MODUL

ANATOMI TOPOGRAFI

FAKULTAS FISIOTERAPI

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

JAKARTA

Gerak Fungsional 1

Manusia sepanjang daur hidupnya tidak terlepas dari proses gerak. Mulai dari tingkatan mikroskopik atau gerak yang terjadi pada tingkatan intra sel sampai gerak aktual yang setiap hari dilakukan oleh manusia untuk beraktivitas.

Kemampuan gerak dan keterampilan yang dimiliki merupakan hasil dari suatu proses pembelajaran atau adaptasi terhadap lingkungannya. Kualitas dari kemampuan fungsionalnya sangat dipengaruhi oleh perkembangan beberapa aspek antara lain :
Fisik (*physical*), sosial (*social*), emosi (*emotional*) dan mental (*mental*).

Dalam tulisan ini akan banyak mengungkapkan pemahaman tentang gerak fungsional (*functional movement*). Peningkatan gerak fungsional merupakan tujuan utama yang hendak dicapai oleh banyak profesi kesehatan dalam memberikan pelayanannya.Oleh sebab itu para profesional kesehatan haruslah mengerti tentang arti dari kata fungsi (*function*) tersebut. Sebagai contoh seorang perawat dalam memberikan pelayanannya fokus utamanya pada pemeliharaan kesehatan untuk peningkatan fungsionalnya. Para pekerja sosial (*social workers*) lebih berfokus pada kemampuan fungsional dalam sistem sosial. Terapi okupasi lebih mengarah pada akibat yang ditimbulkan dari kemampuan fungsional terhadap pekerjaan dan aktivitas sehari-hari, sedangkan fisioterapi lebih fokus pada masalah kemampuan gerak dan fungsi.

Fungsi

Menurut *webster's Dictionary*, fungsi adalah normal, karakteristik dari semua bentuk aksi. Ketika manusia melakukan aktivitasnya, tubuh telah melakukan "fungsi" yang dapat digunakan sebagai gambaran aksi pada bagian tubuh individu. Jantung memompa darah keseluruh tubuh, untuk mendistribusikan nutrisi ke seluruh organ dan jaringan. Fungsi tungkai untuk menopang badan saat berdiri, dan berjalan yang kesemuanya merupakan bentuk dari fungsi-fungsi yang dilakukan pada bagian tubuh manusia.

Dalam hubungannya dengan lingkungan, fungsi adalah sesuatu yang sangat kompleks dan merupakan bagian yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Umumnya fungsi berkembang menyesuaikan keadaan lingkungan dimana manusia hidup.

Fungsi Dalam Hubungannya Dengan Kesehatan

Fungsi memiliki hubungan yang erat dengan kesehatan. Organisasi kesehatan dunia (WHO) memandang kesehatan sebagai bagian yang sangat kompleks yaitu fisik, mental dan sosial dan tidak hanya sekedar terbebas dari penyakit (WHO, 1985). Secara defenitif sangatlah sederhana akan tetapi sangat sulit untuk di terapkan secara klinis karena memiliki ukuran-ukuran dan konsep tentang status kesehatan setiap individu. Lebih spesifik lagi bahwa kesehatan merupakan refleksi dari kemampuan seseorang untuk dapat sukses dalam hidup dilingkungan masyarakatnya.

Dari berbagai perspektif, bahwa kemampuan fungsional dapat menjadi gambaran tentang keadaan tingkat kesehatan. Hal ini tidaklah sulit untuk dipahami oleh para profesional kesehatan karena tujuan utama pelayanan kesehatan adalah meningkatkan kemampuan fungsional individu, baik itu berupa terbebasnya dari penyakit, kecacatan atau gangguan kehidupan sosialnya.

Kebutuhan identifikasi keadaan pasien mengakibatkan seorang profesional kesehatan harus mempunyai alur untuk mengukur status kesehatan individu. Status kesehatan dapat diukur dengan melihat tiga hal utama yaitu : (1). Manifestasi fisik, (2). Gejala-gejala pasien, dan (3) Status fungsional (Jette, 1985).

Manifestasi fisik merupakan aspek dari fungsi tubuh yang dapat diukur atau diamati, seperti kekuatan otot, suhu tubuh, tekanan darah, atau adanya pembengkakan/oedema.

Gejala – gejala pada pasien merupakan refleksi atau pengaruh dari keadaan kesehatan pasien seperti tercatat adanya nyeri pada lutut, kelemahan, atau kelelahan.

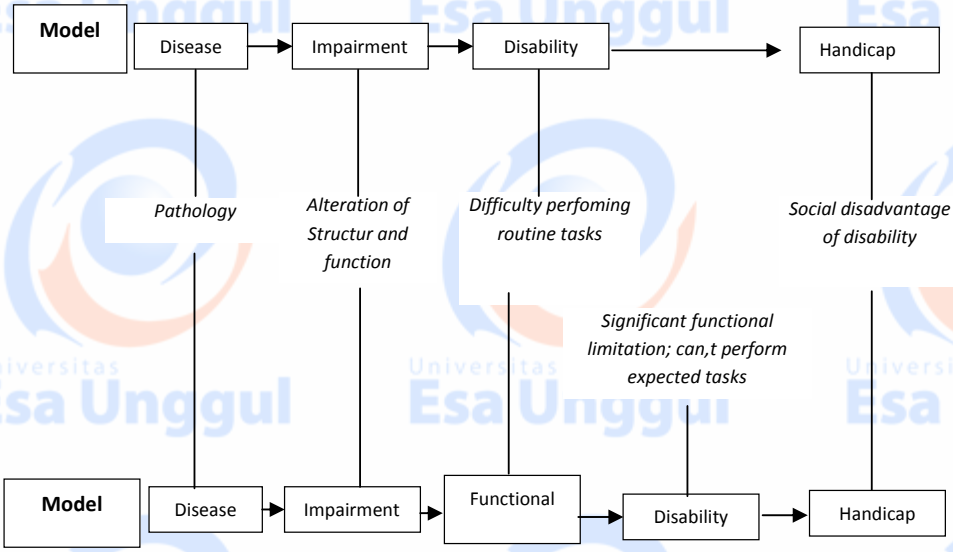
Status fungsional merupakan refleksi bagaimana pasien mampu untuk melakukan aktivitas dari hari kehari. Adanya sakit dan cedera memberikan dampak pada status kesehatan dimana dapat menghambat kemampuan fungsional individu.

Berbicara tentang status kesehatan sering kali muncul istilah *"disability"* dan *"handicap"*. Umumnya *"disability"* mengarah pada kapasitas fungsional atau kapasitas fisik sedangkan *"handicap"* lebih mengarah kepada hubungannya dengan lingkungan sosial.

Model-Model Status Kesehatan

Telah banyak pakar yang mengemukakan tentang status kesehatan akan tetapi ada dua model status kesehatan yang populer yaitu model yang dilontarkan oleh *International*

Clasification of Impairments, Disabilities, and Handicaps (ICIDH) yang direkomendasikan oleh *World Health Organization* (WHO, 1980) dan model status kesehatan yang dikemukakan yang dikemukakan oleh seorang sosiolog Saad Nagi (Nagi, 1991).



Gambar 1-1. Gabungan antara ICIDH dan Nagi dalam klasifikasi sistem status kesehatan

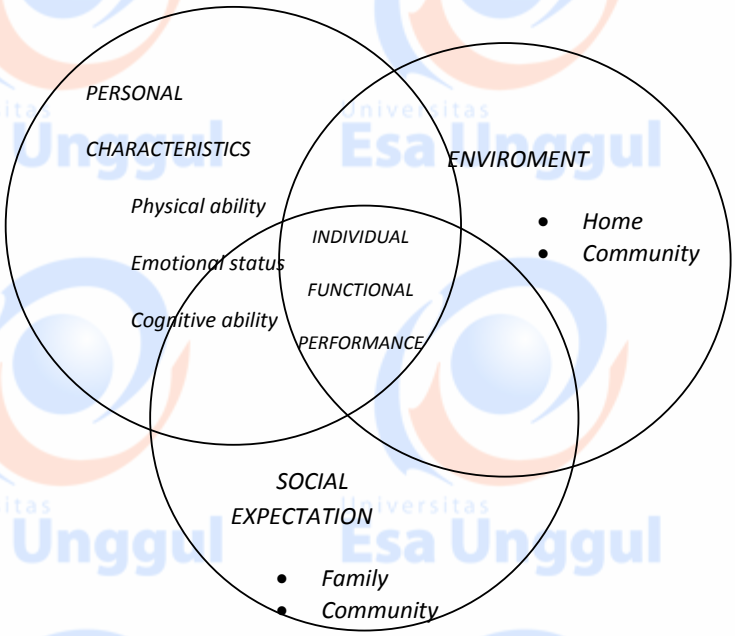
Pada skema diatas menunjukkan perbedaan antara model ICIDH dengan model Nagi yaitu adanya kategori keterbatasan fungsi (*functional limitation*). Sudut pandang tentang keterbatasan fungsi akan berbeda pada setiap individu tergantung pada jenis aktivitas masing-masing individu, misalnya pada gangguan keterbatasan gerak sendi siku berupa keterbatasan gerak ekstensi maksimal akan memberikan keterbatasan fungsi (*functional limitation*) yang lebih pada pemain bulutangkis dibandingkan pada seorang pianis. Hal ini dipengaruhi oleh jenis aktivitasnya dimana seorang pemain bulutangkis lebih membutuhkan kemampuan ekstensi maksimal siku dibandingkan seorang pianis saat bermain piano.

Sistem klasifikasi menurut Nagi tersebut mendukung identifikasi tentang keterbatasan fungsional pada individu dan digunakan sebagai pendekatan bagi para profesional bidang kesehatan untuk mengidentifikasi fokus dari intervensi yang akan diberikan (Guccione, 1993; Haley et al, 1992).

Perubahan-perubahan yang terjadi pada individu juga merupakan salah satu pertimbangan untuk menentukan apakah individu tersebut masuk dalam kategori mengalami keterbatasan fungsi, misalnya perubahan usia yang terjadi mengakibatkan pada usia tertentu seseorang tidak mampu melakukan aktivitas tertentu.

Seorang anak kecil pada usia 2 tahun tidak mampu untuk memakai sepatu sendiri, apakah hal tersebut termasuk disabilitas ? tentu tidak, sebab pada usia tersebut perkembangan secara normal memang membutuhkan bantuan. Seperti halnya juga pada usia lanjut yang mengalami keterbatasan mobilitas hip fleksi atau jari-jari sehingga tidak mampu untuk melakukan aktivitas membungkuk yang memerlukan mobilitas hip yang luas. Hal ini juga tidak termasuk dalam kategori keterbatasan fungsi (*functional limitation*).

Performans dari aktivitas fungsional tidak hanya tergantung pada kemampuan fisik seseorang, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh keadaan status emosional, kemampuan kognitif, ekspektasi sosial dan kultur.



Gambar 1-2. Faktor-faktor yang mempengaruhi *functional performance*

Pertumbuhan Fisik Dan Fungsi

Kemampuan fungsional individu tergantung dari kemampuan fisik yang dimilikinya. Perkembangan fisik tidak hanya berdampak pada kemampuan aktivitas fisik, tetapi juga berdampak pada kemampuan untuk berinteraksi dengan lingkungannya.

Gerak memiliki hubungan dengan perkembangan kognitif, aktivitas sosial, dan komunikasi.

Perkembangan embriologi individu, pada awal 7 sampai 8 minggu setelah konsepsi adalah awal dari pertumbuhan. Pada periode fetal (8 minggu setelah konsepsi sampai lahir) sistem organ mulai mengalami perkembangan fungsi.

Ketika lahir seorang bayi harus menyatukan diri dengan lingkungan, menyesuaikan dengan adanya gravitasi dan perubahan-perubahan lain dari lingkungan barunya untuk peningkatan keterampilan fungsionalnya dalam suatu proses yang terjadi terus menerus sepanjang daur hidupnya.

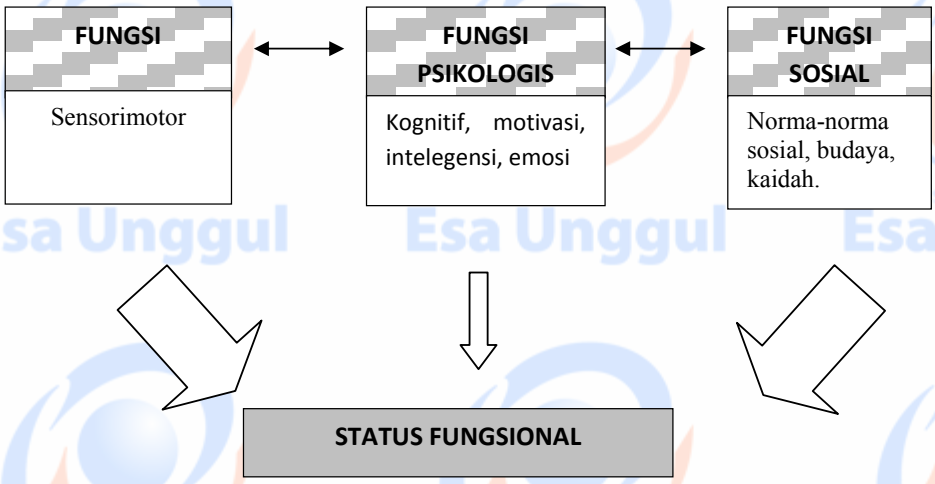
Pada usia 1 tahun seorang anak dimungkinkan untuk memiliki kemampuan berjalan. Pada usia 2 sampai 3 tahun terjadi peningkatan keterampilan dari fungsi-fungsi penting lainnya seperti kemampuan untuk makan dan berpakaian sendiri .

Hubungan Perkembangan Dan Fungsi

Perkembangan yang terjadi tidak hanya diakibatkan oleh adanya perubahan fisik dari tubuh individu akan tetapi juga dari lingkungan individu. Interaksi individu dengan keluarga, masyarakat, kehidupan sosial budaya dilingkungannya memiliki peran dalam perkembangan fungsionalnya.

Secara bersama-sama fungsi fisik, fungsi psykologi, dan fungsi sosial membentuk aktivitas fungsional . Fungsi fisik seperti keterampilan sensomotor yang berperan dalam aktivitas sehari-hari seperti berpakaian, ambulasi, perawatan diri, makan, dll. Fungsi psikologi berperan dalam aktivitas intelektual. Motivasi, konsentrasi, problem solving, dan perilaku adalah merupakan bagian dari fungsi psikologi.

Fungsi sosial mempengaruhi kemampuan interaksi individu dengan lingkungan sekitarnya termasuk dalam lingkungan masyarakat di tempat tinggalnya



Gambar 1-3. Bagian-bagian fungsi

Dalam membentuk status fungsional setiap bagian-bagian fungsi terdapat *interrelationship* dalam fungsi dan perkembangan. Tidak satu kategori fungsipun yang dapat berdiri sendiri, akan tetapi ketiganya saling berhubungan dan saling ketergantungan. Banyak fungsi-fungsi sosial yang sangat tergantung oleh kemampuan dari fungsi fisik misalnya interaksi sosial yang memerlukan mobiltas dan fungsi psikologi misalnya interaksi yang memerlukan tingkat intelegensi, status emosional, dan motivasi tertentu.

Kualitas Fungsional individu tergantung oleh kemampuan gerak individu tersebut juga memiliki beberapa kriteria ditinjau dari kemampuan geraknya adalah efisiensi dan efektivitas gerak yang dilakukan. Untuk menilai efektivitas dan efisiensi gerak tersebut maka beberapa faktor yang dapat dijadikan acuan antara lain ; fleksibilitas (*flexibility*), keseimbangan (*balance*), koordinasi (*coordination*), kekuatan (*power*), dan daya tahan (*endurance*).

Fleksibilitas (*Flexibility*)

Dalam gerak manusia fleksibilitas merupakan salah satu bagian yang berpengaruh untuk membentuk gerakan yang dininginkan. Ada dua komponen utama yang mempengaruhi terbentuknya gerakan yang efektif dan efisien (tepat sasaran dan tepat waktu). Yang pertama adalah fleksibilitas otot, jaringan konektif (*connective tissue*), dan kulit. Jaringan tersebut memelihara atau mengatur gerakan dengan dengan proses pemanjangan dan pemendekan sesuai dengan kebutuhan dari mobilitas sendi yang di inginkan dalam kegiatan sehari-hari. Komponen kedua dari fleksibilitas adalah berhubungan dengan lingkup gerak sendinya. Struktur sendi harus dapat bekerja sesuai dengan gerakan yang akan dibutuhkan. Kemampuan struktur sendi tersebut dapat menentukan arah dan bentuk gerakan yang dihasilkan, sehinggga dengan fleksibilitas yang baik dari jaringan maka akan menghasilkan gerakan yang efektif dan efisien (Zachazewski, 1989).

Dari fleksibilitas jaringan yang dijelaskan diatas maka ada 2 hal yang perlu diperiksa yaitu fleksibilitas statis (*Static Flexibility*) dan fleksibilitas dinamis (*Dynamic Flexibility*). Pemeriksaan dengan fleksibilitas statis menunjukkan jarak gerak sendi yang dimungkinkan. Sedangkan dengan fleksibilitas dinamis menunjukkan tahanan pada sendi dari gerakan aktif yang dilakukan. Semakin meningkat tahanan maka semakin menurun fleksibilitas dinamis yang dimiliki.

Perkembangan fleksibilitas berjalan secara stabil pada anak laki-laki pada usia 5 sampai 8 tahun, dan mulai mengalami penurunan secara perlahan pada usia 12 sampai 13 tahun. Setelah masa tersebut akan mengalami peningkatan fleksibilitas secara perlahan pula sampai usia 18 tahun. Pada wanita perkembangan fleksibilitas stabil pada usia 5 sampai 11 tahun dan mengalami peningkatan pada sampai pada usia 14 tahun setelah itu cenderung mengalami perkembangan yang konstan. Untuk semua usia wanita cenderung lebih fleksibel dibandingkan laki-laki (Malina & Bouchard, 1991). Pada usia dewasa tua, fleksibilitas cenderung mengalami penurunan karena terjadinya perubahan pada jaringan konektif, tingkat aktivitas, kekuatan otot, dan sendi.

Keseimbangan (*Balance*)

Keseimbangan merupakan komponen yang penting dalam gerak terampil. Keseimbangan terhadap gravitasi bumi dalam untuk mempertahankan sikap tubuh. Beberapa faktor yang memberikan kontribusi terhadap kemampuan keseimbangan antara lain fungsi sistem saraf yang efisien, sistem muskuloskeletal, dan sistem sensorik. Keseimbangan dibutuhkan pada saat aktivitas statis misalnya untuk bisa tetap tegak (*static balance*) dan selama melakukan gerakan (*Dynamic balance*).

Selama masa kanak-kanak, keseimbangan meningkat seiring dengan usia. Keseimbangan anak-anak perempuan lebih baik jika dibandingkan dengan anak laki-laki. Pada masa remaja, perkembangan keseimbangannya cenderung meningkat secara menetap. Dan pada kelompok usia ini seorang anak laki-laki mungkin lebih baik jika dibandingkan anak perempuan. (Malina & Bouchard, 1991).

Koordinasi (*Coordination*)

Koordinasi merupakan implikasi dari berbagai jenis otot yang bekerja bersama-sama dalam menghasilkan gerakan. Keteraturan gerakan merupakan hasil dari kerja otot yang baik terhadap ketepatan waktu dan intensitasnya (Kisner & Colby, 1985). Koordinasi sangat dibutuhkan dalam beraktivitas. Sebab tanpa koordinasi yang baik kita tidak dapat melakukan aktivitas yang dihasilkan dari gerakan seperti yang diinginkan.

Kekuatan / Daya ledak (*Power*)

Kekuatan umumnya diperlukan dalam melakukan aktivitas. Semua gerakan yang dihasilkan merupakan hasil dari adanya peningkatan tegangan otot dan menghasilka tenaga,

sehingga bagian tubuh yang bergerak pada jarak tertentu. Kekuatan umumnya dikaitkan dengan kecepatan dan kekuatan yang dihasilkan. Pada masa kanak-kanak, kekuatan sangat tergantung pada ukuran dan maturasi dari sistem saraf dan sistem muskuloskeletal. Setelah usia tua maka kekuatan dan kecepatan mengalami penurunan.

Daya Tahan (*Endurance*)

Daya tahan (*endurance*) lebih mengarah kepada sejauh mana kemampuan untuk bekerja secara terus-menerus selama periode waktu tertentu. Sebagai contoh, seorang anak-anak dapat melakukan aktivitas bermain selama berjam-jam. Daya tahan sangat dibutuhkan manusia dalam aktivitas sehari-hari karena bagi mereka yang memiliki daya tahan yang rendah mengakibatkan merasa cepat lelah pada setiap aktivitas yang dilakukan.

Daya tahan dapat dilihat secara per individu otot, secara grup, atau secara keseluruhan pada tubuh. Daya tahan pada seluruh tubuh dapat juga dilihat dari sudut pandang tentang daya tahan kardiopulmonar yang menunjukkan kemampuan jantung untuk mensuplai oksigen ke otot yang digunakan untuk bekerja/berkontraksi. Perkembangan daya tahan otot mulai menunjukkan peningkatan antara usia 5 sampai 13 tahun (Malina & Bouchard,1991). Dengan daya tahan yang baik, maka otot sangat memungkinkan untuk dapat bekerja lebih baik sehingga dapat beraktivitas sesuai dengan yang diharapkan.

Perkembangan fungsi yang normal menjadi salah satu tolak ukur untuk menilai seseorang memiliki status kesehatan yang baik. Sehingga komponen-komponen yang berperan dalam perkembangan fungsi hendaknya menjadi fokus utama dalam pelayanan kesehatan kepada individu atau masyarakat.

Perkembangan Fungsi

Perkembangan merupakan topik yang banyak di bahas dalam materi pendidikan profesional, psikologi, dan program ilmu kesehatan, banyak bagian yang menitik beratkan perkembangan menjadi bagian unik dari kehidupan, dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan yang ada dalam psikologi perkembangan jiwa, fisiologi, biologi, dan sosiologi. Seseorang tidak bisa berkembang hanya di satu tempat sepanjang waktu. Dalam keadaan normal perkembangan manusia dipengaruhi oleh interaksi antara fisik, psikologi, dan faktor-faktor sosial yang membangun kepribadian seseorang.

Bab ini memberikan penjelasan secara umum tentang fisik, psikologi, dan teori sosial dari pengenalan secara umum proses perkembangan kemampuan fungsional gerak tubuh. Salah satu contoh, seorang anak di Amerika belajar makan dengan menggunakan sendok mulai dari usia 1-2 tahun, kemampuan sosial ini tidak dapat berkembang sampai perkembangan fisik cukup untuk menunjang aktivitas tersebut diperlukan kontrol yang baik dari gerakan lengan dan tangan, seorang anak harus mengerti akan maksud dari hubungan antara makanan, sendok, rasa lapar, dan kegiatan tubuh yang dilakukan untuk menghilangkan rasa lapar itu.

Perkembangan

Perkembangan manusia mengarah kepada perubahan yang timbul pada kehidupan seseorang dari proses kehamilan sampai meninggal. Perubahan tersebut terjadi dalam beberapa fase, perubahan dalam sistem tubuh membutuhkan waktu yang lama untuk dapat bersifat progresif, reorganisasi dan regresif. Pada otot contohnya, dimana sel-sel bertambah selama berkembang, membedakan tipe serabut atau terhentinya pertumbuhan (*atropia*) karena gangguan suplai nutrisi dan innervasi. Perkembangan dapat juga disimpulkan secara umum sebagai perubahan dalam bentuk dan fungsi (Higgins, 1985), seperti sebuah pohon muda tumbuh menjadi sebuah pohon yang besar atau ulat bulu berubah menjadi seekor kupu-kupu. Kondisi perubahan-perubahan pada tubuh dilihat dari fungsinya, dimana hal tersebut timbul selama proses perkembangan. Tingkah laku manusia adalah manifestasi yang nampak pada perkembangan dan perubahan tersebut melalui 4 proses yaitu : tumbuh, dewasa/kematangan, adaptasi, dan proses pembelajaran.

Perkembangan mahluk hidup terutama manusia sangatlah kompleks. Pertumbuhan mengarah kepada perubahan dimensi fisik pada tubuh, misalnya seorang anak dapat tumbuh lebih tinggi dan bertambah panjangnya kaki sehingga diikuti oleh bertambah panjangnya otot. Lingkar kepala, tinggi , dan berat adalah contoh dimensi yang yang digunakan untuk memeriksa grafik pertumbuhan. Perubahan didalam pertumbuhan dapat menjadi ukuran dari perkembangan. Ponderal indek (PI) ukuran perkembangan dimana perbandingan antara tinggi dan berat badan (berat kali 100/m□). Komposisi tubuh membuktikan hubungan antara umur yang bertambah setiap waktu, dengan terbatasnya jumlah otot, lemak dan tulang, kadang-kadang ditambah dengan perbedaan antara tinggi dan berat.

Kematangan memberikan kontribusi pada perkembangan yang dihasilkan dari perubahan fisik yang menyebabkan organ-organ dan sistem tubuh mencapai kematangan bentuk tubuh dan fungsinya (Valadian dan Porte, 1977). Proses ini berjalan mulai dari primer dan sekunder dalam proses osifikasi di pusat tulang dari sistem skeletal dalam sistem genetik. Pengeluaran kelenjar hormon untuk pertumbuhan dan perkembangan di kontrol oleh hypotalamus dan sistem endokrin. Gerak dan reaksi timbul akibat adanya respon dilihat dari sisi kematangan sistem saraf (*nervous system*) dan proses myelinasi adalah salah satu tanda dari kematangan sistim saraf tersebut, sedangkan pubertas tanda dari kematangan sistem endokrin.

Adaptasi dan belajar kadang kadang sulit untuk dipisahkan dari kematangan. Beberapa struktur dan fungsi pada sistem organ beradaptasi terhadap lingkungan internal dan external. Jika otot mengalami penurunan untuk menghasilkan gerakan seperti pada arthrogryposis, sendi mengalami kelainan yang terjadi pada utero, postnatal, dimana tulang mengalami perubahan seiring dengan proses pertumbuhan, hal tersebut merupakan salah satu contoh dari adaptasi. Contoh lain dari proses adaptasi dari sistem imun yaitu produksi antibody mengikuti terbentuknya penyakit cacar pada anak anak yang dapat di lihat dari sistim imun.

Adaptasi adalah akomodasi tubuh yang cepat terhadap lingkungan. Adaptasi dalam perkembangan dapat bersifat positif/negatif, walaupun demikian setiap manusia memiliki cara beradaptasi yang berbeda-beda. Kebanyakan manusia dewasa memiliki kebiasaan yang sama tetapi memiliki pertimbangan yang berbeda.

Pengalaman bermain yang beresiko tinggi memberikan keunggulan, kecakapan, dan keterampilan dalam kehidupan-kehidupan selanjutnya, kecakapan dan keterampilan yang

dimiliki tersebut bukanlah suatu sifat bawaan akan tetapi merupakan proses adaptasi yang terjadi sepanjang hidup manusia.

Hilgard dan Marguis (1961) mendefinisikan bahwa belajar adalah suatu perubahan yang relatif permanen dalam tingkah laku sebagai hasil latihan, karena itu belajar dapat di pertimbangkan sebagai suatu bentuk adaptasi. Kemampuan gerak seperti mengendarai sepeda, bermain sepak bola, membaca, menulis dan bicara sacara baik, adalah suatu proses pembelajaran yang membutuhkan waktu tertentu untuk dapat melakukan aktivitas tersebut.

Baltes dkk (1980) mendefinisikan tentang daur hidup sebagai perkembangan fisik mental psikologi mulai dari konsepsi hinggá kematian. Dari semua teori psikologi, Erikson adalah salah satu orang yang menjelaskan secara lengkap tentang perkembangan sepanjang daur kehidupan manusia. Teori Erikson ada 8 tahapan yang menyangkut 4 asumsi penting dimana menjelaskan bahwa perkembangan adalah :

1. Gambaran suatu proses yang terjadi sepanjang kehidupan manusia
2. Merupakan ekspresi dari prinsip ontogenetik dan prinsip evolusi.
3. Merupakan multikausal dan interaktif dari hubungan umur, historis kehidupan.
4. Terjadi didalam suatu konteks.

Geriatri dan gerontologi adalah suatu yang tidak bisa dipungkiri bagian dari kehidupan manusia (levinson, 1986). Walaupun gorontology belum memiliki cakupan yang mendekati daur kehidupan, itu dapat membantu kita untuk mengetahui informasi mengenai penuaan. penuaan merupakan suatu tahapan yang di alami dari perkembangan dan oleh karena itu dapat menjadi hal yang betul-betul dipertimbangkan dalam perkembangan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan

Proses perkembangan dipengaruhi oleh 4 faktor yaitu: genetik, kematangan, lingkungan dan kebudayaan. Interaksi antara kematangan dan pengalaman terhadap fisik, psikologis, dan lingkungan sosial merupakan faktor terjadinya perbedaan perkembangan mental seseorang. Misalnya, dua orang anak tumbuh dilingkungan yang miskin: salah satunya keluar dari lingkungannya dan memulai dengan kehidupan yang sejahtera. Perbedaan nilai yang terjadi pada dasarnya merupakan pengaruh dari lingkungan sosial, dan kebudayaan.

Genetik dan kematangan memberi masukan terhadap kontrol lingkungan internal tubuh. Internal tubuh yang meliputi elektrolit tubuh, hormon, sistem saraf, dan sistem imun, yang mengontrol fisiologis hemeostatis. Sistem internal tubuh harus seimbang untuk mendukung pertumbuhan, perkembangan, dan aktivitas fungsional seperti gerakan dalam aktivitas. Hormon-hormon tidak hanya sebagai unsur utama dalam mengontrol pertumbuhan fisik dan menandai pubertas, tetapi juga mengatur metabolisme tubuh dan mampu untuk menggunakan sumber-sumber energi dan kimia dalam proses perkembangan, pertumbuhan, adaptasi, dan belajar. Nutrisi bagian dari lingkungan internal dan external serta memberi masukan untuk produktivitas dalam aktivitas tubuh.

Suplai nutrisi yang cukup sangat diperlukan untuk proses produksi energi dan perkembangan jaringan. Sebagai contohnya, kecukupan akan nutrisi sebagai unsur yang penting dalam perkembangan fungsi pada sistem saraf yang merupakan pelaksana dalam kontrol gerakan dari setiap aktivitas yang dilakukan.

Dari perspektif tentang nutrisi, maka ketidakcukupan akan nutrisi memiliki pengaruh pertumbuhan dan perkembangan, Kekurangan nutrisi menjadi penyebab gangguan perkembangan yang terjadi pada masyarakat yang memiliki berat badan bayi lahir rendah (Lin dan Evans,1984).

Perkembangan sebagai suatu proses yang berubah, mencerminkan hubungan alamiah pada interaksi seseorang dengan lingkunganya. Seorang anak mengalami perkembangan sama seperti yang lain akan tetapi masing-masing memiliki pengalaman berbeda beda. Perubahan dalam fisik, psikologis, dan lingkungan sosial memiliki pengaruh terhadap perkembangan dari kemampuan fungsi. Kemampuan seseorang untuk melakukan suatu aktivitas yang membutuhkan keterampilan tertentu dapat dilakukan melalui proses pembelajaran yang juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sosial dan budaya dimana dia berada. Pembelajaran motorik juga timbul sebagai fungsi terhadap interaksi antara fisik dan lingkungan.

Kemampuan manusia untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan juga merupakan bagian dari proses perkembangan dalam membentuk prilaku motorik.

Periode Perkembangan

Daur hidup adalah sesuatu yang penting dalam tahapan tahapan sehubungan dengan bertambahnya usia. Walaupun perkembangan mental bardasarkan tahapan-tahapan umur itu

bervariasi (Valadian dan Porters" 1977) akan tetapi secara umum terminologi dapat di pakai untuk mendeskripsikan periode awal dari perkembangan yaitu pada saat konsepsi hingga remaja dan Levinsen's (1986) menggunakan terminologi tersebut untuk mendeskripsikan perkembangan kedewasaan.

Prenatal Period lamanya sekitar 4 minggu, dimulai pada saat konsepsi sampai lahir. Hal ini dibagi dalam tiga tahapan yaitu *embryonic period* merupakan periode ketika sistem organ utama terbentuk, *middle fetal period* merupakan periode dimana sistem organ berdiferensiasi dan *late fetal period* merupakan periode dimana pertumbuhan fisik tubuh mulai terjadi. ***Post natal Period*** di bagi dalam berapa katagori yaitu bayi, anak-anak, remaja, dewasa, dan usia lanjut.

Masa bayi terjadi dalam 2 tahun pertama kehidupan manusia setelah dilahirkan. Untuk masa kanak – kanak dan remaja terjadi perbedaan rentang waktu perkembangan berdasarkan jenis kelaminnya. Masa kanak-kanak terjadi pada usia 2 tahun sampai 10 tahun untuk mereka yang berjenis kelamin perempuan dan 2 tahun sampai 12 tahun untuk anak berjenis kelamin laki-laki.

Begitu pula dengan masa remaja yang terjadi antara usia 10 tahun sampai 18 tahun untuk anak perempuan sedangkan untuk anak laki-laki masa remaja terjadi pada usia antara 12 sampai 20 tahun.

Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh masa munculnya puberitas.

Pada periode Dewasa terjadi overlap antara usia pada periode remaja dengan dewasa muda, antara dewasa muda dengan dewasa dan antara periode dewasa dengan dewasa tua (manula). Hal tersebut terjadi karena pengelompokan periode-periode perkembangan yang berdasarkan usia tersebut bersifat relatif yang mana perkembangan itu sendiri sangat dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain Faktor fisik seperti *multilevel nervous system*, *muscular system*, *skeletal system*, *cardiopulmonal system*, *hormonal system*, dll. Faktor psikologis seperti *intelegensi*, *personality*, Emosi, Motivasi, dll. Faktor lingkungan sosial seperti interaksi sosial, kultur dan budaya, norma dan kaidah yang berlaku, dll. Faktor-faktor tersebut diatas dapat mempengaruhi periode perkembangan dalam daur hidup manusia.

Berikut ini periode-periode perkembangan pada daur hidup manusia :

Tabel Periode Perkembangan

Periode	Masa Daur Hidup	
	Laki-laki	Perempuan
Periode Prenatal	Konsepsi - lahir	Konsepsi – lahir
Bayi	Lahir - 2 Tahun	Lahir – 2 Tahun
Anak-anak	2 - 12 Tahun	2 - 10 Tahun
Remaja	12 - 20 Tahun	10 - 18 Tahun
Dewasa muda	17 - 45 Tahun	17 - 45 Tahun
Dewasa	40 - 65 Tahun	40 - 65 Tahun
Dewasa Tua (manula)	60 Tahun – Mati	60 Tahun – Mati

Gambar 2-1. Tabel Periode Perkembangan

Pembahasan mengenai perkembangan fungsi ini akan dibahas lebih terinci pada bab-bab selanjutnya. Dimana akan membahas satu persatu perkembangan dari komponen-komponen yang berperan dalam menghasilkan gerak.

PERKEMBANGAN KOGNISI

Kognisi merupakan proses mental seperti berfikir, mengingat, memahami, merencanakan dan memilih. Maka kognisi berhubungan dengan aktivitas berfikir, pembuatan konsep dan pertimbangan.

Piaget menginvestigasi cara berfikir pada anak dan menemukan bahwa pola pikir anak berbeda dengan pola pikir orang dewasa. Anak memerlukan interaksi dinamis dengan lingkungan untuk mengembangkan intelektualnya. Mula-mula interaksi secara fisik, lama-lama interaksi dengan aksi pikiran seperti persepsi dan kognisi.

Anak menggunakan pengalamannya untuk merangkaikan gerakan praktis sebelumnya dan mengkonstruksikan cara sampai ke objek. Contohnya, cara mengambil biskuit, lalu dibawa ke mulut dan dimakan. Hal ini oleh Piaget disebut SCHEMA. Pengertian anak tentang suatu obyek akan berhubungan dengan interaksi si anak terhadap obyek tersebut, apa ia akan menganggap bahwa obyek ini adalah benda yang bisa diraih dan dimakan, dan akan menimbulkan konsep "Benda yang dapat diraih dan dimakan".

Sesuai dengan perjalanan waktu perkembangan pengertian, konsep umum ini akan berubah menjadi konsep yang lebih terinci jelas, tiap kosep mengandung objek dengan perlengkapan sederhana, dan membedakannya dari konsep lama dalam spesifikasi tertentu, contoh biskuit dan puding akan menjadi konsep. Saat anak dapat bebicara, akan lebih mudahlah ia mengkonstruksikan konsep jarak.

Piaget percaya bahwa mempunyai kapasitas bervariasi bawaan pada tahap perkembangannya, dengan tiap tahap berpacu pada tahap sebelumnya. Namun demikian, semua anak tidak selalu berkembang sesuai dengan tahap-tahap yang sama atau meraih tingkat kognisi yang sama.

Tahap Perkembangan Kognisi

Perkembangan kognitif terjadi melalui serangkaian tahapan, yang menurut piaget adalah periode waktu dimana cara berfikir dan bertingkah laku menunjukkan adanya satu jenis struktur mental yang mendasar.

Karakeristik tahapan :

1. Satu tahapan merupakan kesatuan yang terstruktur dalam keadaan seimbang. Operasi tiap tahapan saling berhubngan membentuk satu kesatuan. Tiap tahapan mempunyai struktur yang berbeda antara individu dengan lingkungan. Serta memberikan pandangan yang berbeda tentang dunia.
2. Tiap tahap meupakan kelanjutan dari tahap sebelumnya dan merupakan awal dari tahap selanjutnya. Berarti tidak mengakui adanya regresi seperti Freud.
3. Tahap perkembangan berlangsung mengikuti urutan yang tetap. Berarti tiap tahap harus dilalui dan tidak ada yang terlewatkan.
4. Tahap perkembangan bersifat universal.
5. Setiap tahap mencakup poses berkembang menjadi sesuatu dan keadaan

Periode 0 – 1 bulan

Bayi terlahir dengan serangkaian reflex yang akan terangsang dengan stimulasi tertentu. Pada tahap ini bayi memperkuat, menggeneralisasikan, dan membedakan tingkah laku yang berawal dari reflex yang oleh Piaget disebut SCHEMA. Schema pada tahap ini masih primitif (kaku) dan sedikit jumlahnya. Namun Schema ini merupakan pola tingkah laku yang teroganisir, yang akan terus menerus berkembang memperkuat, menggeneralisasikan dan membedakan tingkah laku sampai akhir periode sensomotor yaitu pada usia sekitarn 24 bulan.

Periode 1 – 4 bulan

Perkembangan schema terjadi lebih cepat karena reaksi sirkuler pertama telah terjadi. Reaksi sirkuler di sini adalah tingkah laku yang diulang terus menerus sehingga menjadi suatu kebiasaan. Disebut reaksi pertama karena respon yang dilakukan masih terpusat disekitar tubuh bayi. Reaksi sirkuler pertama ini kelak akan berkembang menjadi perilaku sistematis dan terkoordinasi. Contohnya adalah perilaku mengisap ibu jari pada bayi.

Periode 4 – 8 bulan

Respon yang dilakukan mulai berorientasi ke dunia luar. Berarti bayi mulai menunjukkan ketertarikannya pada lingkungan luar, misalnya perilaku menggoyangkan kerincingan atau menggelindingkan bola. Bila suatu gerakan menarik perhatiannya, maka akan diulangi. Pada situasi lain gerakan yang telah dikuasainya akan diulang kembali karena telah menjadi bagian dari pengalamannya. Jadi pada periode ini mulai terlihat adanya koordinasi sederhana, seperti penglihatan, genggaman, menghisap dan sebagainya akan terus berkembang.

4 bulan : Membawa dalam tanga ke mulut

7 bulan : Past a mirror

Periode 8 – 12 bulan

Anak mampu mengkombinasikan beberapa Schema ke dalam bentuk yang sangat majemuk untuk tujuan tertentu. Sehingga setiap gerakan ada perencanaan dan tujuan. Karena anak yang merencanakan kegiatan tersebut maka anaklah yang menciptakan situasi baru. Schema lebih mobile (mudah bergerak) dan lebih bebas sehingga dapat digunakan untuk mencapai berbagai tujuan. Berarti anak pada periode ini dapat menggunakan benda diluar dirinya untuk mencapai tujuan.

8 bulan : Membuka tutup (selubung) mainan favorit

10 bulan : Melambaikan tangan

Meindahkan mainan kecil dari bawah mangkuk

Periode 12 – 18 bulan

Anak senang bereksperimen dengan lingkungan dan perilakunya serta melihat akibat perbuatannya itu. Anak menyukai benda yang punya potensi untuk dieksploitasi. Anak memperluas eksplorasinya dengan memperbanyak kegiatan coba-coba sehinga ia mendapat cara yang benar untuk mencapai tujuannya.

12 bulan : Menaruh sisir di kepala (rambut)

Mencari objek yang disembunyikan

Mengenali kata " TIDAK "

Periode 18 – 24 bulan

Merupakan tahap akhir periode sensorimotor. Anak mulai berfikir sebelum bertindak. Eksplorasi external berjalan untuk eksplorasi mental internal. Sehingga cara berfikir yang kasat mata (overt) akan beralih kearah berfikir yang tersembunyi (covert). Sekarang anak dapat menggunakan symbol mental untuk merepresentasikan obyek atau kejadian. Ciri penting pada periode ini adalah anak melakukan usaha trial and error sehingga anak menemukan solusi yang baru, serta mampu memanipulasi mantal image yang berhubungan dengan dunia luar.

18 bulan : Menunjuk ke arah objek yang menarik

Mematuhi intruksi yang simple

Menunjuk bagian-bagian tubuh

20 bulan : Memanggil dengan nama

Menaruh curiga secara aktif pada sesuatu tanpa

kenal bahaya

Hasil yang didapat dari 6 periode ini adalah :

- Anak memperoleh pengetahuan dengan melakukan tindakan nyata
- Struktur kognitif semakin terorganisasi dan adanya penerapan schema untuk situasi baru.
- Perilaku semakin bertujuan
- Diri pribadi makin terbedakan dari lingkungan
- Adanya objek permanen, konsep yang menunjukkan adanya pengetahuan dalam realitas anak sendiri dan terlepas dari tindakannya.

Periode 2 – 7 tahun

Merupakan periode pre operasional dari dasar perkembangan fungsi kognisi. Fungsi utama yang berkembang adalah fungsi Sematik, yaitu kemampuan menggunakan suatu obyek untuk merepresentasikan obyek lain. Dengan demikian kata-kata, gerak-gerik atau obyek dapat jadi lambang. Dengan berfikir representasional, anak dapat mengaitkan antara masa lalu, kini dan masa depan dan dapat menciptakan suatu gagasan yang tidak ada dalam kenyataan. Menurut Piaget, berfikir itu mendahului bahasa dan lebih luas dari bahasa. Bahasa

adalah cara utama untuk mengepresikan pikiran. Bahasa dapat digunakan untuk mengarahkan perhatian anak pada benda baru atau hal-hal baru yang ada dilingkungannya.

Ciri periode ini antara lain ;

Egosentrisme berarti :

- Diri belum sepenuhnya terpisah dari lingkungan.
- Kecenderungan untuk mempersepsi, memahami dan menafsirkan lingkungan menurut diri sendiri.

Jadi anak belum mampu mempersepsi seperti orang lain dan belum mampu memahami persepsi orang lain.

Kekakuan Pemikiran

Anak mempunyai kecenderungan untuk memperhatikan atau berfikir hanya pada obyek dan mengabaikan yang lain. Anak belum punya kemampuan Reversibility yaitu kemampuan berfikir secara mental, memutar balikkan urutan kejadian atau cara berfikir.

Penalaran Semilogis

Yaitu menjelaskan peristiwa alam lalu menganalogikan dengan perilaku manusia. Jadi dikaitkan dengan kegiatan yang dilakukan manusia. Contohnya matahari bersinar menandakan orang terus bangun pagi.

Kognisi Sosial Terbatas

Anak kurang mampu berperan dan berkomunikasi karena egosentrisme. Anak mencampur adukkan peristiwa alam dengan perilaku manusia serta kebingungan akan identitas seseorang bila ia berubah penampilan. Anak menilai kesalahan berdasarkan akibat atau faktor diluar diri.

Hasil yang akan dicapai pada periode ini :

- Fungsi : Anak memahami hubungan antara 2 faktor, misalnya bila tombol ditekan maka bel akan berbunyi.
- Regulasi : Tindakan mental yang sebagian sudah tidak terpusat pada satu ciri obyek saja, misalnya air yang permukaannya lebih tinggi selalu banyak isinya walaupun yang rendah permukaannya lebih lebar.
- Identitas : Obyek dapat berubah bentuk tanpa berubah sifat dasarnya.

2,5 tahun : Memahami naik, turun, geser samping dan 200 lebih kata.

3 tahun : Memadukan warna, terutama merah dan kuning

4 tahun : Mengerti tentang hal yang lalu, sekarang, nanti Menghitng sampai 20

5 tahun : Bertingkah seperti dalam cerita

6 tahun : Mulai mengerti peraturan dan negosiasi.

Periode 7 – 11 tahun

Hasil dari periode pra operasional menjadi persiapan untuk perkembangan kognitif yang lebih tinggi yaitu operasi, regulasi, fungsi dan identitas, berubah menjadi operasi karena mereka menjadi lebih lengkap, terdiferensiasi, kuantitatif dan stabil. Operasi adalah tindakan yang sudah terinternalisasi yang merupakan bagian struktur yang terorganisasi. Dengan kemampuan ini maka representasi anak tidak lagi terisolasi dan kaku seperti periode sbelumnya, tetapi menjadi lebih hidup. Anak juga punya kemampuan konservasi yaitu memahami bahwa ada sesuatu hal yang substansial, tidak berubah meski ada perubahan pada penampilannya.

Periode 11 – 15 tahun

Merupakan akhir periode perkembangan kognitif manusia. Anak sudah mampu menggunakan operasi dari periode sebelumnya dan membuat hipotesis (proposisi, pernyataan) tentang berbagai hubungan logis yang ada. Sehingga pemikiran anak akan menjadi logis, abstrak dan hipotetikal. Masa berfikir tahap ini disebut juga berfikir ilmiah, sehingga yang dipentingkan dalam berfikir adalah proses pemecahan masalah dan bukan hasilnya. Dalam periode formal operasional anak akan lebih memikirkan berbagai kemungkinan jawaban sebelum ia menjawab atau bertindak untuk menyelesaikan masalah. Dalam hubungan dengan orang lain, anak sudah dapat merefleksikan pikirannya sendiri ataupun pikiran orang lain.

