sering bangun dan bangun lebih awal. Waktu tidur rata-rata harian sekitar 7 jam, sama seperti dewasa muda. Tidur siang hari sering terjadi sebagai sarana untuk mempertahankan jumlah total waktu yang cukup untuk tidur. Efisiensi tidur yang diukur dengan persentase relatif waktu yang dihabiskan selama tidur menurun dari 90% pada orang dewasa muda hingga 75%. Perubahan nampaknya berhubungan dengan penurunan homeostatik untuk tidur dan kekuatan sinyal circadian.

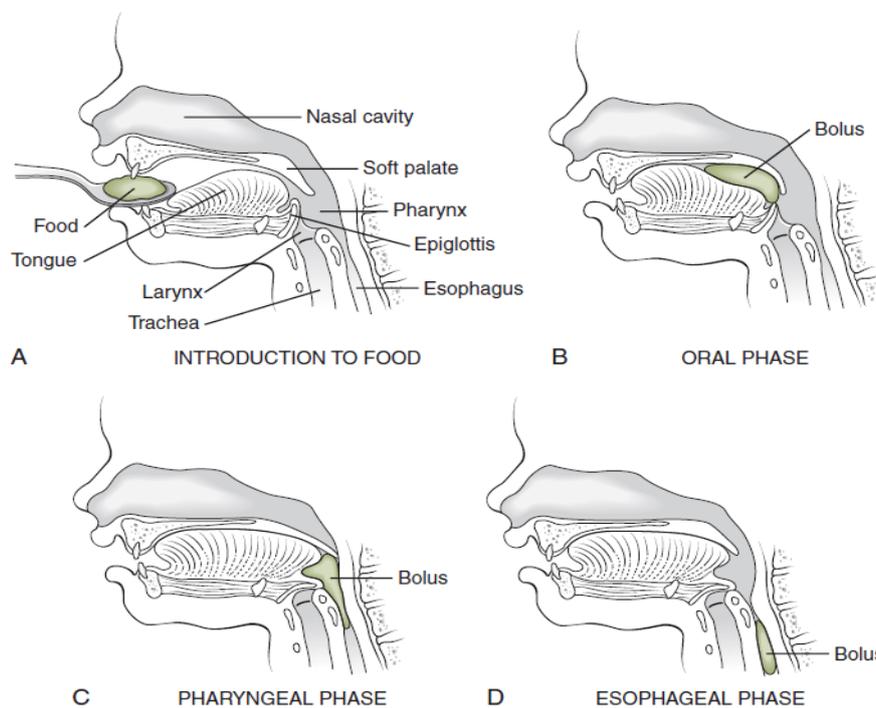
## Konsumsi dan Pencernaan

Makan meliputi mengambil makanan untuk memberikan nutrisi yang diperlukan untuk proses pertumbuhan, kematangan dan perbaikan sistem semua tubuh. Pencernaan dan eliminasi sangat penting untuk kelancaran tubuh manusia dan pemeliharaan keseimbangan kimia internal diperlukan untuk homeostasis. Fungsi sistem pencernaan dan ekskretoris bekerja bersama-sama untuk memproses semua nutrisi, kecuali oksigen.

Makan merupakan kegiatan motorik yang koordinasi dengan pernapasan. Makan juga memerlukan koordinasi neuromuskular untuk mengunyah dan menelan, serta penggunaan input sensorik untuk motivasi dan umpan balik. Proses menelan melibatkan mulut, gigi, lidah, faring, dan kerongkongan. Proses pencernaan dan

penyerapan juga memerlukan perut, usus, kelenjar ludah, pancreas, hati dan kandung empedu. Saluran pencernaan terdiri dari sebuah tabung berongga yang dimulai di mulut dan berakhir pada anus. Dari midesophagus untuk anus, dinding berisi dua lapisan sel otot polos: lapisan dalam melingkar dan dapat menghasilkan kontraksi sphincter, dan lapisan luar longitudinal dan dapat mempersingkat saluran digestif ketika kontraksi.

Terdapat tiga fasa menelan: fase lisan, fase faring, dan fase esophagus. Sebelum menelan, makanan diambil ke dalam mulut dan berubah menjadi bolus. Selama fase oral, makanan dipindahkan ke belakang faring oleh lidah. Dalam tahap kedua, makanan bergerak melewati lengkungan tenggorokan untuk mulai ditelan. Lipatan epiglottis atas trakea langsung bolus masuk ke kerongkongan. Terakhir, bolus diangkut menyusuri kerongkongan oleh gelombang peristaltik menuju perut (gambar 1).