Kontrol kognisi

Adalah kemampuan mengunakan proses berfikir atau strategi berfikir untuk memodifikasi tekanan stressor. Strategi ini termasuk berfikir tentang perbedaan event atau memfokuskan pada pikiran yang indah atau netral atau sensasi. Saat melahirkan misalnya, ibu

mungkin berfikir tentang saat lain dengan memikirkan arti positif sang bayi bagi kehidupan sang ibu. Atau ibu akan memfokuskan perhatiannya pada sensasi gerakan bayi.

Evaluasi Kognisi

Evaluasi kognisi dapat dilakukan saat wawancara atau anamnesa, yaitu dengan interaksi verbal. Dapat juga dilakukan dengan cara observatif, yaitu dengan mengamati langsung kegiatan yang dilakukan.

Fungsi kognisi dapat terganggu karena head injury, stroke (*cerebrovascular accident*), atau penyakit lain yang berhubungan dengan otak. Akibat penyakit-penyakit atau kerusakan akbat injury dalam fungsi seperti fungsi pengambilan keputusan (*judgment*), *memory*, pertimbangan, pemecahan masalah, berfikir abstrak, konsentrasi, fungsi merangkaikan, membaca, menghitung dan fungsi belajar umum; mungkin akan semakin jelas.

Hal-hal yang diamati antara lain ;

1. Kemampuan untuk mengikuti instruksi yang simple atau kompleks.
2. Kemampuan untuk belajar terus dari hari ke hari.
3. Kemampuan untuk mengalihkan tugas pada fungsi tangan (perhatian dan konsentrasi)
4. Kemampuan untuk mengikuti beberaapa langkah dari suatu proses
5. Kemampuan untuk mengantisipasi dan memahami sebab dan akibat.
6. Kemampuan untuk memecahkan masalah
7. Kemampuan untuk merencanakan suatu rangkaian lngkah-langkah penyelesaian tugas
8. Kemampuan untuk menginterpretasikan tanda dan simbol
9. Kemampuan untuk membaca dan menyampaikan perhitungan kehidupan sehari-hari.

Beberapa test sederhana untuk fungsi mental sering digunakan sebagai bagian dari pemeriksaan neurologis atau korelasi dalam evaluasi penampilan (*performance*).

Memory

Memory adalah suatu proses integrasi aktual yang dibentuk dari setidaknya tiga langkah utama, yaitu :

1. Penyimpanan peristiwa-peristiwa yang sedang berlangsung dengan segera

   Dapat di tes dengan meminta A untuk mengulangi beberapa angka yang diberikan. B memulai dengan 2 atau 3 angka yang dikembangkan menjadi 7 angka. Seorang anak 7 tahun normal dapat mengulangi 5 angka, anak 10 tahun mengulangi 6 angka, dan anak 14 tahun dapat mengulangi 7 angka. Penyimpanan dapat juga dites dengan meminta A mengulangi 3 bagian kalimat, seperti “Saya pergi ke kamar saya, makan siang, lalu

datang ke fisioterapis". Bila mungkin, pakailah respon non verbal, A dapat diminta untuk mengikuti 3 tahap komando/instruksi.

2. Penyimpanan peristiwa baru dan pengalaman baru.

   Dapat di tes secara informal dengan menanyakan apa makanan kesukaannya, di mana terapi terakhir diikuti, atau siapa pengunjung setia pasien. Harus juga ditanyakan hal-hal yang berhubungan dengan orientasi waktu, tempat dan orang.

3. Pengingatan kembali hal-hal yang telah disimpan.

   Dapat di tes selama wawancara (*Interview*). Materi tes yang tepat adalah dengan pertanyaan yang berhubungan dengan pekerjaan dan hobby, tingkat pendidikan, dan anggota keluarga.

   Memory seseorang merefleksikan dan tergantung dari struktur kognitif orang tersebut. Bila terjadi perubahan struktur kognitif maka terjadi pula perubahan dalam memori.

Kalkulasi

Kemampuan untuk menghadirkan suatu kalkulasi atau perhitungan dapat diperiksa dalam beberapa cara. Metodenya perlu diadaptasi untuk tingakat pendidikan seseorang dan kecacatan yang menyertai, seperti aphasia, atau agraphia. Pasien mungkin diminta untuk mengurangi 7 dari 100 dan kemudian melanjutkan terus mengurangi 7 dari hasil penguranga sebelumnya. Cara lain yaitu dengan menyelesaikan problem simple matematika dengan menulis. Tingkat lanjutannya dengan balancing a checkbook, juga dapat digunakan. Bila ada respon non verbal, dapat juga diminta untuk menunjukkan hal-hal yang benar.

Berfikir abstrak dapat dievaluasi dengan menanyakan persamaan antara beberapa obyek atau orang, seperti apel dan jeruk, kayu dan besi presiden dengan raja. Pasien dengan kesulitan abstraksi cenderung lebih kongkrit dalam menjawab, seperti apel dan jeruk sama-sama bulat, tadak hanya sama-sama buah. Dalam mengartikan suatu kalimat kiasan, pasien dengan disfungsi cerebri akan menjawab secara harfiah.

"Motor Control Dan Motor Learning"

Performance system saraf menentukan kemampuan manusia dalam meakukan aktivitasnya. Pada bahasan kali ini kita akan mendiskusikan tentang Kontrol saraf pada gerakan yang teratur (*Voluntary Movement*) serta pemahaman tentang *motor learning*.

Motor control dan *motor learning* adalah dua hal yang akan dibahas dalam pembahasan *motor behaviour* walaupun pada dasarnya memiliki perbedaan-perbedaan. Pembahasan mengenai *motor control* difokuskan pada kontrol dan koordinasi terhadap postur dan gerakan sedangkan pembahasan tentang *motor learning* difokuskan pada "*motor skills*" yang mempelajari tentang gerakan-gerakan terampil dimana studi-studi tentang hal tersebut banyak dijumpai pada pendidikan-pendidikan spesialis tentang fisik dan psikologis.

Motor control adalah serangkaian proses yang mengatur dan menyelaraskan fungsi pergerakan. Motor control terjadi melalui mekanisme fisiologis dan psikologis. Perpaduan antara perspektif fisiologis dan psikologis membuat bahasan tentang motor control menjadi lebih menarik.

Salah satu teori tentang motor control adalah bahwa motor control dipengaruhi oleh bentuk perkembangan pada fungsi syaraf itu sendiri (Taylor, 1958). Beberapa studi tentang *motor development* memiliki keterkaitan dengan studi-studi tentang *reflex*, dimana berbicara tentang refleks tidak lepas dari masalah motor kontrol. Teori tentang *motor control* dan *motor learning* merupakan bagian yang umum dari *motor development* (Rosenbaum, 1991).

Pemahaman tentang *motor control* terkait dengan pemahaman kita tentang bagian-bagian gerakan yang relatif sederhana, misalnya aktivitas sel otak terhadap otot-otot fleksor - ekstensor pada *elbow joint* dimana saat melakukan gerakan tersebut dapat diamati bentuk dan pola gerakan yang dilakukan. Dalam studi tentang postural control, diarahkan pada aktivitas otot dan kekuatan secara umum untuk dapat menopang tubuh agar tetap tegak. Beberapa penelitian tentang hal tersebut untuk memahami bagaimana kontribusi sistem saraf terhadap kontrol keseimbangan.

Feed back dari informasi sensoris dibutuhkan pada *motor learning* (Schmidt 1991) dan mengatur perubahan-perubahan pada lingkungan (Polit and Bizzi 1079). Gulliani (1991) menyatakan bahwa walaupun informasi sensoris tetap ada pada saat melakukan gerakan-gerakan cepat akan tetapi tidak dapat digunakan sebagai proses pembelajaran dimana dibutuhkan proses adaptasi dari gerakan yang dilakukan.

Sebagai contoh sederhana yaitu berjalan dimana saat melakukan aktivitas tersebut dengan kecepatan yang sama pada setiap langkahnya telah terbentuk suatu pola dalam motor program pada *neural circuitry*. Hal tersebut dimungkinkan oleh adanya proses adaptasi dan pembelajaran.

Menurut Guiliani (1991) mengatakan bahwa motor kontrol yang dihasilkan bukan hanya ditentukan oleh sistem *neural* saja akan tetapi banyak faktor yang mempengaruhinya antara lain faktor biologis, kognitif, lingkungan sosial, persepsi, dan memory yang membentuk motor behaviour. Secara sederhana dapat kita lihat pada saat proses melangkah, selama fase mengayun (*swing fase*) sangat sedikit aktivitas otot yang dibutuhkan, gerakan yang dihasilkan adalah koordinasi yang baik pada seluruh sendi yang dipengaruhi oleh faktor viscoelastisitas otot dan tendon, gravitasi, momentum, dan *intersegmental forces*. Dalam contoh ini sistem saraf hanya memberikan kontribusi yang kecil pada *motor control.*

Pada dasarnya suatu aktivitas yang dihasilkan dari gerakan yang terkontrol adalah merupakan out put dari *sensory motor integration* dan beberapa gerakan yang terjadi bersifat regulasi.

Struktur Dan Fungsi Sistem Saraf

Sistem saraf merupakan salah satu bagian yang sangat kompleks dalam tubuh manusia, oleh karena itu banyak bagian-bagian yang secara fisiologis belum diketahui fungsinya.

Secara umum system saraf terdiri atas ; neuron dan neuroglia.

Neuron adalah satu serabut saraf (sel saraf) yang terdiri atas tiga bagian:

- Cell body atau soma
- Dendrit
- Axon

Cell body pada dasarnya merupakan wujud dari neuron itu sendiri yang merupakan pusat dari aktivitas saraf dan beberapa juluran-juluran sitoplasma yang dikenal sebagai neurit-neurit.

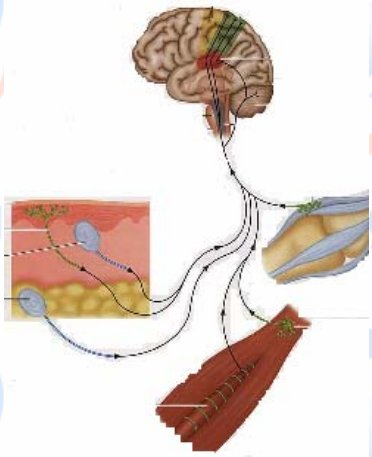
Dendrite dan axon memiliki peran sebagai penghantar impuls. Perjalanan impuls dari dendrit ke badan sel, dan dari badan sel dihantarkan disepanjang axon sampai pada terminal fibril.

Impuls-impuls yang dihantarkan dari stimulasi-stimulasi yang diterima oleh reseptor ke sistem saraf pusat menjadi sebuah informai yang akan diinterpretasikan sehingga dapat

memberikan reaksi sesuai dengan yang diinginkan. Impuls-impils yang diterima oleh sistem saraf pusat umumnya berupa impuls sensorik sedangkan reaksi yang dihasilkan dari adanya informasi sensorik umumnya umumnya bersifat motorik.

Reseptor-reseptor yang menyebar dengan berbagai jenis dan fungsi tertentu itu terdapat dibeberapa area di tubuh manusia antara lain berada di kulit, sendi, otot (tendon golgi dan muscle spindle), mata, dll.

Berikut gambar mekanisme penghantaran impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat :



Dengan melihat kemampuan tubuh untuk dapat menjaga keseimbangan agar tetap dalam sikap tegak menunjukkan fungsi motor kontrol yang berperan besar dalam membentuk posisi tersebut.

Hirarchic models pada Motor Kontrol

Hirarcihic models pada motor kontrol memiliki karakteristik dengan tiga konsep dasar. Pada konsep tradisional adalah *refleks* dalam hal ini pada tingkatan fungsi dan aktivitas motorik yang dilakukan aebagai reaksi adanya rangsangan. Refleks merupakan respon stereotypic terhadap rangsangan sensorik spesifik. Sebagai contoh fleksor withdrawal reflex dan asymmetric tonic neck reflex. Munculnya fleksor withdrawl reflex menjadi antisipasi terhadap adanya rangsangan yang bersifat mengancam pada tumit yang mengakibatkan munculnya respon berupa gerakan fleksi pada anggota tungkai bawah yaitu pada ankle, knee dan hip. Pada asymmetric tonic neck reflex terjadi dengan memposisikan kepada yaitu menghadap ke kiri atau kekanan. Respon yang terjadi adalah ekstensi anggota gerak atas searah dengan gerakan kepala dan fleksi pada anggota gerak atas pada arah yang berlawanan.

Dalam hirarki clasic reflex, bahwa respon yang diberikan dari setiap stimuli menempati tingkatan-tingkatan tertentu pada area spesifik di sistem saraf. Pada Spinal cord untuk phasic reflex, Batang Otak (Brain stem) untuk postural reflex, Mid brain untuk righting dan Cortex untuk motorik dan keseimbangan.

Refleks pada tingkatan spinal cord berupa phasic reflex yang memiliki durasi yang pendek. Spinal refleks juga memiliki karakter pola reciprocal inhibition. Menurut Sherrington, reciprocal inhibition adalah proses yang terjadi dimana otot agonis di fasilitasi untuk melakukan kontraksi sementara otot antagonis untuk inhibisi. Flexor withdrawal reflex dan extensor thrust reflex adalah contoh dari phasic reflex.

Berbeda dengan phasic reflex, maka pada brain stem level bersifat "tonik" karena memiliki durasi yang panjang. Tonic reflex seperti tonic neck, tonic labyrinthine, grasp, dan positive support reflex.

Dalam hirarki model motor kontrol , prilaku-prilaku motorik pada mid brain adalah sesuatu yang kompleks dimana tubuh menjaga untuk bisa tetap tegap terhadap gravitasi. Kemampuan tubuh untuk tetap tegap tersebut dan mengimbangi gaya gravitasi merupakan aktivitas pada tingkatan mid-brain yang menerima sinyal sensoris kompleks antara lain dari mata, telinga, reseptor-resptor cutaneus dan proprioseptor yang ada pada tubuh. Stimulus tersebut memberikan sinyal terhadap keadaan posisi tubuh terhadap garis keseimbangan.

Adalagi beberapa teori tentang motor kontrol yang disampaikan oleh Gallistel (1980) dan Brooks (1986).

Gallistel's Model

Gallistel (1980) berpendapat bahwa adaptasi pada hirarki kontrol yang disampaikan oleh Paul Weiss (1941), suatu komparasi psikologis dan developmentalis. Weiss menyampaikan ada enam tingkatan dari motor coordination, antara lain :

Level 1 – Tingkatan pada Neuron merupakan organisasi neuromotor yang relatif sederhana yaitu Pada motor unit. Motor unit adalah yang menghubungkan motor neuron dengan otot yang akan dipersarafi.

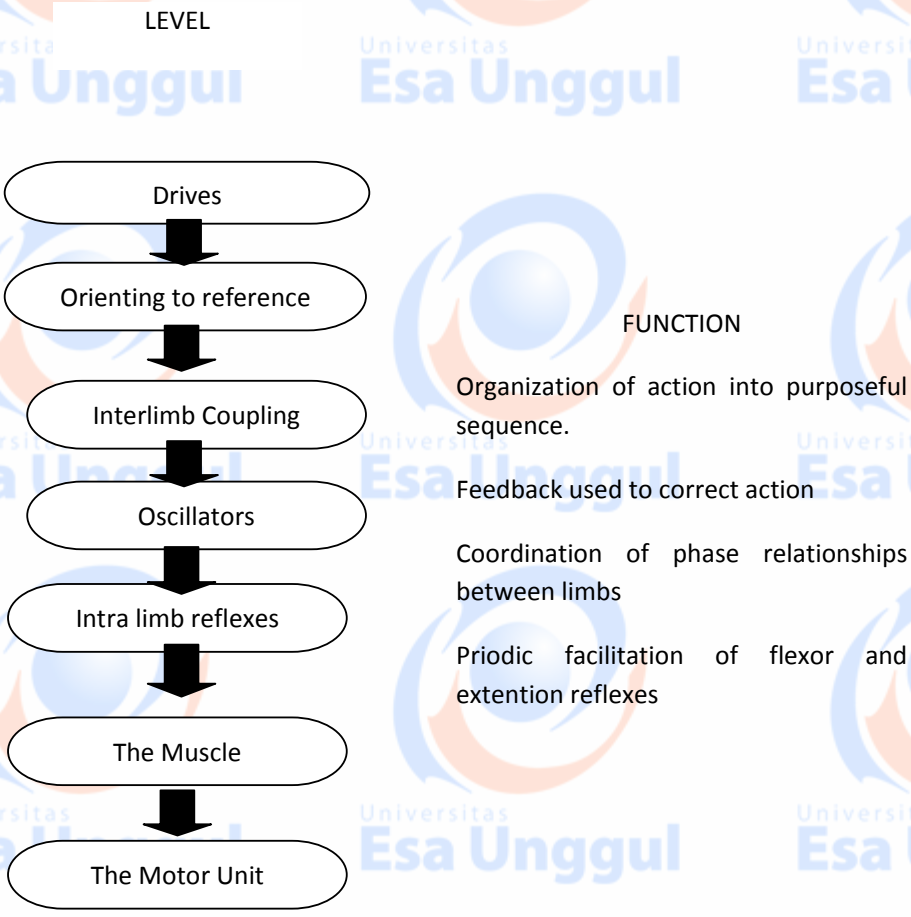
Level 2 - Tingkatan pada otot, merupakan tingkatan terjadinya kontraksi dari sekelompok motor unit.

Level 3 – Tingkatan grup otot, merupakan tingkatan fungsi beberapa kelompok otot yang melakukan kerja pada suatu sendi.

Level 4 – Tingkatan organ, (atau beberapa sendi dalam segmen tubuh, seperti rongga tubuh (trunk) merupakan bagian yang melakukan gerakan dan mengatur koordinasi gerakannya pada setiap satu sendi.

Level 5 – Tingkatan sistem organ, merupakan kombinasi dari gerakan yang terorganisir merupakan fungsi locomotor. Sistem locomotor yang berjalan pada setiap unit.

Level 6 – Tingkatan organisme, merupakan tempat dari fungsi motorik dalam konteks mahluk hidup. Pada tahap ini merupakan tingkatan tertinggi dari koordinasi gerakan. System sensorik memberikan informasi terhadap perubahan-perubahan yang terjadi pada lingkungan.



Gambar 4.2 Gallistel's hierarchy

Perubahan-Perubahan Sistem Skeletal

Sistem skeletal yang akan di bahas pada bab ini lebih difokuskan pada tulang skeletal dan kartilagonya. Pemahaman tentang perkembangan komponen sistem skeletal dan kontribusinya terhadap gerakan fungsional manusia.

Komponen Sistem Skeletal

- **Kartilage**

Kartilage adalah tipe jaringan konektif yang dapat menyesuaikan dengan adanya tekanan mekanikal dan aktivitas menopang struktur tubuh lainnya.

Kartilage melakukan mekanisme absorpsi terhadap kejutan, aktivitas sliding dari permukaan sendi, dan berperan pada pertumbuhan dan perkembangan tulang.

Ada tiga tipe kartilago dimana diantara ketiganya memiliki fungsi yang berbeda; antara lain

1. *Hyaline cartilage*
2. *Fibro cartilage*
3. *Elastic Cartilage*

Hyaline Cartilage

Kartilage lebih bersifat kaku dan sering dijumpai di permukaan sendi dan pada bagian-bagian pernapasan seperti pada trachea dan bronchi. *Hyeline Cartilage* juga berperan dalam pembentukan tulang-tulang panjang yang dapat dijumpai pada pertumbuhan epyphyseal plate.

Fibro Cartilage

Fibrocartilage dapat dijumpai pada acetabulum, discus intervertebralis, meniscus, tendon otot. *Fibro cartilage* ini lebih lunak dibandingkan dengan *Hyaline cartilage* tetapi tetap berperan dalam memperkuat struktur sistem skeletal.

Elastic Cartilage

Elastic cartilage adalah jenis cartilage yang lunak dan dapat dijumpai pada larynx, telinga, dan epiglottis yang berfungsi untuk mendukung flexibilitas (Bacon & Niles,1983).

Pada tulisan ini fokus utama yang akan dibahas adalah pada hyaline cartilage.

Hyaline cartilage merupakan permukaan akhir dari suatu tulang yang membentuk sendi synovial, yang disebut sebagai *articular cartilage*. Articular cartilage sangat berperan untuk memfasilitasi gerakan pada sendi dan dapat menyesuaikan dengan tekanan yang terjadi pada persendian. Cairan synovial dan cairan peredam tekanan pada permukaan *articular cartilage* berperan dalam melicinkan permukaan sendi agar mengurangi gesekan antar tulang dalam persendian. *Articular cartilage* mengakibatkan rendahnya gesekan pada permukaan sendi selama sendi bergarak bebas, akan tetapi jika tidak dapat berfungsi secara maksimal maka akan terjadi microtrauma yang menjadi cikal bakal terjadinya osteoarthritis.

Cartilage terdiri atas unsur air, jaringan kollagen, sel cartilage (*Chondrocytes*). Tidak terdapat suplai saraf dan pembuluh darah. Kebutuhan akan oksigen dan nutrisi didapatkannya dari jaringan disekitarnya. *Cartilage* yang lainnya berupa lapisan penutup pada jaringan konektif yang disebut perichondrium. Perichomdrium memiliki vaskularisasi dan suplai nutrisi melalui difusi dari cairan synovial. Proses difusi terjadi selama proses kompresi dan dekompresi.

Tulang (Osteo)

Unsur tulang terdiri dari 25-35 % air dan 60-70 % mineral dalam bentuk kalsium posfat dan kalsium karbonat yang memiliki kemampuan terhadap tekanan dan regangan. Akan tetapi kemampuan tulang untuk menahan tekanan dan regangan memiliki batas kemampuan sehingga pada keadaan diluar kemampuan tulang maka akan mengalami kerusakan.

Perubahan-perubahan dalam bentuk dan fungsi tulang akan diikuti perubahan susunan dalamnya (Hukum Wolf).

Pada manusia tulang memiliki beberapa fungsi antara lain sebagai pelindung organ-organ vital, penopang berat badan, tempat penyimpanan mineral, struktur penentu gerakan, tempat tersimpannya sumsum tulang.

Tulang sebagai pelindung organ-organ vital misalnya tulang tengkorak untuk melindungi otak, tulang belakang untuk melindungi medulla spinalis, Tulang iga untuk melindungi jantung dan paru-paru. *Shoulder girdle, pelvic girdle, upper extremities,* dan *lower extremities* merupakan salah satu bahagian dari tulang rangka yang peran sebagai penopang berat badan dan penentu gerakan. Tulang juga menjadi tempat melekatnya otot untuk dapat bekontraksi dalam menghasilkan suatu gerakan.

Tulang merupakan jaringan konektif yang khusus dimana memiliki format yang kuat tetapi struktur yang fleksibel sebagai support dan proteksi. Tulang berisikan material

anorganik yaitu garam-garam mineral yang terdiri atas *calsium* dan *phosphate* yang membentuk struktur tulang yang kaku sedangkan material organik yang terdiri atas jaringan *collagen*, *glycosaminoglycans* (GAGs) dan air yang membentuk struktur tulang yang fleksibel (Nordin & Frankle 1989).

Proses pembentukan tulang disebut osifikasi. Tulang–tulang yang pendek seperti halnya clavicula, Tulang pipih (tulang kepala) skull (tulang parietal dan tulang frontal), nasal, maxilla / mandibula, dibentuk melalui osifikasi langsung dalam satu tahap dari jaringan ikat membran-membran atau ***intramembranous ossification.***

Proses *Intramembranous ossification* berada pada jaringan mesenchyme. Sel-sel Mesenchymal membentuk organik matriks yang disebut *osteoid*, yang mana komposisinya terdiri atas jaringan kollagen. Kristal-kristal *calcium phosphate* berakumulasi pada jaringan kollagen yang terjadi pada proses ossifikasi. (Gould & Davies, 1985).

Didalam suatu lembaran jaringan pengikat, sel-sel jaringan pengikat menyusun diri dalam barisan-barisan. Dalam tingkat selanjutnya sel-sel jaringan pengikat tersebut menjadi membesar tetapi masih tetap berhubungan satu dengan yang lain. Sel-sel jaringan pengikat tersebut (*osteoblast*) dan menghasilkan beberapa bahan. Di antara dua baris sel-sel tersebut terdapat serabut-serabut halus yang dihasilkan oleh sel-sel jaringan pengikat. Serabut-serabut ini membentuk suatu berkas serabut-serabut, tempel menempel yang disebabkan oleh *osteomucoid* yang juga dihasilkan oleh *osteoblast*.

Bahan terjadi secara demikian disebut *osteoid* atau *ossein*. Didalam *osteoid* ini kemudian diendapkan garam-garam kapur. Dengan demikian terjadi tulang yang berbentuk seperti jarum yang disebut *specula*.

Osteoblast menghasilkan *osteoid* disekelilingnya, sehingga *osteoblast* akhirnya terdapat didalam *osteoid*, kemudian menjadi tulang. Osteblast berdegenerasi dan mati, dan disebut *osteocyt*. Dengan mikroskop terlihat sel-sel tulang kecil (osteosit) yang terletak didalam jaringan berisi serat-serat kolagen yang sangat tahan terhadap tekanan, garam-garam anorganik (yang menyebabkan kerasnya tulang) dan garam-garam organik yang memberi kelenturan pada tulang. Perbandingan antara garam-garam organik dan anorganik pada tulang bayi adalah 1 : 1, tetapi ini akan berubah sehingga pada usia 60-70 tahun perbandingan tersebut menjadi 7 : 1. Hal ini menyebabkan tulang-tulang muda menjadi elastis, sedangkan tulang-tulang tua mudah patah.

Osteoblast yang terdapat pada dataran specula menghasilkan *osteoid* dan kemudian menjadi tulang, dan ditambahkan kepada tulang specula yang telah terbentuk. Dengan

demikian specula dapat menjadi tebal dan panjang. *Spicula* yang telah memanjang saling berdekatan dan berhubungan sesamanya, sehingga terjadi suatu anyaman dari batang-batang tulang atau disebut trabeculae yang terbentuk suatu lembaran tulang.

Pada dataran sebelah luar lembaran tulang tersebut diatas masih terdapat jaringan pengikat yang masih ada dan menempel pada tulang berubah menjadi *osteblast*, dan menghasilkan *osteoid* yang ditambahkan pada lembaran tulang itu.

Selain sel-sel jaringan pengikat yang menjadi *osteoblast* terdapat sel-sel jaringan pengikat yang berubah menjadi *osteoclast*. *Osteoclast* ini lebih besar dari *osteoblast*, mempunyai lebih dari satu nukleus dan dapat merusak bahan tulang. *Osteoclast* berperan dalam proses pembentukan bentuk dari suatu tulang dan *cavum medullaris*. *Osteoclast* terdapat didalam lekuk-lekuk di dalam tulang. Lekuk-lekuk ini disebut *lacuna howship*.

Pada bayi yang baru lahir, tulang-tulang kepala tidak terbentuk lengkap, ada daerah dimana ossifikasinya tidak lengkap, ini dinamakan fontanel-fontanel, yang dapat diraba dengan jari. Tulang-tulang yang panjang (femur, humerus, tibia dan lain sebagainya), vertebra, sternum dan tulang iga mengalami perkembangan dari cartilago dibentuk melalui osifikasi tidak langsung, yaitu : *osifikasi intrakartilaginea* atau *Endochondral Ossification.*

Endochondral Ossification.

Ossificatio endrochondralis terjadi di dalam kartilago hyaline yang bentuknya mirip ukuran kecil tulang yang akan dibentuk. Bakal tulang panjang yang terdiri dari kartilago tersebut dapat di bagi atas bagian tengah yang disebut *Diaphysis* dan bagian-bagian ujung yang disebut *Epiphysis*.

Diaphysis dikelilingi oleh suatu lapisan jaringan yang melebar dan terletak antara *epiphysis* dan *diaphysis* yang disebut *metaphysis* dan pada umumnya perkembangan tulang ke arah panjang tulang berlangsung di atau melibatkan daerah *metaphysic* tersebut. *Diaphysis* adalah bagian batang tulang yang merupakan bagian dari bentuk tulang sebagai pusat ossifikasi yang utama (*primary centre of ossification*). *Epiphysis* adalah ujung / bagian akhir dari tulang-tulang yang panjang yang merupakan bagian dari bentuk tulang sebagai *secondary centres of ossification*. *Epiphyseal plate* merupakan bagian atau zona pertumbuhan tulang. *Metaphysis* merupakan bagian dari batang tulang yang membatasi antara epiphyseal plate dengan batang tulan. *Metaphysis* tetap mengalami proses perkembangan bersama-sama dengan *epiphysis* sampai pada usia dewasa.

Proses ossifikasi mulai dengan munculnya suatu *centrum ossificatio primarium* di pusat kartilago yang juga disebut *centrum diaphysiale*. Beberapa para ahli mengatakan bahwa

centrum ossificationis ini pada manusia muncul pada tahap akhir periode embryonal, sedangkan pada hewan menyusui proses ossifikasi ini terjadi dalam periode embrional tanpa disebutkan tahapnya. Hasilnya adalah suatu korpus yang telah menulang dengan kedua ujungnya yang bersifat atau mengandung kartilago.

Kartilago yang terdapat di dalam *epiphysis* juga mengalami perubahan seperti dalam *diaphysis*. Pada *epiphysis* terjadi ossifikasi sekunder di dalam *centrum ossificationis secundarium* atau *centrum epiphyseale* dengan cara yang sama seperti ossifikasi primer yang terjadi pada *centrum diaphysiale*. Proses penulangan pada *centrum epiphysiale* ini berjalan kearah radial. Dalam proses penulangan pada *epiphysis* juga terjadi ruangan atau lacuna di dalam *epiphysis* pada periode akhir kehamilan atau waktu baru lahir, dan pada hewan menyusui *centrum ossificationis* ini terjadi dalam periode embryonal.

Sampai pada tingkat tersebut diatas, kartilago yang masih terdapat diantara *epiphysis* dan *diaphysis* disebut kartilago *epiphysialis* atau *linea epiphysialis*. Di dalam kartilago *epiphysialis* terjadi beberapa proses yang mendasari perumbuhan tulang ke arah panjang tulang. Dalam kaitannya dengan pertumbuhan tulang, kartilago *epiphysialis* dapat dibagi menjadi empat zona, sedangkan menurut beberapa ahli kartilago *epiphysialis* di bagi menjadi beberapa daerah pertumbuhan.

Permulaan ossificatio terjadi *hipertrofi chondrocyti* di bagian tengah *epiphysis*, dan terjadi penumpukan glikogen di dalam *chondrocyt*i serta *cytoplasmanya* mengandung banyak vacuola. Kemudian pada matrik cartilago di bagian tengah *diaphysis* diendapkan garam kalsium dan terjadi kalsifikasi, sedangkan *chodrocyti* yang terperangkap oleh matrik yang telah mengalami klasifikasi dan berdegenerasi.

Di samping perubahan-perubahan yang terjadi di dalam dan disekeliling *chondrocyti* pada bagian tengah *diaphysis* terjadi *ossificatio perichondrialis* yaitu sel-sel yang terdapat pada *stratum osteogeneticum*, atau lapisan dalam *perichondrium* yang mempunyai kemampuan osteogen, berdiferensiasi menjadi *osteoblast* yang dengan cepat membentuk tulang periosteal atau os *perichondralis* dan membentuk annulus osseus di sekeliling *centrum diaphysis*ale. Tulang periosteal yang berbentuk cincin ini terjadi secara osteogenesis membranacea.

Selanjutnya suatu tunas vasculer yang berasal dari lapisan bagian dalam perichondrium tumbuh dan menembus masuk kedalam matrix cartilago yang telah mengalami klasifikasi di bagian *centrum diaphysiale* atau yang disebut *cartilago calsificata*. Tunas vasculer ini terdiri dari satu plexus capillaries yang sedang tumbuh aktif beserta sel-sel *mesenchyma* seperti *osteoblast* dan chondroclasti. *Chondroclasty* menghancurkan dan

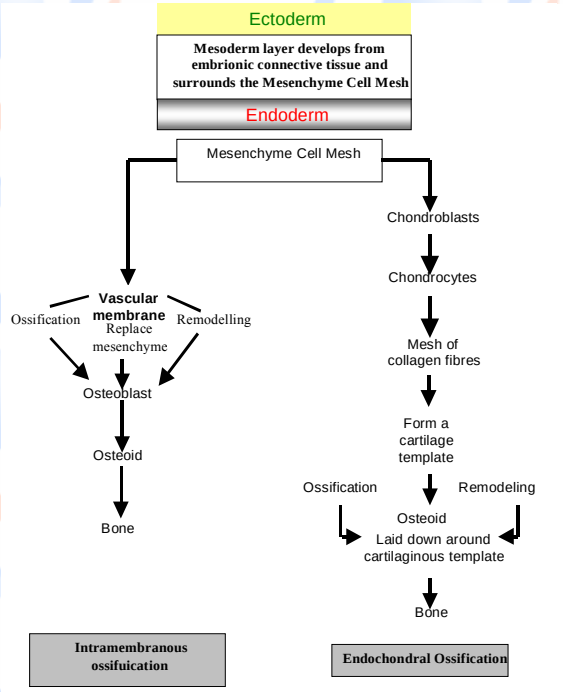
menghilangkan matriks *cartilago calsificata* di daerah *diaphysis* dan menyebabkan terbentuknya ruang yang disebut areola primativa. Ruangan ini disebut juga *cavitas medullaris* atau *cavitas medullaris primordialis*.

Sementara itu *osteoblast* menyusun diri sepanjang tepi-tepi cartilago yang masih tinggal dan melalui aktivitas *osteoblast* dihasilkan bahan-bahan yang disebut *osteoid* dan ditumpuk pada cartilago tersebut. Di dalam *osteoid* kemudian di endapkan garam-garam kalsium dan dengan demikian terbentuk tulang-tulang menyerupai jarum dan di sebut specula. Spicula dapat menjadi tebal dan panjang serta berhubungan sesamanya, sehingga terjadi anyaman batang-batang tulang yang disebut *trabeculae*.

Lapisan-lapisan atau batang-batang tulang ini bersatu membentuk os spongiosum dan ruangan yang terdapat di antara batang-batang tulang disebut areola secundaria, atau disebut juga cavitas medullaris.

Perubahan-perubahan yang terjadi dalam perkembangan tulang panjang selanjutnya terdapat pada bagian-bagian kedua ujung *diaphysis*. Di bagian-bagian ini chondrocyti menyusun diri berderet-deret dalam arah sejajar dengan sumbuh panjang tulang, dan sel-selnya mengalami hipertrofi. Pada matrix cartilago yang belum mengalami klasifikasi dan chondrocyti berdegenerasi.

Dibandingkan dengan bagian-bagian tubuh lain, tulang-tulang tumbuh sangat cepat pada tahun-tahun pertama pertumbuhan dan masa dewasa. Oleh karena itu, pada masa kanak-kanak yang masih mengalami pertumbuhan, latihan hanya diperbolehkan yang ringan-ringan saja, dan tidak melebihi berat badannya.Berikut ini bagan mengenai proses pertumbuhan dan perkembangan tulang :



Gr. 5.3 Proses pertumbuhan dan perkembangan tulang

Tulang rawan epifisis biasanya menjadi tulang pada masa cukup dewasa. Perubahan patologis pada lempeng pertumbuhan biasanya disebabkan karena gangguan hormonal; juga dapat disebabkan oleh pembebanan yang berlebihan.

Bila terjadi pembebanan yang berlebihan pada anak-anak berusia antara 10 dan 16 tahun dapat menimbulkan kelainan, seperti pada penyakit Osgood Schlatter, disini terjadi kelainan-kelainan pada tendo insersio otot ekstensoris sendi lutut di tuberositas tibia. Lempeng pertumbuhan pada tulang tibia mengalami iritasi, sehingga pertumbuhannya dipercepat, terjadi pembesaran yang dapat dilihat, terutama bila dibandingkan dengan tungkai sebelahnya yang masih normal. Anak tersebut akan mengalami kesulitan pada waktu berlutut di lantai yang keras, karena lututnya akan terasa nyeri.

Maturasi sistem skeletal

Membahas tentang perkembangan kerangka, maka akan meliputi tiga komponen yang saling berkaitan, tetapi dapat dipisahkan, yaitu

- Penambahan ukuran (pertumbuhan)
- Penambahan maturitas (kematangan)
- Penambahan umur

Maturasi kerangka merupakan suatu proses metamorfosis dari kerangka khondral dan kerangka membran pada fetus menjadi tulang-tulang yang sempurnah pada masa dewasa. Tetapi keadaan kerangka tidak perlu sesuai dengan tinggi, berat, ataupun umur. Sebenarnya perubahan-perubahan maturasi kerangka berhubungan erat dengan perubahan-perubahan maturasi dalam sistem reproduksi. Sebaliknya hal ini secara langsung berpengaruh terhadap sebagian besar perubahan-perubahan yang terlihat dari luar, yang biasanya menjadi dasar pengamatan kematangan tubuh secara umum. Rangka seorang anak yang sehat berkembang dengan kecepatan yang sama antara satu bagian dengan yang lainnya. Jadi pemeriksaan radiografik terhadap suatu bagian tubuh saja oleh beberapa ahli dianggap cukup untuk perkiraan keadaan rangka seluruhnya. Tangan adalah bagian tubuh yang paling sering dipergunakan dan diperiksa, sehingga sering dikatakan bahwa bagaimana tangan maka begitu pula kerangka tubuh secara keseluruhan.

Penilaian maturitas kerangka adalah penting untuk menentukan apakah pertumbuhan kerangka seorang anak maju atau terlambat, maka dari itu penting dalam penentuan diagnosa kelainan-kelainan endokrin dan nutrisi. Keadaan kerangka sering dinyatakan dalam hubungannya dengan umur pertumbuhan rangka tersebut. Ini menyangkut pembandingan gambaran-gambaran radiologik daerah tertentu pada rangka dengan nilai-nilai standar yang telah dijadikan acuan. Umur kerangka yang hendak ditentukan adalah umur pada standar yang paling dekat persesuaiannya. Telah dipublikasikan standar-standar yang telah terperinci untuk perkembangan normal post natal misalnya tangan, lutut dan kaki.

Periode Maturasi Kerangka

1. Periode Embrional

Periode ini meliputi masa perkembangan embrio selama delapan minggu pertama sesudah ovulasi. Clavicula, mandibula, maxilla, humerus, radius, ulna, femur, dan tibia mulai menulang dalam 2 minggu terakhir periode ini.

2. Periode Fetal

Masa ini dimulai delapan minggu sesudah ovulasi, waktu panjang kepala sampai ke daerah pinggul embrio dan mencapai kira-kira 30 mm. Tulang-tulang berikut ini mulai menulang pada periode fetal awal atau kadang-kadang dalam periode embrional akhir; scapula, illium, fibula, phalanges distalis tangan dan beberapa tulang cranium, misalnya os frontale.

Tulang-tulang berikut ini mulai menulang pada separuh bahagian pertama kehidupan intra uterina. Kebanyakan tulang-tulang cranium dan *diaphysis* (costae, ossa metacarpalia,

ossa metatarsalia, phalanges), dan kadang-kadang pada calcaneus, os ischii, os pubis, beberapa segmen pada sternum, arcus vertebrae, dan pusat-pusat penulangan vertebra.

Tulang-tulang berikut ini mulai menulang tidak lama sebelum fetus dilahirkan: calcaneus, talus, os cuboideum, dan biasanya ujung distal femur dan ujung proximal tibia, dan kadang-kadang processus coracoideus, caput humeri serta os capitatum dan os humatum, dan jarang sekali caput femoris dan os cuneiforme laterale.

3. Periode Kanak-Kanak

Masa ini adalah periode yang dimulai semenjak lahir sampai pada masa pubertas, termasuk pula masa bayi yakni satu atau dua tahun pertama sesudah lahir. Sebagian besar dari *epiphysis* pada anggota badan, bersama-sama dengan ossa carpi, ossatarsi, ossa sesamoidea, mulai menulang pada masa kanak-kanak ini. Beberapa peneliti mengatakan bahwa pusat-pusat penulangan umumnya timbul satu atau dua tahun lebih awal pada anak perempuan dari pada anak laki-laki. Selain itu *epiphysis* yang paling dulu timbul dalam suatu bagian kerangka.

4. Periode Adolesen

Periode ini meliputi pubertas dan periode mulai dari pubertas sampai dewasa. Pubertas biasanya terjadi pada umumr 13. Kurang lebih 2 tahun anak perempuan, dan 2 tahun lebih lambat pada anak laki-laki. Sebagian besar pusat-pusat penulangan sekunder pada vertebra, costa, clavicula, scapula, dan os coxae mulai menulang pada masa adolesen ini. Penggabungan antara pusat-pusat *epiphysis* dengan *diaphysis* biasanya terjadi antara umur 10 – 13 tahun. Penggabungan ini biasanya terjadi satu atau dua tahun lebih cepat pada wanita daripada laki-laki. Penutupan linea epiphysialis ada di bawah pengaruh hormonal.

5. Periode Dewasa

Humerus dipakai sebagai kriteria kerangka akan adanya transisi ke tingkat adolesen dan ke tingkat dewasa, dalam arti bahwa diantara *epiphysis-epiphysis* tulang panjang, *epiphysis* distal pada humerus adalah yang pertama bergabung, sedang *epiphysis* proximalnya adalah yang terakhir yakni pada umur 19 tahun atau lebih. Pusat penulangan crista illiaca bergabung pada awal periode dewasa yakni pada umur 21-23 tahun. *Synchondrosis sphenooccipitalis* juga menutup pada awal periode dewasa yakni pada umur-

umur 20 – 21 tahun, dan sutura pada atap cranium mulai menutup kira-kira pada waktu yang sama yakni pada umur 22 tahun atau lebih.

Tulang-tulang berbeda menurut ras, seks, umur dan juga antara individu satu dengan individu lainnya. Tulang-tulang wanita umumnya lebih ringan dan lebih kecil, oleh karena wanita biasanya lebih kecil dan berhenti tumbuh lebih awal. Permukaan tempat perlekatan otot lebih menonjol pada laki-laki daripada perempuan.

Disamping karena ukurannya, tulang anak-anak berbeda karena ia lebih lentur. Bila mendapatkan tekanan tertentu ia akan patah seperti batang-batang pohon yang masih muda. Kadang-kadang tulang tersebut hanya melengkung saja, sedang pada keadaan yang sama tulang dewasa akan patah. Tulang-tulang pada usia lanjut dapat menunjukkan adanya atrofi yang menyeluruh dan berkurangnya substansi compocta, tetapi belum tentu hal ini mutlak menyertai usia lanjut.

Variasi-variasi individual disebabkan oleh berbagai hal. Variasi-variasi yang umum adalah perbedaan-perbedaan dalam ukuran dan berat tulang, dan perbedaan-perbedaan itu biasanya berhubungan langsung dengan tinggi badan dan pertumbuhan otot pada individu. Tulang-tulang mulai berubah setelah lahir, waktu aktivitas otot sudah konsisten ada. Sebagai contoh, untuk perkembangannya yang sempurnah processus coronoideus mandibulae banyak tergantung kepada otot-otot pengunyah. Ciri-ciri sekunder yang berupa permukaan-permukaan yang kasar atau linea mulai tampak pada waktu pubertas. Ciri-ciri sekunder ini adalah khas untuk tempat-tempat perlekatan jaringan fibrosa dan tendo. linea promer, seperti linea aspera femoris, dapat menjadi makin tebal dan makin tinggi.

Tulang dapat mengalami hipertrofi. Apabila sebuah tulang pada anggota badan diambil atau secara congenital tidak ada, misalnya fibula, maka tulang yang berdekatan dengannya (tibia) akan membesar. Sebaliknya tulang akan mengalami atrofi, apabila aktivitas otot sangat berkurang atau tidak ada sama sekali, misalnya pada anggota badan yang berada dalam cetakan gibs, atau bila terkena penyakit dengan paralysis.

PERKEMBANGAN OTOT DAN FUNGSI

Karakteristik Otot Rangka

Otot adalah jaringan yang terbesar dalam tubuh. Ada 3 tipe otot yakni otot skelet (volunter), otot polos (Involunter) dan otot jantung. Ketiganya dikelompokkan lagi menjadi 2 tipe otot lurik dan otot polos. Empat puluh persen dari berat badan manusia terdiri dari otot rangka, dan 10 % terdiri dari otot polos dan otot jantung. Otot polos terdapat pada dinding saluran cerna, saluran kemih, uterus, dan pembuluh darah. Sedangkan otot jantung hanya terdapat pada jantung.

Otot halus merupakan salah satu tipe otot polos yang ditemukan pada dinding system pencernaan, visica urinaria dan pembuluh darah. Hal utama dari kontraksi otot halus adalah penurunan diameter. Panjang sel otot yang berkisar antara 10-600 nm diameternya : 2-12 nm berbentuk spindle dan hanya satu, terletak di nucleus.

Otot lurik terdiri dari otot jantung dan skelet. Otot jantung merupakan bentuk khusus dari otot lurik yang hanya terdapat dijantung, tersusun dari protein yang identik dengan otot skeletal tetapi tersususun oleh serabut-serabut yang berbeda. Sel-sel tersebut berbentuk tidak teratur dan biasanya hanya satu dan pusatnya terletak di nucleus.

Otot skelet secara umum dianggap jaringan penkonsumsi energi yang utama lainnya . Otot skelet juga dikenal sebagai otot volunter, lurik, bergaris atau otot segmental. Produksi energi selama kontraksi hanya sekitar 20% yang digunakan untutk menghasilkan gerakan. Saat istirahat akan hilang sebagai panas.

Dalam tubuh terdapat lebih dari 500 otot rangka . Pada tingkat mikroskopik sel-sel otot dianggap/tampak menjadi silindris, memiliki panjang rata-rata 1-40 nm dan diameter 10-100. Sel-sel tersebut merupakan multinuklea dengan lokasi nuklei pada bagian perifer sel atau hanya dibawah sarkolema atau membran plasona. Kearah keluar sarkolema adalah lapisan glikosilat (juga terdiri dari protein yang berfungsi sebagai enzim) dari serabut-serabut collagen yang disebut external lamina yang melengkapi masing-masing sel.

Seluruh otot ditengah-tengah selubung jaringan serabut-serabut collagen dan fibroblas yang dikenal sebagai epimysium. Perluasan selubung ini diteruskan kedalam bagian interior otot, membagi lagi kedalam bundel-bundel kecil atau kelompok-kelompok myofibril

yang disebut fasciculus. Masing-masing bundle atau fasciculus diselubungi oleh selembar jaringan penghubung dikenal sebagai perymsium. Di dalam fasciculus myofibril otot masing-masing di kelilingi/diselubungi lembaran jaringan penghubung yang dikenal sebagai endomysium. Endomysium kaya akan pembuluh darah serabut saraf. Seluruh jaringan ikut akhirnya menjadi satu pada tendon junction. Tendon mentransmisi seluruh kekuatan konstraksi melalui serabut otot ke tulang.

Setiap myofiber masing-masing terisi oleh bundle-bundel glindric myofibril yang terbentuk dari myofilaments. Masing-masing myofilament dibagi ke dalam segmen-segmen yang dikenal dengan garis Z atau Z bands garis-garis ; garis Z ini sebenarnya adalah actin dan myosin yang satu sama lain selama kontraksi otot. Pengaturan ini berulang pada unit-unit actin dan myosin yang dikenal sebagai sarkomer. Sarkomer merupakan unit kontraktil dasar dari serabut otot dan meluas dari garis Z ke garis Z lainnya, pola terang dan gelap pada sarkomer menunjukkan jumlah dari filament actin dan myosin

Molekul actin terdiri dari dua jenis, yaitu : 1) aktin – G, dan 2) aktin–F. Aktin–G merupakan protein globlar dengan berat molekul 42.000. Pada aktin-G terdapat tempat melekat molekul aktin lainnya, molekul myosin, tropomiosin, troponin I dan ATP. Aktin–F merupakan protein fibrous yang berfungsi sebagai kerangka dari filament aktin.

Suatu system dari saluran *anastomous membranous* paling dalam yang dikaitkan dengan permukaan masing-masing myofibril lain-calsium (Ca^{++}) diperlukan untuk kontraksi otot yang dilepaskan dari SR dan Kembali diserap oleh SR.

Tubulus merupakan perluasan dari sarkolema kedalam interior serabut-serabut otot. Tentunya pada gabungan dalam selubung dari T tubules dengan mengasosiakan pemuatan SR atau junctionthe lauaginitians tubulus menjadi ikatan yang dalam dengan perluasan SR ini dikenal dengan sebagai ”Terminal Cisternal”.

Fungsi tubulus T adalah memperluas gelombang depolarisasi dari kontraksi otot melalui seluruh myofibril otot.

Jenis-Jenis Otot

Perbedaan ukuran panjang dan diameter otot-otot dalam tubuh kita menyebabkan karakteristik kontraksi dari setiap otot juga berbeda, tergantung dari fungsi otot itu sendiri.

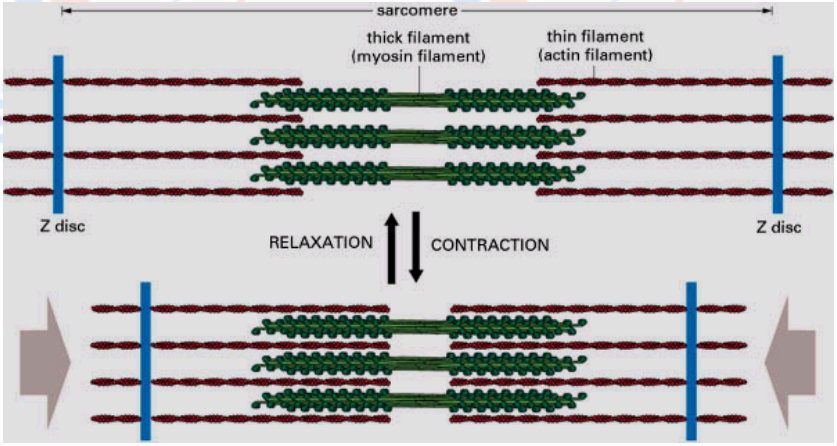
Sebagai contoh, otot –otot besar seperti otot solleus memiliki kecepatan kontraksi 1/5 detik, gastrocnemius memiliki kecepatan kontraksi 1/12 detik, sedangkan otot –otot bola mata mempunyai kecepatan kontraksi 1/40 detik. Karena pergerakan bola mata membutuhkan kecepatan yang tinggi untuk mempertahankan fiksasi mata terhadap suatu obyek tertentu.

Berdasarkan kecepatan kontraksinya tersebut, maka otot dapat dibagi dalam dua bagian besar, yaitu :

1. Serabut tipe cepat
2. Serabut tipe lambat

Ada tiga jenis tipe serabut otot rangka, akan tetapi pada manusia tipe IIA sangat jarang, pada umumnya hanya Tipe I dan IIB. Otot tipe I disebut otot merah (*red muscle*) karena banyak mengandung mioglobin dan serabut saraf, sedangkan yang kurang mengandung mioglobin disebut otot putih (*white muscle*).

Pada dasarnya proporsi antara *red muscle* dengan *white muscle* dari beberapa penelitian menunjukan bahwa hal tersebut di tentukan oleh faktor genetik, walaupun demikian pengaruh persarafan oleh motor neuron serta latihan fisik turut mempengaruhinya.



Gr. 6.1 Proses kontraksi dan relaksasi Otot

Mekanisme Kontraksi dan Relaksasi

Otot merupakan struktur elastik yang terdapat dalam medium yang viscous (*teori viskoelastic* 1840-1920). Jumlah energi yang dilepaskan pada proses kontraksi tergantung dari seberapa jauh otot tersebut diregangkan. Sejak ditemukannya struktur aktin dan myosin sebagai protein kontraktil maka muncullah teori *continous filament theory* yang menjelaskan bahwa proses kontraksi molekul aktin dan myosin berkombinasi membentuk satu *continous filament*.

Tahun 1954, Huxley mengajukan *sliding filament theory*. Dengan menggunakan mikroskop electron serta dukungan data biokimia, maka teori *sliding filament* dikembangkan menjadi *cross-bridge theory* yang mana menjelaskan bahwa kepala dari myosin membentuk *cross-bridges* dengan aktin monomer.

Menurutnya bahwa pada saat kontraksi *cross-bridges* pertama-tama akan menempel pada filament tipis dan menariknya kearah central dari pita A, kemudian ia akan terlepas dari filament tipis sebelum kembali bergerak kedalam posisinya yang semula. Gerakan yang terjadi tersebut disebut juga *rachet theory*.

Jika terdapat troponin-tropomiosin kompleks, filament aktin akan melekat erat dengan filament miosin dengan adanya ion Mg dan ATP. Namun, jika terdapat troponin-tropomiosin kompleks maka interaksi antara filament aktin dan myosin tidak terjadi. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa pada keadaan relaksasi bagian aktif dari filamen aktin ditutupi oleh troponin-tropomiosin kompleks. Hal ini menyebabkan bagian aktif tersebut tidak dapat melekat dengan filament myosin untuk menimbulkan kontraksi.

Setiap dikeluarkannya isi sebuah gelembung sinaptik (biasanya berisi Ach) akan dihasilkan perubahan tegangan listrik pada sel post sinaptik. Pada setiap perangsangan saraf pada umumnya akan dilepaskan sejumlah gelembung sinaptik secara serentak sehingga membran ototnya mengalami depolarisasi diatas nilai ambang sehingga terbangkitlah aksi potensial. Potensial menyebar ke seluruh sel otot yang akan berakhir sebagai kontraksi.

Secara umum proses kontraksi dan relaksasi yang terjadi pada otot adalah sebagai berikut :

Mekanisme kontraksi otot terjadi melalui beberapa tahapan yaitu dimulai pada terjadinya aksi potensial pada *motor neuron* yang menyebabkan pelepasan Ach. Ach akan terikat dengan

reseptor pada otot yang menyebabkan end plate potential (EPP), Na channel terbuka dan ion Na akan masuk kedalm sel otot dan memulai aksi potensial pada otot. Aksi potensial pada otot tersebut akan menyebabkan ion Ca masuk ke dalam sel dan merangsang pelepasan ion Ca intra sel dari sisterna RS (*Ca interduced Ca Released*)

Depolarisasi dari SR terjadi dengan mengaktifkan Ca channel pad tubulus T melalui reseptor dihidropiridin yang terdapat pada Ca channel. Ion Ca dari RS ini akan terikat dengan TN-C dan selanjutnya merubah konfigurasi troponin-tropomiosin kompleks dan terjai sliding dari filament aktin dan myosin. Proses ini disebut proses eksitasi-kontraksi kopling (*excitation-contraction coupling*).

Dalam beberapa detik setelah proses kontraksi, ion Ca akan dipompa kembali kedalam sisterna RS oleh Ca pump (Ca ATpase) yang terdapat pada membran RS. Dengan tidak adanya ion Ca, troponin-tropomiosin kompleks akan kembali ke konfigurasi semula, dan trpomiosin akan kembali menutupi bagian aktif dari aktin, sehingga menghalangi interaksi antara aktin dan myosin hingga terjadilah relaksasi.

Ca yang dipompa kembali kedalam sisterna RS oleh Ca pump akan terikat dengan calcium-binding protein yang terdapat didalam sisterna RS yang disebut calsequestrin yang dapat mengikat ion Ca dalam jumlah besar. Ion Ca yang terikat pada calsequestrin ini akan dilepaskan kembali dari RS pada saat kontraksi berikutnya.

Neuromuskular Junction

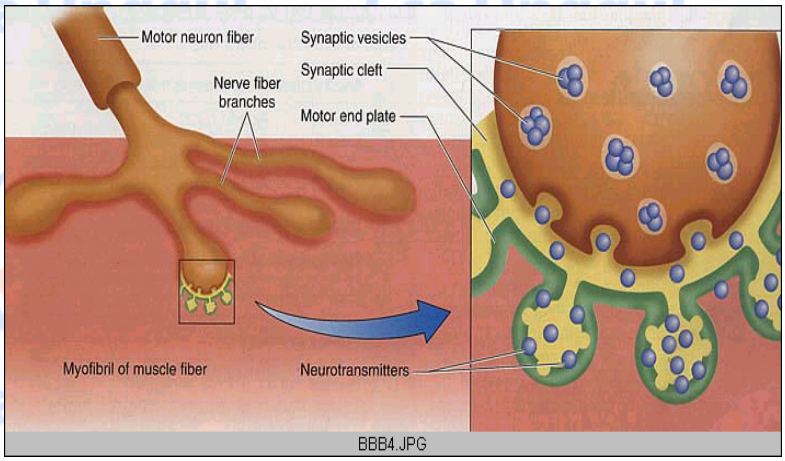
Setiap serabut saraf motoris terbagi menjadi sejumlah cabang –cabang yang akan mengadakan kontak langsung dengan serabut otot melalui hubungan saraf otot yang disebut *neuromuscular junction* atau *motor end-plate*.

Neuromuscular Junction merupakan titik kontak antara saraf dan permukaan serabut otot , memeiliki sejumlah kekhusususan morfologi dan biochemical. Kekhususan ini secara langsung mentransfer impuls elektrik dari saraf ke myofibril.

Setiap saraf motorik dan serabut saraf otot yang dipersarafi mencerminkan suatu sistem divergens. Setiap cabang dari axon motorik yang berselubung mielin setelah dekat pada serabut otot akan membagi cabang-cabang halus dengan membentuk gambaran menyebar yang tidak berselubung. Penyebaran akhiran tersebut merata sepanjang serabut otot ke dua arah yang kadang-kadang menempati daerah seluas beberapa ribu mikron persegi.

Secara anatomis setiap axon yang mempersarafi suatu serabut otot, akan mengalami kehilangan lapisan mielinnya pada saat akan mencapai serabut otot yang dipersarafinya.

Setiap serabut otot yang dipersarafi oleh satu serabut saraf disebut *motor unit.*



Gr. 6.2 Neuromuscular Junction

Neurotransmitter

Komunikasi antara satu neuron dengan neuron lainnya menggunakan suatu bahan kimia pada sinaps, hal tersebut dibuktikan oleh *Otto Loewi* pada tahun 1921 yaitu dengan menggunakan jantung katak yang diperfusi dan dilakukan perangsangan pada n. vagus pada jantung tersebut, hasil yang ditemukan adalah adanya penurunan irama jantung. Kesimpulan yang diambil dari percobaan tersebut adalah bahwa jika saraf vagus diberi rangsangan maka akan menghasilkan suatu bahan yang dapat memperlambat irama jantung yaitu *asetilkolin.*

Proses dari pengaruh bahan kimia pada saraf tersebut diatas disebut *transmisi neurokimiawi* dan bahan yang dihasilkan pada tersebut disebut *neurotransmitter.*

Berikut ini beberapa neurotransmitter pada saraf pusat

NO	NEUROTRANSMITTER	LOKASI
1	Asetilkholin	Neuromuscular junction, preganglin otonom, post ganglion parasimpatis, post ganglion simpatis kelenjar keringat, neuron di otak.
2	Amine	
	Norepinefrin	Sebagian besar Post ganglion simpatis; kortek serebri; hypothalamus; batang otak; serebellum, medulla spinalis.
	Epinefrin	Hipothalamus; thalamus; medulla spinalis
	Dopamin	Stiatum; hipothalamus;sistem limbik; median eminence; interneuron pada retina.
	Serotonin	Hipothalamus; sistem limbik; serebellum; medulla spinal dan retina
	Histamin	Hipothalamus
3	Asam amino	
	Glutamat	Kortex cerebri; batang otak
	GABA	Serebellum; korteks serebri; retina
4	Purine	
	Adenosin	Neokorteks; korteksolfaktoris; serebellum
5	Neuropeptida	
	Substansi P	Neuron afferent; retina; dan bagian-bagian otak lainnya
	VIP	Post ganglion neuron kholinergik; korteks serebri; hipothalamus;
	Neuropeptida Y	Neuron adrenergik, hipothalamus
	□- endorphin	Hypothalamus, thalamus, batang otak
	Neurotensin	Hypothalamus; retina
	ANP	Hypothalamus, batang otak

Gr. 6.3 Daftar beberapa Neurotransmiter dan lokasinya

Perkembangan Otot Rangka

Sebagaimana diketahui bahwa otot rangka mengalami perkembangan sepanjang daur kehidupan manusia. Pada bahasan kali ini mendiskusikan tentang perkembangan otot rangka pada peride-periode tertentu dalam daur hdup manusia.

Sejak lahir sampai dewasa, Massa otot-otot pada tubuh mengalami peningkatan. Pada pria peningkatan massa tubuh dapat kita lihat dimana pada saat lahir otot memiliki berat 25 % dari berat tubuhnya sedangkan pada saat dewasa meningkat menjadi 50% dari berat tubuhnya, hal ini terjadi oleh karena proses perkembangan dari otot itu sendiri.

Perkembangan sistem muskular dari *mesoderm*, kecuali pada otot iris yang perkembangannya dimulai dari *ectoderm*. Umumnya puncak dari perkembangan sistem muskular terjadi pada masa puberitas.

Beberapa jenis sel yang penting antara lain myoblasts, myotubes, myofibers, fibroblasts, dan satellite cells (Colling-Saltin, 1978). Dan Myoblas merupakan tipe sel utama yang membentuk otot.

Lapisan jaringan ikat (terdiri atas serat-serat kolagen) yang membungkus otot, ini disebut fasia otot atau epimisium. Secara makroskopik otot terdiri atas berkas-berkas sel otot kecil (fasikulus), tiap-tiap berkas dibungkus lapisan jaringan ikat yang dinamakan perimisium.

Lapisan perimisium dibentuk oleh serat-serat kolagen dan serat elastis yang juga membungkus cabang-cabang saraf dan pemuluh-pembuluh darah sebelum alat-alat ini memasuki sel otot.

Secara mikroskopik tiap-tiap berkas (fasikulus) terdiri atas sejumlah sel otot. Sel otot ini diliputi lapisan tipis jaringan ikat yang disebut endomisium (endo = akhir, misium = otot).

Sebuah sel otot disebut serabut otot atau serat otot yang terdiri atas satu sel. Secara mikroskopik, sebuah sel otot dibentuk oleh beberapa komponen kecil yang disebut miofibril (fibril = serat kecil 0 dan ini tersusun sejajar, sehingga memberi kesan bergaris (lurik).

Sebuah miofibril terdiri atas sejumlah miofilamen yang merupakan rantai molekul-molekul protein dan memberi kesan garis-garis atau lurik, sebab ada dua macam tipe miofilamen, yaitu aktin (tipis dan transparan) dan miosin (tebal berupa garis-garis gelap).

Perubahan-Perubahan Pada Sistem Saraf

Sistem saraf merupakan bahagian yang memiliki peran utama dalam kehidupan manusia untuk melaksanakan aktivitasnya sehari-hari. Kemampuan manusia untuk bergerak, berfikir, dan merasa merupakan bagian dari fungsi-fungsi utama sistem saraf.

Sistem saraf mengatur berbagai fungsi organ didalam tubuh secara terintegrasi sehingga memungkinkan suatu mahluk hidup dapat beradaptasi dengan perubahan yang terjadi pada lingkungan disekitarnya.

Fungsi susunan saraf antara lain untuk merencanakan dan mengorganisasi tingkah laku, sehingga memegang peranan dalam tingkah laku subyektif suatu mahluk hidup. Kemampuan kita untuk mengetahui kodisi tubuh (Sakit/Sehat), keadaan fisiologi dan psikologis (Puas/ tidak puas, Marah, Senang) dan mengetahui peristiwa-peristiwa luar maupun dalam lingkungan tubuh kita sehingga dapat di organisir dan dioptimalisasikan untuk mencapai kebutuhan.

Beberapa istilah yang akan sering muncul dalam pembahasan sistem saraf antara lain :

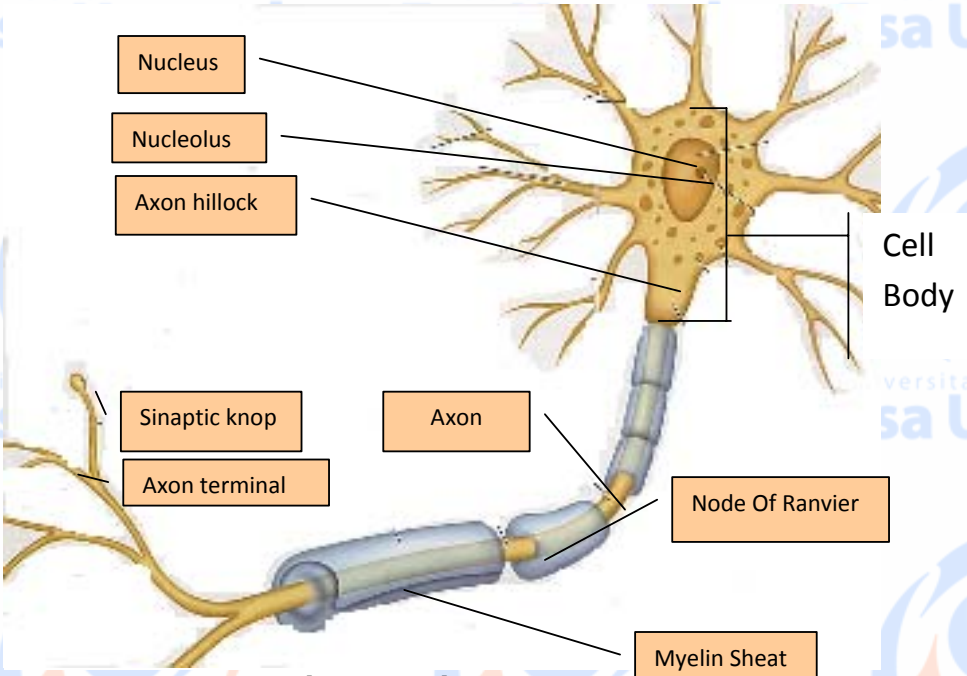
- ***Informasi*** : Adalah segala sesuatu yang memiliki arti, seperti pengetahuan, fakta, intensitas sakit, cahaya, suhu dan sebagainya.
- ***Impuls*** : Adalah informasi yang telah diubah menjadi suatu bentuk yang dapat dihantarkan melalui sistem saraf.
- ***Sinyal*** : Adalah suatu pola dari seluruh impuls-impuls yang dihantarkan oleh seluruh serabut-serabut saraf. Misalnya : sinyal motoris, sinyal visual dan sebagainya.

Komponen Susunan Saraf

Neuron

Ditinjau dari unsur selularnya maka sistem saraf terdiri atas dua komponen utama yaitu neuron dan neuroglia. Neuron adalah struktur yang kompleks dan merupakan sistem komunikasi utama dalam tubuh manusia. Neuron memiliki berbagai macam bentuk, tetapi pada dasarnya mempunyai suatu perwujudan yang sama, yaitu terdiri dari badan sel (*cell body*) dan beberapa juluran-juluran sitoplasma yang dikenal sebagai neurit-neurit. Badan sel dinamakan soma atau perikarion yang merupakan pusat proses dari semua aktivitas sistem saraf.

Dari fungsinya neurit-neurit dapat dibagi dalam 2 jenis yaitu axon dan dendrit, yang masing masing berfungsi menghantarkan impuls. Dendrit menghantarkan impuls ke perikarion dan akson menyalurkan impuls dari perikarion.



Gambar 7.1 Struktur Neuron

Aktivitas didalam neuron yang cepat dan bergerak melalui juluran penyalurannya dengan perubahan-perubahan potensial sering disebut sebagai impuls saraf. Impuls saraf mengandung fenomena kelistrikan akan tetapi impuls tersebut bukanlah sebuah arus listrik. Adanya ion-ion K^+, Na^+, Cl^- yang memungkinkan terjadinya gejala-gejala kelistrikan didalam neuron.

Sebagai bagian utama, neuron berperan dalam menerima, menterjemahkan dan menyebarkan pesan yang berupa sinyal demi kelancaran aktivitas mahluk hidup. Reaksi neuron yang terjadi didasarkan oleh adanya rangsangan (stimulasi) dari luar tubuhnya yang dapat berupa rangsangan alamiah dan rangsangan buatan. Rangsangan dari luar neuron menghasilkan perubahan-perubahan pada membran dendrit dan perikarion dalam bentuk bioelektrik.

Pada permukaan atau membran setiap neuron terdapat selisih potensial akibat adanya kelebihan ion negatif di bagian dalam membran. Dalam hal ini neuron dalam keadaan terpolarisasi (*Potensial membran atau potensial rehat*)

Dalam komunikasi neuron yang berupa potensial Aksi (action potential) yang secara umum merupakan perubahan potensial yang berupa penurunan (*potensial membran atau potensial rehat*) yaitu potensial sebelah dalam adalah negatif dan disebelah luar adalah membran positif menjadi potensial sebelah dalam adalah positif dan sebelah luar adalah membran negatif (*depolarisasi).*

Yang mendasari potensial membran terutama dipengaruhi oleh konsentrasi ion K ekstra sel.

Aksi potensial mempunyai beberapa karakteristik yang penting antara lain :

a. Aksi potensial dimulai dengan proses depolarisasi. Rangsangan yang mengawali aksi potensial pada neuron menyebabkan menurunnya membran potensial atau depolarisasi membran. Biasanya depolarisasi ditimbulkan oleh stimulasi dari luar, misalnya stimulasi berupa regangan otot, tekanan pada persendian atau stimulasi dari dari neuron lain, misalnya transmisi impuls dari neuron sensoris ke neuron motoris pada refleks-refleks fisiologis.
b. Aksi potensial dapat ditimbulkan jika depolarisasi membran mencapai Nilai Ambang rangsang tertentu (*Threshold potensial*).
c. Aksi potensial merupakan proses yang menunjukkan peristiwa gagal atau tuntas (all or none). Artinya bahwa jika rangsangan yang diterima mencapai Nilai Ambang rangsang pada neuron tertentu maka akan timbul reaksi potensial, sedangkan jika rangsangan yang ada tidak mencapai atau berada dibawah Nilai Ambang Rangsang neuron maka aksi potensial tidak akan terjadi.
d. Selama terjadi aksi potensial, maka potensial yang terjadi akan melebihi nilai 0 mV sehingga bagian dalam dari sel akan menjadi lebih positif untuk sementara. Keadaan ini disebut overshoot dari aksi potensial yang umumnya terjadi pada kisaran +35 mV. Setelah mencapai puncak aksi potensial membran potensial akan berbalik (bagian dalam sel menjadi kurang positif). Potensial aksi yang terjadi kembali mengalami repolarisasi kearah membran potensial istirahat yang disebut *undershoot* dari potensial aksi.

Proses aksi potensial terjadi melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

a. Fase Istirahat

Keadaan istirahat merupakan keadaan sebelum aksi potenial terjadi. Pada keadaan ini membran sel dalam keadaan polarisasi oleh karena pada tahap ini membran potensial adalah negatif.

b. Fase Depolarisasi

Jika terdapat rangsangan yang mencapai nilai ambang rangsang neuron, maka pada fase ini membran menjadi permeabel terhadap ion Na, sehingga sejumlah besar ion Na

akan masuk kedalam sel. Potensial dengan cepat akan meningkat menjadi positif (depolarisasi) sampai mengalami overshoot. Umumnya pada sebagian neuron pada susunan saraf pusat aksi potensial tidak mencapai overshoot, dan hanya mencapai 0 mV.

c. Tahap Repolarisasi

Terjadinya proses dimana Na chanel mulai tertutup dan K chanel terbuka, kemudian terjadi difusi pasif dari ion K ke luar sel dan menyebabkan membran potensial kembali ke keadaan istirahat, proses tersebut terjadi saat permeabilitas ion Na mencapai maksimal dalam beberapa msec.

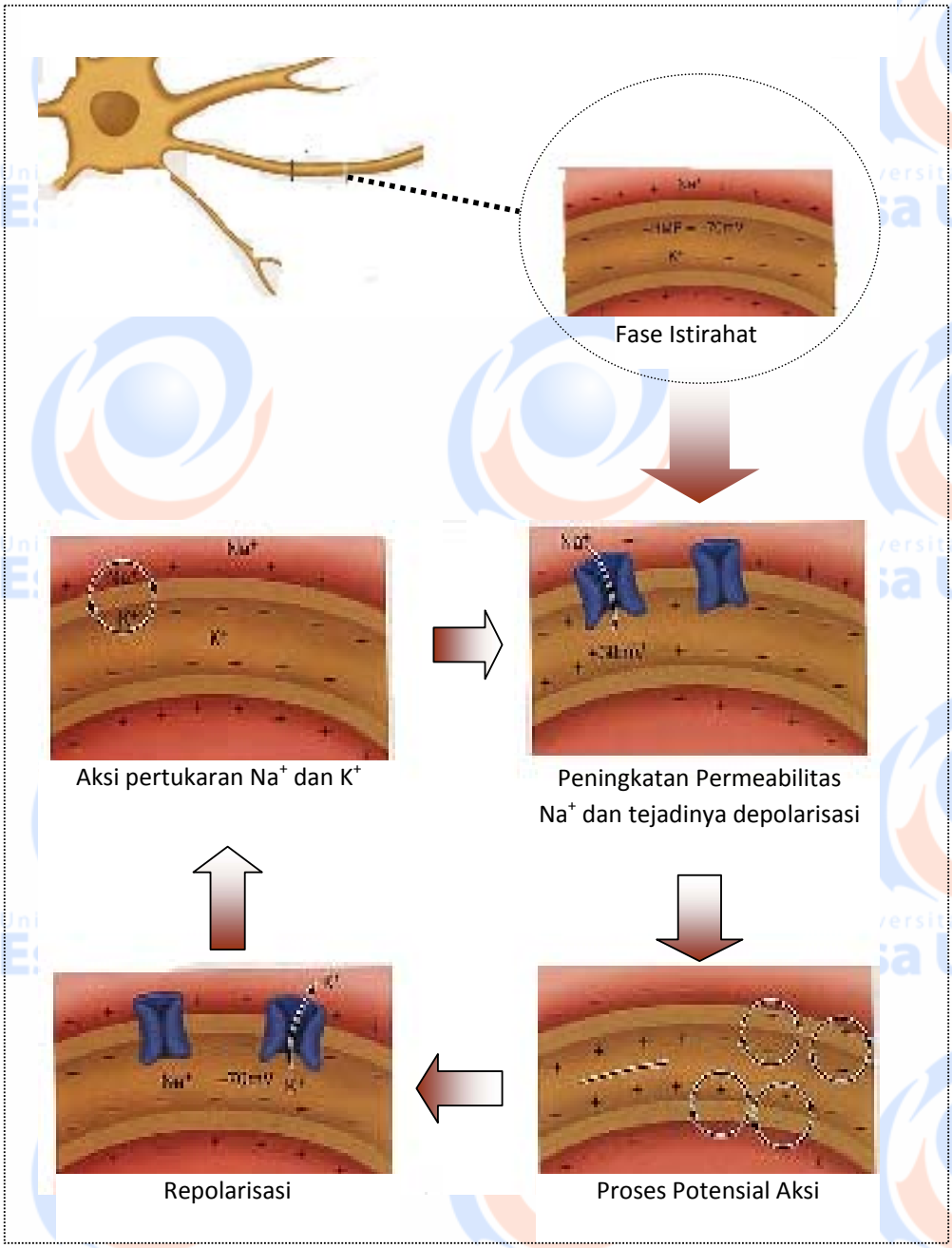
Kecepatan rambat impuls /kecepatan aksi potensial untuk bergerak dari satu titik ke seluruh akson bervariasi dari satu akson ke akson lainnya. Penyebaran aksi potensial mengakibatkan aksi potensial tersebut semakin melemah jika semakin jauh jarak yang harus di tempuh oleh aksi potensial tersebut. Terjadinya penyebaran aksi potensial dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama oleh faktor diameter serabut saraf dan sifat dari membran sel saraf.

Semakin besar diameter serabutnya maka semakin cepat impuls bergerak dibandingkan propagasi impuls pada serabut saraf diameter yang lebih kecil.

Tabel TYPE SERABUT SARAF

Type	Diameter (m)	Kecepatan Impuls (m/dtik)
A	12-20	70 – 120
B	< 3	3 – 15
C	0,4 – 1,2	0,5 – 2

Proses Aksi PotensiaL



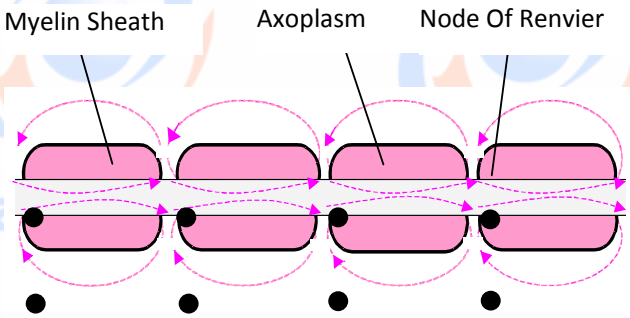
Neuroglia

Neuroglia merupakan tempat suplai nutrisi dan proteksi pada neuron-neuron, neuroglia membantu regulasi konsentrasi ion sodium dan potasium pada intra selular space. Neuroglia adalah unsur selular dari susunan saraf yang tidak menghantarkan impuls saraf. Jumlah sel neuroglia disekitar neuron bertambah jika aktivitas neuron meningkat hal ini memberi tanda peranan neuroglia dalam transportasi dan metabolik pada neuron.

Tipe-tipe neuroglia antara lain ; makroglia yeng terdiri atas astrosit dan oligodendrosit, mikroglia, dan sel epidimal.

- Makroglia
  - Oligodendrosit membentuk myelin yang membungkus proses neural pada sistem saraf pusat. Proses myelinisasi yang terjadi tidak lain adalah proses juluran oligodendrosit meliliti akson.
  - Astrosit adalah merupakan unsur selular jaringan otak yang paling tahan dalam keadaan hipoksia, keberadaan astrosit mempunyai tugas atau kemampuan sebagai fagosit.
- Mikroglia merupakan unsur selular yang memperlihatkan berbagai bentuk dan ukuran. Kemampuannya untuk dapat bergerak gesit saat melakukan tugasnya sebagai makrofag.

Selubung myelin memiliki resistensi kelistrikan yang tinggi sehingga pada saat terjadi proses depolarisasi maka impuls saraf hanya melewati bagian yang konduktor yaitu hanya pada *Nodus Ranvier* dengan cara meloncat dari satu Nodus ke Nodus lainnya, Penghantaran impuls dengan cara ini disebut Konduksi Saltatoris atau *Saltatory Conduction*..



Gambar Hantaran Impuls dengan cara Konduksi Saltatoris

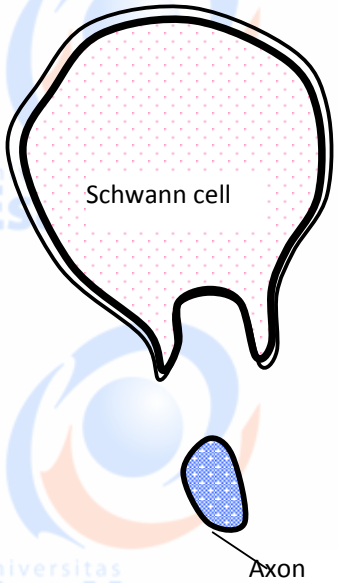
Dalam proses myelinisasi, sitoplasma sel schwann pada saraf perifer atau sitoplasma oligodendrosit pada Susunan Saraf Pusat mula-mula melilit berkali-kali mengelilingi axon sehingga akhirnya tinggallah membran sel Schwann yang melingkar-lingkar disekeliling axon karena sitoplasmanya telah terdesak. Sisa-sisa membran sel yang berhimpit inilah yang membentuk selubung mielin.

Selama periode pertumbuhan serabut saraf, terjadi sejumlah interaksi yang mendorong pembentukan lamina basalis sepanjang serabut saraf oleh sel-sel glia yang

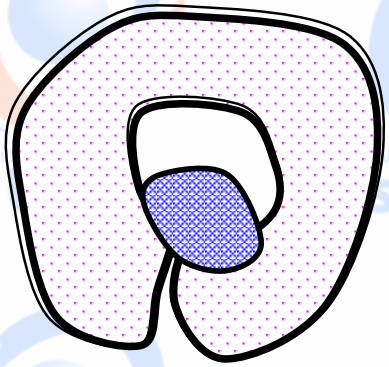
merangsang berproliferasi sehingga membungkus axon, dan selanjutnya berlangsung pembentukan dan pemadatan mielin sebagai bahan pembungkus saraf.

Sel-sel schwann dari Susunan Saraf Perifer terpapar oleh berbagai sinyal dari sekitarnya yang akan berpengaruh terhadap pembelahannya dan pembentukan selubung serabut saraf.

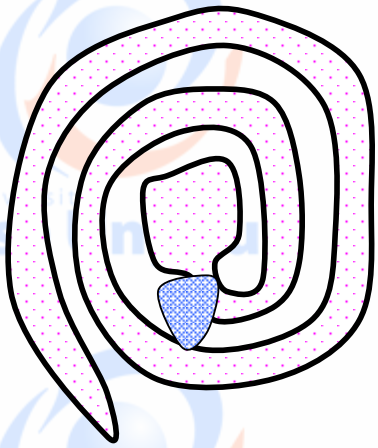
Saat ini telah dikenal bahwa axon dapat berpengaruh langsung palilng sedikit terhadap 3 aspek perkembangan sel Schwann yaitu proliferasi, produksi matriks ekstraseluler dan pembentukan mielin.



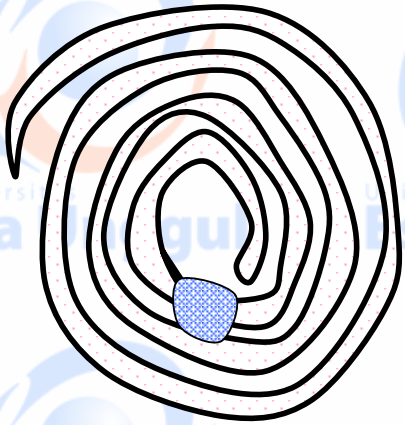
1



2



3



4

Gambar . Proses Mielinasi oleh sel schwann pada susunan saraf perifer. Semula sebagian dari sel Schwann melingkupi akson (1,2) yang kemudian dilanjutkan dng melilit beberapa kali (3) dan akhirnya tinggal membran sel Schwann yg melingkar-lingkar membentuk selubung mielin.

Sistem Saraf Pusat

Susunan Saraf Pusat yang terdiri atas otak, batang otak, dan medulla spinalis.

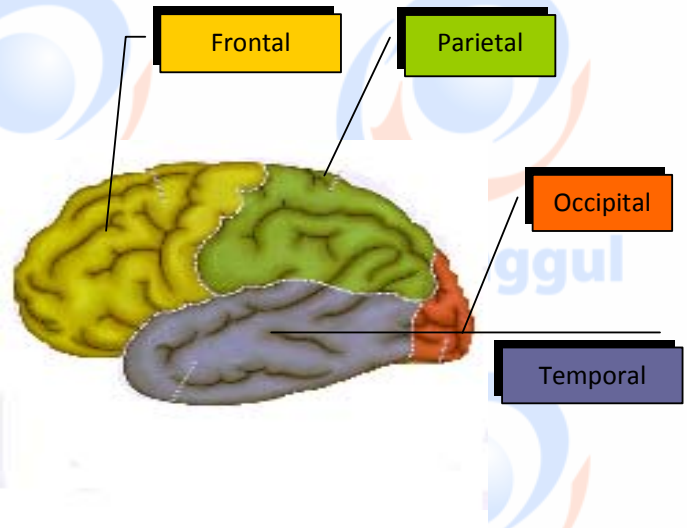
Otak dapat dikelompokkan dalam empat bagian, antara lain ;

1. Cerebrum
2. Diencephalon
3. Cerebellum
4. Brain Steam (Batang Otak)

Cerebrum terdiri atas dua hemisfer yaitu hemisfer kanan dan hemisfer kiri. Kortex cerebri termasuk dalam bagian dimana kita mampu untuk berfikir, mengerti adanya stimulasi, dan mengontrol gerakan-gerakan yang dilakukan.

Berdasarkan lobus, maka Cerebrum terdiri atas empat lobus antara lain :

- Lobus Frontal : Pusat intelektual umum dan motor control
- Lobus Temporal : Pusat interpretasi atas input yang diterima
- Lobus Parietal : Pusat input sensoris dan interpretasi.
- Lobus Occipital : Input Visual dan interpretasinya



Pembagian Cerebrum Berdasarkan Lobusnya

Ada tiga area yang perlu dipahami bagian dari cerebrum, antara lain :

1. Cortex Motorik pada lobus frontal
2. Ganglia Basalis, dibahagian bawah cerebral cortex
3. Cortex Sensorik pada lobus parietal.

Sistem Saraf Perifer

Sistem saraf perifer (*Systema Nervosum Periphericum*), terdiri atas :

(a). Nervi cranialis

(b). Nervi spinalis

Kedua komponen susunan tersebut diatas juga dikenal sebagai susunan saraf cerebrospinal atau craniospinal.

Secara keseluruhan sistem saraf tepi berjumlah 43 serabut saraf. 12 diantaranya merupakan serabut saraf cranialis yang berasal dari otak (brain) dan 31 serabut saraf spinalis yang berasal dari medulla spinalis (spinal cord). Saraf-saraf spinalis secara langsung mensuplai otot-otot skeletal.

Secara fungsional, system saraf tepi memiliki 2 bagian/devisi utama yaitu devisi sensorik dan devisi motorik. Sensorik neuron masuk ke spinal cord melalui bagian dorsal sedangkan motor neuron keluar dari medulla spinalis melalui serabut bagian ventral yang berhubungan dengan otot dengan terminal akhir pada neuromuscular junction.

Bagian sensorik dari saraf tepi berperan untuk memberikan informasi kepada Sistem Saraf Pusat. Saraf sensorik (afferent) umumnya berada pada area tertentu pada tubuh manusia antara lain :

- Organ-organ internal
- Pembuluh darah dan linfe
- Kulit
- Otot dan tendon
- Organ-organ perasa (rasa pada lidah, sentuhan, pendengaran, penglihatan, dll)

Saraf sensorik yang merupakan bagian dari sistem saraf tepi secara terus-menerus memberikan informasi ke sistem saraf pusat tentang perubahan-perubahan yang terjadi pada seluruh bagian tubuh dan perubahan-perubahan dalam interaksi dengan lingkungan.

Bagian motorik (Efferent) dari sistem saraf tepi melakukan transmisi informasi dari sistem saraf pusat ke seluruh bagian tubuh. Ketika sistem saraf pusat mendapatkan informasidari saraf sensorik maka sistem saraf pusat akan memberikan respon terhadap informasi tersebut dan respon yang diberikan disalurkan ke bagian tubuh untuk menghasilkan aksi yang umumnya bersifat motorik (gerakan).

Proses Perkembangan

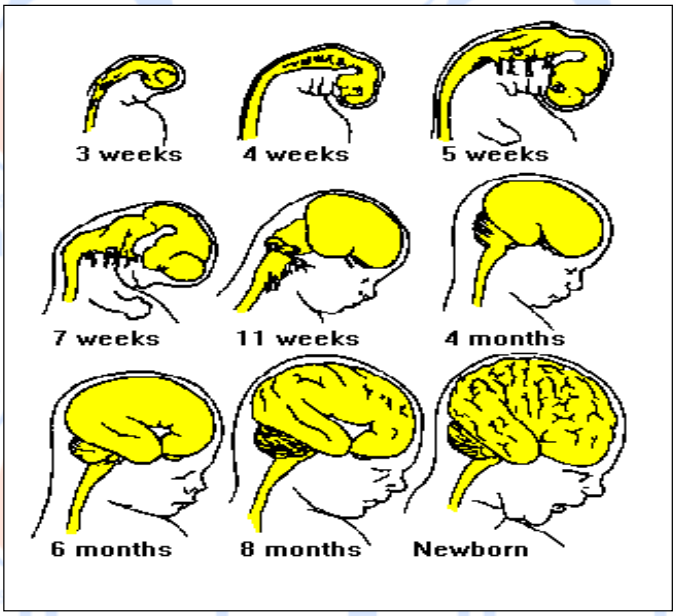
Periode Prenatal

Perkembangan sistem saraf pusat mengalami perkembangan dalam bentuk ectoderm pada saat 3 minggu usia kehamilan dimana terbentuknya neural tube.

Di usia 8 minggu usia kehamilan, maka ukuran kepala embrio setengah dari ukuran tubuhnya. Sedangkan pada akhir minggu ke delapan janin telah menampakkan bentuk yang lengkap dan telah melewati critical period pada perkembangan *Central Nervous System*.

Perkembangan sistem saraf adalah merupakan proses yang kompleks. Proses Cytogenesis atau pembentukan sel, pembentukan neuron dan neuroglia. Neuron pada *spinal cord* dan *brain stem* terbentuk pada minggu ke 10 usia janin, Neuron yang terbenruk dan membagi menjadi beberapa hemisfer terjadi pada minggu ke 20 (Evrard &Minkowski, 1989). Selama proses histogenasis atau pembentukan jaringan, struktur otak dan medulla spinalis juga terbentuk.

Glanula endokrin pertama, thyroid, berkembang pada usi



Perubahan-PerubahanSistem Sensorik

Sistem Saraf sebagai pusat sensorik dan motorik pada manusia tersusun dari berbagai struktur spesifik yang berfungsi untuk menerima, menyimpan dan menyebarkan informasi. Sistem saraf mengintegrasikan aktifitas berbagai sel, jaringan, dan organ, sehingga memungkinkan suatu organisme multi seluler yang kompleks berfungsi sebagai satu kesatuan unit pertumbuhan, perkembangan dan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan

Susunan saraf manusia diperkirakan memiliki kurang lebih sepuluh juta serabut saraf atau neuron afferent yang menghantar impuls menuju ke *Central Nervous System* (CNS), lima puluh milyar neuron pada CNS, serta setengah juta serabut atau efferent yang bersifat motorik. Dari perkiraan jumlah serabut antara *afferent* dan *efferent* maka dapat kita lihat bahwa jumlah serabut saraf afferent jauh lebih banyak dibandingkan jumlah saraf efferent. Dengan demikian serabut saraf afferent sebagai sumber input atas segala jenis stimulus dapat diterima.

Serabut saraf afferent sebagai input dan efferent sebagai output yang bekerjasama memungkinkan terjadinya suatu sirkuit neuron yang berperan dalam proses persepsi dan mengorganisir tingkah laku manusia dalam kehidupannya.

Beberapa perbedaan karakteristik struktural dari fisiologis susunan saraf dengan keberadaan susunan saraf sebagai organ, antara lain ;

Susunan saraf merupakan organ yang pertama kali berdifrensiasi selama proses embriogenesis; dan selain itu merupakan organ yang paling besar pada saat lahir. Susunan saraf menerima informasi dan mengelolah informasi serta mengkoordinir aktivitas semua organ dalam tubuh sejak mahluk hidup masih dalam tahap janin. Sehingga integritas fungsional susunan saraf mempertahankan kehidupan seseorang dalam lingkungan yang selalu berubah.

Susunan saraf yang mempunyai jumlah sel saraf yang sangat banyak dan mempunyai perbedaan struktur kimia, fisiologi, farmakologi, dan immunologi memungkinkan susunan saraf dapat memberikan respon yang tepat terhadap berbagai stimulus yang berbeda.

Fungsi utama susunan saraf adalah untuk merencanakan dan mengorganisasi tingkah laku: hal ini merupakan hasil berbagai interaksi pengalaman subjektif mahluk hidup. Bagaimana kondisi didalam dan diluar tubuh yang mengancam kehidupan atau sebaliknya memberi manfaat bagi kehidupan, bagaimana perubahan-perubahan pada tubuh dan tingkah laku memberi kontribusi terhadap kepuasan dan ketidak puasan dan sebagainya merupakan

sedikit dari banyak masalah yang berusaha dijawab oleh pengaturan tingkah laku oleh susunan saraf.

Untuk dapat mendeteksi perubahan pada lingkungan sekitar kita, baik yang berasal dari dalam tubuh maupun dari luar tubuh diperlukan adanya reseptor sensoris.