Gambar 1. Tahapan Menelan

### Mekanisme Kontrol

Fase menelan dikendalikan oleh refleks kompleks yang memungkinkan kontrol secara sekuensis oleh beberapa otot. Setelah makanan yang dikunyah, lidah menekan terhadap atap mulut dan mendorong makanan ke faring. Setelah makanan berada di faring faring, epiglottis terlipat untuk menutup celah suara, mencegah makanan masuk ke dalam trakea. Reseptor sentuhan di faring mendorong makanan

masuk ke kerongkongan. Semua ini terjadi dalam hitungan detik dan dikendalikan oleh di batang otak. Kontrol fase menelan berasal dari koordinasi batang otak dan pusat kortikal dan sistem saraf enterik kerongkongan yang mengontrol otot polos

## Fungsi Sepanjang Rentang Hidup

### Prenatal

Refleks oral paling awal dalam rahim adalah refleks muntah pada usia 17 minggu kehamilan. Refleks lainnya seperti menghisap dan menelan pada 28 minggu kehamilan. Janin dapat mengisap jempol dalam cairan ketuban. Refleks oral yang ditimbulkan oleh sentuhan atau tekanan dan dapat dianggap refleks kelangsungan hidup karena bertujuan untuk mendapatkan nutrisi dan melindungi janin dari menelan sesuatu yang tidak diinginkan.

Usus mulai berkembang sekitar 4 minggu, plexus myenteric di sekitar 8-9 minggu, diikuti oleh plexus submucosa. Juga pengaturan peptida usus atau hormon minggu 8-10 setelah pembuahan. Kompleks protein ini mengatur aktivitas sistem pencernaan. Usia 18-21 minggu terjadi pengaturan hormon usus besar dan metabolisme yang berfungsi memfasilitasi perkembangan paru-paru dan saluran cerna. Pada bulan kelima kehamilan, janin menunjukkan gerakan peristaltik dalam saluran cerna, dan hati mensekresi empedu.

### Periode Bayi-Anak

Janin menggunakan glukosa, yang terutama diperoleh dari ibu darah. Setelah tali pusar dipotong, bayi harus meregulasi kadar glukosa darah sendiri. Karena bayi memiliki jumlah glucose yang sangat terbatas, pasokan cepat habis. Karena hati bayi tidak memadai pada kelahiran secara fungsional, cadangan lemak dan protein harus digunakan sebagai sumber energi sampai dapat mulai makan.

Susu adalah sumber gizi kalsium optimal selama tahun pertama kehidupan terutama dari air susu ibu. Susu terhadap faktor-faktor yang membantu sistem kematangan pencernaan dan imunoglobulin yang mengurangi risiko infeksi. Protein dalam susu manusia mempengaruhi kekebalan usus bayi.

Menelan makanan berlangsung dari proses reflex sejak lahir menjadi disadari di usia 2-5 bulan. Saat ini, pola mengisap yang disadari memungkinkan lidah untuk mengambil makanan. Perubahan ini juga mempersiapkan lidah untuk artikulasi suara tertentu. Meningkatnya kontrol mulut, bibir bisa menutup di sekitar sendok

untuk menghilangkan makanan dan bayi belajar untuk minum cairan dari cangkir. Sekali lagi, motorik lisan ini berlanjut ke dalam kemampuan untuk menghasilkan suara dengan mulut tertutup seperti "p," "b", dan "m."

Antara usia 5-8 bulan, lisan motor perilaku bergeser dari mengisap ke mengunyah. Transisi ini ditunjang oleh perubahan pertumbuhan tengkorak dan rahang bawah, input aferen perifer, kematangan saraf, dan pembelajaran motorik. Faring telah memanjang, dan laring telah menyediakan lebih banyak ruang di rongga mulut. Langit-langit lunak ini tidak lagi berhubungan dengan epiglottis. Bayi menjaga postur tegak duduk untuk jangka waktu yang singkat. Bayi sudah siap untuk transisi ke sendok makan dan untuk memperkenalkan makanan padat sekitar usia 6 bulan. Bayi ini tidak lagi mampu memperoleh jumlah zat besi yang cukup dari susu ibu atau formula. Sistem pencernaan juga belum siap untuk makanan padat sampai 4-6 bulan. Ginjal juga memerlukan setidaknya 4 bulan untuk matang ke titik yang mampu menangani beban osmolar lebih tinggi dari makanan padat.