Reseptor Sensoris

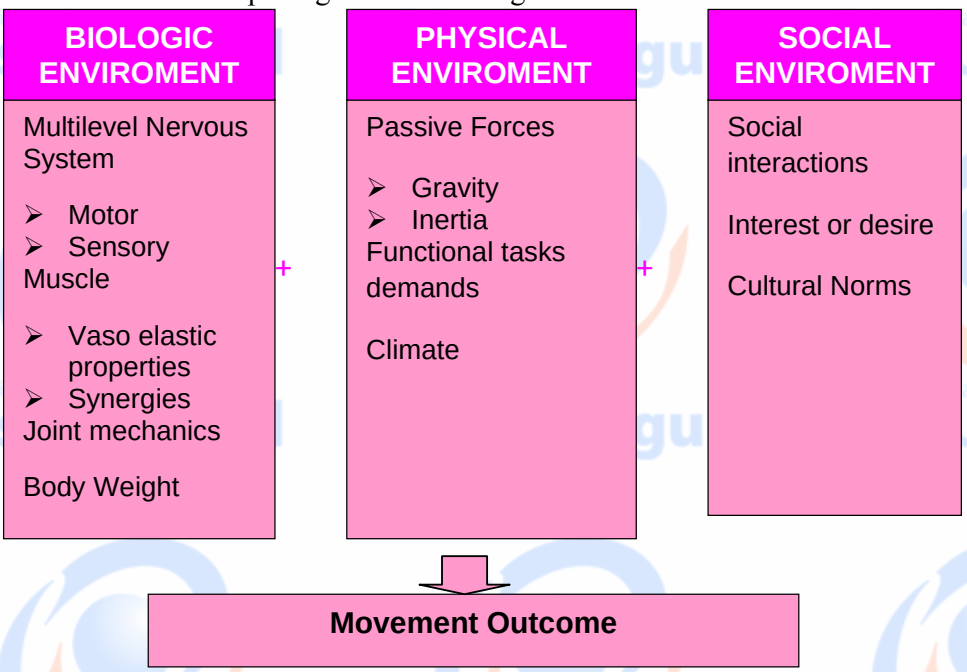
Impuls yang diterima oleh reseptor akan diteruskan ke susunan saraf pusat melalui serabut saraf (*nerve fibers*). Serabut saraf ini juga akan mengantarkan respons yang diberikan oleh susunan saraf pusat sebagai reaksi atas stimulus yang diterimanya.

Reseptor sensoris merupakan struktur spesifik yang dapat dirangsang oleh perubahan-perubahan dalam tubuh. Oleh sebab itu hubungan antara dunia luar dengan susunan saraf manusia melalui reseptor-reseptor yang tersebar di seluruh tubuh manusia.

Beberapa bentuk energi yang dapat diubah oleh reseptor sensoris misalnya, energi mekanik, suhu (panas/dingin), kimia, dan elektromagnetik. Setiap reseptor organ mempunyai respon yang spesifik terhadap jenis energi tertentu pula karena dipengaruhi oleh adanya sensitifitas reseptor.

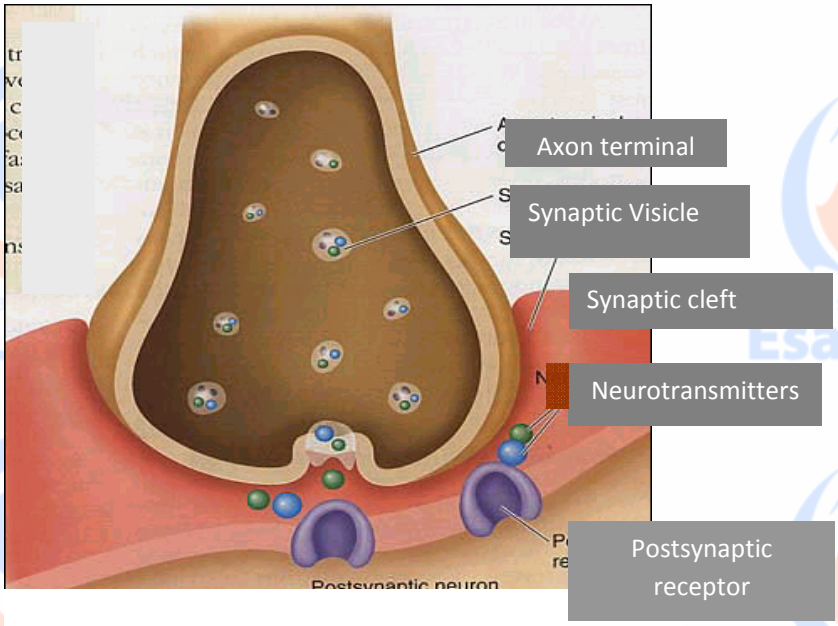
Dapat dikatakan bahwa lingkungan memiliki pengaruh terhadap aktivitas gerak yang dihasilkan dimana lingkungan memberikan stimulus terhadap reseptor sehingga menghasilkan output dalam bentuk gerakan.

Secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut :



Setiap reseptor sensitif terhadap satu jenis stimulus tertentu, tetapi kurang sensitif atau bahkan tidak sensitif terhadap stimulus lainnya, hal tersebut diakibatkan oleh adanya perbedaan sensitifitas reseptor sensoris dan juga mempunyai batas kemampuan untuk menerima rangsangan dengan modalitas tertentu. Misalnya, reseptor sensoris pada telinga dapat menerima stimulus suara dengan frekwensi 20 sampai 20.000 Hz. Diluar batas frekwensi tersebut maka reseptor sensoris tidak dapat memberikan respons. Seperti halnya pada mata tidak dapat memberi respons terhadap sinar ultraviolet atau infra merah oleh karena kedua sinar itu mempunyai panjang gelombang yang tidak dapat mengaktifasi reseptor pada retina.

Reseptor-reseptor sensoris pada tubuh manusia dapat diklasifikasikan dalam berbagi kelompok, berdasarkan aktifitasnya, berdasarkan lokasinya, dan berdasarkan jenis stimulus yang diterimanya.



- **Berdasarkan Aktifitasnya** reseptor berjalan dalam sistem saraf kita dapat menyebabkan perasaan sadar dan juga tidak sadar atas aktifitas tersebut. Serabut-serabut yang tidak menimbulkan perasaan sadar mempunyai fungsi regulatoris, yaitu memberikan informasi ke Sistem Saraf Pusat terhadap keadaan lingkungan dalam. Misalnya pada Sistem Saraf otonom, reseptor-reseptor mendeteksi tekanan darah sehingga SSP dapat

mempertimbangkan perubahan-perubahan yang diperlukan untuk menyesuaikan setiap keadaan yang terjadi.

Beberapa serabut memenuhi klasifikasi ini. Misalnya serabut-serabut aferent terbesar yang berasal dari atas (golongan Ia), yang menghantarkan sinyal dari regangan otot (muscle stretch), tidak menimbulkan perasan sadar. Serabut ini hanya bersifat regulatoris. Serabut afferent tidak semata-mata memiliki aktivitas regulasi saja akan tetapi juga memiliki aktivitas lain sebagai aktifitas sekunder. Sebaliknya serabut serabut kutaneus yang terkecil (serabut tipe C) tidak bersangkut paut dengan regulasi tetapi dengan serabut ini menimbulkan perasaan sadar akan nyeri, panas, dingin dan sebagainya.

- **Berdasarkan lokasinya** reseptor dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu menjadi eksteroseptor, interoseptor, dan proprioseptor.

  Eksteroseptor adalah reseptor yang memberikan respon terhadap stimulus yang datang dari luar tubuh kita, seperti cahaya, suara, bahan kimia dan lain sebagainya. Eksteroseptor merupakan reseptor yang serabutnya terutama menimbulkan perasaan sadar. Ini termasuk mekanoreseptor, dan thermoreseptor.

  Interoseptor adalah reseptor dari sistem saraf otonom dan disebut juga viseroreseptor yang memberikan perasaan sadar dan juga mempunyai sistem regulasi. Interoseptor terdapat pada lapisan mukosa dan dinding otot polos saluran nafas, pencernaan, saluran kemih dan memberikan respon terhadap bahan-bahan yang masuk seperti debu yang masuk kedalam saluran nafas, makanan yang masuk atau melewati saluran cerna, batu pada saluran kemih, atau perubahan susunan kimia dan tekanan.

  Proprioseptor adalah reseptor yang terutama mempunyai fungsi regulasi dan hampir seluruhnya adalah *mechanoreseptor* yang memberikan sinyal tentang kecepatan dan besarnya regangan dan tegangan otot. Proprioseptor merupakan reseptor sensoris yang memberikan respons terhadap rangsangan yang ditimbulkan oleh pergerakan aktif otot atau perubahan posisi. Reseptor ini terdapat pada otot rangka, tendo dan persendian, dinding otot jantung, pembuluh darah dan saluran cerna.

- **Berdasarkan Jenis Stimulus**

  Menurut jenis stimulus yang diterimanya , maka reseptor dapat dibagi atas 5 jenis yaitu Mekanoreseptor yang mendeteksi stimulus mekanik, Thermoreseptor yang mendeteksi perubahan suhu, nosiseptor yang mendeteksi rasa nyeri .

Berikut ini tabel yang menunjukkan karakteristik reseptor sensoris, lokasi dan stimulusnya.

	Jenis Reseptor						
	Thermoreseptor	**Mekanoreseptor**	**Baro-reseptor**	**Nosi-septor**	**Proprio-septor**	**Khemo-reseptor**	**Elektro-magnetik reseptor**
Stimulus	Suhu dingin, suhu panas,	Tekanan ringan, tekanan kuat perabaan	Tekanan darah	Nyeri	Distensi, perubahan panjang, Perubahan tekanan	O2, CO2, dan H Bau, asam, garam.	Cahaya gelap, terang warna, suara gravitasi
Lokasi	Kulit	Folikel rambut dan kulit	Dinding aorta dan arteri karotis	Kulit dan organ dalam	Kulit dan sendi, otot rangka, tendo	Dinding aorta & arteri karotis, Epitel hidung, lidah, Hipothalamus	Retina

IX. Perkembangan Postur

Umur Dan Perubahan Postur

Jika melakukan pengamatan pada bayi yang baru lahir, dan memperhatikan kesehatan anak kecil, dewasa muda, dan individu yang telah dewasa, maka setiap tahap berarti terjadi perubahan postur. Postur manusia berubah dalam setiap perubahan umur. Pola gerak yang digunakan untuk mengukur postur dan tipe postur sepanjang daur kehidupan akan dibahas dalam bab ini. Pendekatan dibawah ini menggunakan definisi postur adalah Upaya segmen aligmen tubuh dengan memperhatikan seluruh tubuh dan lingkungan untuk menjalankan fungsi.

Periode Prenatal

Perkembangan motorik selama periode prenatal muncul dari perkembangan ultrasound imaging. Kita ketahui periode fetal adalah awal . fetus secara rutin berubah postur dalam uterus. Gerakan gerakan tersebut digambarkan dalam berguling, melompat, merangkak, oleh Milani-Coparetti (1981). Dia percaya bahwa aksi yang digunakan pada periode fetal untuk perubahan dari postur istirahat ke lainnya. Prechtl (1986) menggambarkan gerakan awal fetal adalah beberapa hasil dan rotasi axial dan catatan, dari perubahan postur. Akhirnya mendekati saat bersalin, gerakan fetal digunakan untuk menggerakan kepala masuk kedalam jalan lahir.

Pada saat mendekati lahir, fetus memperlihatkan sedikit gerakan dan memperlihatkan perkembangan postur ke arah fleksi penuh dari sisi axial dan ektremitas. Postur ini diberikan untuk kontraksi fisik dari uterus dan peningkatan ukuran fetus.

Infant

Postur selama trimester pertama setelah kelahiran

Postur fleksi penuh pada bayi baru lahir sudah diketahui dengan baik. Bentuk fleksi dari badan terlihat dalam posisi tengkurap dan terlentang dan ketika bayi didudukan. Pola tipikal dari postur bayi baru lahir memperlihatkan awal tungkai yang simetris dalam trimester pertama. Kedua ektremitas atas dan bawah dengan dengan tubuh ketika bayi terlentang atau tengkurap. Dalam posisi terngkurap fleksi dari panggul dan badan menahan iliacus anterior

terangkat dan memertahankan permukaan. Kepala secara nyata pada umumnya miring ke satu sisi dengan dagu tersuport ketika bayi dalam posisi terlentang dan tengkurap.

Ketika bayi dalam posisi duduk, bentuk kepala jatuh kedepan tapi dagu tetap diata dada. Pinggang terputar dan bahu tampak dekat dengan dada dalam posisi fleksi. Bayi tidak dapat mempertahakan keseimbangan dan perlu suport untuk menjaga keseimbangannya.

Ketika dicoba berdiri bayi menerima beban tubuh dan meluruskan tungkai, badan dan kepala. Bayi tidak dapat mengontrol posisi berdirinya sendiri. Support external juga dibutuhkan untuk keseimbangan dari postur. Menjelang akhir trimester pertama, ketika bayi diamati dalam posisi terlentang , tungkai atas umumnya menunjukan keadaan asimetris. Seringnya satu tungkai abduksi dan fleksi sedang yang lainnya dalam posis ekstensi dan adbuksi. Walaupun panggul dan lutut fleksi kaki umumnya istirahat dalam posisi tersangga. Dalam posisi tengkurap, bayi akan perlahan- lahan meluruskan tungkainya. Secara bertahap kepala akan diangkat dan kedua bahu dibawa kebawah dada, elevasi dari upper trunk. Posisi yang dikenal sebagai prone on elbows menjadi keadaan umum ketika bayi memasuki trimester kedua.

Postur selama trimester kedua setelah lahir

Dalam posisi tengkurap pada trimester kedua postur on elbows secara bertahap berubah ke posisi up on hands posture dan selanjutnya posisi hands-and-knee posture. Bayi secar aktif mendorong dengan kedua tungkai, mengangkat dada, dari permukaan. Tampak ektensi yang bermakna dari cervical dan thoracal, dan bayi bias menahan posisi dada yang terangkat dalam waktu yang relatif lama. Ekstensi spinal mulai meliputi regio lumbal, lordosis lumbal membawa spina iliaca anterior rileks dalam kontak dengan permukaan. Perubahan bertahap ini dari ekstensi spinal dari cervical sampai lumbal adalah salah satu tanda dari perkembangan postur yang normal. Karakteristik ini dari perubahan bertahap dalam peningkatan postur vertical. Pertama kepala terangkat dan lurus, dan dengan muka vertical dan mulut horizontal; lalu dada diangkat dari permukaan menjadi lebih sering. Panggul akan mengarah ke fleksi dan membawa paha ke bawah badan. Perut bayi dan Krista iliaca elevasi. Keseimbangan dari hands-and-knee posture dipelajari secara bertahap ketika bayi memcoba untuk tengkurap. Ini tidak terjadi sampai trimester ketiga dan bayi secara konsisten dana menjaga posisi hands-and-knee posture. Dalam waktu yang tidak terlalu lama anak belajar mengontril posisi badan dan sevar bertahap mulai untuk merangkak denga tangan dan lutut.

Selama trimester kedua bayi mulai mencoba untuk duduk sendiri. Bila didudukan oleh orang tua sebagai perangsang bayi dalam posisi duduk yang pertama bayi mempelajari posisi vertical dengan mengontrol badan depan. Orang tua membantu umumnya pada sisi anterior yaitu pada dada bayi. Cervical dan pinggang di jaga dalam posisi ekstensi. Bahu dalam posisi menjaga tubuh, dalam abduksi dan eksternal rotasi, perlahan-lahan gerakan menahan dalam lebar abduksi dan ekstensi, dengan pergelangan tangan dorsi fleksi dan jari-jari tertekuk. Duduk sendiri yang pertama adalah dengan menyangga tubuh bayi dengan tangan.

Ketika bayi berusia 6 sampai 8 bulan dikenal suatu reaksi yang dikenal dengan nama 'parachute reaction' yaitu reaksi yang muncul bila bayi duduk kehilangan keseimbangan dan akan jatuh kedepan maka bahu secara cepat bergerak kearah abduksi dan ekstensi. Respon parasit ini berkembang antara usia 6-12 bulan untuk menghindari bayi jatuh pada saat duduk (Schaltenbrand 1928)

Postur berdiri selama trimester kedua diawali dari periode sebelum astasia. Postur berdiri ditandai karakteristik oleh alignment dari badan atas dan sendi gelang bahu baik dibelakang kaki. Peningkatan kemapuan ekstensi tungkai akan meningkatkan kemampuan berdiri yang akan bertambah lama dalam menjaganya. Bayi dalam trimester ini menikmati berdiri dan akan secara aktif mendukung berat badan dan mampu untuk menggerakan peningkatan vertical alignment. Pada postur berdiri yang kedua ditandai dengan adanya kaki yang lebih abduksi dan rotasi lateral postur dan sudah terlihat sejak trimester pertama. Kemampuan melangkah sudah nampak tetapi masih tidak terkordinasi dan terputus putus.

Satu hal penting yang perlu diingat adalah bayi pada usia ini belum mampu untuk bergerak duduk dan berdiri sendiri. Sehingga bayi harus dibantu untuk diposisikan dalam posis duduk dan berdiri. Tetapi kemampuan untuk memposisikan tubuh dengan benar sudah mulai tampak pada. Kemampuan tersebut dimulai dari kemampuan berputar dari posisi tengkurap ke telentang dan tidur miring dilanjutkan dengan kemapuan untuk mengangkat dada dan pelvis dalam posisi tengkurap. Secara bertahap gerakan tersebut digunakan untuk proses bangun dari posisi terlentang atau tengkurap ke posisi berdiri, tetapi kemapuan ini tidak berkembang setelah anak mampu mempertahankan posisi vertical dan berdiri sehingga kemapuan berjalan dan keseimbangan dinamis.

Postur selama trimester ketiga setelah lahir

Antara 6 dan 9 bulan stelah lahir, beberapa postur milestones mulai tampak. Anak mulai berguling sendiri dari posisi terlentang ke tengkurap dan bergerak dari merangkak ke duduk dan akhirnya mampu menarik diri untuk beridiri. Berputar digunakan bayi untuk berganti posisi dari terlentang ke tengkurap. Berputar yang umum dilakukan adalah berputar secara menyeluruh pada badan dengan bentuk fleksi dari tungkai atas dan bawah.

Bentuk berputar yang lain adalah berputar ke posisi tidur miring. Bayi mempertahankan posisi tidur miring untuk mengembangkan kemampuan keseimbangan . Salah satu bentuk karakteristik dari berputar dengan berhenti pada posisi tidur miring adalah berputarnya pelvis dimana badan dalam posisi tidur tengkurap.

Ketika bayi belajar merangkak dia juga belajar untuk dapat duduk sendiri. Pada waktu itu bayi duduk dengan bantuan orang tua dimana bayi menggengam tangan orang tua dan ditarik dari tidur terlentang ke duduk. Bayi meningkat ke arah duduk sendiri ketika bayi mampu mempertahankan kepala badan dalam satu garis . Kemampuan ini dimulai pada trimester pertama lalu pada trimester kedua dan pada trimester ketiga bayi sudah mampu menarik dirinya sendiri ke arah duduk dengan stabil.

Selama trimester keempat bayi mulai menarik badannya untuk berdiri untuk pertama kalinya dengan bantuan tangan sendiri atau benda-benda di sekitarnya. Keinginan untuk berdiri tersebut akan merangsang bayi unuk mempertahankan diri dalam vertical postur. Menarik diri untuk berdiri adalah untuk memperoleh bentuk postur yang unik sesuai dengan karakteristik fungsi manusia. Berpegangan pada meja , bayi meraih dan menggenggam menapkakan kaki, mengangkat pantat, dan secara perlahan lahan dengan kedua kaki mulai diluruskan. Kedua tangan digunakan untuk support. Bayi dengan segera meraih pegangan yang lebih tinggi.

Postur bayi pada trimester keempat sesudah lahir.

Posisi berdiri pada bayi mempersiapkan peerkembangan keseimbangan. Bergantung pada benda-benda disekitarnya atau pada orang tua, bayi mencoba untuk melangkah dan menjaga keseimbanan dinamik dalam posisi berdiri. Bayi menggunakan basis yang lebar juga karakteristik dengan pinggan yang losdosis kaki yang flat dan perut maju ke depan. Bahu cendenrung abduksi lateral rotasi dengan siku fleksi.

Pada akhir trimester keempat anak mulai mapu untuk mempertahankan posisi berdiri dan digunakan untuk berjalan. Bahu bergerak turun naik untuk membatu awal berjalan, secar bertahap lengan bawah memposisikan disamping panggul dan menunjukan cara baru dalam berjalan pada bayi.

Umumnya pada trimester keempat dan kelima bayi mulai dapat beridiri tanpa berpegangan. Anak mampu berdir sendiri tanpa batuan yang membentuk keadaan fisik yang independen. Bentuk yang initial adalah dimulai dari berguling ke posisi tengkurap. Mendorong dengan kedua lengan, mengangkat pelvis dengan kedua tungkai berjalan dengan tangan, berjongkok dan berdiri dari jongkok.

Jadi pada tahun pertama kehidupan dalam berdiri dan berjalan dan akhirnya mampu untuk bangun ke beridiri dari posisi terlentang tanpa bantuan. Anak mampu bergerak ke segala posisi dalam usia satu tahun tanpa bantuan sama sekali yang mengarah kepada independen.

Anak-anak

Postur Berdiri pada awal childhood

Studi dari perkembangan postur berdiri pada anak-anak di Inggris memnggambarkan adanya lordosis pada tahun kedua dan ketiga sebesar 30 sampai 40 derajat (Asher 1975). Anak sudah mampu mempertahankan posisi lordosis pada waktu berdiri. Keadaan ini dimunculkan dengan menenekuk lutut. Perlahan lahan abduksi dari panggul dan membuat basis menjadi lebih sempit.

Penggunaan gerakan transisi untuk berdiri pada awal childhood

Penurunan postur transisi dengan pengembangan kemampuan berdiri dari posisi tidur terlentang serupa dengan peningkatan secara perlahan lahan ke posisi duduk. Schaltebrand mencatat bahwa pola bayi dalam bangun ke posisi duduk melibatkan gerakan berguling ke posisi tengkurap. Diteruskan dengan hands-and-knee posture, lalu berjongkok dan akhirnya berdiri. Menurutnya ‘bentuk alami’ dari bangun ditunjukan pada usia 4 sampai 5 tahun, ketika anak dapat bangun dengan langsung dari posisi terlentang ke duduk lalu jongkok dan berdiri.Peningkatan gerakan bangun ini ditandai dengan gerakan simetris tubuh meliputi fleksi, diikuti ekstensi kepala, trunk dan tungkai atas dan bawah.

Postur Berdiri Selama Middle Childhood

Dua pola postur berdiri menggambakan anak selama masa sekolah dasar. Pola ini dihubungkan dengan bentuk badan : satu untuk ectomorph dan satu untuk mesomorph. Bentuk ectomorph menggambarkan postur pasif yang tekanan yang sangat kecil memberikan bebab langsung melalui gravitasi. Pelvis ke anterior dengan sedkikit protusi dari abdomen. Lutut hiperekstensi dan ada wing scapula

Anak dengan lebih banyak bentuk mesomorph menunjukan lebih banyak aktif postur. Pelvis kedepan menimbulkan lordosis, lutut hiperekstensi dan scapula tertahan oleh gerakan trapezius; dan kepala dan leher lurus.

Gambaran gerakan transisi pada middle childhood

Gerakan yang simetris yang semakin sering muncul pada middle childhood dalam proses bangun dari tidur terlentang. Tungkai bawah lebih sering menunjukkan asimetris dari trunk dan tungkai atas.

Brown dan kawan kawan (1993) dalam studinya menunjukan bahwa gerakan bangun pada anak yang ditunjukan merupakan hubungan antara pertumbuhan anak dan pola gerak untuk berdiri.

Adolesens

Pola berdiri selama adolescen

Postural alignment pada childhood peningkatan lordosis dan protrusi abdomen menjadi lebih stabil dalam adolescence. (Asher 1975). Dalam posisi berdiri inklinasi pelvis kira kira 20 derajat. Pantat sedikit menonjol dan lutut sedikit hiperekstensi. Kepala sejajar diatas bahu, panggul, dan ankle Keseimbangan postur kadang kadang sudah merupakan postur ideal. Menyarankan untuk dalam postur ideal sering dialakukan dalam usia muda atau adolescence. Ideal postur ini tidak akan menimbulkan nyeri. Sangat penting untuk menyadari bahwa postur itu merupakan variasi bentuk tubuh dan perkembangan neuromuskuler dan muskuloskeletal individu, tingkat aktifitas, kebiasaan.

Gambaran gerakan transisi selama adolescence

Studi mengenai perkembangan gerak pada remaja berkaitan dengan pola gerak simetris sekitar usia 15 tahun (Abourin 1989). Pada remaja yang muda ataupun yang lebih tua ditemukan untuk lebih memunculkan gerakan asimetris dari remaja. Keadaan pada remaja

ini mungkin merupakan puncak kemampuan dalam menjaga keseimbangan. Gerakan yang membantu adalah fleksi dari trunk dan gerakan kaki secara langsung ke depan ketika menjaga keseimbangan ketika duduk. Kontrol terhadap beban pada saan bergerak memiliki peningkatan yang pesat pada usia ini.

Dewasa

Postur berdiri pada orang dewasa

Postur berdiri didefinisikan pada dewasa muda. Pada kelompok umur ini adalah kelompok yang memiliki postur ideal seperti yang telah dibicarakan diatas. Tipenya adanya bentuk yang simetris bila dilihat dari muka. Pada bidang sagital tanpak aligment yang normal. Garis yang terbentuk antara procesus mastoideus, prosesus acromialis, trochanter mayor, epicondilus lateralis dan lurus ke arah maleolus lateralis. Pada orang dewasa yang sehat fleksibilitas yang tinggi digunakan oleh postur untuk menjalankan aktifitas fungsional yang baik

Gambaran gerakan transisi pada dewasa

Pada usia menjelang dewasa penampilan yang simetris mulai hilang pada saat periode mendekati dua puluh. Walaupun penampilan simetris menjadi suatu keadaan yang umum, ini adalah mode dari aksi pada kira kira seperempat dewasa muda. Green dan Williams (1992) menemukan bahwa tingkat aktifitas itu dihubungkan dengan penampilan yang muncul pada usia pertengahan. Semakin banyak aktifitas pada waktu dewasa akan semakin banyak kesimterisan yang diperoleh.

Dewasa tua

Postur beridiri pada orang tua

Berhentinya postur pada orang tua seperti diketahui adalah stereotype. Berhentinya tersebut dihubungkan dengan beberapa factor termasuk tingkat aktifitas, kesehatan dan status mental (Moncur 1993). Karakteristik perubahan postur pada orangtua pada umumnya adalah kembali lebarnya basis, lutut sedikit fleksi, panggul sedikit fleksi, inclinasi dari trunk, lumbal mulai lurus, dan peningkatan thoraci kyhposisi and kepala lebih maju.

Umur dalam hubungannya sistim muskuloskletal menunjukan perbahan postur pada orang tua. Khusunya kehilangan masa tulang, degenerasi diskus intervetbralis, dan laksiti ligamen

spinalis, Basis berdiri melebar dan mulai kehilangan keseimbangan karena perubahan sensori dan sistim syaraf karena penuaan . Status mental juga tergambar pada postur.

Gambaran gerakan transisi pada orang tua

Efek dari inaktifitas tercatat pada langkah dari berdiri ke tidur terlentang. Penampilannya secara perlahan ditandai dengan meningkatnya gerakan asimetris dan mengarah kembali keedaan intermedite, transisi postur. Tipenya pada orang tua ketika mendekati 80 tahun berputar dari tidur ke miring, duduk dan menumpu pada tangan dan lutut, setengah berlutut. Seperti pada anak kecil orang tua melakukan gerakan dengan terputus putus. Menurunnya keseimbangan, menurunnya kekuatan , menurunya fleksibilitas, dan kepercayaan menunjang perubahan pola gerak.

Dari penjelasan pada bab ini maka perkembangan postur dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan umur. Beberapa diantaranya adalah sisteim *neurophysicologic*, baik sensori maupun motoris, yang digunakan dalam menrangsang postur. Kontribusi dari sistim syaraf adalah untuk mengontrol dan mengembangkan postur dengan *somatosensory (propeoceptive dan tactile*), visual, sistim keseimbangan yang mengatur respon atau rangsang dari luar. Perubahan sel syaraf yang yang terkait dengan daur hidup yang menimbulkan perubahan postur.

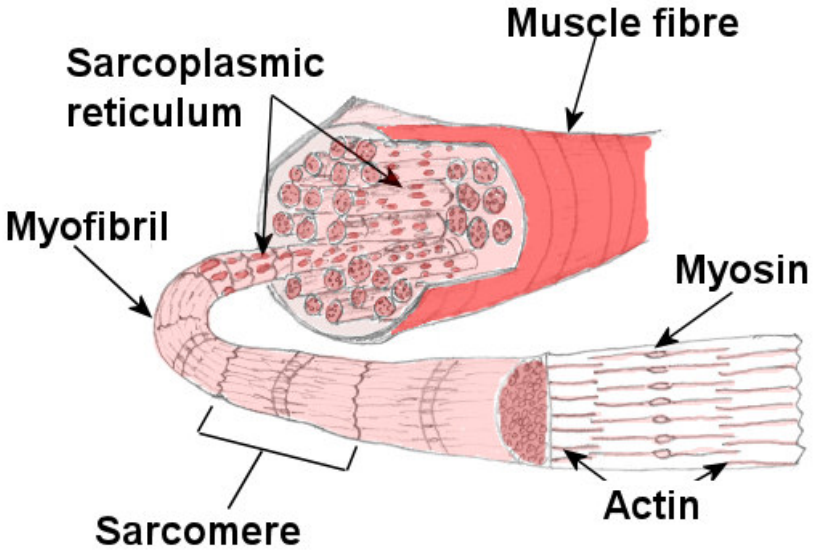
Sistim persepsi juga mempengaruhi perkembangan postur. Walupun tetap terfokus pada sistim neurophsilogical disarankan pula untuk memperhatikan persepsi motorik dalam konteks fungsional. Reeds juga menyarankan agar memperhatikan aspek lingkungan yang juga mengambil peran dalam perkembangan postur. Perubahan gerak dimulai dari bayi, anak anak, adolescence, dan dewasa sampai orang tua.

Faktor lain adalah sistim muskuloskeletal. Perkembangan individual dimuali dari muda, Individu menjadi lebih besar, kebih tinggi, dan perubahan proporsi tubuh. Efek perubahan fisik adalah sistim postural. Struktur anatomis dari otot dan tulang juga mengalami perubahan sesuai dengan umur. Keadaan ini mempengaruhi kekuatan, fleksibilitas

Sesudah dewasa tingkat aktifitas mempengaruhi berat dan bentuk tubuh, yang mempengaruhi aligment postur. Perubahan sesuai umur tersebut tidak hanya terkait dengan factor internal, tetapi juga factor eksternal dan factor psikologis yang berhubungan dengan kerja, gaya hidup, status mental dan tingkat aktifitas. Memahami actor yang berkaitan tersebut bukan hanya menuntun untuk memahami perkembangan postural, tapi juga perkembangan motoris dalam daur hidup manusia.

MATERI I

STRUKTUR DAN FUNGSI OTOT RANGKA



Sistem otot adalah sistem tubuh yang memiliki fungsi untuk alat gerak, menyimpan glikogen dan menentukan postur tubuh. Terdiri atas otot polos, otot jantung dan otot rangka. Otot rangka merupakan jenis otot yang melekat pada seluruh rangka, cara kerjanya disadari (sesuai kehendak), bentuknya memanjang dengan banyak lurik-lurik, memiliki nukleus banyak yang terletak di tepi sel. Contoh otot pada lengan. Jaringan otot merupakan kumpulan dari sel sel yang serabut otot. Selama perkembangan embrionik, serabut otot dibentuk melalui peleburan ekor dengan ekor dari banyak sel menjadi struktur yang seperti pipa.

Jaringan otot rangka merupakan jaringan yang mampu melangsungkan kerja mekanik dengan jalan kontraksi dan relaksasi sel atau serabutnya. Sel otot memiliki struktur filamen dalam sitoplasma, bentuk selnya memanjang agar dapat melangsungkan perubahan sel menjadi pendek. Di balik mekanisme otot yang secara eksplisit hanya merupakan gerak mekanik itu, terjadilah beberapa proses kimiawi dasar yang berseri demi kelangsungan kontraksi otot.

Di dalam sel serabut otot ini terdapat unit kontaksi berupa protein yang terdiri atas miofibril-miofibril. Miofibril ini merupakan kumpulan dari lapis tebal (miosin) dan lapis tipis (aktin). Persentase otot rangka terhadap seluruh tubuh adalah 40-45% dari berat badan. Di dalam otot rangka terdiri atas :

- Muscle fiber
- Sarcolemme, fascicule, perimisium, dan epimisium
- Endomisium

MATERI II

SUMBER-SUMBER ENERGI UNTUK LATIHAN FISIK

1. PENDAHULUAN

Pemahaman dasar ilmu pengetahuan latihan fisik mutlak perlu bagi kalangan professional kesehatan yang terlibat dalam pengujian dan pemberian resep latihan fisik. Yang terutama penting adalah pengetahuan tentang system-sistem fisiologis yang berfungsi menyediakan energy bagi kinerja latihan fisik (Pate RR, 1991). Di samping itu pemahaman dasar tentang bagaimana energy itu diproduksi dalam tubuh manusia mutlak perlu guna menjamin keakuratan resep pelatihan fisik (Rushall&pyke, 1990).

Kita sadari bahwa semua kegiatan manusia itu berpusat di seputar kemampuan untuk menyediakan energy secara terus menerus. Tanpa sumber energy yang berkesinambungan, maka sel-sel termasuk otot akan berhenti berfungsi (mati). Energy disediakan melalui penguraian metabolic terutama atas dua zat makanan, yakni karbohidrat dan lemak. Karbohidrat dimetabolisasi melalui glikolisis dan daur krebs. Lemak juga dimetabolisasi melalui daur krebs tetapi diawali dengan suatu proses yang disebut oksidasi beta (Fox, Bowers&Foss, 1988). Perubahan-perubahan yang dramatisyang terjadi sebagai akibat aktivitas fisik dan pelatihan terutama dirancang untuk menjaga agar kadar ATP-ADPntetap konstan, meskipun terjadi perubahan-perubahan dalam kecepatan perolehan kembali ATP (Bouchard, dkk, 1990).

2. DEFINISI ENERGI

Energy adalah kapasitas untuk melakukan kerja. Yang dimaksud dengan kerja (work) adalah penerapan gaya (force) melalui suatu jarak. Oleh karena itu energy dan kerja itu tidak dapat dipisahkan (Fox, Bowers dan Foss, 1988).

Bentuk-bentuk energy antara lain :

a. Kimia
b. Mekanis
c. Panas
d. Cahaya
e. Listrik

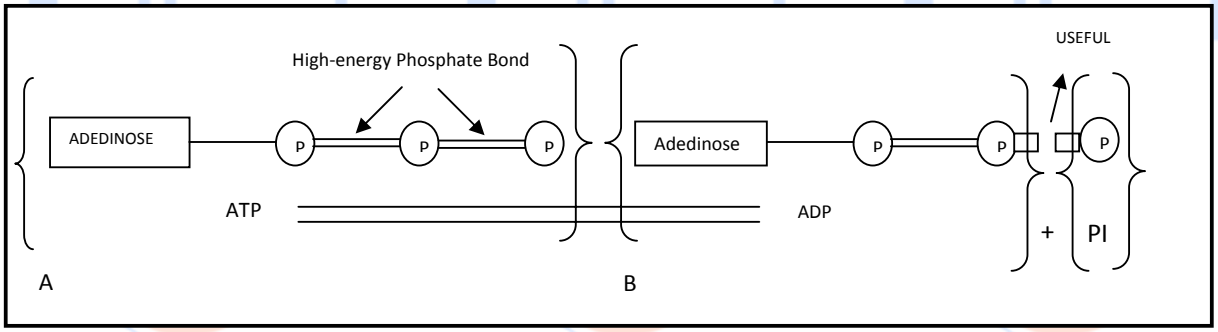
f. Nuklir

Masing-masing dapat dikonversi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Energy mekanis dimanifestasikan dalam gerakan mnusia, yang sumberna berasal dari pengubahan zat-zat makanan menjadi energy kimia dalam tubuh kita (Fox, Bowers dan Foss, 1988).

3. ADENOSINE TRIPHOSPHATE (ATP)

Energy yang dilepaskan selama penguraian makanan tidak langsung dipergunakan untuk membuat senyawa kimia lainnya yang disebut adenosine triphosphate atau disingkat ATP yang disimpan dalam semua sel. Hanya berka adanya energy yang dilepaskan oleh penguraian senyawa inilah sel dapat melakukan tugas khususnya (Fox, Bowers dan Foss, 1988). ATP dapat disebut zat kimia untuk energy, karena mesin tubuh tidak dapat bekerja jika tidak ada zat kimia tersebut. ATP disimpan dalam otot dengan kadar yang sangat kecil dan hanya dapat memenuhi kebutuhan aktivitas selama satu atau dua detik (Rushall&Pike, 1990).

Struktur ATP terdiri atas satu komponen yang sangat kompleks yakni adenosine dan tiga bagian lainnya yang tidak begitu kompleks, yaitu kelompok-kelompok fosfat. Kepentingan kimiawi ATP terletak pada kelompok-kelompok fosfatnya. Energy yang dilepaskan selama penguraian ATP ini merupakan sumber energy terdekat yang dapat digunakan oleh sel otot untuk melaksanakan tugasnya (Fox, Bowers dan Foss, 1988).

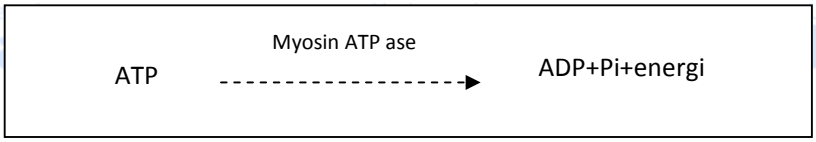


Ket gambar : A. Struktur ATP yang disederhanakan

B. Penguraian ATP menjadi ADP dan (Pi) dengan pelepasan energy (Fox, Bowers&Foss, 1988)

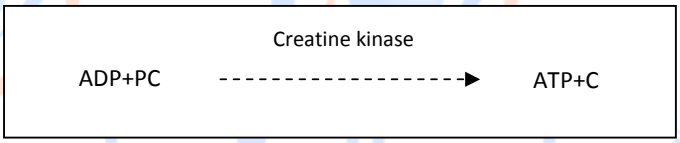
3.1. sumber-sumber ATP

Tenaga untuk kontraksi otot skeletal disediakan oleh energy yang dihasilkan melalui hidrolisis senyawa berenergi tinggi ATP untuk membentuk ADP dan Pi. Reaksi ini dikatalisis oleh enzim ATPase (Powers, 1993).



Setiap saat terdapat kwantitas ATP yang terbatas dalam suatu sel otot dan ATP itu terus menerus digunakan dan diresintesis. Ada mekanisme-mekanisme yang dikontrol dengan ketat bagi kesinambungan regenerasi ATP sewaktu kontraksi berjalan terus. Tiga proses utama yang menghasilkan energy untuk produksi ATP :

1. System ATP-PC atau fosfagen. Dalam system ini energy untuk resintesis ATP berasal hanya dari satu senyawa yaitu fosfokreatin/PC. System PC mencakup pengubahan fosfat berenergi tinggi dari PC untuk merefosforilasi ADP menjadi ATP. Reaksi ini berjalan cepat karena hanya melibatkan satu langkah enzim saja.



Pada kenyataannya system anaerob ini adalah yang paling tidak kompleks, seperti hlnya ATP, fosfokreatin disimpan di sel-sel otot. Karena ATP maupun PC mengandung kelompok-kelompok fosfat, maka secara kolektif disebut “fosfagen”. PC jug serupa dengan ATP karena kalau kelompok fosfatnya diangkat, maka sejumlah besar energy dilepaskan.produk akhir dari penguraian ini adalah kreatin (C) dan fosfat anorganik (Pi).

Dalam tubuh proses-proses tersebut lebi kompleks dan membutuhkan adanya enzim, suatu senyawa-senyawa protein yang mempercepat masing-masing reaksi. Pada kenyataannya, semua reaksi metabolism yang terjadi dalam tubuh membutuhkan enzim, termasuk penguraian ATP.

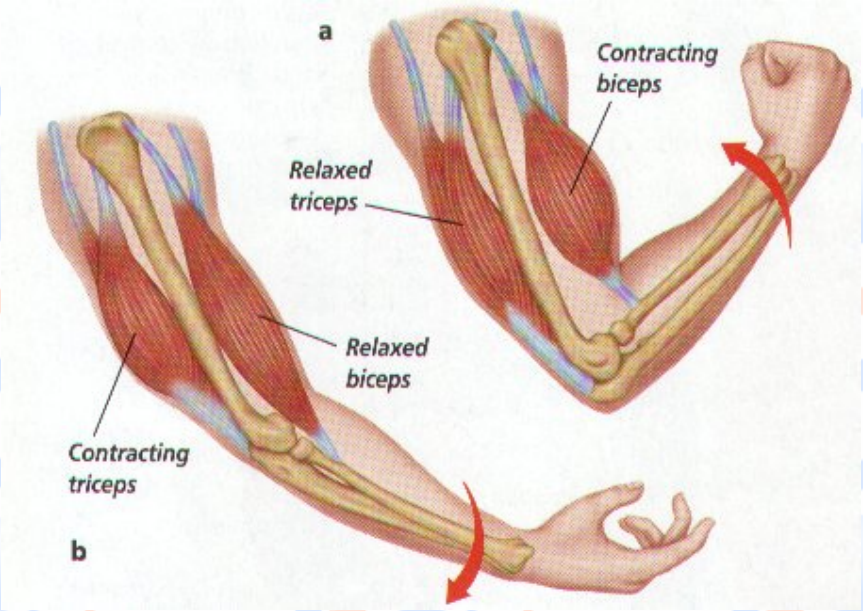
2. Glikolisis anaerob aau system asam laktat yang menghasilkan ATP dari penguraian sebgian atas glukosa dan glikogen. Jalur metabolism ini sanggup memproduksi ATP tanpa melibatkan oksigen dan terdapat di dalam sitoplasma sel otot.
3. System aerob yang terdiri dari 2 bagian :
   a. Bagian A yang mencakup penyelesaian oksidasi karbohidrat
   b. Bagian B yang melibatkan oksidasi asam-asam lemak.

Kedua bagian oksigen tersebut berakhir pada jalur oksidasi yang disebu rantai respirasi.

Materi III
ADAPTASI OTOT RANGKA
TERHADAP LATIHAN

A. Definisi

Sel otot rangka memiliki bentuk silinder panjang dan inti multi. Inti otot ini ada di bawah membran plasma yang mengosongkan bagian tengah serat otot untuk miofibril. Aturan unik ini memungkinkan pergerakan yang lebih efisien. Otot ini biasanya memiliki salah satu ujungnya menempel pada tulang stasioner seperti skapula, dan ujung satu lagi melintasi sendi dan melekat ke tulang yang lain seperti humerus).



Otot rangka melekat pada tulang dan meliputi tulang rangka. Serat otot rangka adalah sel otot yang terpanjang, memiliki jalur yang jelas dan terkendali. Meskipun otot rangka dikontrol oleh sistem saraf jenis otot ini hanya dapat dikendalikan secara sadar. Otot rangka juga bertanggung jawab untuk semua gerakan tubuh. Kecepatan kontraksi serat otot rangka tergantung pada jenis fiber sama fiber sentak cepat atau fiber sentak lambat. Fiber sentak cepat digunakan untuk gerakan yang cepat. Sedangkan fiber sentak lambat digunkan untuk gerakan yang lebih lambat. Misalnya, pelari 100 meter memiliki persentase fiber sentak cepat yang tinggi dibandingkan dengan pelari marathon. Nama lainnya adalah jaringan otot kerangka karena sebagian besar jenis otot ini melekat pada kerangka tubule. Kontraksinya

menurut kehendak kita dan di bawah pengaruh saraf sadar. Dinamakan otot lurik karena bila dilihat di bawah mikroskop tampak adanya garis gelap dan terang berselang-seling melintang di sepanjang serabut otot. Oleh sebab itu nama lain dari otot lurik adalah otot bergaris melintang. Kontraksi otot lurik berlangsung cepat bila menerima rangsangan, berkontraksi sesuai dengan kehendak dan di bawah pengaruh saraf sadar. Fungsi otot lurik untuk menggerakkan tulang dan melindungi kerangka dari benturan keras.

B. Pengaruh Pelatihan Terhadap Kerja Otot Rangka

Sebagai langkah awal, perlu kiranya Saudara ingat kembali bahwa garis besar penilaian kemampuan kerja otot adalah kekuatan maksimumnya (yaitu kemampuan maksimum otot menghasilkan gaya pada satu kontraksi otot), yang disebut juga muscle strength dan daya tahan otot dalam mempertahankan kontraksi (atau kerja otot) yang disebut sebagai muscle endurance. Pada latihan otot, prinsip latihan yang sangat penting adalah Progressive overload principle.
Maksud prinsip ini adalah agar otot dapat meningkat kekuatannya harus diberi beban kerja pada beban kerja yang biasa dilakukan oleh otot tersebut, dan selanjutnya setelah otot tersebut menjadi lebih kuat maka beban yang diberikan harus lebih tinggi lagi untuk menghasilkan kemampuan yang lebih meningkat. Dengan menerapkan program pelatihan yang memperhatikan prinsip ini, maka otot senantiasa akan memperoleh rangsang yang memungkinkannya berubah, atau dengan kata lain mengalami adaptasi latihan.

Otot rangka memperlihatkan kemampuan berubah atau plastisitas yang besar dalam memberi respon terhadap berbagai bentuk perlatihan. Plastisitas ini berupa adaptasi aktivitas kontraksi yang berbeda akibat bentuk latihan yang berbeda, yang dalam hal ini adalah latihan kekuatan (strength) dan daya tahan (endurance). Di tingkat seluler, adaptasi latihan dapat terlihat sebagai akumulasi sejumlah protein yang penyebab utamanya adalah perubahan ekspresi gen. Di tingkat organ, perbedaan ini tampak sebagai otot rangka yang berbeda karakteristiknya. Dalam suatu latihan otot, beban kerja diberikan dalam bentuk massa yang harus dilawan atau dipindahkan oleh gaya kontraksi otot. Dengan memperhatikan besar beban (resistance / intensity) dan ulangan kontraksi otot (repetitions), pembebanan terhadap otot dapat diatur. Secara umum, peningkatan kekuatan otot dapat dicapai dengan latihan beban besar untuk kurang dari 6 kontraksi otot (higher resistances (high intensity) and lower

repetitions) sedangkan daya tahan otot meningkat pada latihan beban ringan untuk kontraksi otot lebih dari 20 kali (lower resistances and higher repetitions).

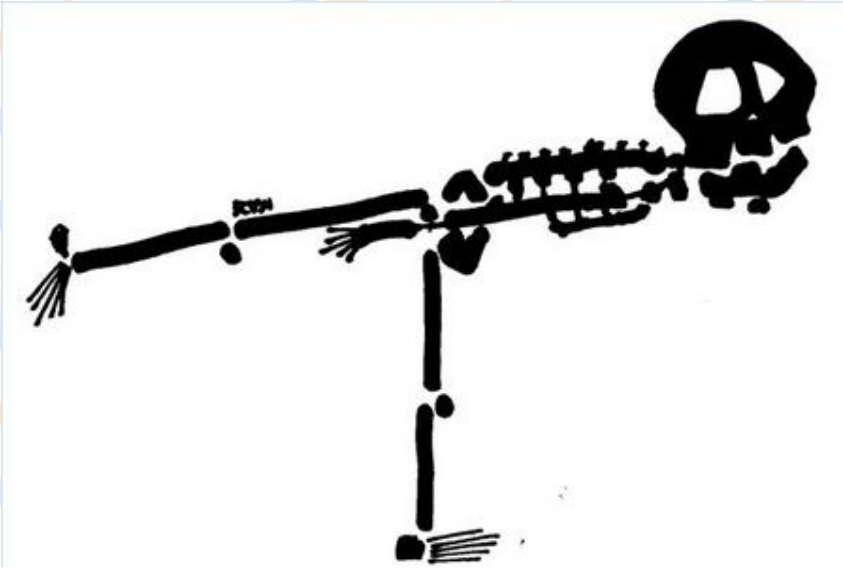
Perhatikan bahwa setiap jenis latihan tersebut merupakan rangsang yang sifatnya spesifik yang akan menghasilkan suatu bentuk adaptasi otot yang juga bersifat spesifik. Sifat spesifik dari perangsangan ini juga berlaku khusus pada otot / kelompok otot yang diaktifkan sehingga analisis kerja otot - khususnya otot penggerak utama (prime mover) - pada berbagai bentuk latihan harus diperhatikan agar latihan otot dapat mencapai tujuan.

Pada suatu latihan kekuatan otot, peningkatan kekuatan otot awalnya disebabkan oleh perbaikan kontrol sistem saraf motorik seperti penyelarasan rekrutmen motor unit, penurunan penghambatan autogen Golgi tendon organ, koaktivasi otot agonis dan antagonis serta frekuensi impuls motorik yang menuju motor unit. Perubahan struktur dapat terjadi sebagai akibat latihan kekuatan, baik di neuromuscular junction maupun di serat otot. Pembesaran otot, atau disebut juga hipertrofi otot dapat terjadi sebagai akibat dari latihan kekuatan otot. Pada otot yang hipertrofi terjadi peningkatan jumlah miofibril, filamen aktin dan miosin, sarkoplasma, serta jaringan penunjang lainnya. Peningkatan pembentukan protein yang dipengaruhi oleh testosteron diduga sebagai faktor yang mempengaruhi perubahan ini Akibat latihan daya tahan, otot juga akan mengalami sedikit hipertrofi namun adaptasi terbesar terjadi pada proses biokimiawi di dalam otot. Mitokondria otot meningkat jumlahnya, disertai peningkatan jumlah dan aktivitas enzim oksidatif yang ditunjang oleh perubahan struktur lain yang menunjang peningkatan kerja otot seperti peningkatan mikrosirkulasi otot. Penelitian selanjutnya memperlihatkan bahwa otot yang terlatih daya tahannya (endurance-trained) dapat lebih efektif menggunakan trigliserida, glukosa dan asam lemak bebas sebagai sumber energi sedemikian rupa sehingga sumber energi utama otot tersebut pada waktu exercise berubah dari karbohidrat menjadi lemak.

Materi IV

STABILISASI DAN KESEIMBANGAN

Keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan kesetimbangan tubuh ketika di tempatkan di berbagai posisi. Definisi menurut O'Sullivan, keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan pusat gravitasi pada bidang tumpu terutama ketika saat posisi tegak. Selain itu menurut Ann Thomson, keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan tubuh dalam posisi kesetimbangan maupun dalam keadaan statik atau dinamik, serta menggunakan aktivitas otot yang minimal. Keseimbangan juga bisa diartikan sebagai kemampuan relatif untuk mengontrol pusat massa tubuh *(center of mass*) atau pusat gravitasi (*center of gravity*) terhadap bidang tumpu (*base of support*). Keseimbangan melibatkan berbagai gerakan di setiap segmen tubuh dengan di dukung oleh sistem muskuloskleletal dan bidang tumpu. Kemampuan untuk menyeimbangkan massa tubuh dengan bidang tumpu akan membuat manusia mampu untuk beraktivitas secara efektif dan efisien.



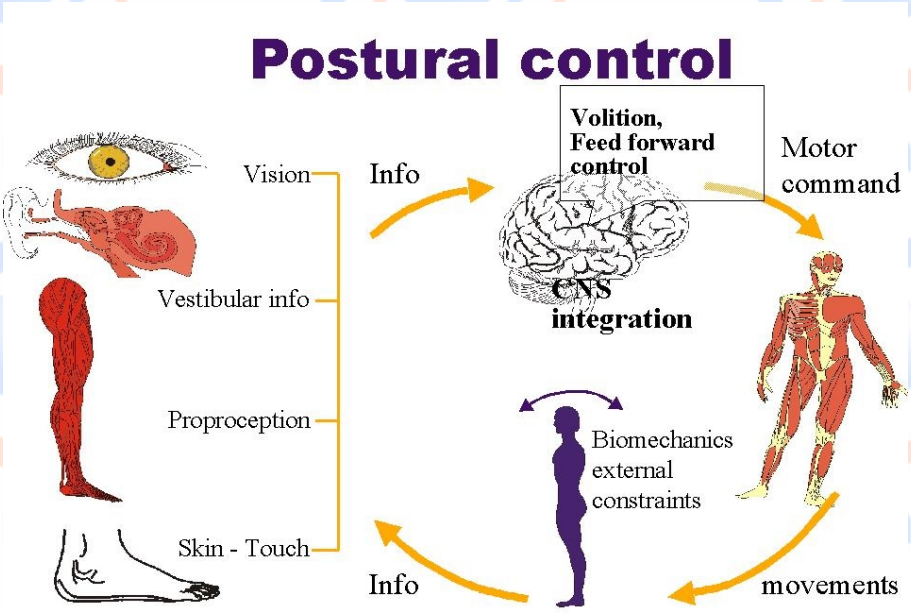
Keseimbangan terbagi atas dua kelompok, yaitu keseimbangan statis : kemampuan tubuh untuk menjaga kesetimbangan pada posisi tetap (sewaktu berdiri dengan satu kaki, berdiri diatas papan keseimbangan); keseimbangan dinamis adalah kemampuan untuk

mempertahankan kesetimbangan ketika bergerak. Keseimbangan merupakan interaksi yang kompleks dari integrasi/interaksi sistem sensorik (vestibular, visual, dan somatosensorik termasuk proprioceptor) dan muskuloskeletal (otot, sendi, dan jar lunak lain) yang dimodifikasi/diatur dalam otak (kontrol motorik, sensorik, basal ganglia, cerebellum, area asosiasi) sebagai respon terhadap perubahan kondisi internal dan eksternal. Dipengaruhi juga oleh faktor lain seperti, usia, motivasi, kognisi, lingkungan, kelelahan, pengaruh obat dan pengalaman terdahulu.

1. Fisiologi Keseimbangan

Kemampuan tubuh untuk mempertahankan keseimbangan dan kestabilan postur oleh aktivitas motorik tidak dapat dipisahkan dari faktor lingkungan dan sistem regulasi yang berperan dalam pembentukan keseimbangan. Tujuan dari tubuh mempertahankan keseimbangan adalah : menyanggah tubuh melawan gravitasi dan faktor eksternal lain, untuk mempertahankan pusat massa tubuh agar seimbang dengan bidang tumpu, serta menstabilisasi bagian tubuh ketika bagian tubuh lain bergerak.

Komponen-komponen pengontrol keseimbangan adalah :



a. Sistem informasi sensoris

Sistem informasi sensoris meliputi visual, vestibular, dan somatosensoris.

1) Visual

Visual memegang peran penting dalam sistem sensoris. Cratty & Martin (1969) menyatakan bahwa keseimbangan akan terus berkembang sesuai umur, mata akan membantu agar tetap fokus pada titik utama untuk mempertahankan keseimbangan, dan sebagai monitor tubuh selama melakukan gerak statik atau dinamik. Penglihatan juga merupakan sumber utama informasi tentang lingkungan dan tempat kita berada, penglihatan memegang peran penting untuk mengidentifikasi dan mengatur jarak gerak sesuai lingkungan tempat kita berada. Penglihatan muncul ketika mata menerima sinar yang berasal dari obyek sesuai jarak pandang.

Dengan informasi visual, maka tubuh dapat menyesuaikan atau bereaksi terhadap perubahan bidang pada lingkungan aktivitas sehingga memberikan kerja otot yang sinergis untuk mempertahankan keseimbangan tubuh.

2) Sistem vestibular

Komponen vestibular merupakan sistem sensoris yang berfungsi penting dalam keseimbangan, kontrol kepala, dan gerak bola mata. Reseptor sensoris vestibular berada di dalam telinga. Reseptor pada sistem vestibular meliputi kanalis semisirkularis, utrikulus, serta sakulus. Reseptor dari sistem sensoris ini disebut dengan sistem *labyrinthine*. Sistem labyrinthine mendeteksi perubahan posisi kepala dan percepatan perubahan sudut. Melalui refleks vestibulo-occular, mereka mengontrol gerak mata, terutama ketika melihat obyek yang bergerak. Mereka meneruskan pesan melalui saraf kranialis VIII ke nukleus vestibular yang berlokasi di batang otak. Beberapa stimulus tidak menuju nukleus vestibular tetapi ke serebelum, formatio retikularis, thalamus dan korteks serebri.

Nukleus vestibular menerima masukan (input) dari reseptor labyrinth, retikular formasi, dan serebelum. Keluaran (output) dari nukleus vestibular menuju ke motor neuron melalui medula spinalis, terutama ke motor neuron yang menginervasi otot-otot proksimal, kumparan otot pada leher dan otot-otot punggung (otot-otot postural). Sistem vestibular bereaksi sangat cepat sehingga membantu mempertahankan keseimbangan tubuh dengan mengontrol otot-otot postural.

3) Somatosensoris

Sistem somatosensoris terdiri dari taktil atau proprioseptif serta persepsi-kognitif. Informasi propriosepsi disalurkan ke otak melalui kolumna dorsalis medula spinalis. Sebagian besar masukan (input) proprioseptif menuju serebelum, tetapi ada pula yang menuju ke korteks serebri melalui lemniskus medialis dan talamus.

Kesadaran akan posisi berbagai bagian tubuh dalam ruang sebagian bergantung pada impuls yang datang dari alat indra dalam dan sekitar sendi. Alat indra tersebut adalah ujung-ujung saraf yang beradaptasi lambat di sinovia dan ligamentum. Impuls dari alat indra ini dari reseptor raba di kulit dan jaringan lain , serta otot di proses di korteks menjadi kesadaran akan posisi tubuh dalam ruang.

b. Respon otot-otot postural yang sinergis *(Postural muscles response synergies)*

Respon otot-otot postural yang sinergis mengarah pada waktu dan jarak dari aktivitas kelompok otot yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan dan kontrol postur. Beberapa kelompok otot baik pada ekstremitas atas maupun bawah berfungsi mempertahankan postur saat berdiri tegak serta mengatur keseimbangan tubuh dalam berbagai gerakan. Keseimbangan pada tubuh dalam berbagai posisi hanya akan dimungkinkan jika respon dari otot-otot postural bekerja secara sinergi sebagai reaksi dari perubahan posisi, titik tumpu, gaya gravitasi, dan aligment tubuh.

Kerja otot yang sinergi berarti bahwa adanya respon yang tepat (kecepatan dan kekuatan) suatu otot terhadap otot yang lainnya dalam melakukan fungsi gerak tertentu.

c. Kekuatan otot *(Muscle Strength)*

Kekuatan otot umumnya diperlukan dalam melakukan aktivitas. Semua gerakan yang dihasilkan merupakan hasil dari adanya peningkatan tegangan otot sebagai respon motorik.

Kekuatan otot dapat digambarkan sebagai kemampuan otot menahan beban baik berupa beban eksternal (*eksternal force*) maupun beban internal (*internal force*). Kekuatan otot sangat berhubungan dengan sistem neuromuskuler yaitu seberapa besar kemampuan sistem saraf mengaktifasi otot untuk melakukan kontraksi. Sehingga semakin banyak serabut otot yang teraktifasi, maka semakin besar pula kekuatan yang dihasilkan otot tersebut.

Kekuatan otot dari kaki, lutut serta pinggul harus adekuat untuk mempertahankan keseimbangan tubuh saat adanya gaya dari luar. Kekuatan otot tersebut berhubungan

langsung dengan kemampuan otot untuk melawan gaya garvitasi serta beban eksternal lainnya yang secara terus menerus mempengaruhi posisi tubuh.

d. *Adaptive systems*

Kemampuan adaptasi akan memodifikasi input sensoris dan keluaran motorik (output) ketika terjadi perubahan tempat sesuai dengan karakteristik lingkungan.

e. Lingkup gerak sendi (*Joint range of motion)*

Kemampuan sendi untuk membantu gerak tubuh dan mengarahkan gerakan terutama saat gerakan yang memerlukan keseimbangan yang tinggi.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan

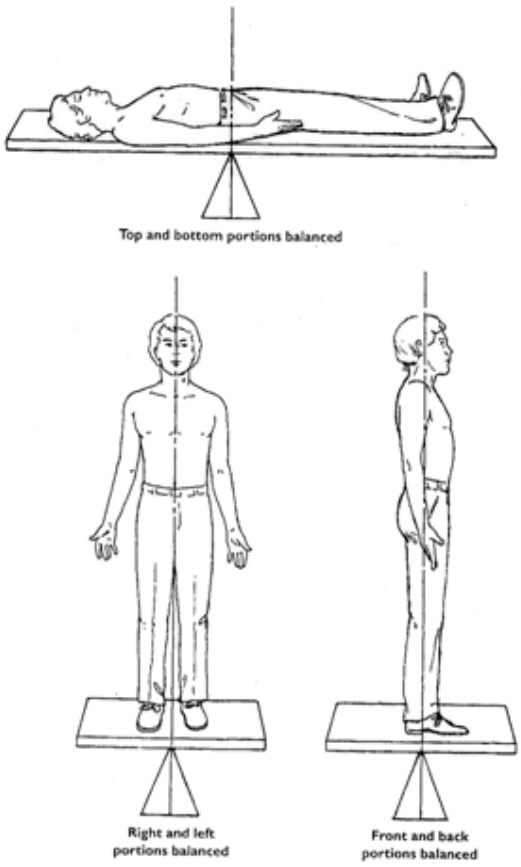
a. Pusat gravitasi (*Center of Gravity-COG*)

Pusat gravitasi terdapat pada semua obyek, pada benda, pusat gravitasi terletak tepat di tengah benda tersebut. Pusat gravitasi adalah titik utama pada tubuh yang akan mendistribusikan massa tubuh secara merata. Bila tubuh selalu ditopang oleh titik ini, maka tubuh dalam keadaan seimbang. Pada manusia, pusat gravitasi berpindah sesuai dengan arah atau perubahan berat. Pusat gravitasi manusia ketika berdiri tegak adalah tepat di atas pinggang diantara depan dan belakang vertebra sakrum ke dua.

Derajat stabilitas tubuh dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu : ketinggian dari titik pusat gravitasi dengan bidang tumpu, ukuran bidang tumpu, lokasi garis gravitasi dengan bidang tumpu, serta berat badan.

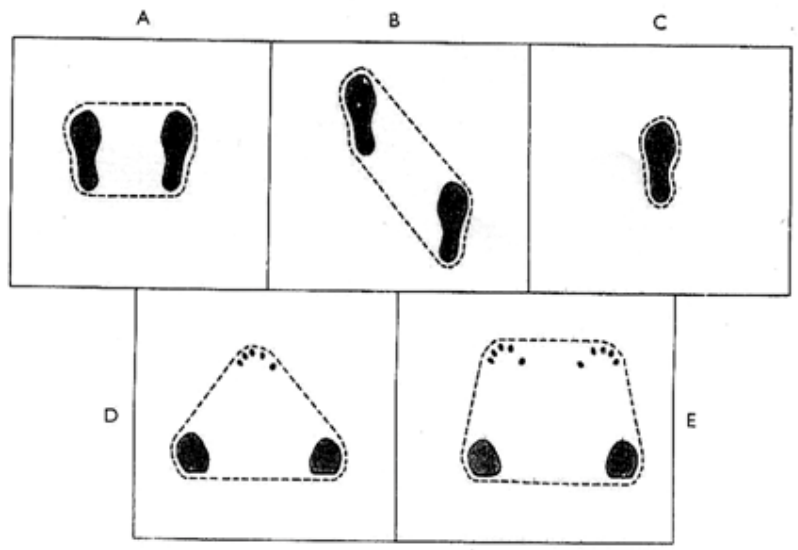
b. Garis gravitasi (*Line of Gravity-LOG*)

Garis gravitasi merupakan garis imajiner yang berada vertikal melalui pusat gravitasi dengan pusat bumi. Hubungan antara garis gravitasi, pusat gravitasi dengan bidang tumpu adalah menentukan derajat stabilitas tubuh.



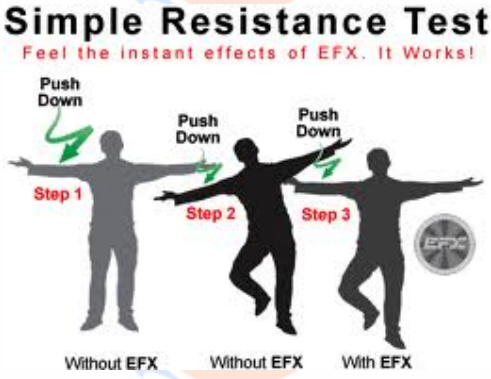
c. Bidang tumpu (*Base of Support-BOS*)

Bidang tumpu merupakan bagian dari tubuh yang berhubungan dengan permukaan tumpuan. Ketika garis gravitasi tepat berada di bidang tumpu, tubuh dalam keadaan seimbang. Stabilitas yang baik terbentuk dari luasnya area bidang tumpu. Semakin besar bidang tumpu, semakin tinggi stabilitas. Misalnya berdiri dengan kedua kaki akan lebih stabil dibanding berdiri dengan satu kaki. Semakin dekat bidang tumpu dengan pusat gravitasi, maka stabilitas tubuh makin tinggi.



3. Keseimbangan Berdiri

Pada posisi berdiri seimbang, susunan saraf pusat berfungsi untuk menjaga pusat massa tubuh (*center of body mass*) dalam keadaan stabil dengan batas bidang tumpu tidak berubah kecuali tubuh membentuk batas bidang tumpu lain (misalnya : melangkah). Pengontrol keseimbangan pada tubuh manusia terdiri dari tiga komponen penting, yaitu sistem informasi sensorik (visual, vestibular dan somatosensoris), *central processing* dan efektor.



Pada sistem informasi, visual berperan dalam contras sensitifity (membedakan pola dan bayangan) dan membedakan jarak. Selain itu masukan *(input*) visual berfungsi sebagai kontrol keseimbangan, pemberi informasi, serta memprediksi datangnya gangguan. Bagian vestibular berfungsi sebagai pemberi informasi gerakan dan posisi kepala ke susunan saraf pusat untuk respon sikap dan memberi keputusan tentang perbedaan gambaran visual dan gerak yang sebenarnya. Masukan *(input)* proprioseptor pada sendi, tendon dan otot dari kulit

di telapak kaki juga merupakan hal penting untuk mengatur keseimbangan saat berdiri static maupun dinamik

Central processing berfungsi untuk memetakan lokasi titik gravitasi, menata respon sikap, serta mengorganisasikan respon dengan sensorimotor. Selain itu, efektor berfungsi sebagai perangkat biomekanik untuk merealisasikan renspon yang telah terprogram si pusat, yang terdiri dari unsur lingkup gerak sendi, kekuatan otot, alignment sikap, serta stamina.

Postur adalah posisi atau sikap tubuh. Tubuh dapat membentuk banyak postur yang memungkinkan tubuh dalam posisi yang nyaman selama mungkin. Pada saat berdiri tegak, hanya terdapat gerakan kecil yang muncul dari tubuh, yang biasa di sebut dengan ayunan tubuh. Luas dan arah ayunan diukur dari permukaan tumpuan dengan menghitung gerakan yang menekan di bawah telapak kaki, yang di sebut pusat tekanan (*center of pressure-COP)*. Jumlah ayunan tubuh ketika berdiri tegak di pengaruhi oleh faktor posisi kaki dan lebar dari bidang tumpu.

Posisi tubuh ketika berdiri dapat dilihat kesimetrisannya dengan : kaki selebar sendi pinggul, lengan di sisi tubuh, dan mata menatap ke depan. Walaupun posisi ini dapat dikatakan sebagai posisi yang paling nyaman, tetapi tidak dapat bertahan lama, karena seseorang akan segera berganti posisi untuk mencegah kelelahan.

Sumber : Irfan, Muhammad. 2010. *Fisioterapi Bagi Insan Stroke*. Graha Ilmu: Yogyakarta,.

Materi V

KONTRAKSI OTOT DAN SISTEM SARAF

A. Kontraksi Otot

Prinsip dasar otot kontraksi otot adalah menahan atau melawan kepanjangan otot (kontraksi otot adalah menuju ke arah pendek), di karenakan aktin ditarik ke arah pusat sarcomere oleh myosin. Mekanisme terjadinya kontraksi otot sehingga kita dapat bergerak dimulai dari pelepasan asetil kolin dari ujung serabut saraf. Asetil kolin ini yang kemudian akan merangsang ion kalsium yang berada di antara sel otot untuk keluar dan menuju ke dalam otot sambil mengangkut troponin dan tropomiosin ke aktin sehingga posisi aktin berubah dan mempengaruhi filamen penghubungnya. Akhirnya aktin dan miosin bertempelan membentuk aktomiosin sehingga benang sel menjadi pendek dan berkontraksi. Setelah terjadi kontraksi maka ion kalsium akan masuk kembali kedalam plasma sel sehingga ikatan aktin dan miosin akan terputus. Pada saat inilah otot dikatakan berelaksasi. Pada saat otot berkontraksi maka ototnya akan menegang.

Otot berkontraksi bila mendapat stimulus. Stimulus dibawa oleh serabut syaraf eferen dari SSP. Sampai pada ujung saraf motorik yang melekat pada sel otot yakni neur muscle junction. Selanjutnya rangsangan tersebut masuk ke dalam sel otot melalui tubulus – tubulus. Tubulus adalah organ yang berupa pipa yang menghubungkan antara bagian luar sel dan bagian dalam sel. Dengan mekanisme tertentu, rangsangan tersebut menyebabkan kadar kalsium di cairan sarcoplasma meningkat tajam. Peningkatan kalsium ini menyebabkan terjadinya perubahan – perubahan di benang aktin yang pada akhirnya sisi lekat aktin terbuka. Terbukanya sisi lekat aktin mengakibatkan kepala myosin menempel selanjutnya terjadilah crossbridge actomiosin. Selanjutnya penguraian ATP di kepala myosin mengakibatkan kepala – kepala myosin mengadakan power stroke, akhirnya akan terjadi penarikan aktin ke arah pusat sarcomereoleh myosin, sehingga sarcomere mengalami pemendekan. Ada 5 Jenis kontraksi otot yaitu Isotonik, Isometrik, Eksentrik, Isokinetik, dan Plyometrik.

B. Sistem Saraf

1. ANATOMI JARINGAN SARAF

Anatomi sistem saraf perifer yang terdiri dari sistem saraf somatik (somatic nervous system) dan sistem saraf autonom (autonomic nervous system). Sistem sarafperifer berfungsi sebagai perantara komunikasi antara system saraf pusat dan seluruh bagian tubuh. Oleh karena itu untuk mendapatkan gambaran keseluruhan mengenai system saraf manusia, perlu dipahami anatomi dan fungsi dari sistem saraf perifer. Otak dan sumsum tulang belakang berkomunikasi dengan seluruh bagian tubuh melalui cranial nerves (saraf-saraf kepala) dan spinal nerves (saraf-saraf tulang belakang). Saraf-saraf tersebut adalah bagian dari sistem saraf perifer yang membawa informasi sensoris kesistem saraf pusat dan membawa pesan-pesan dari sistem saraf pusat ke otot-otot dan kelenjar-kelenjar di seluruh tubuh atau disebut juga dengan sistem saraf somatik (somaticnervous system).. Selain dari keduamacam sarafperifer yang termasuk sistemsaraf somatikdi atas, PNS juga terdiri dari system saraf autonomik (autonomic nervous system).

a. SISTEM SARAF SOMATIK (SOMATIC NERVOUS SYSTEM)

1) Saraf-saraf Tulang Belakang (Spinal Nerves)

Saraf tulang belakang yangmerupakan bagian dari sistemsaraf somatik; dimulai dari ujung saraf dorsal dan ventral dari sumsum tulang belakang (bagian di luar sumsum tulang belakang). Saraf-saraftersebut mengarah keluar rongga dan bercabang-cabang di sepanjang perjalanannya menuju otot atau reseptor sensoris yang hendak dicapainya. Cabang-cabang saraf tulang belakang ini umumnya disertai oleh pembuluh-pembuluh darah, terutama cabang-cabang yang menuju otot-otot kepala (skeletal muscles). Cabang-cabang dari saraf tulang belakang ini dapat kita lihat pada gambar dibawah ini. Mekanisme input (masuknyainformasi-informasi sensoris ke sumsumtulang belakang dan output dari proses tersebut yang menghasilkan informasi-informasi motorik dapat dijelaskan sebagai berikut :

Soma sel dari axon-axon saraf tulang belakang yang membawa informasi sensoris ke otak dan sumsum tulang belakang terletak di luar sistem saraf pusat (kecuali untuk system visual karena retina mata adalah bagian dari otak). Axon-axon yang datang membawa informasi sensoris ke susunan saraf pusat ini adalah saraf-sarafafferent. Soma-soma sel ariaxon yangmembawa informasi sensoris tersebut berkumpul di dorsal rootganglia. Neuron-neuron ini merupakan neuron-neuron unipolar. Batang axon yang bercabang di dekat somasel, mengirim informasi ke sumsum tulang belakang dan ke organ-organ sensoris. Semua axon di dorsal root menyampaikan informasi sensorimotorik.

2) Saraf-saraf Kepala (Cranial Nerves)

Saraf-saraf kepala terdiri dari 12 pasang saraf kepala yang meninggalkan permukaan ventral otak. Sebagian besar saraf-saraf kepala inimengontrol fungsi sensoris dan motorik di bagian kepala dan leher. Salah satu dari keduabelas pasang tersebut adalah saraf vagus (vagus nerves/saraf yang "berkelana"), yang merupakan saraf nomor sepuluh yang mengatur fungsi-fungsi organ tubuh di bagian dada dan perut. Disebut "vagus" atau saraf yang berkelana karena cabang-cabang sarafnya mencapai rongga dada dan perut. Gambar dibawah ini menunjukkan fungsi-fungsi dasar saraf-saraf kepala beserta bagian-bagian tubuh yang dikontrolnya. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kumpulan saraf eferen (pembawa informasi motorik) digambar dengan garis utuh dan saraf aferen (pembawa informasi 78sensoris) digambar dengan garis putus-putus... mengenai nama, Nomor, Dan Fungsi Saraf-Saraf Kepala.

3) Sistem Saraf Autonom (Autonomic Nervous System)

Autonomic Nervous System (sistem saraf autonom) mengatur fungsi otot-otot halus, otot jantung, dan kelenjar-kelenjar tubuh (autonom berarti mengatur diri sendiri). Otot-otot halus terdapat di bagian kulit (berkaitan dengan folikel-folikel rambut di tubuh, di pembuluh-pembuluh darah, di mata (mengaturukuran pupil dan akomodasi lensa mata), di dinding serta jonjot usus, di kantung empedu dan di kandung kemih. Jadi dapat disimpulkan bahwa organ-organ yang dikontrol oleh sistem saraf autonom memiliki fungsi untuk melangsungkan "proses vegetatif' (proses mandiri dan paling dasar) di dalam tubuh.

1. Olfactory Penghidu (indera penciuman)

2. Optic Penglihatan

3. Occulomotor GerakanMata, Mengontrol Pupil, Lensa, dan Airmata

4. Trochlear GerakanMataM

5. Trigeminal Sensasi di bagianmuka dan mengonyah

6. Abducens Gerakan illataM

7 . Facial Otot-otot muka, kelenjar air liur, dan rasa (lidah)

8. Auditory Cabang Akustik: UntukPendengaran Cabang Vestibular: Untuk keseimbangan

9 . Glossopharyngeal Otot-otot Tenggorokan, Kelenjar Air Liur, dan rasa (lidah)

10. Vagus Kontrol Parasimpatetik dari organ-organ internal, Sensasi dari Organ-organ Internal, dan rasa (lidah)

11. Spinal Accessory Otot-ototI<.epaladan Leher

12 . Hypoglossal Otot-ototLidah dan Leher

Sistem saraf autonomterdiri dari dua sistemyang berbeda secara anatomis, yaitu bagian sympatetik dan bagian parasympatetik. Organ dalam tubuh dikontrol oleh kedua bagian tersebut meskipun tiap bagian memberikan efek yang berlawanan. Contohnya, bagian sympatetik meningkatkan detak jantung, sedangkan bagian parasympatetik menurunkan detak jantung. Untuk keterangan lebih lanjut, lihat gambar 5.3. di bawah ini berikut keterangan mengenai bagian sympatetik dan parasympatetik. Kelenjar air mata Pembuluh Darah Pam-pam, Larymx, Trachea, Bronchi Lambung SIMPATIS (Carlson, 1992)

a. Saraf Sympatetik dari Sistem Saraf Autonom

Sebagian besar saraf sympatetik terIibat dalam aktivitas yang berhubungan dengan pengeluaran energi dari tubuh.Contohnyameningkatan alirandarah ke otot-otot kepala, sekresi epinephrine (meningkatkan detak jantung dan kadar gula dalam darah) dan piloerection (ereksi bulu/rambut pada mamalia atau tegaknya bulu roma pada manusia) yang terjadi karena kerja sistem saraf autonom yang sympatetik selama periode peningkatan aktivitas. Soma sel dari neuron motorik sympatetik terIetak di substansia grisea dari sumsum tulang belakang di bagian thorax (dada) dan lumbar (panggul). Axonnyakeluarmelalui ventralroot. Setelah bertemu dengan saraf-saraf tulang belakang, axon tersebut bercabang danmelalui sympathetic ganglia Uang anter tukar pemahaman dengan dorsal root ganglia). Gambar 5.3. di atas menunjukkan hubungan ganglia ini ke sumsum tulang belakang. Sebagai catatan, perIu diingat bahwa berbagai sympathetic ganglia berhubungan dengan ganglia didekatnya, yaitu di bagian bawah dan atasnya sehingga membentuk ikatan sympatetik (sympathetic chain). Axon-axon yang meninggalkan sumsum tulang belakang melalui ventral root disebut dengan neuron-neuron preganglion (preganglionic neuron), kecuali adrenal medulla yang axon preganglionnya masuk ke ganglia dari ikatan sympatetik, tetapi tidak semuanya bersynapsis ditempat tersebut. Beberapa neuron preganglion meninggalkan sumsum tulang belakang menuju ganglia sympatetik lain yang terIetak di organ-organ internal. Semua axon darineuron preganglion bersinapsiske neuron di salah satuganglia tujuannya. Neuron-neuron

tempat bersinapsis disebut neuron postganglion (postgan- glionic neuron). Selanjutnya, neuron postganglion mengirim axon ke organ tujuart, seperti usus halus, perut, ginjal, dan kelenjar keringat.

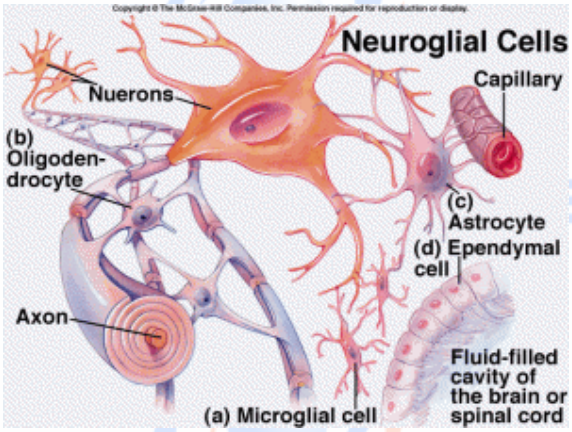
b. Saraf Parasympatetik dari Sistem Saraf Autonom

Saraf parasympatetik dari sistem saraf autonom mendukung aktivitas tubuh yang berkaitan dengan peningkatan penyimpanan energy dalam tubuh. Memberikan efek-efek seperti salivasi, sekresi kelenjar pencernaan, dan peningkatan aliran darah ke system gastrointestinal. . Soma sel yang mengandung axon-axon preganglion di sistemsaraf sympatetik terletak di dua bagian, yaitu sel-sel saraf di saraf-saraf kepala (terutama saraf vagus) dan substansia grisea di sumsum tulang belakang bagian sacral.Gangliaparasimpatetik terIetak didekat organ tujuan; axon postganglion cenderung lebih pendek. Terminal button dari axon postganglion parasimpatetik mensekresikan acetylcholine.

Jaringan saraf terdiri dari neuroglia dan sel sechwan (sel-sel penyokong) serta neuron (sel-sel saraf). Kedua jenis sel tersebut demikian erat berkaitan dan terintegrasi satu sama lainnya sehingga bersama-sama berfungsi sebagai satu unit.

1. Neuroglia

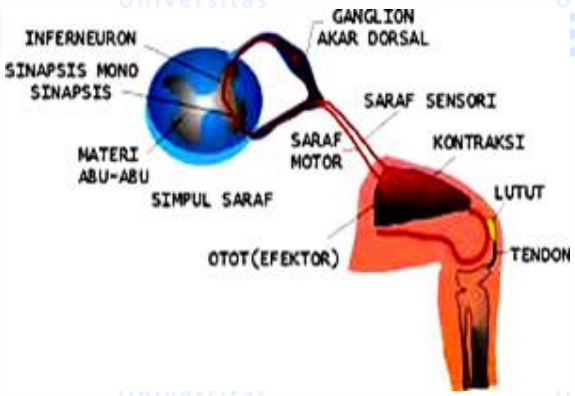
Neuroglia (berasal dari nerve glue) mengandung berbagai macam sel yang secara keseluruhan menyokong, melindungi dan sumber nutrisi sel saraf (Neuron) pada otak dan medulla spinalis; sedangkan sel sechwann merupakan pelindung dan penyokong neuron-neuron di luar system saraf pusat. Neuroglia menyusun 40% volume otak dan medulla spinalis.



Neuroglia jumlahnya lebih banyak dari sel-sel neuron dengan perbandingan sekitar sepuluh banding satu. Ada empat sel Neuroglia yang berhasil diidentifikasi yaitu: Oligodendroglia, Ependima, Astroglia dan Microglia. Masing-masing mempunyai fungsi yang khusus.

2. Impuls

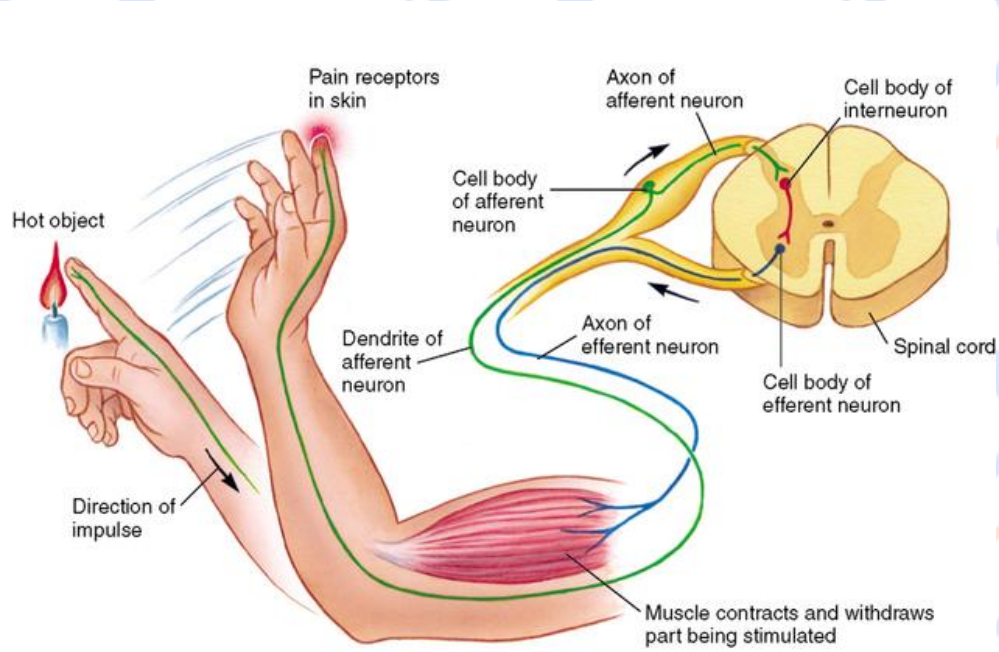
Impuls (rangsangan) sebagai unit fungsional sistem saraf. Impuls sensorik yang di bangkitkan dalam salah sebua sel pyramidal pada daerah motorik dan korteks, melintasi akson atau serabut saraf yang sewaktu menyusui sum-sum tulang belakang, berada di dalam substansi putih. Akson itu mengait dendrite sel saraf motorik pada kornu interior sum-sum tulang belakang.



Kemudian impuls merambat pada akson sel-sel tersebut, yang membbentuk serabut-serabut motorik akar interior saraf sum-sum tulang belakang, dan di hantar kepada tujuan akhir yaitu otot.

A. Mekanisme Penghantar Impuls

Impuls dapat dihantarkan melalui beberapa cara, di antaranya melalui sel saraf dan sinapsis. Berikut ini akan dibahas secara rinci kedua cara tersebut.



1. Penghantaran Impuls Melalui Sel Saraf

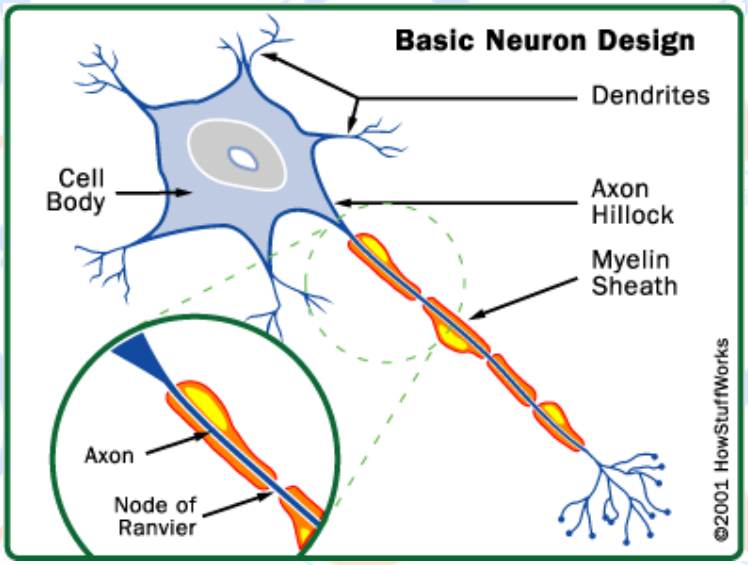
Penghantaran impuls baik yang berupa rangsangan ataupun tanggapan melalui serabut saraf (akson) dapat terjadi karena adanya perbedaan potensial listrik antara bagian luar dan bagian dalam sel. Pada waktu sel saraf beristirahat, kutub positif terdapat di bagian luar dan kutub negatif terdapat di bagian dalam sel saraf. Diperkirakan bahwa rangsangan (stimulus) pada indra menyebabkan terjadinya pembalikan perbedaan potensial listrik sesaat. Perubahan potensial ini (depolarisasi) terjadi berurutan sepanjang serabut saraf. Kecepatan perjalanan gelombang perbedaan potensial bervariasi antara 1 sampai dengart 120 m per detik, tergantung pada diameter akson dan ada atau tidaknya selubung mielin. Bila impuls telah lewat maka untuk sementara serabut saraf tidak dapat dilalui oleh impuls, karena terjadi perubahan potensial kembali seperti semula (potensial istirahat). Untuk dapat berfungsi kembali diperlukan waktu 1/500 sampai 1/1000 detik.

Energi yang digunakan berasal dari hasil pemapasan sel yang dilakukan oleh mitokondria dalam sel saraf. Stimulasi yang kurang kuat atau di bawah ambang (threshold) tidak akan menghasilkan impuls yang dapat merubah potensial listrik. Tetapi bila kekuatannya di atas ambang maka impuls akan dihantarkan sampai ke ujung akson. Stimulasi yang kuat dapat menimbulkan jumlah impuls yang lebih besar pada periode waktu tertentu daripada impuls yang lemah.

Penghantaran Impuls Melalui Sinapsis Titik temu antara terminal akson salah satu neuron dengan neuron lain dinamakan sinapsis. Setiap terminal akson membengkak membentuk tonjolan sinapsis. Di dalam sitoplasma tonjolan sinapsis terdapat struktur kumpulan membran kecil berisi neurotransmitter; yang disebut vesikula sinapsis. Neuron yang berakhir pada tonjolan sinapsis disebut neuron pra-sinapsis. Membran ujung dendrit dari sel berikutnya yang membentuk sinapsis disebut post-sinapsis. Bila impuls sampai pada ujung neuron, maka vesikula bergerak dan melebur dengan membran pra-sinapsis. Kemudian vesikula akan melepaskan neurotransmitter berupa asetilkolin. Neurontransmitter adalah suatu zat kimia yang dapat menyeberangkan impuls dari neuron pra-sinapsis ke post-sinapsis. Neurontransmitter ada bermacam-macam misalnya asetilkolin yang terdapat di seluruh tubuh, noradrenalin terdapat di sistem saraf simpatik, dan dopamin serta serotonin yang terdapat di otak. Asetilkolin kemudian berdifusi melewati celah sinapsis dan menempel pada reseptor yang terdapat pada membran post-sinapsis. Penempelan asetilkolin pada reseptor menimbulkan impuls pada sel saraf berikutnya. Bila asetilkolin sudah melaksanakan tugasnya maka akan diuraikan oleh enzim asetilkolinesterase yang dihasilkan oleh membran post-sinapsis.

Sistem saraf (Nervous System) merupakan salah satu sistem organ yang ada di tubuh kita. layaknya sebuah sistem jaringan komunikasi, sel-sel saraf di setiap bagian dari tubuh memainkan peran dalam proses menanggapi rangsangan dan pengendalian otot-otot kita. Sistem saraf dibina lebih dari 80 jaringan saraf utama. Setiap jaringan saraf tersusun atas 1 juta neuron, yaitu unit fungsional sistem saraf (sel-sel saraf).

a. Neuron atau sel saraf memiliki bagian-bagian sel yang berbeda dengan tipe sel lainnya. Berikut bagian-bagian sel saraf beserta fungsinya dalam menghantarkan impuls (rangsangan) sebagai unit fungsional sistem saraf.



1) Inti sel, merupakan struktur inti sel pada umunya yang di dalamnya terdapat asam nukleat (materi inti). Inti sel berperan sebagai pengatur segala aktifitas sel saraf.
2) Badan sel (perykaryon), merupakan struktur utama dari sel saraf yang kaya akan sitoplasma dan di bagian tengahnya terdapat inti sel saraf. Badan sel berfungsi sebagai tempat metabolisme sel saraf.
3) Dendrit, merupakan serabut pendek dan bercabang-cabang yang merupakan penjuluran badan sel pada badan sel. Dendrit berfungsi menerima dan menghantarkan rangsangan dari luar ke badan sel saraf.
4) Neurit, merupakan serabut panjang hasil penjuluran badan sel yang mengandung struktur benang-benag halus yang disebut mikrofibril dan neurofibril. Mikrofibril dan neurofibril berfungsi untuk menjaga bentuk dan kepadatan sel saraf. Neurit atau yang sering dikenal akson memiliki peranan menghantarkan rangsangan dari badan sel saraf yang satu ke sel saraf lain. Rangsangan akan dihantarkan melalui akson dari satu sel saraf menuju dendrit dari sel saraf yang lain. Struktur neurit merupakan struktur yang lebih kompleks daripada dendrit. Neurit memeliki pembungkus yang disebut selaput myelin yang didalamnya terdapat sel Schwann. Bagian neurit yang tidak terbungkus oleh selaput myelin disebut nodus Ranvier.

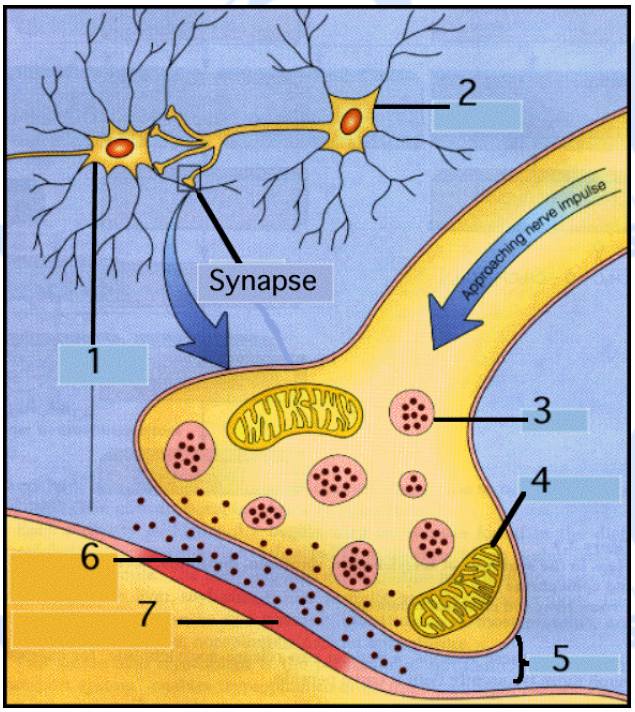
Sel-sel saraf akan berkumpul membentuk jaringan saraf dan selanjutnya jaringan-jaringan saraf akan berkumpul dan berkoordinasi membentuk sistem saraf. Hubungan antara sel saraf yang satu dengan sel saraf yang lain disebut sinapsis, sedangkan hubungan antara sel saraf dengan serabut otot disebut neuromuscular junction.

Neuron pada manusia dapat kita kelompokkan berdasarkan struktur dan fungsinya. Neuron berdasarkan strukturnya dibagi menjadi tiga tipe, yaitu neuron multipolar, neuron bipolar, neuron unipolar. Neuron multipolar adalah tipe neuron yang memiliki banyak dendrite dan satu akson. Neuron bipolar memiliki hanya satu dendrite dan satu akson, sedangkan neuron unipolar tidak memiliki dendrite dan proses penghantaran impuls dilakukan oleh satu akson.