#### Pertumbuhan Gigi

Pertumbuhan gigi dimulai selama kehamilan dan berlanjut sampai remaja. Tunas gigi bayi terbentuk pada 6 minggu kehamilan. Beberapa tunas gigi permanen terbentuk sebelum kelahiran, sedangkan yang lain tidak terbentuk sampai setelah kelahiran. Gigi pertama bayi rata-rata muncul di sekitar 6 bulan; sisa 20 gigi bayi berada di tempat pada usia 2 ½ tahun. Biasanya, gigi permanen pertama pada usia 6 tahun, dengan geraham ketiga atau gigi bungsu muncul terakhir di 17 tahun. Penggantian gigi bayi yang permanen 32 secara bertahap hingga 11 tahun.

#### Pencernaan

Pencernaan dimulai di mulut, dimana makanan dikunyah dan pertama kali terkena air liur. Saat tidak ada makanan mulut tetap lembab dengan air liur. Air liur dipicu oleh chemoreceptors. Kelenjar air liur adalah kelenjar exocrine paling produktif dalam tubuh. Setelah menelan, pencernaan berlanjut di perut, dimana chyme dihasilkan. Chyme adalah makanan yang dicerna sebagian yang diasamkan dengan menambahkan asam lambung. Jumlah asam yang dikeluarkan ke perut meningkat dibandingkan kandungan protein makanan. Tahap akhir pencernaan terjadi di usus kecil, dimana makanan maksimal dicerna dan diserap. Pankreas dan empedu menyediakan enzim pencernaan yang spesifik dan empedu untuk

membantu proses ini. Usus kecil menyerap nutrisi, sehingga pada saat bahan mencapai usus besar, volume telah berkurang secara signifikan. Limbah disimpan sementara sampai cukup untuk dapat pindah ke segmen terakhir saluran cerna, di dubur di mana setelah gastro usus, buang air besar dimulai.

Motilitas di usus kecil pada awalnya berlangsung oleh segmentasi yang melibatkan stasioner kontraksi dan relaksasi segmen dari dinding usus. Selama proses ini, ada divisi yang sedang berlangsung dan subdivisi dari isi usus, memungkinkan pencampuran chyme. Pencampuran ini membawa chyme dengan dinding usus. Motilitas dipengaruhi oleh sistem saraf, hormon, dan tahap emosional. Setelah sebagian besar makanan yang diserap, segmentasi digantikan oleh gerak peristaltik. Gerak peristaltik adalah kontraksi dari segmen saluran pencernaan yang bergerak ke usus besar.

#### Periode Remaja-Dewasa

##### Pertumbuhan Gigi

Kebersihan dan jadwal rutin perawatan gigi merupakan hal penting untuk menjaga gigi seluruh rentang hidup. Namun, gigi dapat hilang karena kerusakan dalam struktur jaringan penyangga gigi seperti gusi, tulang rahang, dan selaput di gigi.

##### Pencernaan Digestion/Absorption

Perubahan fisiologis dalam sistem pencernaan yang berkaitan dengan penuaan lebih jelas daripada dalam sistem lain. Ada perubahan kecil dalam semua tahap dari pencernaan, tapi tampaknya memiliki dampak relatif kecil pada fungsi. Penurunan jumlah air liur yang diproduksi menjadi konsekuensi normal penuaan. Memang, mulut kering adalah keluhan umum oleh orang dewasa yang lebih tua, tetapi ini merupakan perubahan normal penuaan. Sebaliknya, itu adalah efek samping umum dari obat. Air liur penting untuk rasa dan pemeliharaan kesehatan mulut.

Meskipun jumlah air liur yang diproduksi oleh kelenjar parotis tidak menurun dengan usia, ada laporan yang bertentangan tentang penurunan output dari kelenjar ludah lainnya. Orang dewasa tua perlu mengunyah makanan mereka lebih banyak untuk mencapai tingkat yang diinginkan sebelum menelan. Urutan menelan, terutama

fase oral dan faring, memakan waktu lama khususnya pada orang yang memiliki penyakit neuromuskuler.

### Pembuangan

Fungsi penting keempat adalah pembuangan. Pembuangan termasuk buang air besar berupa limbah padat dan berkemih, yang merupakan eksresi limbah cair dari sistem saluran kemih.

### Buang Air Besar

Mekanisme kontrol tulang belakang tingkat refleks berupa kontraksi usus besar dan rektum untuk mengeluarkan tinja. Refleks otonom ini dimediasi oleh sistem para simpatik dan melibatkan saraf sakralis segmen S2-S4. Rute keluar untuk tinja, anus, biasanya disimpan tertutup oleh kontraksi sfingter internal yang anal. Sfingter ini terbuat dari otot polos, sedangkan sphincter anal eksternal terbuat dari otot rangka dan dengan demikian berada di bawah kontrol disadari. Pergerakan massa bahan tinja di dinding rektum dan inisiasi refleks buang air besar. Refleks buang air besar terdiri dari kontraksi rektum dan sfingter anal eksternal, relaksasi sfingter internal, dan peningkatan peristaltik dalam usus besar. Setelah tekanan cukup, sphincter eksternal secara reflex melemaskan dan memungkinkan tinja untuk dilewatkan.

### Periode Anak

Anak-anak biasanya siap untuk mengontrol defekasi sekitar usia 2 tahun, tapi usia sangat bervariasi. Isyarat berikut berguna untuk menentukan kesiapan anak dengan toileting

### Periode Dewasa

Valsava maneuver dapat membantu buang air besar tetapi dapat berbahaya pada orang tua dengan gangguan kardiovaskular. Seiring dengan meningkatnya tekanan perut, tekanan intrathoracic juga meningkat, menyebabkan kenaikan tekanan darah dan penurunan vena yang kembali ke jantung.

## Berkemih

Proses berkemih jauh lebih kompleks daripada buang air besar. Sistem urin terdiri dari dua ginjal, dua ureter, kandung kemih, dan uretra. Fungsi normal tergantung pada sistem peredaran darah, endokrin dan interaksi saraf. Ginjal adalah sistem penyaringan untuk tubuh dan menghasilkan urin sebagai produk sampingan dari penyaringan plasma. Tujuan dari ginjal adalah untuk menjaga air dan keseimbangan elektrolit dalam tubuh dan regulasi konsentrasi plasma. Homeostasis lingkungan internal kita dicapai melalui beberapa proses filtrasi, penyerapan dan sekresi.

## Mekanisme Kontrol

Tekanan darah arteri dikendalikan oleh ginjal. Terlalu banyak cairan menyebabkan tekanan meningkat, terlalu sedikit cairan menyebabkan tekanan menurun. Dua faktor penentu tekanan darah arteri yaitu volume output ginjal dan jumlah garam dan air. Ginjal mengontrol dengan mengontrol volume cairan ekstraselular. Peningkatan cairan ekstra-selular meningkatkan volume darah dan akhirnya cardiac output, yang meningkatkan tekanan arteri. Peningkatan tekanan arteri melalui kontrol jumlah garam dalam sistem, yang merupakan penentu utama jumlah cairan ekstraselular.

## Buang air besar

### Periode Prenatal

Embrio manusia berkembang dalam 3 tahap. Tahap pertama adalah non fungsional. Tahap kedua adalah fungsi untuk waktu yang singkat di uteri tapi digantikan oleh tahap ketiga yang berkembang di bagian awal minggu kelima kehamilan dan mampu memproduksi urin 6 minggu kemudian. Secara permanen ginjal yang tampak seperti orang dewasa terbentuk pada sekitar minggu kesembilan kehamilan.

### Periode Bayi-Anak

Fungsi ginjal bayi memadai tetapi belum matang untuk beberapa minggu pertama kehidupan. Bayi tidak mudah menyesuaikan diri dengan perubahan besar dalam jumlah cairan. Fungsi ginjal berubah cepat akibat peningkatan aliran darah dan faktor metabolisme. Pada usia 4 bulan, ginjal telah berkembang cukup untuk

mengelola makanan padat. Fungsi meningkat sampai 6 bulan; dan kematangan fungsi sfingter antara usia 18 bulan sampai 2 tahun. Ginjal membesar setelah kelahiran karena hipertrofi nefron. Pada bayi dan anak, kandung kemih menempati ruang dalam perut. Pada tahun 6, bladder masih belum sepenuhnya dalam panggul, setelah pubertas kandung kemih dianggap organ panggul.

Kematangan fungsi kandung kemih terjadi pada usia 4 tahun. Dari usia 18 bulan hingga 2 ½ tahun, anak mengembangkan kesadaran untuk menahan urin. Kematangan kontrol kandung kemih akhirnya tercapai antara 2½ dan 4½ tahun.