Tipe Saraf Neuron berdasarkan fungsinya dibedakan atas sel saraf sensorik (afferent), sel saraf motorik (efferent), dan sel saraf konektor (association). Sel saraf sensorik berfungsi menghantarkan rangsangan (impuls) dari indra ke saraf pusat (otak) dan sumsum tulang belakang. Sel saraf motorik berfungsi menghantarkan rangsangan dari saraf pusat (otak) atau sumsum tulang belakang ke otot atau kelenjar. Rangsangan dari sel saraf sensorik diteruskan menuju sel saraf motorik melalui sel saraf konektor. Membran neuron layaknya membran sel lainnya bersifat semipermeabel (hanya molekul-molekul tertentu yang dapat keluar masuk misalnya ion-ion tetapi tidak untuk molekul berukuran besar). Membran sel saraf juga secara elektrikal bersifat polar (adanya ion-ion bermuatan negative yang disebut kation di sekitar permukaan luar membrane dan ion-ion bermuatan negative yang disebut anion di bagian sebelah dalam membran). Impuls saraf berhasil ditransmisikan (disalurkan) dari sel saraf yang satu ke sel saraf yang lain disebabkan oleh potensial aksi yang berpindah di dekat sel saraf. Stimulus merubah kemampuan spesifik permeable lapisan membrane dan menyebabkan depolarisasi kation dan anion. Perubahan ini menyebar sepanjang serabut saraf yang selanjutnya disebut sabagai impuls saraf itu sendiri. Polarisasi kembali terjadi setelah depolarisasi yang diikuti oleh periode refractory selama impuls selanjutnya datang lagi.

b. Sinapsis

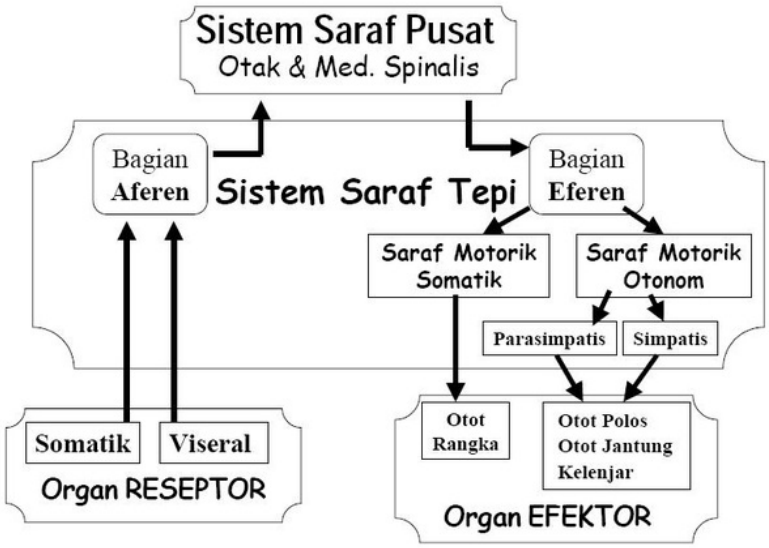
Polarisasi dibuat dengan mempertahankan kelebihan ion-ion sodium (Na+) pada bagian luar membrane dan kelebihan ion-ion potassium (K+) pada bagian dalam membran. Jumlah tertentu dari Na dan K selalu bocor (berkurang) melewati membran, tetapi pompa Na/K pada membran secara aktif mengatasi hal tersebut tersebut.



Intensitas atau frekuensi antara impuls saraf yang satu dengan yang lain ditentukan oleh diameter dari serabut saraf, hal ini berkaitan juga dengan serabut saraf berselaput myelin dan serabut saraf tanpa selaput myelin. Sitoplasma dari akson atau serabut saraf merupakan konduktor elektrik dan selaput myelin menurunkan kapasitasnya sebagai penghantar. Kondisi tersebut mencegah kebocoran muatan melalui membran. Depolarisasi pada nodus ranvier cukup untuk memicu regerasi voltase elektrik pada nodus berikutnya. Oleh karena itu, potensial aksi pada serabut saraf bermielin tidak berpindah layaknya perpindahan gelombang tetapi terjadi secara berulang pada nodus-nodus. Potensial aksi pada nodus ranvier akan berpindah seperti loncatan-loncatan muatan listrik.

E. Mekanisme System Saraf Terhadap Konntraksi Otot

Timbulnya kontraksi otot rangka di mulai dengan potensial aksi dalam serabut-serabut otot. Potensial aksi ini menimbulkan arus listrik yang menyebar kebagian-bagian serabut, dimana menyebabkan dilepaskannya ion-ion kalsium dari reticulum sarkoplasma. Selanjutnya ion kalsium menimbulkan peristiwa-peristiwa kimia proses kontraksi.



Dalam fungsi tubuh normal, serabut-serabut otot rangka di rangsang oleh serabut-serabut saraf besar bermielin. Serabut-serabut saraf ini melekat pada serabut-serabut otot otot rangka dalam hubungan saraf otot (neuromuscular junction) yang terletak di pertengahan otot. Ketika potential aksi sampai pada neuromuscular junction, terjadi depolarisai dari membrane saraf, menyebabkan dilepasskan acethylcholin, kemudian akan terikat pada motor and plate membrane, menyebabkan terjadinya pelepasan ion kalsium yang menyebabkan terjadinya ikatan actin-myosin yang akhirnya menyebabkan kontraksai otot. Oleh karena itu, potensial aksi menyebar dari tengah serabut kearah kedua ujungnya, sehingga kontraksi hampir bersamaan terjadi diseluruh sakromer otot. Gambaran yang menunjukan gangguan pada saraf yang berdampak pada pengaturan kontraksi otot rangka. Bila otot dideverensiasi, akan srgera terjadi atrofi. Kemudian otot akan mengalami digenerasi dan diganti oleh jaringan lemak dan fibrosa. Bila otot dipersarafi kembali selama tiga sampai empat bulan pertama , fungsi otot akan kembali lagi.

Sumber :

1. Chung, KW, 1993. *Anatomy*. Banupa aksara. Jakarta
2. Evelin.C.P. 2009. Anatomi *Dan Fisiologi Untuk Paramedis*. Erlangga. Jakarta.
3. Guton,Athur,1987,. *Fisiologi Kedokteran Edisi ke-5*. EGC . Jakarta

.

Materi VI
METABOLISME DAN
KERJA HORMONE TERHADAP LATIHAN

A. Metabolisme Latihan

1. Energi untuk kontraksi otot.

Untuk kontraksi diperlukan energi. Energi yang digunakan disuplai dalam bentuk energi kimia, yaitu dari penguraian ATP.

ATP → ADP + P + energi

ADP → AMP + P + energi

Bila enegi habis (dalam keadaan ADP → AMP + P + energi), otot tidak dapat berkontraksi lagi. Fase ini disebut *fase anaerob*. ATP harus dibentuk kembali agar otot dapat bergerak.

Kontraksi otot bergantung pada energi yang disediakan oleh ATP. Konsentrasi ATP didalam serabut otot kira-kira 4 milimolar. Sumber energi pertama yang digunakan untuk menyusuun kembali ATP adalah substansi kreatin fosfat. Kreatin fosfat memiliki jumlah energi bebas yang sedikit lebih tinggi daripada yang dimiliki oleh setiap ikatan ATP. Sumber energi penting kedua yang digunakan untuk menyusun kembali kreatin fosfat dan ATP adalah "glikolisis" dari glikogen yang sebelumnya tersimpan dalam sel otot. Makna penting dari mekanisme glikolisis ada dua. Pertama, reaksi glikolisis dapat terjadi bahkan bila tidak ada oksigen, sehingga kontraksi otot dapat tetap dipertahankan untuk berdetik-detik dan kadang sampai lebih dari satu menit. Kedua, kecepatan pembentukan ATP oleh proses glikolisis kira-kira 2,5 kali kecepatan pembentukan ATP. Namun, begitu banyak produk akhir dari glikolisis akan berkumpul dalam sel otot sehingga glikolisis juga kehilangan kemampuannya untuk mempertahankan kontraksi otot. Sumber energi ketiga sekaligus yang terakhir adalah metabolisme oksidatif. Hal ini berarti mengkombinasikan oksigen dengan produk akhir glikolisis dan berbagai zat makanan sel untuk membebaskan ATP. Sebagian besar energi yang digunakan oleh otot untuk berkontraksi jangka panjang yang berkesinambungan berasal dari sumber ini (metabolisme oksidatif).

2. Pembentukan kembali ATP

Dalam otot tersimpan glikogen (gula otot). Glikogen akan dilarutkan menjadi laktasidogen (pembentukan asam laktat = asam susu). Laktasidogen kemudian diuraikan menjadi glukosa dan asam laktat. Oleh peristiwa respirasi dengan O_2, glukosa akan dioksidasi menghasilkan energi dan melepaskan CO_2 dan H_2O.

3. Prinsip Dasar Terjadinya Kontraksi Otot

Prinsip dasar terjadinya kontraksi otot adalah adanya hubungan atau ikatan antara aksin dan myosin melalui proses pergeseran filament-filamen tebal dan tipis. Pergeseran selama kontraksi otot terjadi bila kepala myosin berikatan erat dengan aktin.

Pada saat istirahat troponin I berikatan erat pada aktin, tropomiosin menutupi tempat di mana kepala myosin seharusnya mengikat aktin sehingga kompleks troponin, tropomiosin membentuk protein relaksasi yang menghambat interaksi aktin dan myosin.

Terjadinya kontraksi dimulai karena adanya stimulus yang menimbulkan impuls di motor neuron, di mana ujung-ujung akson melepaskan asetilkolin dan menimbulkan potensial generator pada motor end-plate. Selanjutnya, jika sudah mencapai ambang batas letup akan berubah menjadi potensial aksi di serat otot dan menyebar ke seluruh serat otot. Potensial aksi menimbulkan reticulum sarkoplasma melepaskan ion kalsium sehingga muatan ion kalsium lebih tinggi.

Selanjutnya, ion kalsium diikat oleh troponin C dan mengakibatkan ikatan troponin I dengan aktin terlepas, sehingga tropomiosin bergeser dan *binding site* aktin menjadi terbuka. Sementara itu, di kepala myosin ATP di aktifkan oleh enzim ATPase menjadi ADP dan fosfat anorganik + energy. Energi yang dilepaskan ini mengaktifkan kepala myosin untuk mengikat aktin. Terbukanya celah tropomiosin membuka peluang untuk interaksi aktin dan myosin. Kepala myosin tetap terikat dengan aktin sampai sebuah molekul ATP baru melekat ke padanya dan melemahkan ikatan aktin dan myosin.

Proses relaksasi otot mulai terjadi ketika kepala myosin terlepas dari aktin dan condong kembali dan menarik kembali untuk mengundang siklus. Terlepasnya ikatan myosin dimulai saat ion kalsium dipompakan secara aktif ke dalam reticulum sarkoplasma. Ion kalsium pada troponin C terlepas dan myosin-ATPase menjadi tidak aktif maka terbentuklah kembali kompleks troponin-tropomiosin-aktin.

4. Faktor yang mempengaruhi kontraksi otot

a. Treppe atau staircase effect, yaitu meningkatnya kekuatan kontraksi berulang kali pada suatu serabut otot karena stimulasi berurutan berseling beberapa detik. Pengaruh ini disebabkan karena konsentrasi ion Ca^{2+} di dalam serabut otot yang meningkatkan aktivitas myofibril.
b. Sumasi, berbeda dengan treppe , pada summasi tiap otot berkontaksi dengan kekuatan berbeda yang merupakan hasil penjumlahan kontraksi dua jalan (sumasi unit motor berganda dan sumasi bergelombang)
c. Fatique adalah menurunnya kapasitas bekerja karna pekerjaan itu sendiri.
d. Tetani adalah peningktan frekuensi stimulasi dengan cepat sehingga tidak ada peningkatan tegangan kontraksi

B. Kerja Hormon Terhadap Latihan

1. Perubahan Dalam Sistem Hormonal

Hormon berfungsi untuk mengatur homeostasis dalam tubuh manusia agar terjadi keseimbangan atau keadaan normal sehingga tidak ada gangguan dalam tubuh. Ketika berlatih kebutuhan energi akan meningkat sehingga hormon-hormon yang berfungsi untuk katabolisme juga harus meningkat, karena energi akan diperoleh dari memecah molekul-molekul besar bahan energi dalam tubuh. Sebaliknya hormon yang diperlukan untuk anabolisme atau menyusun molekul besar dalam tubuh justru harus menurun.

Stres emosional atau psikologis sering diartikan sebagai perasaan keraguan akan kemampuannya dalam mengatasi sesuatu. Dalam latihan atau olahraga cukup banyak menimbulkan stres karena harus dapat tampil dengan kemampuan maksimal, melewati atau mengatasi mistar, jarak, limit waktu, limit beban, rintangan, maupun kemampuan lawan. Untuk dapat mengerahkan kemampuan maksimalnya diperlukan semangat yang maksimal pula. Ketika stres atau semangat yang luar biasa maka maka stresor tersebut akan menjadikan masukan pada sistem saraf pusat, yang selanjutnya akan direspon oleh hipotalamus.

Hipotalamus akan mengeluarkan CRF (corticotrophin releasing Factor). CRF akan mempengaruhi sistem saraf simpatik dan kelenjar hipofisis atau pituitari. Dari sistem saraf simpatik ujung-ujung saraf tepi akan mengsekresikan norepinefrin, dan medula adrenal akan meningkatkan sekresi epinefrin. Dari hipofisis bagian belakang disekresikan vasopresin atau hormone anti deuretik, sedangkan bagian depan hipofisis disekresikan ACTH (adrenocorticotropin hormon), yang akan mempengaruhi kortek adrenal dengan meningkatkan sekresi aldosteron dan kortisol.

Ketika berlatih memerlukan energi yang lebih sehingga harus memobilisir cadangan energi. Triasilgliserol (cadangan lemak) akan dilipolisis (dipecah) dari sel adiposa, glikogenolisis (pemecahan glikogen) akan terjadi untuk memobilisir glikogen hati agar menjadi gula darah dan dipergunakan oleh sel-sel otot. Demikian juga ketika intensitas maksimal harus dilaksanakan cukup "panjang" glikogen otot akan dipergunakan. Untuk memobilisir energy tersebut diperlukan peningkatan sekresi beberapa hormon. Otot rangka maupun otot jantung dituntut untuk kontraksi lebih kuat, sehingga diperlukan juga peningkatan hormon epinefrin.

Hormon epinefrin atau adrenalin yang meningkat akan membantu dalam memobilisir glikogen hati, sehingga glikogenolisis akan meningkat. Dengan demikian glukosa darah akan tetap terjaga kadarnya meskipun banyak digunakan oleh sel-sel otot rangka. Dengan bertahannya kadar gula darah juga akan tercukupinya kebutuhan energi sel-sel saraf sehingga sistem saraf selama latihan tidak terganggu. Epinefrin sendiri juga akan mempengaruhi meningkatnya sekresi hormon glukagon dari sel alfa pankreas yang juga akan meningkatkan glikogenolisis di hati. Epinefrin juga berbengaruh pada meningkatnya kontraksi otot otot rangka maupun otot jantung. Meningkatnya kontraksi otot jantung akan menyebabkan meningkatnya volume darah sedenyutan (stroke vulume=SV). Hormon kortisol akan berpengaruh pada lipolisis triasilgleserol yang ada dalam sel adiposa. Triasilgliserol akan masuk dalam peredaran darah sebagai asam lemak dan gliserol. Asam lemak akan menjadi bahan dalam oksidasi ketika kebutuhan energi tidak terlalu tinggi.

Dalam latihan beberapa hormon akan meningkat seperti: epinefrin, norepinefrin, glukagon, kortisol, aldosteron, hormon pertumbuhan, beta endorfin, dan vasopresin. Sedangkan hormon insulin justru akan turun, agar gula darah tidak terlalu cepat masuk dalam sel-sel otot yang dapat mengakibatnya merosotnya kadar gula darah. Pada suatu kejuaraan olahraga yang berlangsung satu pekan dengan jadwal bertanding cukup padat, perlu dibuat jadwal latihan (pemanasan) agar pertandingan diawal kejuaraan tidak menjadi beban yang teradaptasi menjelang pertandingan berikutnya. Diantara pertandingan-pertandingan perlu latihan agar hormon untuk katabolisme tetap tinggi, dan hormon untuk anabolisme tidak meningkat sekresinya sehingga akan menurunkan prestasi.

Dengan latihan akan mempertahankan sekresi hormon-hormon untuk katabolisme agar penampilan atlet dapat dipertahankan. Begitu latihan dikendorkan maka hormon untuk anabolisme pasti akan meningkat sebagai adaptasi dari pertandingan dan latihan sebelumnya.

Oleh karena itu sehabis kejuaraan yang pertandingannya berturut turut penampilan seorang atlet pasti akan sangat menurun prestasinya.

Materi VII

PENGARUH LATIHAN

TERHADAP SYSTEM KARDIOVASKULER

A. Efek Akut (Sesaat) Latihan

Jika kita berlari, berenang, bersepeda kencang maka jantung terasa berdetak dengan cepat, pernafasan juga berjalan dengan cepat. Semakin kencang lari kita jantung terasa berdetak semakin cepat dan pernafasanpun juga terasa semakin terengah-engah. Akan tetapi setelah beberapa saat istirahat baik detak jantung maupun pernafasan juga akan menurun. Hal di atas adalah efek akut latihan yang sering kita rasakan. Selain hal di atas sebenarnya masih cukup banyak efek sesaat latihan yang tidak kita rasakan. Ketika kita latihan hampir semua sistem yang ada dalam tubuh terpengaruh baik itu sistem otot, sistem syaraf, sistem hormonal, system peredaran darah dan pernafasan, sistem pencernaan, metabolisme, dan system pembuangan. Hanya saja perubahan beberapa sestem ketika latihan tidak kita rasakan. Perubahan tersebut akan terungkap jika dilakukan pemeriksaan secara laboratoris baik dengan alat-alat manual maupun digital.

B. Perubahan pada sistem peredaran darah dan pernafasan

1. Perubahan Frekuensi Denyut Jantung

Ketika berlatih frekuensi denyut jantung akan meningkat. Kenaikan frekuensi denyut jantung akan sesuai dengan intensitas latihan. Semakin tinggi intensitas (misal berlari/bersepeda/berenang semakin cepat) maka denyut jantung akan terasa semakin cepat. Azas Conconi berbunyi ”hubungan antara frekuensi denyut jantung dan intensitas latihan adalah linier”. Selain itu ada istilah titik defleksi (deflektion point), atau ambang batas anaerobic (anaerobic threshold), yang mengatakan bahwa jika intensitas latihan dinaikkan, maka frekuensi denyut jantung juga akan naik, tetapi jika intensitas terus dinaikkan pada suatu saat hubungannya tidak linier lagi (berbentuk garis lurus) melainkan akan ketinggalan (melengkung).

Hubungan yang linier antara inmtensitas dan frekuensi denyut jantung hanya berlaku jika melibatkan otot-otot besar dan cukup banyak. Oleh karena itu frekuensi denyut jantung banyak dipakai sebagai tolok ukur intensita latihan yang melibatkan otot-otot besar, seperti

berlari, berenang, dan bersepeda. Kerja otot kecil meskipun intensitasnya maksimal tidak akan dapat merangsang denyut jantung mencapai tingkat maksimal.

2. Perubahan Volume Darah Sedenyut dan Curah Jantung

Jika pada saat istirahat volume darah sedenyut yang keluar dari jantung (stroke volume=SV) sekitar 70 cc, pada saat berlatih dapat meningkat sampai 90 cc per denyut. Bagi orang terlatih volume sedenyut saat istirahat sekitar 90 sampai 120 cc, pada saat berlatih dapat mencapai 150 – 170 cc. Frekuensi denyut jantung yang tidak terlatih ketika bangur tidur (istirahat) sekitar 60 sampai 70 denyutan per menit, ketika berlatih dapat meningkat antara 160 sampai 170 per menit. Bagi orang yang terlatih denyut jantung bangun tidur lambat, dapat di bawah 50 denyutan per menit. Pada saat berlatih meningkat, dapat mencapai sekitar 180 kali denyutan per menit. Curah jantung adalah volume darah yang dapat keluar dari jantung selama satu menit. Besarnya curah jantung adalah frekuensi denyut jantung (banyaknya denyutan selama satu menit) dikalikan volume darah sedenyut

yang keluar dari jantung. Ketika latihan curah jantung akan meningkat sangat tinggi. Bagi orang yang terlatih kenaikan curah jantung akan jauh lebih tinggi. Hal demikian adalah bertujuan untuk membuang CO2 yang terjadi ketika latihan.

Peningkatan frekuensi denyut jantung yang terus menerus, pada suatu saat tidak akan meningkatkan curah jantung. Setelah 160 kali per menit bagi yang tidak terlatih, atau 180 kali per menit bagi yang terlatih maka denyut jantung akan mengalami *floater*, sehingga volume sedenyut akan berkurang. Frekuensi denyut jantung maksimal (intensitas maksimal/100%) secara sederhana sering ditentukan dengan rumus 220 dikurangi umur.Curah jantung pada intensitas 100 % tidak berbeda banyak dengan curah jantung pada intensitas 90 %.

3. Perubahan Tekanan Darah

Meningkatnya hormon epinefrin saat latihan akan menyebabkan semakin kuatnya kontraksi otot jantung. Meskipun demikian tekanan systole tidak langsung membubung tinggi, karena pengaruh epinefrin pada pembuluh darah dapat menyebabkan pelebaran (dilatasi). Pelebaran pembuluh darah akan sangat tergantung kondisinya. Jika pembuluh sudah mengalami pengerakan (arteriosklerosis) akan menjadi kaku, tidak elastis, sehingga pelebaran akan terbatas. Dengan demikian kenaikan tekanan darah saat latihan akan dapat terjadi. Peningkatan pelebaran pembuluh darah saat latihan juga disebabkan karena meningkatnya suhu tubuh. Banyaknya keringat yang keluar akan menyebabkan plasma darah keluar, volume darah menurun, sehingga tekanan darah tidak naik berlebihan. Selisih tekanan antara

sistole dan diastole akan meningkat, hal demikian hubungannya erat dengan volume darah sedenyutan yang keluar dari jantung.

Tekanan darah baik sistole maupun diastole dapat meningkat sangat tinggi ketika seorang atlet angkat besi mengangkat barbel. Tekanan systole akan dapat meningkat dari 120 mmHg sampai 180 mmHg. Hal demikian terjadi karena banyak otot rangka yang berkontraksi sehingga mendesak pembuluh-pembuluh darah. Tekanan yang naik cukup tinggi tersebut terjadi hanya sesaat, begitu angkatan dilepaskan akan turun kembali ke normal. Agar tidak mengalami hal yang fatal maka penderita tekanan darah tinggi jika berolahraga harus berhati-hati, jangan melaksanakan dengan intensitas tinggi secara mendadak. Perlu disiapkan lebih dahulu semua otot agar pembuluh-pembuluh di seluruh tubuh sudah melebar. Jika pembuluh belum siap, sedangkan jantung memompa dengan kuat sangat dimungkinkan adanya kenaikan tekanan yang cukup tinggi. Oleh karena itu jangan mengangkat beban yang sangat berat secara mendadak.

4. Perubahan Pada Darah

Pada latihan yang cukup lama, jika tidak diimbagi dengan minum yang cukup, plasma darah dapat berkurang karena banyaknya cairan keringat yang keluar. Dengan demikian volume darah juga akan berkurang sehingga haematokrit (kadar butir darah) akan meningkat. Pada saat latihan diperlukan energi, sehingga bahan untuk membuat energi harus dimobolisir dari tempat penyimpanan. Lemak (triasilgliserol) akan dipecah dimobilisir dari sel adiposa sehingga asam lemak dan gliserol dalam plasma darah akan meningkat. Demikian juga karbohidrat (glikogen) dalam hati akan dipecah dimobilisir, sehingga glukosa darah saat latihan akan meningkat. Semakin tinggi intensitas latihan, mobilisir karbohidrat semakin tinggi agar gula darah tidak terlalu rendah.

Pada latihan intermittent (interval) yang intensitasnya maksimal seperti sprint 100 meter berulang-ulang dapat terjadi penurunan kadar glukosa darah. Hal demikian karena sel-sel otot banyak menggunakan glukosa, tetapi memobilisirnya dari glikogen hati terlambat. Kalau terjadi hal yang demikian pasti yang bersangkutan akan mengalami gejala kunang-kunang, gemetar, dan keringat dingin. Jika sudah mengalami gejala tersebut sebaiknya istirahat, tiduran agar darah banyak mengalir ke otak, dan glukosa darah kadarnya naik kembali dari pemecahan glikogen hati. Jika semangatnya tinggi, gejala-gejala tersebut tidak dihiraukan dapat menyebabkan pingsan. Hal demikian terjadi karena sistem saraf pusat yang energinya tergantung gula tidak tercukupi. Peristiwa demikian dapat terjadi pada orang yang

tidak pernah melakukan latihan intermittent dengan intensitas tinggi. Akan tetapi setelah latihan dua tiga kali latihan tidak akan terjadi gejala menurunnya kadar gula darah. Melatih kemampuan memobilisir glukosa darah akan lebih cepat dari pada melatih meningkatkan penggunaan glukosa.

Pada saat latihan akan banyak sel-sel darah yang pecah, baik sel darah merah, sel darah putih maupun selpembekuan darah. Ketika menolak maupun mendarat benturan kaki dengan lantai menyebabkan banyaknya butir darah yang pecah. Demikian juga benturan-benturan yang lain misalnya dengan bola juga akan dapat menyebabkan pecahnya sel-sel darah. Jika latihan dilaksanakan terus-menerus tidak ada hari untuk pemulihan maka sel-sel darah akan semakin berkurang. Sebagai akibatnya adalah semakin menurunnya kadar Hb, dan imunitas atau daya tahan terhadap penyakit infeksi menurun. Oleh karena itu dalam melaksanakan latihan, setiap minggu perlu adanya satu hari istirahat, dengan tidur yang cukup.

5. Perubahan Pendistribusian Darah Selama Berlatih

Pada saat berlatih darah akan banyak mengalir ke otot-otot yang terlibat dalam gerak. Darah akan berfungsi untuk mencukupi kebutuhan latihan seperti lemak, gula untuk penyediaan energi dan membawa sisa-sisa metabolisme seperti air dan CO2. Darah yang menuju ke pencernaan, ginjal, hati, kulit, otak akan dikurangi. Semakin tinggi intensitas, darah yang ke otot akan semakin banyak Pendistribusian Darah Pada Berbagai Intensitas Latihan

Jaringan	Istirahat 5800 cc	Ringan 9500 cc	Berat 17500 cc	Maks. 25000cc
Otak	13%	8 %	4 %	4 %
Jantung	4 %	3,5 %	4 %	4 %
Otot	21 %	47 %	72 %	88 %
Kulit	8,5 %	16 %	11 %	2.5 %
Ginjal	19 %	9,5 %	3,5 %	1 %
Cerna	24 %	11,5 %	3,5 %	> 1%
Lain2	10,5 %	0,5 %	2 %	< 1%

C. Efek Kronik Latihan Pada Sistem Peredaran Darah

Program latihan yang bersifat aerobik akan akan menyebabkan semakin besarnya ruang pada atrium maupun ventrikel pada jantung. Dengan demikian volume darah sedenyut (stroke volume=SV) akan meningkat. Dengan meningkatnya volume darah sedenyut maka untuk memenuhi kebutuhan oksigen maupun membuang karbon dioksida jantung tidak perlu memompa dengan frekuensi yang tinggi. Oleh karena itu atlet yang terlatih dalam daya tahan aerobik denyut nadi minimalnya akan di bawah 60 kali per menit, bahkan lebih rendah dari 50 kali per menit.

Denyut nadi minimal adalah denyut jantung bangun tidur (jika pencernaan kosong, sore harinya tidak kelelahan, dan stelah tidur nyenyak lebih dari delapan jam). Pada bentuk latihan anerobik, yang pemulihannya tidak penuh, lebih dari satu kali per minggu, akan memungkinkan menebalnya otot jantung yang belum tentu diikuti membesarnya ruang atrium maupun ventrikel. Otot jantung sifatnya hampir sama dengan otot rangka. Dalam keadaan normal penyedian energinya jantung secara aerobik dan menggunakan lemak sebagai bahannya. Akan tetapi ketika intensitas latihan dinaikkan dinaikkan, fekuensi denyut jantung

naik, secara berangsur-angsur bahan penyedian energinya akan bergeser menggunakan karbohidrat atau glukosa darah, dan pada suatu saat jika menggunakan mengoksidasi glukosa tetap tidak cukup maka glikogen yang ada pada sel otot jantung akan digunakan. Jika dalam suatu latihan sering menggunakan glikogen otot jantung, atau jantung banyak dipacu dan bertahan pada frekuensi denyut nadi maksimal maka timbunan glikogen otot jantung akan menebal.

Orang yang mengalami penyempitan pembuluh koroner juga akan menunjukkan penebalan otot jantung. Hal demikian karena terganggunnya suplai darah atau oksigen, yang menyebabkan kebutuhan energi otot jantung akan segera bergeser dari dipenuhi asam lemak, ke glukosa darah, dan akhirnya banyak menggunakan glikogen otot jantung. Penggunaan glikogen otot jantung tersebut akan diadaptasi dengan memperbanyak timbunannya. Oleh karena itu pemeriksaan yang hanya menggunakan EKG pada seorang atlet perlu benar-benar dicermati agar tidak tergesa-gesa memvonis sebagaii penderita jantung koroner.

Latihan daya tahan aerobik akan mengembangkan ruang ventrikel maupun atrium pada jantung sehingga volume sedenyut maupun curah jantung akan meningkat. Selain meningkatnya volume se denyut juga akan menyebabkan bertambahnya pembuluh-pembuluh pada otot jantung, sehingga akan dapat mengurangi terganggunya aliran darah pada otot jantung. Dengan banyaknya pembuluh, jika ada satu dua pembuluh yang tersumbat perannya akan diambil alih pembuluh-pembuluh yang lain. Pada latihan daya tahan anaerobik, jika intensitas maksimal, durasi lebih dari 40 detik, pemulihan terlalu pendek, dan frekuensi lebih dari sekali dalam satu minggu akan dapat menyebabkan penebalan karena glikogen pada otot Jantung.

MATERI BIOMEKANIK

MATERI I DAN II

DASAR-DASAR BIOMEKANIK STATISTIK DAN DINAMIS

A. Pengertian Biomekanik

Biomekanika merupakan ilmu yang membahas aspek-aspek biomekanika dari gerakan–gerakan tubuh manusia. Biomekanika merupakan kombinasi antar keilmuan mekanika, antropometri, dan dasar ilmu kedokteran (biologi dan fisiologi). Menurut Frankel dan Nordin, biomekanika menggunakan konsep fisika dan teknik untuk menjelaskan gerakan pada berbagai macam bagian tubuh dan gayayang bekerja pada bagian tubuh pada aktivitas sehari-hari. Menurut Caffin dan Anderson (1984), *occupacional biomechanics* adalah ilmu yang mempelajari hubungan antar pekerja dan peralatannya, lingkungan kerja dan lain-lain untuk meningkatkan performansi dan meminimisasi kemungkinan cidera

Ilmu Biomekanika membahas mengenai manusia dari segi kemampuan-kemampuannya seperti kekuatan, daya tahan, kecepatan dan ketelitian. Pada ilmu kedokteran, biomekanika dibagi menjadi 2 (dua) pandangan, yaitu:

1. Ilmu Kinetika, merupakan ilmu yang mempelajari tentang faktor-faktor gaya yang menyebabkan benda bergerak atau diam.

2. Ilmu Kinematika, adalah ilmu yang mempelajari sifat-sifat gerak tanpa memperhatikan bidang mana atau bagaimana sifat gerakannya atau sudutnya apakah penuh atau tidak.

Melalui sistem *automatic* dan *biomechanic*, faktor-faktor manusia teknik terfokus pada sistem *musculoskeletal*. Ini merupakan sendi yang memiliki dua segmen yaitu segmen *distal* dan segmen*proximal*.

Dalam melakukan tugas-tugas yang manipulatif, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Menyeimbangkan antara gerakan yang statik dan gerak yang dinamis.

2. Menjaga kekuatan otot, dimana pemakaian otot maksimum di bawah 15%.

3. Mencegah *Range of Motion* (ROM) sendi yang berlebihan.

4. Menggunakan grup otot yang lebih kecil untuk kecepatan dan ketelitian.

mekanika, pada dasarnya ada 2 jenis model gerakan, yaitu:

1. ***Single- segment Static Model***

Menggambarkan beban diterima oleh siku *(elbow)*, yaitu gayareaksi siku (R_E) dan momen reaksi siku (M_E).

1. ***Two-segment Static Model***

Menggambarkan beban diterima oleh bahu (*shoulder*), yaitu gayareaksi bahu (R_E) dan momen reaksi bahu (M_S)

ecara terminologi, Biomekanik terdiri atas 2 kata yaitu kata **"Bio"** = makhluk hidup dan kata **"Mekanikal"** = gerakan. Jadi**Biomekanik** adalah ilmu yang mempelajari gerakan pada makhluk hidup, dimana dalam Biomekanik hanya mempelajari gerakan pada manusia. Dengan demikian, pengertian Biomekanik secara umum/luas adalah ilmu yang mempelajari gerakan pada manusia, yang dipengaruhi oleh sistem anatomi, fisiologi, psikologis, mekanis dan sosiokultural. Sedangkan pengertian Biomekanik secara sempit adalah ilmu yang mempelajari gerakan pada manusia. Adapun pengertian Biomekanik secara ilmiah adalah ilmu yang mempelajari cara menentukan gaya, perubahan dan beban mekanik pada otot, tulang dan sendi dari tubuh manusia.

B. Pendekatan Biomekanik

Kita sudah mengetahui tentang anatomi terapan FT, yang terdiri atas : sistem otot, sistem tulang dan sendi serta sistem saraf yang menyebabkan manusia dapat bergerak dan dapat melakukan AKS (aktivitas kegiatan sehari-hari), tetapi tidak terlepas dari pengaruh lingkungan manusia tersebut. Ada 5 pendekatan didalam mempelajari gerakan pada manusia, yaitu :

1. Pendekatan Anatomi ;

Dimana menggambarkan (menjelaskan) tentang struktur tubuh dan bagian-bagiannya serta bagian-bagian tubuh yang potensial untuk menghasilkan gerakan.

2. Pendekatan Fisiologis ;

Dimana mempelajari tentang proses terjadinya gerakan, kontinuitas gerakan dan kontrol gerakan.

3. Pendekatan psikologis ;

Dimana mempelajari berbagai sensasi, persepsi dan motivasi yang menstimulasi terjadinya gerakan serta mekanisme neurologis yang mengontrolnya

4. Pendekatan Mekanik ;

Dimana menjelaskan adanya gaya, waktu dan jarak yang berhubungan dengan gerakan tubuh manusia.

5. *Pendekatan sosio-kultural* ;

Dimana menjelaskan tentang pengertian dari gerakan yang bervariasi didalam lingkungan yang berbeda-beda.

C. Hukum Dasar Biomekanik

Ada 3 dasar Hukum yang digunakan pada Biomekanik yaitu :

a) Hukum Newton pertama

Yaitu suatu benda akan tetap dalam posisi istirahat atau berada dalam keadaan gerak yang sama kecualijika diberi gaya yang dapat menghilangkan keseimbangan.

Mendorong benda kecil dan besar arah gerakan benda akan sama dengan arah gaya yang diberikan sehingga gaya dideskripsikan sebagai suatu vektor yang memilikibesar dan arah. Ide ini mungkin nampak sederhana tetapi sangat penting jika melihat gaya-gaya yang melawan gerakan suatu benda.

b) Hukum Newton ke dua mengenai gerakan

Hukum ini menyatakan bahwa percepatan suatu benda (seberapa cepat kecepatannya bertambah) adalah sebanding dengan gaya yang diberikan kepadanya.

Hal ini dapat dirangkum dengan persamaan berikut : Gaya = massa x percepatan. Suatu gaya sebesar 1 Newton yang diberikan pada benda bermassa 1 kg akan memberikan percepatan 1m/s.

c) Hukum Newton ke tiga mengenai gerakan

Hukun ketiga ini menyatakan bahwa ‘untuk estiap aksi pasti ada reaksi sebaliknya yang setara dan berlawanan arah’ dan hal ini membantu menjelaskan

ide keseimbangan gaya, misal dimana pasien berbaring ditempat tidur pasien yang berbaring diatas tempat tidur, kita menyadari bahwa tempat tidur yang menyokong pasien. Tanpa tempat tidur pasien akan jatuh kelantai.

Mekanika pada tubuh ada 2 tipe :

1. Mekanika pada tubuh dalam keadaan statis.

   Gaya berat dan gaya otot sebagai sistem pengumpil tubuh dalam keadaan statis berarti tubuh dalam keadaan setimbang. Jumlah gaya dan momen gaya yang ada sama dengan nol. Tulang dan otot tubuh manusia berfungsi sebagai sistem pengumpil. Tubuh dalam keadaan statis berarti tubuh dalam keadaan setimbang.

   Jumlah gaya dan momen gaya yang ada sama dengan nol. Tulang dan otot tubuh manusia berfungsi sebagai sistem pengumpil.

2. Mekanika pada tubuh dalam keadaan dinamis.

   Ada 3 kelas sistem pengumpil :

   1) Kelas pertama.

      Titik tumpuan terletak diantara gaya berat dan otot. Contoh : kepala dan leher

   2) Kelas kedua

      Gaya berat diantara titik tumpu dan gaya otot. Contoh : tumit menjijit.

   3) Kelas ketiga

      Gaya otot terletak diantara titik tumpuan dan gaya berat. Contoh : otot lengan

   Mekanika yang paling sering diterapkan untuk menstabilkan ekstremitas yang cedera leher, punggung atau area pelvik. Traksi terapeutikdidapat dengan memberikan tarikan kepada kepala, tubuh, anggota gerak menuju sedikitnya dua arah, misalnya : tarikan traksi dan tarikan traksi lawannya. Gaya traksi – lawan atau gaya keduanya biasanya berasal dari berat tubuh pasien pada saat bertumpu atau pada berat lain.

Referensi :

Dr.J.F.Gabriel, 2000, fisika kedokteran EGC, Jakarta

MATERI III

POWER,DAYA LEDAK, DAYA TAHAN, KEKUATAN, KECEPATAN, REAKSI, KOORDINASI, AGILITY, FLEXIBILITY

DESKRIPSI TEORI

a. Daya ledak (Power)

Daya ledak adalah kekuatan ototsebuah otot untukmengatasi tahanan beban dengan kecepatan tinggi dalam gerakan yang utuh (suharno HP:1998:3).

Daya Ledak yaitu kemampuan sesoreang utuk mempergunakan kekuatan maksimum yang dikerahkan dalam waktu yang sesingkat-singkatnya (sajoto, 1995:17), untuk mendapatkan tolakan yang kuat dengan dan kecepatan yang tinggi seorang atlet harus memiliki daya ledak yang besar. Jadi daya ledak otot tungkai sebagai tenaga pendorong lompatan pada saat melakukan tolakan pada papan tolak setelah melakukan awalan untuk memperoleh kecepatan vertikal sehingga mendapat jarak lompatan yang dilakukan.Power adalah kekuatan otot yang bekerja dalam waktu singkat, mnurut bompa (1999:6) , power kekuatan otot untuk mengeluarkankekuatan maksimal dalam waktu yang amat sangat singkat. Rumus yang digunakan dalam power adalah : power atau daya ledak otot "kerja atau waktu" kekuatan x jarak tempuh. Kekuatan adalah kemampuan komponen fisik sesorang dalam mempergunakan otot untuk menerimama beban sewaktu bekerja. Sedangkan kecepatan adalah kemampuan untuk melakukan gerakan yang sejenisnya secara berturut-turut dalam waktu yang singkat.

Power atau daya ledak sering juga disebut eksplosif power atau *muscular power*, menurut Harsono (1999:2000) bahwa "power adalah kemampuan otot untuk mengarahkan kekuatan maksimal, dalam waktu yang sangat cepat". Kemudian menurut M.Sajoto (1995:8) bahwa daya ledak otot (*muscular power*) adalah kemampuan sesorang untuk melakuakan kekuatan maksimum, dengan usaha yang dikerahkan dalam waktu yang sependek-pendeknya "

Menurut tim fisiologi manusia (2010:45) Power merupakan kombinasi antara kekuatan dan kecepatan dan merupakan dasar dalam setiap melakukan bentuk

aktivitas, juga sering diartikan daya ledak yang mempunyai makna kemampuan untuk mengeluarkan kekuatan maksimal dalam waktu relatif singkat. Power/Daya ledak adalah kemampuan kerja otot (usaha) dalam satuan waktu (detik) power merupakan hasil perkalian dan kecepatan, sehingga satuan power Kg (kg) x meter /detik . sedangkan kg x meter adalah satuan usaha, dengan demikian bisa diartikan usaha per detik.

Power (Daya ledak) ada 2 :

1) Kekuatan daya ledak : kekuatan ini digunakan untuk mengatasi resistensi yang lebih rendah, tetapi dengan dengan percepatan daya ledak maksimum. Power sering digunakan untuk melakukan gerakan atau satu ulangan (lear jauh, lempar cakram)
2) Kekuatan gerak cepat : gerakan ini dilakukan terhadap resistensi dengan percepatan dibawah maksimum , jennis ini digunakan untuk melakukan gerakan berulang-ulang misalnya lari, mengayuh.

Kekuatan, daya tahan dan power, ketiganya saling berikatan dan unsur utamanya adalah kekuatan . kekuatan adalah dasar (basic) otot dari power dan daya tahan otot. Berdasarkan hal tersebut, kekuatan merupakan unsur utama untuk menghasilkan power dan daya tahan otot. Berdasarkan hal tersebuut, kekuatan merupakan unsur utama untukmenghasilkan power dan daya tahan otot.

Pada dasarnya Power merupakan kemampuan sesorang untuk mengerahkan kekuatan secara maksimal dalam waktu sependek-pendeknya, sehingga unsur utamanya adalah kekuatan dan kecepatan.

b. Kekuatan (strength)

Kekuatan otot adalah kemampuan otot untuk melakukan kontraksi guna membangkitkan tegangan terhadap suatu tahanan. Latihan yang sesuai untuk mengembangkan kekuatan ialah melalui bentuk latihan tahanan (*resistence exercise)*. kontraksi otot yang terjadi pada saat melakukan tahanan dan latihan kekuatan terbagi dalam tiga kategori , yaitu :

1) Kontraksi isometrik

2) Kontraksi isotonik
3) Kontraksi isokinetik

a. Kontraksi isometrik (kontraksi statik) yaitu kontraksi sekelompok otot untuk mengangkat tau mendorong beban yang tidak bergerak. Dengan tanpa gerakan anggota tubuh, dan panjang otot tidak berubah. Seperti mengangkat, mendorong , atau menarik suatu benda yang tidak dapat digerakkan (tembok,pahan dsb) . lamanya perlakuan kira-kira 10 detik, pengulangan 3x, dan istirahat 20-30 detik. Namun dari Hasil penelitian muller (bowers dan fox,1992) menyarankan bahwa 5-10 kontraksi maksimal dengan ditahan selama 5 detik adalah yang terbaik dilihat dari susut pandang cara berlatih.

b. Kontraksi isotonik (kontraksi dinamik), yaitu kontraksi sekelompok otot yang bergerak dengan cara memanjang dan memendek jika tensi dikembangkan. Latihan kontraksi isotonik dapat dilakukan melalui latihan beban salam yaitu, beban tubuh itu sendiri, maupun melalui beban luar seperti, mengangkat barbel atau menggunakan sejenis alat/mesin latihan kekuatan, dan sejenis lainnya.
salah satu bentuk latihan kekuatan otot dengan kontraksi isotonik yang paling populer adalah melalui program *Wight Training.*

c. Kontraksi isokinetik

Yaitu otot mendapatkan tahanan yang sama melalui seluruh ruang geraknya sehingga otot bekerja secara maksimal pada setiap sudut ruang gerak persendianya.alatnya latihannya melalui mesin latihan yang diciptakan secara khusus, seperti *Cyber Isokinetik Exercise*. Alat-alat itu memungkinkan otot berkontraksi secara cepat dan konstan melalui seluruh ruang geraknya, karena mesin memiliki mekanisme untuk mengontrol kecepatan.

Prinsip latihan isokinetik adalah :

1) Frekuensi latihan antara 2-4hari/minggu
2) Lama latihan paling sedikit 6 minggu atau lebih
3) Gerakan yang dilakukan harus mirip dengan keterampilan olah raga yang sebenarnya.

4) Kecepatan latihan harus secepat atau lebih cepat dari keterampilan olah raga yang sebenarnya.
5) Kecepatan latihan harus secepat atau lebih cepat dari keterampilan olah raga yang sebenarnya.

C. Daya Tahan (Endurance)

Daya tahan adalah kemampuan seseorang untuk melakukan kerja dalam waktu yang relatif lama. Daya tahan terbagi atas :

1. Daya Tahan Otot ((muscle Endurance), Daya tahan otot sangat ditentukan oleh dan berhubungan erat dengan kekuatan otot. Oleh karenanya metode untuk mengembangkan daya tahan otot sangat mirip dengan yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan . Dalam latihan mengembangkan daya tahan otot., teknik isotonikdan isokinetik harus dilaksanakan dalam tahanan (beban) yang lebih rendah dari pada latihan kekuatan dan pengulangan yang lebih sering.

2. Daya tahanan jantung-pernapasan-peredaran darah

Peningkatan daya tahan tantung-pernapasan-peredaran darah terutama dapat dicapai melalui peningkatan tenaga aerobik maksimal (VO2 max) dan ambang anaerobikbentuk latihan daya tahan jantung-pernapasan-peredaran darah dapat dilaksanakan melalui :

1) Lari cepat sekali
2) Lari cepat yang kontinue
3) Lari lambat yang kontinue
4) Lari dengan interval
5) Jogging
6) Lari cepat ulang

D. Kecepatan (Speed)

Menurut Dick, kecepatan adalah kapasitas geraak dari anggota tubuh atau bagian dari sistem pengungkit tubuh atau kecepatan pergerakan dari seluruh tubuh yang dilaksanakan dalam waktu singkat. Terdapat dua tipe kecepatan yaitu :

1) Kecepatan reaksi, adalah kapasitas awal pergerakan tubuh untuk menerima rangsangan secara tiba-tiba atau cepat
2) Kecepatan bergerak, adalah kecepatan berkontraksi dari beberapa otot untuk menggerakkan tubuhsecara cepat .