### Periode Dewasa

Fungsi ginjal menurun dengan usia; orang dewasa yang lebih tua memiliki kapasitas 40% dari dewasa normal untuk menghapus creatinine dari tubuh. Terjadi perubahan secara anatomi dengan kehilangan nefron dan massa ginjal serta penebalan membrane. Aliran darah di ginjal menurun dengan usia, seperti halnya laju filtrasi glomerulus. Fungsi endokrin ginjal juga berubah dengan usia. Kemampuan terhadap konsentrat urin berkurang, dan irama diurnal produksi urin hilang karena perubahan terkait umur dalam tubulus ginjal. Perubahan tubular ini secara signifikan dapat mempengaruhi kemampuan orang untuk memperoleh manfaat dari obat.

Dinding otot halus dan elastis jaringan kandung kemih digantikan oleh jaringan ikat non kontraktil akibat penuaan. Begitu juga dengan prevalensi inkontinensia urine diperkirakan pada pria 15% dan 30% pada wanita.

### Kesimpulan

Semua fungsi vital tergantung pada suplai darah yang memadai untuk memberikan nutrisi yang dibutuhkan untuk organ-organ yang terlibat. Sistem rangka menyediakan frame di mana otot-otot pengunyah, ventilasi, pencernaan dan eliminasi bekerja. Sistem saraf otonom dan sistem endokrin memainkan peran signifikan dalam mempertahankan homeostasis. Ventilasi-pernapasan dan tidur bangun dan konsumsi adalah siklus kegiatan yang sesuai dengan mekanisme saraf.

Lingkungan dapat mempengaruhi adaptasi fungsi-fungsi vital untuk baik yang bersifat internal atau eksternal. Jika satu sistem malfungsi, itu akan mempengaruhi yang lain dan akhirnya mengarah pada kegagalan fungsi.

## Referensi

- Carlson BM: Human embryology and developmental biology, ed 4, Philadelphia, 2009, Mosby Elsevier.
- Cetin I, Alvino G: Intrauterine growth restriction: implications for placental metabolism and transport. A review, *Placenta* 30(Suppl A):S77–S82, 2009.
- Rao SS, Singh M, Parkar M, et al: Health maintenance for postmenopausal women, *Am Fam Physician* 78(5):583–591, 593–594, 2008.
- Kohler TS, Kim J, Feia K, et al: Prevalence of androgen deficiency in men with erectile dysfunction, *Urology* 71:693–697, 2008.
- Rasch B, Born J: Reactivation and consolidation of memory during sleep, *Curr Dir Psychol Sci* 17(3):188–192, 2008.
- Mitchell EA, Bajanowski T, Brinkmann B, et al: Prone sleeping position increases the risk of SIDS in the day more than at night, *Acta Paediatr* 97:584–589, 2008.
- Backhaus J, Hoeckesfeld R, Born J, et al: Immediate as well as delayed post learning sleep but not wakefulness enhances declarative memory consolidation in children, *Neurobiol Learn Mem* 89:76–80, 2008.
- Nishida M, Pearsall J, Buckner RL, et al: REM sleep, prefrontal theta, and the consolidation of human emotional memory, *Cereb Cortex* 19(5):1158–1166, 2009.
- Neikrug AB, Ancoli-Isreal S: Sleep disorders in the older adult: a mini-review, *Gerontology* 181–189, 2009.
- Norman D, Loredó JS: Obstructive sleep apnea in older adults, *Clin Geriatr Med* 24:151–165, 2008.
- Imeri L, Opp MR: How (and why) the immune system makes us sleep, *Nat Rev* 10:199–210, 2009.
- Miller AF: The neurobiology of swallowing and dysphagia, *Dev Dis Res Rev* 14:77–86, 2008.
- Barlow SM: Oral and respiratory control for preterm feeding, *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 17(3):179–186, 2009.
- Delaney AL, Arvedson JC: Development of swallowing and feeding: prenatal through first year of life, *Dev Dis Res Rev* 14:105–117, 2008.
- Bhutto A, Morley JE: The clinical significance of gastrointestinal changes with aging, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 11:651–660, 2008.
- Kinney HC, Thach BT: The sudden infant death syndrome, *N Engl J Med* 361:795–805, 2009.

Kinney HC: Brainstem mechanisms underlying the sudden infant death syndrome: evidence from human pathologic studies, *Dev Psychobiol* 51:223–233, 2009.

Griebling TL: Urinary incontinence in the elderly, *Clin Geriatr Med* 25:445–457, 2009.