Ada 6 wilayah yang dapat meningkatkan kecepatan, antara lain :

a. Melatih reaksi dengan sinyal
b. Mempercepat kapasitas gerak
c. Kapasitas untuk mengatur keseimbangan kecepatan
d. Meningkatkan prestasi dari kecepatan maksimum
e. Kapasitas mempertahan kecepatan maksimum
f. Kapasitas akhir dari pengaruh faktor daya tahan pada kecepatan

Latihan kecepatan sebaiknya diberikan pada program pre-season setelah atlet memilikikekuatan,kelentukan, serta daya tahan yang cukup.

E. Kelentukan (flexibility)

Kelentukan adalah kemampun seseorang untuk dapat melakukan gerak dengan ruang gerak selua-luasnya dalam persendiannya. Faktor utamanya yaitu, bentuk sendi, elastisitas otot, dan ligamen.

Ciri-ciri latihan kelentukan adalah :

1) Meregang persendian
2) Mengulur sekelompok oto. Kelentukan ini sangat diperlukan oleh setiap atlet agar mereka mudah untuk mempelajari berbagai gerak , meningkatkan keterampilan, mengurangi resiko cidera, dan mengoptimalkan kekuatan, dan koordinasi

Kelentukan dapat dikembang melalui latihan peregangan (stretching), yang modelnya terdiri atas :

a) Peregangan dinamik (dinamic stretch)
b) Peregangan statik (statik stretch)
c) Peregangan pasif
d) Proprioceptive Neuromuscular Fascilitation (PNF)

F. Koordinasi

Koordinasi adalah suatu kemampuan biomotorik yang sangat komplek (Harsono 1988). Menurut bompa (1994) koordinasi erat kaitannya dengan kecepatan, kekuatan, daya tahan, kelentukan. Oleh karena itu, Bentuk latihan koordinasi sebaiknya melibatkan berbagai variasi gerak dan keterampilan, seperti atlet bulu tangkis sebaik-baiknya jangan hanya latihan gerakdan keterampilan yang terdapat dalam aktivitas bulu tangkis saja, namun berikan latihan-latihan gerak dan keterampilan yang terkandung dalam cabang-cabang olah raga lainnya seperti bola voli, bola basket, dan olah raga lainnya.

Latihan-latihan koordinasi yang dianjurkan oleh Harre (Harsono, 1998) antara lain :

g. Latihan-latihan dengan perubahan kecepatan dan irama.
h. Latihan-latihan dengan kondisi lapangan dan peralatan yang berubah-ubah (memodifikasi peralatan latihan)
i. Kombinasi berbagai latihan senam
j. Kombinasi berbagai permainan.
k. Latihan-latihan untuk mengembangkan reaksi
l. Lari halang rintang dalam waktu tertentu
m. Latihan didepan kaca, latihan keseimbangan, latihan dengan mata tertutup
n. Melakukan gerakan-gerakan yang komplek pada akhir latihan.

G. Agility

Kelincahan atau agility adalah kemampuan seseorang untuk dapat mengubah arah dengan ceppat dan tepat pada waktu bergerak tanpa kehilangan keseimbangan. Kelincahan ini berkaitan erat antara kecepatan dan kelentukan.

Tanpa unsur keduanya baik, seseorang tidak dapat bergerak dengan lincah. Selain itu, faktor keseimbangan sangat berpengaruh terhadap kemampuan kelincahan seseorang.

Bentuk latihan kelincahan dapat dilakukan dalam bentuk lari bolak-balik, (shuttle run), lari kulak-kelok (zig-zag run), jongkok berdiri,dan sejenis lainnya.

Referensi :

Dr.J.F.Gabriel, 2000, fisika kedokteran EGC, Jakarta

MATERI 4

BIOMECANICAL, CARAKTERISTIK OF WALKING, RUNNING, JUMPING

A. Analisa jalan dan Gerak Aktif

Disarikan dari:M.Katie Gillis

Physical Therapy, Rose Mary M. Scully, Marylou R. Barnes

JB.Lippincot Company, Philadelphia. 1089.

Oleh : Roes.DS.

Berjalan adalah suatu hal yang menjadi perhatian besar dan harapan dari pasien2 kita. Sebagai fisioterapis, kita berkewajiban dan selalu berupaya untuk mampu melakukan assessment pola jalan pasien dengan tujuan akhir untuk bisa mewujudkan harapan mereka, mengembangkan potensi mobilitas tertinggi mereka. Untuk itu pada kesempatan kali ini marilah kita bersama sama menengok lagi, menyegarkan memory kita akan pola jalan yang normal, skill ketrampilan kita dalam melakukan observasi dan menganalisa pola jalan. Tentu saja pemahaman tentang pola jalan yang normal beserta parameter2 yang lazim dipakai, pathomekanikal (pathological gait) akan sangat diperlukan. Semua pengetahuan dan ketrampilan tsb akan sangat bermanfaat saat kita terapkan diklinik FT, sehingga bila ada dysfunction tidak akan terlewatkan begitu saja. Semoga methode ini bisa kita terapkan untuk mengatasi segala sesuatu yang berkaitan dengan dysfunction gerak yang pada akhirnya akan menimbulkan gait dysfunction. Methode ini bisa kita terapkan pada kondisi2, misalnya; Amputasi, Arthritis, Hemiplegie, Ankle sprain, Multiple Sclerosis, Gangguan Musculosceletal serta kondisi2 Neurologis. Pasien2 dengan deficit neuromusculair, musculosceletal, cognitive seringkali menampakan gejala menurunnya kapasitas fisik & kemampuan fungsionalnya. Dimana selanjutnya akan menurun pula kemampuan mobilitas/ambulatory, penurunan ini nanti akan nampak pada penurunan nilai yang kita pakai sebagai acuan penilaian (parameter). Keberhasilan suatu upaya rehabilitasi tergantung pada kemampuan, ketrampilan kita dalam melakukan evaluasi, menginterpretasikan data yang terkumpul. Terapi / intervensi ditetapkan berdasarkan temuan2 dalam assessment (identifikasi problema / diagnosis FT), dengan tujuan untuk mengatasi masalah dan atau meminimalkannya.

Istilah2, Parameter yang dipakai

Definisi Berjalan :

Berjalan adalah berpindahnya tubuh dari satu titik, ketitik berikutnya dengan cara menggunakan kedua tungkai (bipedal : posisi tubuh selalu tegak selama proses berlangsung). Pola repetisi daripada penumpuan berat badan dari satu tungkai ketungkai yang lain dengan heel – toe striding adalah fenomena yang membedakan manusia dengan hominids yang lebih primitif (Napier, 1967).

Cycle berjalan :

Satu cycle, dimulai dari heel strike, sampai tungkai yang sama mulai heel strike berikutnya. Interval antara dua steps bisa dihitung jarak dan waktunya.

Stride legth :

Adalah jarak antara dua jejak kaki, pada kaki yang sama. Pada orang dewasa pria jaraknya antara 140 – 156,5cm

Stride duration :

Adalah waktu yang dibutuhkan untuk jarak tersebut.

Step length :

Adalah jarak antara dua jejak kaki , baik dari kanan ke kiri atau sebaliknya. Jarak rata2nya adalah 68 – 78cm.

Step duration :

Adalah waktu yang dibutuhkan dari heel strike kaki yang satu ke heel strike kaki yang lain.

Cadence :

Adalah jumlah steps permenit, dimana nilai rata2nya adalah 112 – 116 permenit. Parameter tersebut diatas bisa kita pergunakan sebagai tolok ukur yang valid dan obyektif dalam rangka assessment, analisa pola jalan pasien. Gait analisis memerlukan pendekatan yang akurat dan tersistem, pada phase stance maupun swing. Pemahaman tentang gerakan2 yang terjadi pada persendiannya serta ROM yang dibutuhkan untuk mencapai pola jalan normal juga diassessment. Misalnya, ditungkai, pelvis dan trunk.

Komponent Gait Normal :

Seperti telah dibahas, bahwa berjalan membutuhkan alternating support dari satu tungkai ketungkai yang lain. Gerakan reciprocal ini dibutuhkan untuk menerima, menyerap berat tubuh dan torque yang menyertainya, sehingga proses berjalan akan berlangsung secara mulus (smooth), mengalir seperti cairan tanpa ada interupsi dalam proses pemindahan berat tubuh kedepan. Untuk mencapai pola jalan normal tergantung pada 3 kemampuan / task fungsional, yaitu : 1). Weight Acceptance. 2). Single limb Support. 3). Limb Advancement. Ketiga fungsi tsb berlansung pada bidang sagital ditinjau dari persendian yang bergerak, yaitu : hip, knee, ankle baik pada phase atau sub phase swing maupun stance

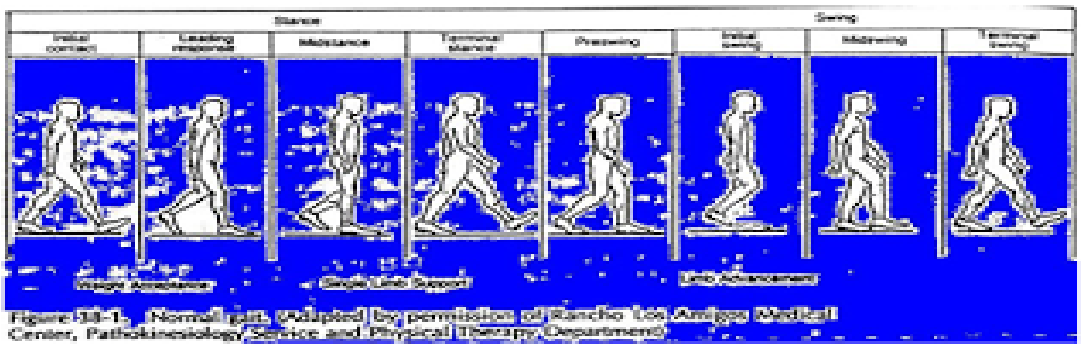


Figure 18-1. Normal gait. (Adapted by permission of Rancho Los Amigos Medical Center, Pathokinesiology Service and Physical Therapy Department)

Stance.

Initial Contact.

Initial contact periodenya sangat singkat. Otot2 tibialis anterior dan extensor jari2 mempertahankan ankle dalam posisi netral selama perode initial contact ini. Hal ini dalam rangka persiapan ankle masuk keposisi untuk melakukan apa yang dikenal sebagai heel rocker, yang terjadi pada loading response.

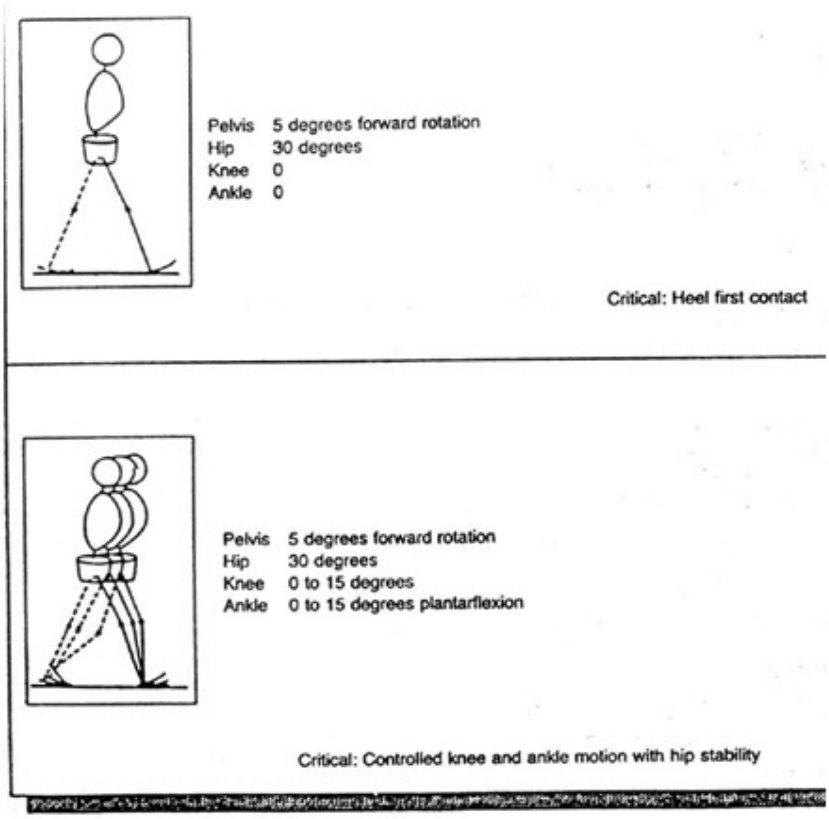


Figure 38-2. Weight acceptance. Weight is accepted on an outstretched limb while forward momentum and limb stability are maintained. (*A*) Initial contact: The point in time when the foot strikes the ground. (*B*) Loading response: Shock is absorbed as forward momentum is preserved. A foot-flat position is achieved. (Adapted by permission of Rancho Los Amigos Medical Center, Pathokinesiology Service and Physical Therapy Department)

Loading Response (LR).

Pada saat loading response, aktifitas otot pada semua segment beraksi melawan kecenderungan gerakan flexi yang timbul pada saat menerima beban berat badan (terjadi di posterior ankle joint). Kontraksi eccentris drpd otot2 anterior ankle meresponse plantar flexion torque, yang akan membenturkan kaki kelantai (foot flap). P3 FT di Fasilitas Pelayanan Kesehatan 4

Aksi heel rocker ditimbulkan oleh otot2 bagian anterior, menarik tibia. Sehingga muncul momentum kedepan dan memflexikan lututnya. Lutut flexi 15° dengan kontrol oleh Quadriceps yang berkontraksi secara eccentris untuk melawan kecenderungan flexion torque akibat dari heel rocker dan posisi tubuh yang relatif berada disebelah posterior kaki. Dengan kontrol plantar flexion dan knee flexion tadi maka weight acceptance diabsorbsi, stabilitas tungkai tercapai dengan mantap sambil mempertahankan momentum kedepan. Hip tetap dalam posisi flexi 30° dan pelvis forward rotasi 5°. Rapid, high-intensity flexion

torque, adalah torque kedua terbesar yang timbul dalam berjalan, torque ini dilawan oleh gluteus maximus, hamstrings, adductors magnus dan gracillis yang berkontraksi secara eccentris. Pelvis distabilisasi pada bidang frontal oleh kerja otot gluteus medius, minimus dan tensor fascia lata. Dengan kerja otot ini maka kecenderungan terjadinya trunk flexi dicegah

Mid Stance (MSt).

Selama midstance ankle perlahan bergerak kearah 10° dalam usaha meningkatkan torque dorsi flexi. Soleus dan gastrocnemius berkontraksi secara eccentris untuk menstabilkan tibia. Tubuh berayun diatas kaki yang stabil tadi dan menkontrol tibia sehingga lutut bergerak kearah extensi. Kejadian inilah yang dikenal sebagai ankle rocker. Hip extensi bergerak ke posisi netral dengan pelvis rotasi yang ditimbulkan oleh momentum swing drpd tungkai sisi contralateral. Konswekwensi dari peristiwa ini adalah bahwa sebenarnya stabilitas pada stance phase tidak membutuhkan kerja otot2 hip. Selanjutnya pelvis pada bidang frontal distabilisasi oleh grup abductor, yang mencegah pelvis drop disisi contralateral.

Terminal Stance (TSt).

Pada terminal stance, ankle terkunci pada posisi netral→dorsiflexi kecil, metarso phalangeal joint extensi 30°. Dorsi flexion torque mencapai puncaknya. Calf muscle tetap aktif untuk mencegah tibia colapse dan membiarkan tumit terangkat sementara berat tubuh berayun kedepan diatas kaki. Forefoot rocker meningkatkan kemaximum forward progression untuk step length. Ada tiga hal kritis yang memungkinkan terjadinya forefoot rocker yaitu : Locked ankle, heel rise dan progression diatas kaki, semua hal tsb terjadi pada periode single limb support. Secara universal terminal stance dikenal dengan istilah push off. (istilah ini kurang akurat bila diterapkan pada pasien dengan amputasi below knee dengan prosthesis). Lutut tetap extensi saat extensi torque mulai berkurang pada akhir drpd subphase ini. Stabilitas tanpa memerlukan kerja otot. Hip tetap extensi→ netral posisi, 10° hyperextensi. Posisi ini disebabkan oleh backward rotation pelvis 5° dan oleh extensi di lumbar spine.

Pre-swing (PSw).

Walaupun subphase pre-swing adalah periode dimana masih ada double support, tetapi dimasukan dalam kelompok swing, sebab pada phase ini gerakan yang terjadi dilutut sebenarnya adalah gerakan persiapan untuk mengayun tungkai kedepan dan mempersiapkan kaki bebas dari lantai untuk masuk subphase initial swing. Selama pre swing berlangsung,

ankle dalam posisi 20° plantar flexi, metetarso phalangeal joint P3 FT di Fasilitas Pelayanan Kesehatan extensi sampai 60°. Selama periode double support berlangsung, kaki memberikan bantuan balance dan relatif tidak dibutuhkan aktifitas otot. Torque dorsiflexi timbul.

Lutut flexi 30°, secara pasif, walaupun demikian gracillis mulai aktif. Torque flexi terjadi sebagai akibat dari penumpuan tungkai contralateral serta oleh berayunnya tubuh kedepan melewati jari2. Pada saat inilah flexi knee bertambah. Hip tetap netral→extension dan pelvis backward rotasi. Kedua posisi tersebut dicapai secara pasif. M.Illiacus dan M.Rectus femoris aktif. Torque extensi berkurang sampai nol. Tungkai bersiap untuk diayunkan.

Initial Swing (Isw)

Ankle bergerak ke 10° plantar flexion, otot bagian anterior ankle mempersiapkan kaki bebas dari lantai dan masuk subphase initial swing. Lutut flexi sampai 60° dan kaki bebas dari lantai. Selama periode ini sering terjadi toe drag, karena tidak adequatnya flexi lutut dan dorsiflexi ankle.Kontribusi dari m.iiliacus, adductor longus, gracilis dan sartorius membawa hip ke 20° flexi dan pelvis mulai forward rotasi. Pelvis dan hip bergerak secara harmonis, terjadi forward rotasi pelvis saat hip flexi. Sedangkan rotasi backward pelvis berkaitan dengan hip extensi.

Midswing (MSw)

Ankle dalam posisi netral, otot bagian anterior ankle aktif, ini adalah gerakan yang membebaskan kaki dari lantai. Tibia mencapai posisi tegak lurus terhadap lantai saat lutut mencapai 60° flexi. Biceps femoris tetap aktif mengkontrol dengan eccentris kontraksi, walaupun momentum gerakan (primer) berlangsung secara pasif.
Di hip gracilis tetap aktif untuk membantu menambah hip flexi sampai 30°, juga menambah momentum kepada tungkai yang berayun kedepan. Sedangkan sartorius, adductor longus dan iliacus menjadi tidak aktif.

Terminal Swing (TSw)

Otot2 sebelah anterior ankle tetap aktif untuk mempertahankan ankle dalam posisi netral selama subphase terminal swing. Ini dalam rangka menjamin posisi ankle dalam posisi yang tepat saat heel contact di phase weight acceptance pada subphase initial contact berikutnya.Aktifitas quadriceps secara concentris menjamin knee extension sampai posisi lutut netral, sedang kontrol gerakan dilakukan oleh hamstrings. Hip tetap dalam posisi 30°

flexi dan terjadi 5° forward rotasi pelvis. Otot yang tetap aktif adalah m.gracillis sebagai flexor hip. Kombinasi gerakan hip flexi, pelvis rotasi dan knee extensi berkontribusi pada step length.

Trunk Aktivity.

Trunk tetap netral dan tegak dalam melalui semua phase gait. Trunk yang tegak mengkonservasi energy dengan balancing berat tubuh diatas basis support.Otot2 extensor trunk kontralateral berkontraksi secara eccentris untuk mempertahankan trunk tetap tegak dibidang sagital dan frontal selama proses weight acceptance. Perpindahan berat tubuh kebawah pada initial kontak bertemu dengan kekuatan keatas pada saat tumit menyentuh lantai. Kekuatan/force ini ditranfers ke pelvis dan trunk sehingga menimbulkan kecenderungan gerak flexi trunk karena posisi trunk relatif lebih keanterior.

Pathological Gait.

Motor dysfungsi sebagai akibat dari impairment dari system2 neuromusculair, musculosceletal serta fisiologis support dari fungsi tubuh akan berwujud dalam bentuk menurunnya efisiensi gerakan, berkurangnya potensi mekanikal, serta inadequate energy untuk bergerak. Ketika pasien mempunyai inkoordinasi dalam kerja otot, inadequate kekuatan otot, keterbatasan ROM, keseimbangan yang jelek, ketidak akuratan sensory integrasi serta ada nyeri maka bisa diharapkan akan muncul gejala defisiency dalam gait/berjalan. Luas dan type ketidaknormalan gait ditentukan oleh, penyebabnya, seberapa banyak system yang terganggu.

Ada lima kelompok besar sebagai penyebab pathological gait. Lima hal tsb adalah : 1). Nyeri. 2). Kelemahan. 3). Deformitas. 4). Sensory disturbance. 5) Gangguan kerja otot yang berkaitan dengan gangguan / deficit fungsi CNS seperti pada peningkatan kerja otot dan dyskinesia.

Pain :

Nyeri bisa bersifat akut maupun kronik. Dengan adanya nyeri maka fungsi gerakan akan terganggu. Pasien akan berusaha menghindari aktifitas2 atau gerakan2 yang memperberat nyerinya. Akibatnya terjadi penurunan mobilitas atau persendian tertahan dalam satu posisi tertentu, sehingga malahan akan memperparah nyeri dan dysfungsinya. Dalam observasi akan nampak phase stance tidak equal antara tungkai yang satu dengan yang lain. Pasien akan mengkompensasi dengan bertumpu pada tungkai yang sehat sehingga tekanan /

kompresi terhadap persendian berkurang dengan harapan nyerinya berkurang juga, pada perode weight bearing. Kompensasi / upaya lain adalah dengan memperkecil arcus gerakan tungkai atau dengan menurunkan kecepatan gerakan tungkai pada phase swing. Bila nyeri dengan berbagai penyebab berlansung saat berjalan maka dalam observasi akan kita temukan ; menurunnya stride length, cadence, velocity serta unloding dini.

Weakness.

Kelumpuhan akibat dari kerusakan musculotendineous atau kerusakan pada Anterior Horn Cell, myo-neural junction, serabut otot akan sangat besar pengaruhnya terhadap kemampuan berjalan. Meskipun demikian pasien dengan kelemahan otot yang luas masih mungkin bisa berjalan asalkan sensory masih berfungsi, sensory integration dan central motor control normal, serta tidak ada deformitas yang parah. Bila ada kelemahan otot maka akan nampak pada fungsi kontraksi eccentris atau restraining akan menurun, demikian juga pada fungsi concentris. Misalnya pada kelemahan Quadriceps, maka kontrol terhadap flexi knee pada periode loading response akan terganggu.

Jari2 yang diseret (toe drag) pada mid swing adalah tanda2 dari adanya kelemahan atau kurang berfungsinya otot2 anterior ankle. Bila ada kelemahan flexor hip maka akan ada kesulitan atau deviasi pada saat mengayun tungkai kedepan. Stance stability akan terganggu bila otot2 lateral hip mengalami kelemahan, selanjutnya akan muncul pola jalan yang khas, dimana contralateral hip/pelvis akan drop, trunk bertumpu ditungkai sisi yang sama. Deviasi ini dikenal luas sebagai fenomena Trendelenburg, sebagai akibat dari kelemahan gluteus medius. Apabila gastrocnemius dan soleus lemah maka stabilisasi tibia selama periode singgle limb support akan terganggu. Nampak pada observasi terjadi dorsiflexi berlebihan sehingga tibia akan collapse selama periode midstance dan terminal stance. Sebagai akibat ketidakstabilan tibia maka momentum dan progression kedepan akan terganggu dengan manifestasi menurunnya step length dan velocity.

Deformitas.

Deformitas yang timbul sebagai komplikasi ketidak seimbangan kerja otot, peningkatan aktifitas otot, congenital deformity, amputasi akan menimbulkan disabilitas. Keterbatasan lingkup gerak sendi pasti akan menimbulkan deviasi pola jalan, karena factor atau gerakan yang seharusnya muncul tidak ada. Keterbatasan lingkup gerak sendi dikombinasi dengan kelemahan otot atau hilangnya kontrol akan sangat mempengaruhi pola jalan secara dramatis. Hilang atau berkurangnya mobilitas sendi adalah suatu hal yang

penting yang harus diperhatikan, karena selain pengaruh langsung terhadap deviasi pola jalan, tetapi juga pengaruhnya terhadap peningkatan tekanan/kompresi kepada persendian sekitar. Persendian sekitar tsb akan melakukan kompensi dengan melakukan usaha yang memerlukan energy extra untuk mensubstitusi fungsi gerakan yang hilang / berkurang. Posisi berdiri normal membutuhkan hip dan knee dalam posisi full extensi, dorsiflexi ankle 5°- 10°. Dengan posisi ini maka center gravity akan relatif berada disebelah posterior axis hip joint dan disebelah anterior knee joint, sehingga untuk mempertahankan posisi ini relatif tidak diperlukan kerja otot baik di hip joint maupun di knee joint. Sebaliknya bila posisi ini tidak tercapai maka diperlukan kerja otot secara berlebih (extra energy) untuk mencapai balance. Posisi hip joint dan knee joint yang tertahan dalam posisi flexi akan meningkatkan tekanan/kompresi didalam persendiannya. Bila posisi knee joint lebih dari 30°fungsi ambulasi akan sulit dipenuhi atau bahkan tidak bisa dipenuhi. Pasien dengan plantar flexi kontraktur 15°akan berjalan dengan jarinya, dimana pola ini adalah bukan pilihan yang benar. Pasien akan berupaya melakukan adaptasi kondisi tsb dengan berusaha untuk menapakan kakinya. Bila usaha menapak kaki berhasil maka akan mengakibatkan bergesernya berat tubuh kearah posterior kakinya, hal ini akan menimbulkan gangguan keseimbangan. Untuk menghindari jatuh kebelakang pasien akan berusaha mencondongkan / membungkukkan tubuhnya kedepan diatas kaki yang bertumpu. Selain itu juga akan muncul toe drag saat swing, untuk itu pasien berusaha membebaskan jari dari lantai dengan berusaha meninggikan / memanjangkan tungkai sisi contralateral dengan berjinjit untuk mencegah toe drag.

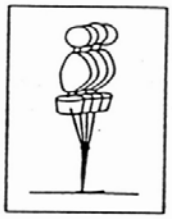
Sensory disturbance.

Impairment sense terhadap posisi sendi adalah factor yang mempengaruhi terhadap fungsi motor kontrol. Tanpa ada kesadaran mengenai posisi sendi dan relasinya dengan segment yang lain maka kontrol gerakan akan sangat tergantung pada input visual dan atau pemakaian alat2 bantu untuk mengerem gerakan atau menghentikannya. Walaupun P3 FT di Fasilitas Pelayanan Kesehatan 8 demikian kedua hal tersebut masih tidak adequate sebagai kompensasi atas hilangya fungsi proprioceptif. Manifestasinya adalah timbulnya toe drag, gangguan stabilitas ankle baik arah medial maupun lateral selama periode stance; hip flexi berlebihan saat swing.

Disorder aktifitas kerja otot.

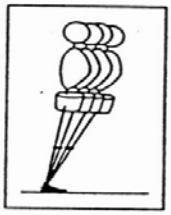
Hal ini bisa disebabkan oleh spinal cord injury, brain injury. Gerakan terbatas pada pola synergist baik posisi flexi maupun extensi, seperti nampak pada pasien hemiplegia.

Kemampuan untuk bergerak secara terkoordinasi, reciprocal seperti hip flexi dan knee extensi terganggu atau hilang Gangguan di central nervous system bisa terjadi sebagai akibat dari trauma saat dilahirkan, congenital, overdosis obat, dsb. Gejala yang muncul adalah dystonic. Reaksi yang berlebihan terhadap aksi otot / gerakan, misalnya stretching, reaksi inilah yang dikenal luas sebagai spastisitas. Brunstrom (1970) dan Bobath (1978) telah mempelajari secara lebih detail kaitanya dengan pola jalan. Gangguan gerak pada kondisi cerebral palsy dengan berbagai syndroma, tergantung dari seberapa banyak otot yang terlibat. Cerebral palsy diplegic, misalnya, posisi berdirinya akan typical / khas. Meningkatnya aktifitas flexor ditungkai mambawa hip dalam posisi flexi demikian juga knee jointnya, denga berbagai variasi derajat ROM. Posisi flexi tadi berkombinasi dengan adductors yang spastis akan menimbulkan fenomena yang terkenal yaitu 'Scissor Gait' Bila aktifitas extensor meningkat, maka akan timbul kekakuan dan terjadi pergeseran penumpuan berat tubuh ke fore foot, varus di ankle, claw toes serta kesulitan untuk memulai gerak reciprocal flexi – extensi pada saat berjalan. Pada Parkinson's disease, dimana kekakuan sebagai problema besar, maka posisi tubuh akan flexi dengan pola jalan 'gait suffling'. Stride length menurun, velocity menurun, periode double support bertambah lama. Pasien akan mengalami kesulitan untuk mulai bergerak / melangkah, dan begitu berhasil melangkah pasien akan kesulitan untuk mengkontrolnya / berhenti (Festination).



Pelvis Neutral
Hip 30 degrees to 0
Knee 15 degrees to 0
Ankle 15 degrees plantarflexion to 10 degrees dorsiflexion

Critical: Controlled ankle rocker



Pelvis 5 degrees backward rotation
Hip 0 to 10 degrees apparent hyperextension
Knee 0
Ankle 10 degrees dorsiflexion to 0
Toes 0 to 30 degrees hyperextension

Critical: Locked ankle heel rise and trailing limb

Figure 38-3. Single limb support. Body weight progresses over and then ahead of a single, stable limb. (*A*) Midstance: Controlled advancement of the body from behind to ahead of the ankle. Contralateral swing limb provides the momentum. (*B*) Terminal

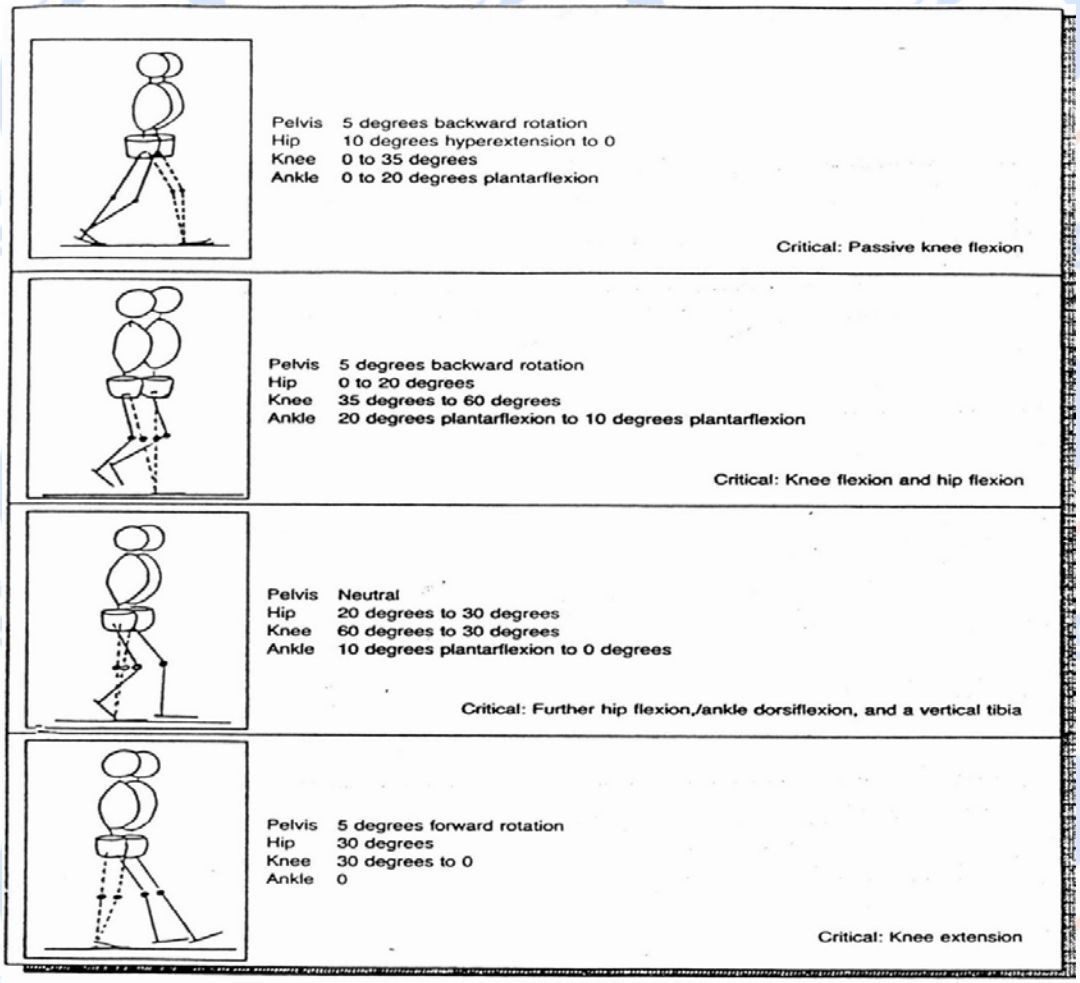


Figure 38-4. The swing limb advances from behind the body to ahead of it as the foot clears the ground. (*A*) Preswing: The foot remains on the floor while weight shifts to the other limb. (*B*) Initial swing: The foot is cleared from the floor as the thigh begins to advance. (*C*) Midswing: The thigh continues to advance as the knee begins to extend. Foot clearance is maintained. (*D*) Terminal swing: The leg reaches out to achieve full step length. (Adapted by permission of Rancho Los Amigos Medical Center, Pathokinesiology and Physical Therapy Department)

Universitas Esa Unggul

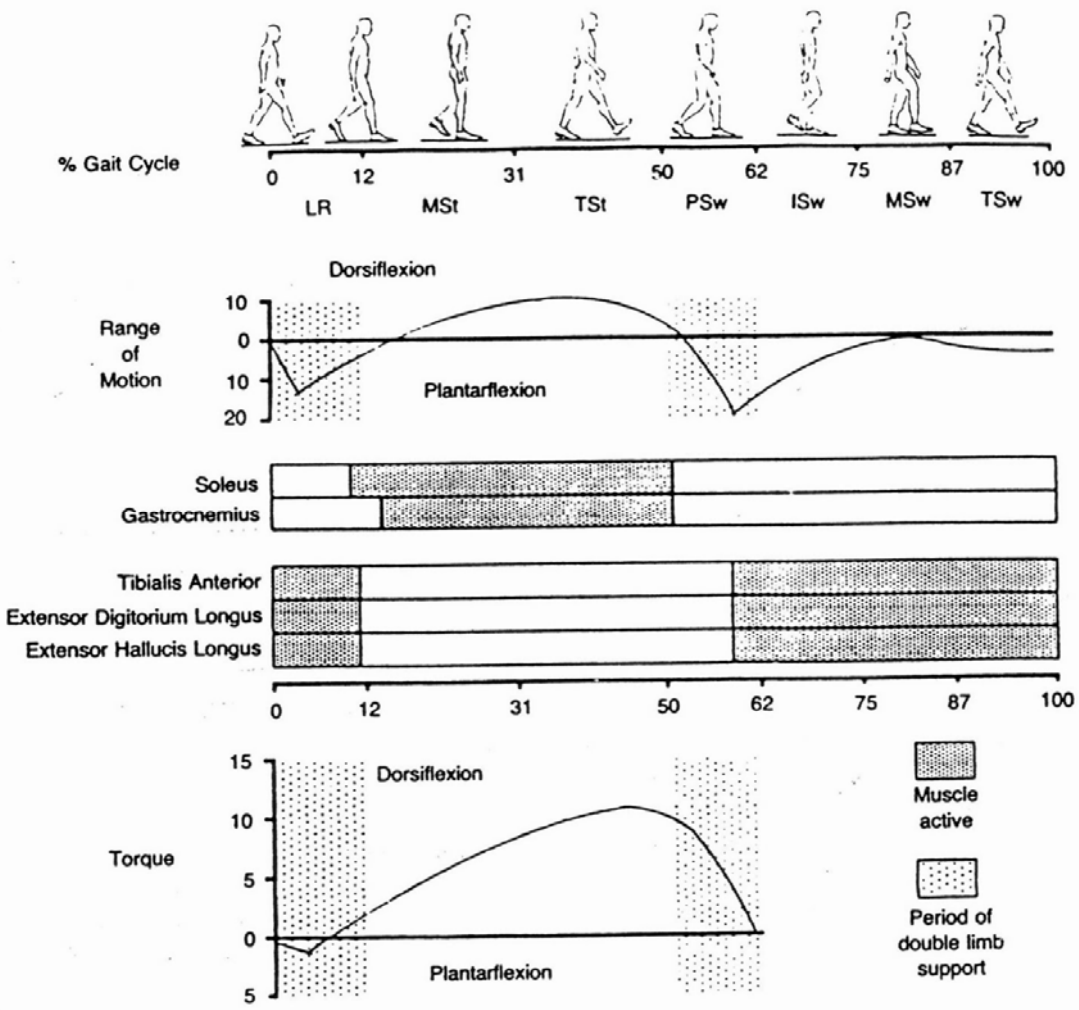


Figure 38-5. Normal ankle: joint motion, muscle action, and torque. (Adapted by permission of Rancho Los Amigos Medical Center, Pathokinesiology and Physical Therapy Department)

Read more:http://www.artikel.indonesianrehabequipment.com/2011/03/observational-gait-analysis.html#ixzz2W9zPckW

Table 38-1. Definitions of Segment Deviations of the Ankle, Foot, and Toes

DEVIATIONS	DEFINITION
Ankle-Foot Segment	
Forefoot contact	Initial contact made with the toes
Foot flat contact	Initial contact made with the entire foot
Foot slap	Uncontrolled plantar flexion at the ankle joint occurring at initial contact
Excessive plantar flexion	Plantar flexion greater than normal for the specific phase
Excessive dorsiflexion	Dorsiflexion greater than normal for the specific phase
Excessive varus	Inversion at the subtalar joint is visible
Excessive valgus	Eversion at the subtalar joint is visible
Heel off	Heel is not in contact with the floor
No heel off	Heel is not off the floor during forefoot contact
Drag	Contact of the toes or forefoot with the floor during swing
Contralateral vaulting	Rising on the forefoot of the stance limb during swing of the reference limb
Toe Segment	
Up	Extension of the toes beyond 5 degrees
Inadequate extension	Less than normal extension for the specific phase
Clawed	Flexion of the toes beyond 5 degrees

Table 38-2. Definitions of Knee Segment Deviations

DEVIATION	DEFINITION
Flexion	
Limited	Less than normal knee flexion for the specific phase
Absent	No flexion of the knee when flexion is normal
Excessive	Flexion beyond normal for the specific phase
Inadequate extension	Less than normal knee extension for the specific phase
Wobbles	Alternating flexion and extension of the knee occurring in a single phase
Hyperextension (knee angle)	Extension of the knee beyond neutral
Extension thrust	Forceful extension of the knee
Valgus	Medial angulation of the knee
Varus	Lateral angulation of the knee
Excessive contralateral flexion	Flexion greater than normal during terminal swing and initial contact of the reference limb

Esa Unggul Esa Unggul Esa Unggul

Table 38-3. Definitions of Hip Segment Deviations

DEVIATION	DEFINITION
Flexion	
Limited	Less than normal flexion for the specific phase
Absent	No flexion of the hip when flexion is normal
Excessive	Greater than normal flexion for the specific phase
Inadequate extension	Less than normal extension for the specific phase
Past retracts	Retraction of the thigh during terminal swing from a previous attained degree of flexion
External rotation	Considered a deviation if other than neutral
Internal rotation	Considered a deviation if other than neutral
Abduction	Considered a deviation if other than neutral
Adduction	Considered a deviation if other than neutral

Table 38-4. Definitions of Pelvic Segment Deviations

DEVIATION	DEFINITION
Hikes	Elevation of one side of the pelvis above level
Posterior tilt	Posterior tilting of the pelvis so that the pubic symphysis is directed upward (flat lumbar spine)
Anterior tilt	Anterior tilting of the pelvis so that the pubic symphysis is directed downward
Lacks forward rotation	Less than normal rotation for a specific phase
Lacks backward rotation	Less than normal backward rotation for a specific phase
Excessive forward rotation	Rotation greater than normal for a specific phase
Excessive backward rotation	Greater than normal backward rotation for a specific phase
Ipsilateral drop	Dropping of the pelvis on the side of the reference limb during swing
Contralateral drop	Dropping of the pelvis on the contralateral side during mid-stance and terminal stance on the reference limb

Table 38-5. Definitions of Trunk Segment Deviations

DEVIATIONS	DEFINITION
Forward lean	The trunk is flexed anterior to vertical axis of the hip
Backward lean	The trunk is hyperextended or posterior to the vertical axis of the hip
Lateral lean (R or L)	Leaning of the trunk to one side
Rotates back	Rotation greater than neutral on the reference side
Rotates forward	Rotation greater than neutral on the reference side

Universitas Esa Unggul

Case 1

Diagnosis
Hemiplegia secondary to CVA.

Major Gait Deviations

Ankle: Toe drag ISw
Excessive plantar flexion MSw

Knee: Inadequate flexion ISw
Inadequate knee extension TSw

Hip: Inadequate flexion MSw, TSw

Pelvis: Hiking MSw, TSw; contralateral drop

Trunk: Slight forward lean MSw, TSw

Reasons for Deviations

Ankle: Inadequate knee flexion
Weak flexion synergy

Knee: Increased quadriceps muscle activity
Synergy dependent

Hip: Weak flexion synergy

Pelvis: Substitution for inadequate limb flexion
Inadequate hip abductor control

Trunk: Inadequate hip extension control

Functional Task Deficiency

Limb advancement
Single limb support (lateral hip instability)

Penalties Decreased velocity and cadence, unequal stance ratio, and decreased step

Esa Unggul Esa Unggul Esa Unggul

Table 38-6. Primary Deviations Affecting Weight Acceptance and Single Limb Support

DEVIATIONS	CAUSES	PENALTIES
Hip adduction	Increased adductor muscle activity Inadequate strength of abductors Decreased proprioception	Narrow base of support leading to loss of balance
Contralateral pelvic drop	Weakness or inadequate control of hip abductors	Decreased stance stability Potential loss of balance
Inadequate hip extension	Inadequate hip extension strength or control Hip flexion contracture Increased muscle activity of hip flexors Painful joint Decreased proprioception Secondary to excessive knee flexion posture	Increased energy demand Decreased forward progression; decreased velocity
Inadequate knee extension	Inadequate quadriceps strength or control Knee flexion contracture Increased hamstring muscle activity Increased gastrocnemius muscle activity Secondary to inadequate hip extension or excessive dorsiflexion Painful joint Decreased proprioception	Increased energy demand Decreased stance stability leading to decreased stance time Decreased forward progression and velocity
Knee extension thrust	Inadequate quadriceps control Increased quadriceps muscle activity Secondary to primary ankle instability Increased plantarflexion muscle activity Plantar flexion contracture Decreased proprioception Painful knee (avoids flexion)	Loss of loading response at knee Decreased forward progression and velocity May result in joint problems, pain
Excessive plantar flexion	Increased plantar flexion muscle activity Inadequate plantar flexion strength and control Plantar flexion contracture Decreased proprioception	Decreased forward progression and velocity Need for compensatory postures Increased energy demand Shortened stance time
Excessive dorsiflexion	Accommodation for knee flexion contracture Inadequate plantar flexion strength Decreased proprioception Dorsiflexion contracture (rare)	Stance instability with resultant decreased stance time Compensatory hip and knee flexion resulting in increased energy Decreased forward progression and velocity
No heel off	Inadequate plantar flexion strength and control Painful ankle-foot-metatarsal heads Restricted ankle or midfoot or metatarsal phalangeal motion	Decreased pre-swing knee flexion Decreased forward progression and velocity
Excess varus	Increased invertor muscle activity Decreased proprioception	Unstable base of support with potential for falling and injury Decreased forward progression

Table 38-7. Primary Deviations Affecting Limb Advancement

DEVIATIONS	CAUSES	PENALTIES
Limited or Absent Flexion		
Hip	Increased extensor muscle activity or posturing expecially at knee and ankle Inadequate strength or control of hip flexors Painful joint Decreased proprioception	Decreased forward progression and velocity Decreased step length Compensatory deviations leading to increased energy demands
Knee	Inadequate pre-swing knee flexion Increased knee extensor muscle activity Painful joint Restricted knee flexion range Decreased hamstring muscle strength Decreased proprioception	Toe drag at initial swing
Inadequate knee extension, TSw	Knee flexion contracture Synergy dependent; unable to extend the knee selectively with hip flexion Increased knee flexor muscle activity Dominated by flexor withdrawal response	Decreased step length Decreased forward progression and velocity
Hip adduction	Increased adductor muscle activity Excessive flexor or extensor synergy Decreased proprioception	Swing limb contacts stance limb resulting in potential for fall, decreased forward progression Limb placement in front of the stance limb resulting in a narrow base of support
Excessive plantar flexion, MSw, TSw	Inadequate dorsiflexion strength Ankle plantar flexion contracture Increased plantar flexor muscle activity Excessive extensor synergy Decreased proprioception	Toe drag, MSw Inadequate preparation for initial contact resulting in foot flat or toes first, initial contact; leads to loss of loading response at ankle

Read more: http://www.artikel.indonesianrehabequipment.com/2011/03/observational-gait-analysis.html#ixzz2W9tr00Ov

A. Analisa Lari

Teknik Dasar

Teknik merupakan blok-blok bengunan dasar dari tingginya prestasi. Teknik adalah cara yang paling efesien dan sederhana dalam memecahkan kewajiban fisik atau masalah yang dihadapi dan dibenarkan dalam lingkup peraturan (lomba) olahraga.

Teknik adalah sangat kritis terhadap prestasi selama suatu lomba lari sprint. Melalui tahapan lomba tuntutan teknik sprint beragam seperti halnya aktivitas otot-otot, pola waktu mereka dan aktivitas metabolik para atlet dari tahap reaksi sampai tahap transisi tujuan utamanya adalah untuk mengembangkan kecepatan dari suatu sikap diam di tempat. Tujuan utama lari sprint adalah untuk memaksimalkan kecepatan horizontal, yang dihasilkan dari dorongan badan kedepan. Kecepatan lari ditentukan oleh panjang-langkah dan frekuensi-langkah. untuk bisa berlari cepat seorang atlet harus meningkatkan satu atau kedua-duanya. Tujuan teknik-sprint selama perlombaan adalah untuk mengerahkan jumlah optimum daya kepada tanah didalam waktu yang pendek. Teknik yang baik ditandai oleh mengecilnya daya pengereman, lengan lengan efektif, gerakan kaki dan badan dan suatu koordinasi tingkat tinggi dari gerakan tubuh keseluruhan (IAAF, 1993;22).

Teknik lari sprint lari 100m dapat dirinci menjadi tahap-tahap sebagai berikut:

1. Tahap reaksi dan dorongan
2. Tahap lari akelerasi
3. Tahap transisi/perubahan
4. Tahap kecepatan maksimum
5. Tahap pemeliharaan kecepatan
6. Finish

2. Kemampuan Motorik / Fisik

ϖ Kemanpuan Motorik

Kelangsungan gerak lari cepat atau sprint dapat dibagi menjadi tiga, yaitu;

a. Start

Ada tiga bagian dalam gerakan start, yaitu:

¬ Posisi “bersediaaa”

Pada posisi ini sprinter mengambil sikap awal atau posisi “bersediaaa”, kaki yang paling cepat/tangkas ditempatkan pada permukaan sisi miring blok yang paling depan.

Tangan diletakkan dibelakang garis start dan menopang badan.Kaki belakang ditempatkan pada permukaan blok belakang, mata memandang tanah kedepan, leher rileks, kepala segaris dengan tubuh.

¬ Posisi "siaap"

Menurut IAAF (2001;8) posisi "siaaap" ini adalah kepentingan dasar bahwa seorang atlet menerima suatu posstur dalam posisi start "siaaap" yang menjamin suatu sudut optimum dari tiap kaki untuk mendorongnya, suatu posisi yang sesuai dari pusat gravitasi ketika kaki diluruskan dan pegangan awal otot-otot diperlukan bagi suatu kontraksi explosif dari otot-otot kaki.

Tanda-tanda utama suatu posisi "siaaap" yang optimum daya adalah;

• Berat badan dibagikan seimbang

• Poros pinggul lebih tinggi daripada poros bahu

• Titik pusat gravitasi kedepan

• Sudut lutut 900 pada kaki depan

• Sudut lutut 1200 pada kaki belakang

• Kaki diluruskan menekan start blok

¬ Posisi aba – aba "ya"

Daya dorong tungkai dan kaki dalam start dapat dianalisa dengan menggunakan papan-pengalas daya dibangu pada start blok. Bila kaki-kaki menekan pada papan itu pada pada saat start, impuls dapat disalurkan ke dan ditampilkan pada suatu dinamo-meter. Kekuatan impuls arah dan lamanya, juga timing dari dorongan dari tiap kaki dapat dicatat.

Ciri kunci yang untuk diperhatikan adalah:

1. Kaki belakang bergerak lebih dahulu. Pola daya kekuatan menunjukkan bahwa daya kekuatan yang puncaknya sangat tinggi dikenakan mengawali gerak akselerasi dari titik-pusat gravitasi atlet dengan cepat menurun.

2. Penerapan daya kekuatan dari kaki depan dimulai sedikit lambat yang memungkinkan gerak akselerasi titik-pusat gravitasi untuk berlanjut setelah dorongan kaki belakang menghilang, dan berlangsung dalam waktu yang lebih lama. Kenyataannya, daya kekuatan daya kekuatan digunakan oleh kaki-depan kira-kira dua kali lipat dari daya kaki-belakang.

b. Gerakan lari cepat

Tahap pemulihan (recovery). Otot-otot flexor lutut mengangkat tumit kedepan pantat dengan pembengkokan (flexio) kedepan serentak dari otot-otot paha. Tungkai bawah tetap ditekuk ketat terhadap paha mengurai momen inertia. Lutut yang memimpin dipersiapkan untuk suatu ayunan ke depan yang relax dari tungkai bawah dalam langkah mencakar berikutnya. Lutut dorong yang aktif mennyangga pengungkit pendek dari kaki ayun. Kecepatan sudut optimal pada paha berayun kedepan menolong menjamin frekuensi langkah lari yang tinggi.
Tujuan dan fungsi dari tahap ini adalah agar kaki dorong putus kontak dengan tanah. Kaki rilex, mengayun aktif menuju pembuatan langkah diatas lutut kaki sangga dan sebagai tahap lanjutan dan persiapan angkatan lutut.
Adapun ciri-ciri atu tangda-tanda tahap ini adalah:
1. Ayunan rilex kaki belakang yang tidak disangga sampai tumit mendekati panta. Bandul pendek ini sebagai hasil kecepatan sudut yang tinggi memungkinkan membuat langkah yang cepat.
2. Angkatan tumit karena dorongan aktif lutut, dan harus menampilkan relaksasi total dari semua otot yang terlibat.
3. Perjalanan horizontal pinggul dipertahankan sebagai hasil dari gerakan yang dijelaskan

Tahap angkat lutut. Tahap ini menyumbangkan panjang langkah dan dorongan pinggang. Persiapan efektif dengan kontak tanah. Sudut lutut yang diangkat kira-kira 150 dibawah horizontal. Gerakan kebelakang dari tungkai bawah sampai sutau gerakan mencakar aktif dari kaki diatas dari dasar persendian jari-jari kaki dalm posisi supinasi dari kaki. Kecepatan kaki dicapai dengan bergerak kebawah/kebelakang sebagai suatu indikator penanaman aktif dari hasil dalam suatu kenaikan yang cepat dari komponen daya vertikal.

Tujuan dan fungsi tahap ini adalah agar lutut diangkat, bertanggung jawab terhadap panjang langkah yang efektif , dalam kaitan dengan ayunan lengan yang intensif. Teruskan dan jamin jalur perjalanan pinggang yang horizontal. Persiapan untuk mendarat engan suatu gerakan mencakar dan sedikit mungkin hambatan dalam tahap angga depan.

Tahap ini memiliki sifat-sifat atau tanda-tanda, yaitu:
1. Angkatan paha/lutut horizontal hampir horizontal, melangkahkan kaki sebaliknya sebagai prasyarat paling penting dari suatu langkah-panjang cepat dan optimal.

2. Gerakan angkat lutut dibantu oleh penggunaan lengan berlawanan diametris yang intenssif.

3. Siku diangkat keatas dan kebelakang.

4. Dlam lanjutan dengan ayunan kedepan yang rilex dari tungkai bawah karena pelurusan paha secara aktif, dengan niat memulai gerak mencakar dari kaki aktif.

Tahap amortisasi. Pemulihan dari tekanan pendaratan adalah ditahan. Ada alat peng-aktifan awal otot-otot yang tersedia didalam yang diawali dalam tahap sebelumnya. Ide-nya guna menghindari adanya efek pengereman/hambatan yang terlalu besar dengan membuat lama waktu tahap sangga/topang sependek mungkin. Tahap ini mempunyai tujuan dan fungsi sebagai tahap amortisasi tahap kerja utama. Mengontrol tekanan kaki pendarat oleh otot-otot paha depan yang diaktifkan sebelumnya dan otot-otot kaki bertujuan untuk membuat ssuatu gerak explossif memperpanjang langkah sebelumnya.

Tahapan ini memiliki sifat atau tanda sebagai berikut:

1. Gerakan mencakar aktif dari sisi luar telapak kaki dengan jari-jari keatas

2. Jangkauan kedepan aktif harus tidak menambah panjang-langkah secara tak wajar, namun mengizinkan pinggang (pusat gravitassi tubuh) berjalan cepat diatas titik sanggah kaki.

3. Hindari suatu daya penghambat yang berlebih-lebihan

4. Waktu kontakl dalam angga depan harus sesingkat mungkin.

c. Gerakan finish.

Gerakan finish adalah gerakan pengikut atau gerakan tambahan sebelum berhenti secara total setelah berlari secara maksimum. Hal ini bertujuan agar tubuh bias beradaptasi kembali dan mencegah terjadinya cidera.

ϖ Kemampuan Fisik

Dalam lari sprint 100m lebih dominant menggunakan kecepatan maksimal karena kita dituntut untuk mencapai jarak yang singkat dengan waktu yang sangat singkat. Disamping itu power juga sangat berperan penting dalam semakin besar power seseorang maka akan semakin capat larinya dan semakin singkat waktu tempuhnya.

Kemampuan fisik laennya sebagai penunjang adalah :

1. Kelentukan

Yaitu kemampuan untuk melakukan gerakan persendian melalui jangkauan gerak yang luas. Kelentukan terbatas atau tertahan adalah suatu sebab umum terjadinya teknik yang kurang baik dan prestasi rendah. Kelentukan jelek juga menghalangi kecepatan dan dayatahan karena otot-otot harus bekerja lebih keras untuk mengatasi tahanan menuju kelangkah yang panjang.

2. Koordinasi

Yaitu kemampuan untuk melakukan gerakan dengan tingkat kesukaran dengan tepat dan dengan efesien dan penuh ketepatan. Seorang atlet dengan koordinasi yang baik tidak hanya mampu melakukan skill dengan baik, tetapi juga dengan tepat dan dapat menyelesaikan suatu tugas latihan.

3. Kemampuan Fisiologik / System Energi

Kemampuan fungsi organ – organ tubuh dan kontraksi otot yang di laksanakan oleh system energi yang di butuhkan.

Organ yang bekerja :

• Sistem jantung

• Sistem peredaran darah

Tipe serabut otot yang digunakan adalah fast twitch dengan system energi atp pc - laktat.

4. Otot Yang Berperan

a) Gerak utama

• Quadriceps Femoris

• Gastronemius

b) Gerak sinergis

• Fektoralis mayor

• Rektus abdominalis

c)Stabilisator

• Latisimus dorsi

• Gluteus maksimus

• Sartorius

• Tibia anterior

e) Antagonis

5. Sendi dan Gerakan Sendi

Gerak pada sendi :

a) Flexi (gerakan persendian yang memperkecil sudut)

b) Ekstensi (gerakan pada sendi yang memperbesar sudut)

6. Mekanika Gerak

Dari segi kinetika:

• Kecepatan langkah : cara mempercepat langkah berpatok pada kecondongan badan.

Dari segi kinematika :

• Panjang langkah : kemampuan tolakan.

B. Analisa Lompat Jauh (Jumping)

Atletik adalah gabungan dari beberapa jenis olahraga yang secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi lari, lempar, lompat. Atletik merupakan cabang olah raga yang diperlombakan sejak konon. Setiap atlit memang memiliki teknik dan caranya sendiri dalam melakukan suatu gaya dan teknik. Mereka banyak menjalin hubungan dengan para ilmuwan agar mampu menganalisa gerakan-gerakan mereka agar lebih efektif dan fleksibel dilakukan. Jarng lompatan mulai dihitung sejak *takeoff*, terbang, dan jarak landing jarak ini dapat dispesifikasikan oleh hubungan biomekaniksebagai model pergerakan proyektil.

Dalam jurnal yang ditulis oleh ajun than dan jhon zumerchik dari departemen fisika alabama tang berjudul "*kinematic of the long jump*" menegaskan, dari semua faktor yang disebutkan diatas terdapat dua faktor yang paling penting sekali dan mempengaruhi jarak lompat jauh, yakni kecepatan (speed),dan ketinggian loncatan (elevation). Dua hal tersebut menjadi faktor penting agar dapat rekor jauh pada lompat jauh.

a. Dasar-Dasar Lompat Jauh

Secara umum, gerakan melompat dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu, lompat jauh dan lompat tinggi, kedua jenis lompatan ini dilakukan dengan menggunakan satu kaki tolakan. Dalam lompat jauh terhadap tiga macam gaya, yaitu : lompat jauh gaya jongkok (*tuck*), gaya menggantung (*hang style*), dan gaya jalan diudara (*walking in the air*). Gaya-gaya lompat jauh mengatur sikap badan sewaktu melayang di udara. Oleh karena itu teknik melompat jauh sering disebut juga gaya lompat jauh. Selain itu ada empat teknik dasar yang terdapat dalam olahraga atletik ini yakni :

a) Awalan

Awalan adalah suatu gerakan dalam lompat jauh yang dilakukan dengan lari-lari secepat-cepatnya untuk mendapatkan kecepatan setinggi-tingginya sebelum

melakukan tolakan. Dapat juga dikatakan, awalan adalah usaha untuk mendapatkan kecepatan horizontal setinggi-tingginya yang diubah menjadi kecepatan vertikal saat melakukan tolakan.

b) Tolakan

Tolakan adalah perpindahan dari kecepatan horizontal ke kecepatan vertikal yang dilakukan dengan cepat dan kuat untuk mengangkat tubuh keatas melayang diudara .

Dalam lompat jauh, biasanya kita melakukan tolakan terkuat dengan kaki yang dibantu dengan ayunan kaki dan ayunan kedua tangan kedepan kearah ata. Jika si pelompat dapat menggabungkan kecepatan awal dengan kekuatan tolakan kaki, ia dapat membawa seluruh tubuhnya ke atas ke arah depan melayang diudara kearah depan waktu yang lama.

c) Sikap Badan di udara

Pada saat mencapai titik tertinggi sikap badan, kaki seperti duduk atau jongkok. Setelah bergerak turun kedua kaki dijulurkan ke depan, badan cenderung kedepan dan perhatian tertuju pada pendaratan. Pada kondisi ini pula terjadi berbagai macam gaya dalam lompat jauh yang dilakukan para atlit, seperti gaya menggantung (*hang style*), gaya jongkok (tuck), dan gaya jalan diudara (*walking in the air*).

Referensi :

Dr.J.F.Gabriel, 2000, fisika kedokteran EGC, Jakarta

MATERI V

CENTRAL OF GRAVITY 1

Keseimbangan Pada Tubuh Manusia

Keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan kesetimbangan tubuh ketika di tempatkan di berbagai posisi.

Definisi menurut O'Sullivan, keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan pusat gravitasi pada bidangtumpu terutama ketika saat posisi tegak.

Selain itu menurut Ann Thomson, keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan tubuh dalam posisi kesetimbangan maupun dalam keadaan statik atau dinamik, serta menggunakanaktivitas otot yang minimal.

Keseimbangan juga bisa diartikan sebagai kemampuan relatif untuk mengontrol pusat massa tubuh *(center of mass*) atau pusat gravitasi (*center of gravity*) terhadap bidang tumpu (*base of support*).

Keseimbangan melibatkan berbagai gerakan di setiap segmen tubuh dengan di dukung oleh sistem muskuloskleletal dan bidang tumpu. Kemampuan untuk menyeimbangkan massa tubuh dengan bidang tumpu akan membuat manusia mampu untuk beraktivitas secara efektif dan efisien.

Keseimbangan terbagi atas dua kelompok, yaitu

1. keseimbangan statis : kemampuan tubuh untuk menjaga kesetimbangan pada posisi tetap (sewaktu berdiri dengan satu kaki, berdiri diatas papan keseimbangan)
2. keseimbangan dinamis adalahkemampuan untuk mempertahankan kesetimbangan ketika bergerak.

Keseimbangan merupakan interaksi yang kompleks dari integrasi/interaksi sistem sensorik (vestibular, visual, dansomatosensorik termasuk proprioceptor) dan muskuloskeletal (otot, sendi, dan jar lunak lain) yang dimodifikasi/diatur dalam otak (kontrol motorik, sensorik, basal ganglia, cerebellum, area asosiasi) sebagai respon terhadap perubahankondisi internal dan eksternal. Dipengaruhi juga oleh faktor lain seperti, usia, motivasi, kognisi, lingkungan, kelelahan,pengaruh obat dan pengalaman terdahulu.

Fisiologi Keseimbangan

Kemampuan tubuh untuk mempertahankan keseimbangan dan kestabilan postur oleh aktivitas motorik tidak dapat dipisahkan dari faktor lingkungan dan sistem regulasi yang berperan dalam pembentukan keseimbangan. Tujuan dari tubuh mempertahankan keseimbangan adalah : menyanggah tubuh melawan gravitasi dan faktor eksternal lain, untuk mempertahankan pusat massa tubuh agar seimbang dengan bidang tumpu, serta menstabilisasi bagian tubuh ketika bagian tubuh lain bergerak.

Komponen-komponen pengontrol keseimbangan adalah :

1) Sistem informasi sensoris

Sistem informasi sensoris meliputi visual, vestibular, dan somatosensoris.

a. Visual

Visual memegang peran penting dalam sistem sensoris. Cratty & Martin (1969) menyatakan bahwa keseimbangan akan terus berkembang sesuai umur, mata akan membantu agar tetap fokus pada titik utama untuk mempertahankan keseimbangan, dan sebagai monitor tubuh selama melakukan gerak statik atau dinamik. Penglihatan juga merupakan sumber utama informasi tentang lingkungan dan tempat kita berada, penglihatan memegang peran penting untuk mengidentifikasi dan mengatur jarak gerak sesuai lingkungan tempat kita berada. Penglihatan muncul ketika mata menerima sinar yang berasal dari obyek sesuai jarak pandang.

Dengan informasi visual, maka tubuh dapat menyesuaikan atau bereaksi terhadap perubahan bidang pada lingkungan aktivitas sehingga memberikan kerja otot yang sinergis untuk mempertahankan keseimbangan tubuh.

b. Sistem vestibular

Komponen vestibular merupakan sistem sensoris yang berfungsi penting dalam keseimbangan, kontrol kepala, dan gerak bola mata. Reseptor sensoris vestibular berada di dalam telinga. Reseptor pada sistem vestibular meliputi kanalis semisirkularis, utrikulus, serta sakulus. Reseptor dari sistem sensoris ini disebut dengan sistem *labyrinthine*. Sistem labyrinthine mendeteksi perubahan posisi kepala dan percepatan perubahan sudut. Melalui refleks vestibulo-occular,

mereka mengontrol gerak mata, terutama ketika melihat obyek yang bergerak. Mereka meneruskan pesan melalui saraf kranialis VIII ke nukleus vestibular yang berlokasi di batang otak. Beberapa stimulus tidak menuju nukleus vestibular tetapi ke serebelum, formatio retikularis, thalamus dan korteks serebri.

Nukleus vestibular menerima masukan (input) dari reseptor labyrinth, retikular formasi, dan serebelum. Keluaran (output) dari nukleus vestibular menuju ke motor neuron melalui medula spinalis, terutama ke motor neuron yang menginervasi otot-otot proksimal, kumparan otot pada leher dan otot-otot punggung (otot-otot postural). Sistem vestibular bereaksi sangat cepat sehingga membantu mempertahankan keseimbangan tubuh dengan mengontrol otot-otot postural.

c. Somatosensoris

Sistem somatosensoris terdiri dari taktil atau proprioseptif serta persepsi-kognitif. Informasi propriosepsi disalurkan ke otak melalui kolumna dorsalis medula spinalis. Sebagian besar masukan (input) proprioseptif menuju serebelum, tetapi ada pula yang menuju ke korteks serebri melalui lemniskus medialis dan talamus.

Kesadaran akan posisi berbagai bagian tubuh dalam ruang sebagian bergantung pada impuls yang datang dari alat indra dalam dan sekitar sendi. Alat indra tersebut adalah ujung-ujung saraf yang beradaptasi lambat di sinovia dan ligamentum. Impuls dari alat indra ini dari reseptor raba di kulit dan jaringan lain , serta otot di proses di korteks menjadi kesadaran akan posisi tubuh dalam ruang.

2) Respon otot-otot postural yang sinergis *(Postural muscles response synergies)*

Respon otot-otot postural yang sinergis mengarah pada waktu dan jarak dari aktivitas kelompok otot yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan dan kontrol postur. Beberapa kelompok otot baik pada ekstremitas atas maupun bawah berfungsi mempertahankan postur saat berdiri tegak serta mengatur keseimbangan tubuh dalam berbagai gerakan. Keseimbangan pada tubuh dalam berbagai posisi hanya akan dimungkinkan jika respon dari otot-otot postural bekerja secara sinergi sebagai reaksi dari perubahan posisi, titik tumpu, gaya gravitasi, dan aligment tubuh.

Kerja otot yang sinergi berarti bahwa adanya respon yang tepat (kecepatan dan kekuatan) suatu otot terhadap otot yang lainnya dalam melakukan fungsi gerak tertentu.

3) Kekuatan otot *(Muscle Strength)*

Kekuatan otot umumnya diperlukan dalam melakukan aktivitas. Semua gerakan yang dihasilkan merupakan hasil dari adanya peningkatan tegangan otot sebagai respon motorik.

Kekuatan otot dapat digambarkan sebagai kemampuan otot menahan beban baik berupa beban eksternal (*eksternal force*) maupun beban internal (*internal force*). Kekuatan otot sangat berhubungan dengan sistem neuromuskuler yaitu seberapa besar kemampuan sistem saraf mengaktifasi otot untuk melakukan kontraksi. Sehingga semakin banyak serabut otot yang teraktifasi, maka semakin besar pula kekuatan yang dihasilkan otot tersebut.

Kekuatan otot dari kaki, lutut serta pinggul harus adekuat untuk mempertahankan keseimbangan tubuh saat adanya gaya dari luar. Kekuatan otot tersebut berhubungan langsung dengan kemampuan otot untuk melawan gaya garvitasi serta beban eksternal lainnya yang secara terus menerus mempengaruhi posisi tubuh.

4) Adaptive systems

Kemampuan adaptasi akan memodifikasi input sensoris dan keluaran motorik (output) ketika terjadi perubahan tempat sesuai dengan karakteristik lingkungan.

5) Lingkup gerak sendi (*Joint range of motion)*

Kemampuan sendi untuk membantu gerak tubuh dan mengarahkan gerakan terutama saat gerakan yang memerlukan keseimbangan yang tinggi.

a. **Faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan**

1) Pusat gravitasi (*Center of Gravity-COG*)

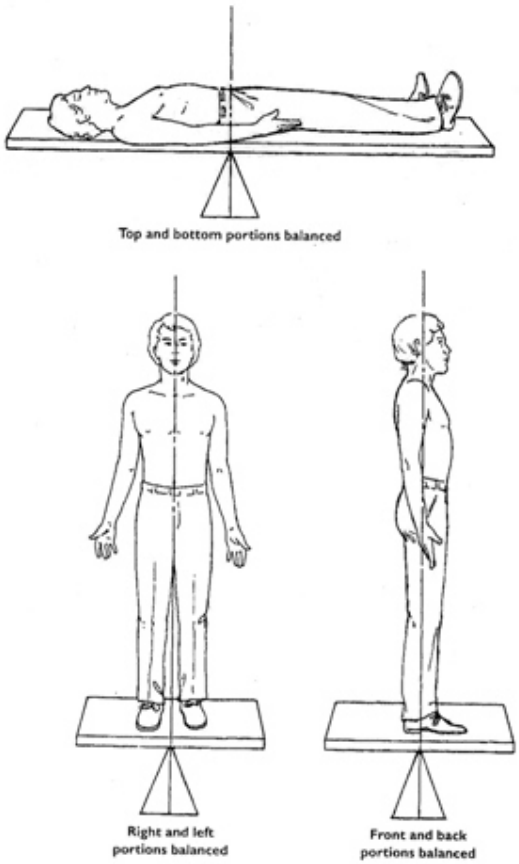
Pusat gravitasi terdapat pada semua obyek, pada benda, pusat gravitasi terletak tepat di tengah benda tersebut. Pusat gravitasi adalah titik utama pada

tubuh yang akan mendistribusikan massa tubuh secara merata. Bila tubuh selalu ditopang oleh titik ini, maka tubuh dalam keadaan seimbang. Pada manusia, pusat gravitasi berpindah sesuai dengan arah atau perubahan berat. Pusat gravitasi manusia ketika berdiri tegak adalah tepat di atas pinggang diantara depan dan belakang vertebra sakrum ke dua.

Derajat stabilitas tubuh dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu : ketinggian dari titik pusat gravitasi dengan bidang tumpu, ukuran bidang tumpu, lokasi garis gravitasi dengan bidang tumpu, serta berat badan.

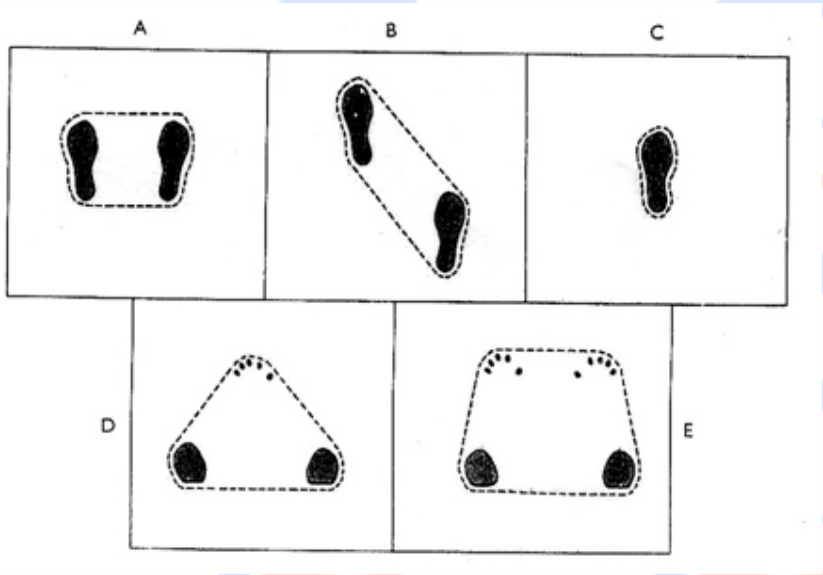
2) Garis gravitasi (*Line of Gravity-LOG*)

Garis gravitasi merupakan garis imajiner yang berada vertikal melalui pusat gravitasi dengan pusat bumi. Hubungan antara garis gravitasi, pusat gravitasi dengan bidang tumpu adalah menentukan derajat stabilitas tubuh.



3) Bidang tumpu (*Base of Support-BOS*)

Bidang tumpu merupakan bagian dari tubuh yang berhubungan dengan permukaan tumpuan. Ketika garis gravitasi tepat berada di bidang tumpu, tubuh dalam keadaan seimbang. Stabilitas yang baik terbentuk dari luasnya area bidang tumpu. Semakin besar bidang tumpu, semakin tinggi stabilitas. Misalnya berdiri dengan kedua kaki akan lebih stabil dibanding berdiri dengan satu kaki. Semakin dekat bidang tumpu dengan pusat gravitasi, maka stabilitas tubuh makin tinggi.



b) Keseimbangan Berdiri

Pada posisi berdiri seimbang, susunan saraf pusat berfungsi untuk menjaga pusat massa tubuh (*center of body mass*) dalam keadaan stabil dengan batas bidang tumpu tidak berubah kecuali tubuh membentuk batas bidang tumpu lain (misalnya : melangkah). Pengontrol keseimbangan pada tubuh manusia terdiri dari tiga komponen penting, yaitu sistem informasi sensorik (visual, vestibular dan somatosensoris), *central processing* dan efektor.

Pada sistem informasi, visual berperan dalam contras sensitifity (membedakan pola dan bayangan) dan membedakan jarak. Selain itu masukan *(input*) visual berfungsi sebagai kontrol keseimbangan, pemberi informasi, serta memprediksi datangnya gangguan. Bagian vestibular berfungsi sebagai pemberi informasi gerakan dan posisi kepala ke susunan saraf pusat untuk respon sikap dan memberi keputusan tentang perbedaan gambaran visual dan gerak yang sebenarnya. Masukan *(input)* proprioseptor pada sendi, tendon dan otot dari kulit

di telapak kaki juga merupakan hal penting untuk mengatur keseimbangan saat berdiri static maupun dinamik

Central processing berfungsi untuk memetakan lokasi titik gravitasi, menata respon sikap, serta mengorganisasikan respon dengan sensorimotor. Selain itu, efektor berfungsi sebagai perangkat biomekanik untuk merealisasikan renspon yang telah terprogram si pusat, yang terdiri dari unsur lingkup gerak sendi, kekuatan otot, alignment sikap, serta stamina.

Postur adalah posisi atau sikap tubuh. Tubuh dapat membentuk banyak postur yang memungkinkan tubuh dalam posisi yang nyaman selama mungkin. Pada saat berdiri tegak, hanya terdapat gerakan kecil yang muncul dari tubuh, yang biasa di sebut dengan ayunan tubuh. Luas dan arah ayunan diukur dari permukaan tumpuan dengan menghitung gerakan yang menekan di bawah telapak kaki, yang di sebut pusat tekanan (*center of pressure-COP)*. Jumlah ayunan tubuh ketika berdiri tegak di pengaruhi oleh faktor posisi kaki dan lebar dari bidang tumpu.

Posisi tubuh ketika berdiri dapat dilihat kesimetrisannya dengan : kaki selebar sendi pinggul, lengan di sisi tubuh, dan mata menatap ke depan. Walaupun posisi ini dapat dikatakan sebagai posisi yang paling nyaman, tetapi tidak dapat bertahan lama, karena seseorang akan segera berganti posisi untuk mencegah kelelahan.

http://dhaenkpedro.wordpress.com/keseimbangan-balance/

MATERI VI

CENTRAL OF GRAVITY 2 PUSAT GRAVITASI

Pengertian Pusat Gravitasi

Pusat Gravitasi (Central Of Gravity)

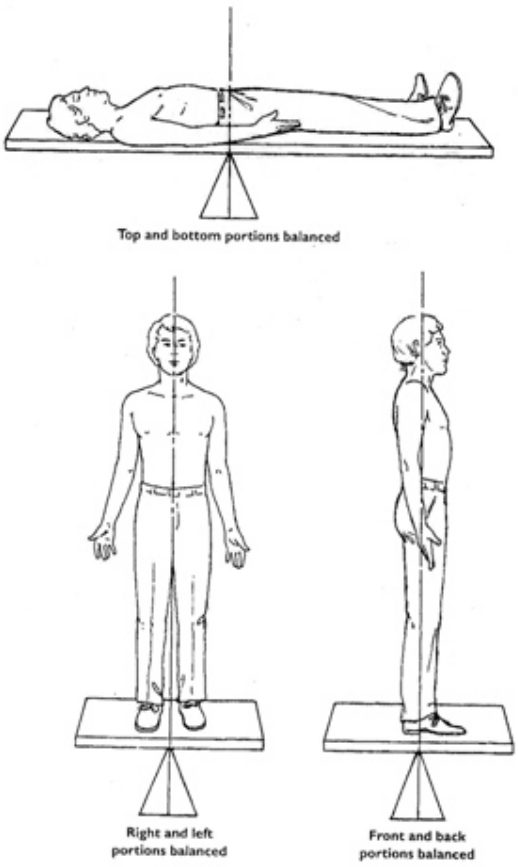
Pusat gravitasi terdapat pada semua obyek, pada benda, pusat gravitasi terletak tepat ditengah benda tersebut. Pusat gravitasi adalah titik utama pada tubuh yang akan mendistribusikan massa tubuh secara merata. Bila tubuh selalu ditopak oleh titik ini, maka tubuh dalam keadaan seimbang. Pada manusia pusat gravitasi berpindah sesuai dengan arah atau perubahan berat. Pusat gravitasi manusia pada saat berdiri tegak adalah tepat diatas pinggang diantara depan dan belakang Vertebra sakrum ke dua.

Derajat stabilitas tubuh dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu : ketinggian dari titik pusat gravitasi denganbidang tumpu, ukuran bidang tumpu, lokasi garis gravitasi dengan bidang tumpu, serta berat badan.

Cara-Cara menentukan Gravitasi

Garis Gravity (line of Gravity-LOG)

Garis gravitasi merupakan garis imajiner yang berada vertikal melalui pusat gravitasi dengan pusat bumi. Hubungan antara gravitasi dengan bidang tumpu adalah menentukan derajat stabilitas tubuh.



Bidang tumpu merupakan bagian dari tubuh yang berhubungan dengan permukaan tumpuan.ketika garis gravitasi tepat tepat berada diatas bidang tumpu, tubuh dalam keadaan seimbang. Stabilitas yang baik terbentuk dari luasnya area bidang tumpu. Semakin besar bidang tumpu semakin tinggi stabilitas. Misalnya berdiri dengan kedua kaki akan lebih stabil dibanding berdiri dengan satu kaki. Semakindekat bidang tumpu dengan pusat gravitasi, maka stabilitas tubuh semakin tinggi.

Pusat Gravitasi (Centre Of Gravity, COG) dapat didefinisikan sebagai titik yang diperkirakan menjadi pusat semua massa. Penentuan pusat gravitasi tubuh manusia sangat berguna dalam pemakaiannya yaitu untuk menganalisa loncat tinggi, gymnastik dan aktivitas olah raga.

Teknik menentukan pusat Gravitasi :

1. Menggantungkan sebuah objek (yang akan ditentukan pusat gravitasinya) pada dua titik berbeda.
2. Berdiri diatas sebuah papan dimana kedua ujung papan terletak diatas timbangan.
3. Metode grafik, berdasarkan pusat massa . contoh : orang yang sedang berdiri.

4. Metode analisa berdasarkan perubahan ketinggian . contoh : pada lompat indah

Hubungan pusat Gravitasi dengan keseimbangan.

Pada manusia, pusat gravitasinya terletak diregio pelvis dekat bagian dasar medulla spinalis sekitar vertebra sakral kedua. Pusat gravitasi sejajar dengan tulang belakang dan berada dalam bagian pelvis jika tengan duduk atau berdiri tegak. Lokasi tersebut merupakan beban yang jumlah energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan tubuh dalam posisi tegak sangat sedikit.

Gaya berat yang bekerja menuju arah pusat gravitasi pada tubuh diseimbangkan deengan gaya berlawanan. Gaya tersebut kemudian dikatakan berada dalam kondisi ekuilibrium (seimbang), diantaranya :

1. Ekuilibrium stabil

   Dimana objek akan stabil jika berat kerja mengikuti garis yang akan bertumpu pada dasarnya. Atau objek apapun yang diam dan berada dalam posisitidak bergerak dikatakan ekuilibrium stabil.

2. Ekuilibrium tak stabil

   Dimana jika gaya berat bekerja didekat tepi dasar. Kondisi seimbang memang terbentuk. Tetapi tubuh tidak stabil dan dapat dengan mudah terjungkal. Contoh : kursi goyang.

3. Ekulibrium tidak stabil

   Dimana tubuh berada dalam kondisi seimbang karena berat bekerja diluar dasar penunjangnya menimbulkan gaya balik yang menyebabkan objek terjungkal.

   Pusat gravitasi berubah seiring dengan perubahan postur. Postur membungkuk menyebabkan pusat gravitasi berpindah kedepan sehingga orang tersebut menjadi tidak stabil.

MATERI NEUROSAINS

MATERI I

ANATOMI DAN FUNGSI OTAK

Otak merupakan alat untuk memproses data tentang lingkungan internal dan eksternal tubuh yang diterima reseptor pada alat indera (seperti mata, telinga, kulit, dan lain-lain). Data tersebut dikirimkan oleh urat saraf yang dikenal dengan system saraf keseluruhan. System saraf ini memungkinkan seluruh urat saraf mengubah rangsangan dalam bentuk implus listrik. Kemudian implus listrik dikirim ke pusat system saraf, yang berada di otak dan urat saraf tulang belakang. Disinilah data diproses dan direspon dengan rangsangan yang cocok. Biasanya dalam tahap ini timbul saraf *efektor,* yang berfungsi untuk mengirim implus saraf ke otot sehingga otot berkontraksi atau rileks. Otak dapat mengendalikan semua fungsi tubuh dan merupakan pusat dari keseluruhan tubuh manusia.

A. Bagian – Bagian Otak dan Fungsinya

1. Cerebrum (Otak Besar)

`Cerebrum adalah bagian terbesar dari otak manusia yang juga disebut dengan nama Cerebral Cortex, Forebrain atau Otak Depan. Cerebrum merupakan bagian otak yang membedakan manusia dengan binatang. Cerebrum membuat manusia memiliki kemampuan berpikir, analisa, logika, bahasa, kesadaran, perencanaan, memori dan kemampuan visual. Kecerdasan intelektual atau IQ juga ditentukan oleh kualitas bagian ini.

`Cerebrum secara terbagi menjadi 4 (empat) bagian yang disebut Lobus. Bagian lobus yang menonjol disebut gyrus dan bagian lekukan yang menyerupai parit disebut sulcus. Keempat Lobus tersebut masing-masing adalah: Lobus Frontal, Lobus Parietal, Lobus Occipital dan Lobus Temporal.

- **Lobus Frontal** merupakan bagian lobus yang ada dipaling depan dari Otak Besar. Lobus ini berhubungan dengan kemampuan membuat alasan, kemampuan gerak, kognisi, perencanaan, penyelesaian masalah, memberi penilaian, kreativitas, kontrol perasaan, kontrol perilaku seksual dan kemampuan bahasa secara umum.
- **Lobus Parietal** berada di tengah, berhubungan dengan proses sensor perasaan seperti tekanan, sentuhan dan rasa sakit.

- **Lobus Temporal** berada di bagian bawah berhubungan dengan kemampuan pendengaran, pemaknaan informasi dan bahasa dalam bentuk suara.
- **Lobus Occipital** ada di bagian paling belakang, berhubungan dengan rangsangan visual yang memungkinkan manusia mampu melakukan interpretasi terhadap objek yang ditangkap oleh retina mata.

2. Cerebellum (Otak Kecil)

Cerebellum disebut juga otak kecil yang berkerut sehingga hampir seperti otak besar (otak secara keseluruhan). Cerebellum mengontrol banyak fungsi otomatis otak. Tapi, sebenarnya fungsi tersebut perlu dipelajari dan dilatih, seperti keseimbangan dan koordinasi. Misalnya saat berjalan, apabila jalan yang kita lalui sudah biasa dilewati, maka tanpa berpikirpun, kita sudah bisa sampai ditujuan. Itulah salah satu kegunaan cerebellum, yang berfungsi sebagai kendali/ control atas gerakan kita. Jika terjadi cedera pada otak kecil, dapat mengakibatkan gangguan pada sikap dan koordinasi gerak otot. Gerakan menjadi tidak terkoordinasi, misalnya orang tersebut tidak mampu memasukkan makanan ke dalam mulutnya atau tidak mampu mengancingkan baju.

3. Brainstem (Batang Otak)

Batang otak (*brainstem*) berada di dalam tulang tengkorak atau rongga kepala bagian dasar dan memanjang sampai ke tulang punggung atau sumsum tulang belakang. Bagian otak ini mengatur fungsi dasar manusia termasuk pernapasan, denyut jantung, mengatur suhu tubuh, mengatur proses pencernaan, dan merupakan sumber insting dasar manusia yaitu *fight or flight* (lawan atau lari) saat datangnya bahaya.

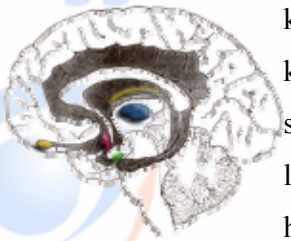
Batang Otak terdiri dari tiga bagian, yaitu:

- **Mesencephalon** atau Otak Tengah (disebut juga Mid Brain) adalah bagian teratas dari batang otak yang menghubungkan Otak Besar dan Otak Kecil. Otak tengah berfungsi dalam hal mengontrol respon penglihatan, gerakan mata, pembesaran pupil mata, mengatur gerakan tubuh dan pendengaran.
- **Medulla oblongata** adalah titik awal saraf tulang belakang dari sebelah kiri badan menuju bagian kanan badan, begitu juga sebaliknya. Medulla mengontrol funsi otomatis otak, seperti detak jantung, sirkulasi darah, pernafasan, dan pencernaan.

- **Pons** merupakan stasiun pemancar yang mengirimkan data ke pusat otak bersama dengan formasi reticular. Pons yang menentukan apakah kita terjaga atau tertidur.

4. Limbic System (Sistem Limbik)

Sistem limbik terletak di bagian tengah otak, membungkus batang otak ibarat kerah baju. Limbik berasal dari bahasa latin yang berarti kerah. Bagian otak ini sama dimiliki juga oleh hewan mamalia sehingga sering disebut dengan otak mamalia. Komponen limbik antara lain hipotalamus, thalamus, amigdala, hipocampus dan korteks limbik. Sistem limbik berfungsi menghasilkan perasaan, mengatur produksi hormon, memelihara homeostasis, rasa haus, rasa lapar, dorongan seks, pusat rasa senang, metabolisme dan juga memori jangka panjang.



Bagian terpenting dari Limbik Sistem adalah Hipotalamus yang salah satu fungsinya adalah bagian memutuskan mana yang perlu mendapat perhatian dan mana yang tidak. Misalnya Anda lebih memperhatikan anak Anda sendiri dibanding dengan anak orang yang tidak Anda kenal. Mengapa? Karena Anda punya hubungan emosional yang kuat dengan anak Anda. Begitu juga, ketika Anda membenci seseorang, Anda malah sering memperhatikan atau mengingatkan. Hal ini terjadi karena Anda punya hubungan emosional dengan orang yang Anda benci. Sistem limbik menyimpan banyak informasi yang tak tersentuh oleh indera. Dialah yang lazim disebut sebagai otak emosi atau tempat bersemayamnya rasa cinta dan kejujuran. Carl Gustav Jung menyebutnya sebagai "Alam Bawah Sadar" atau ketidaksadaran kolektif, yang diwujudkan dalam perilaku baik seperti menolong orang dan perilaku tulus lainnya. LeDoux mengistilahkan sistem limbik ini sebagai tempat duduk bagi semua nafsu manusia, tempat bermuaranya cinta, penghargaan dan kejujuran.

5. Sumsum tulang belakang (medulla spinalis)

Pada penampang melintang sumsum tulang belakang tampak bagian luar berwarna putih, sedangkan bagian dalam berbentuk kupu-kupu dan berwarna kelabu. Pada penampang melintang sumsum tulang belakang ada bagian seperti sayap yang terbagi atas sayap atas disebut tanduk dorsal dan sayap bawah disebut tanduk ventral. Impuls sensori dari reseptor dihantar masuk ke sumsum tulang belakang melalui tanduk dorsal dan impuls motor keluar dari sumsum tulang belakang melalui tanduk

ventral menuju efektor. Pada tanduk dorsal terdapat badan sel saraf penghubung (asosiasi konektor) yang akan menerima impuls dari sel saraf sensori dan akan menghantarkannya ke saraf motor. Pada bagian putih terdapat serabut saraf asosiasi. Kumpulan serabut saraf membentuk saraf (urat saraf). Urat saraf yang membawa impuls ke otak merupakan saluran asenden dan yang membawa impuls yang berupa perintah dari otak merupakan saluran desenden.

6. **Jembatan varol** (pons varoli)

Jembatan varol berisi serabut saraf yang menghubungkan otak kecil bagian kiri dan kanan, juga menghubungkan otak besar dan sumsum tulang belakang.

MATERI II

FUNGSI LUHUR OTAK

A. Definisi Fungsi Luhur Otak

Fungsi luhur ialah Fungsi yang memungkinkan manusia dapat memenuhi kebutuhan jasmani dan rohani sesuai dengan nilai moral yang berlaku. otak yang menyebabkan manusia berkomunikasi satu sama lain melalui bicara, menulis, dan gerak isyarat.

Yang dimaksud dengan fingsi luhur yaitu:

1. Fungsi Bahasa
2. Fungsi Persepsi
3. Fungsi Memori
4. Fungsi Emosi
5. Fungsi kognitif

Fungsi luhur dipakai untuk menetapkan diagnosis dan rehabilitasi pasien dengan penyakit otak pada kerusakan otak. Manusia normal dapat melakukan gerakan dan tindakan tanpa diajarkan seperti duduk, jongkok, berdiri yang juga dijumpai pada binatang, fungsi-fungsi ini disebut fungsi dasar atau fungsi asor. Fungsi motorik seperti bicara, menulis, membaca mengetik dan mamainkan alat-alat musik atau alat lainnya termasuk fungsi luhur. Dengan kata lain mengerti apa yang ditangkap panca indra, membuat simbol-simbol, membuat dan manjalankan alat-alat terjadi melalui proses belajar. Fungsi-fungsi ini dimungkinkan oleh adanya perkembangan kortex cerebri yang lebih sempurna.

B. Pembagian Fungsi Luhur

1. Fungsi Bahasa

Bahasa merupakan alat komunikasi yang terdiri dari bahasa verbal (ucapan), bahasa visual (tulisan). Untuk sebagain besar orang, pusat bahasa terletak dibagian hemisfer otak kiri, yang disebut juga sebagai hemisfer dominan.

Tangan kanan : 95 % pusat bahasa dihemisfer kiri
5 % dihemisfer kanan.

Tangan kiri : 70 % pusat bahsa di hemisfer kiri
15 % di hemisfer kanan
15 % di hemisfer bilateral (kanan kiri).

Secara anatomis ada 3 daerah utama otak untuk fungsi bahasa, yaitu:

a.Dua daerah reseptif, yaitu:

1) Area wenicke merupakan daerah reseptif untuk bahsa yang didengar.
2) Area garis anggularis merupakan daerah reseptif untuk bahyasa yang dilihat. Seseorang dapat terganggu wicaranya saja atau terganggu bahasa saja. Berbedaannya yaitu gangguan wicara bersifat perifer, disebabkan kelainan saraf perifer, otot, dan struktur yang dipakai bicara. Sedangkan gangguan bahasa sifatnya sentral, disebabkan oleh kelainan kortexs cerebri (fungsi luhur).

b. Suatu daerah yang berfungsi ekspresif, area brocca untuk bicara.

Hubungan antara area werniceke dan area brocca melalui serabut fasikulus arkuatus. Aspek fektif bahasa meliputi yaitu: inotasi bicara dan emosi ekspresi, pusat bahasa efektif bahasa terdapat pada hemisfer dominan (homologi dengan area wernike dan area brocca, dihemisfer dominan).

Kerusakan pada daerah temporaal non dominan yang homolog dengan area wernikel akan terjadi gangguan dalam lagu kalimat. Kerusakan pada daerah brocca akan menjadi dominan yang homolog dengan area brocca akan menjadi gngguan emosi ekspresi dalam bicara. Bila ada kerusakan hemisfer dominan tidak ada kesulitan dalam bahasa non verbal, seperti menggunakan isyarat muka, dan tangan sewaktu bicara. Bila ada gangguan hemisfer non dominan masih dapat berbahasa dengan tata bahasa yang benar, tapi tampak berbahasa tanpa lagu kalimat, monoton tanpa penekanan dan tidak mampu menggunakan isyarat muka, dan tangan sewaktu bicara.

Bila ada gangguan pada hemisfer dominan akan terjadi afasia, yaitu:

a. Ketidakmampuan untuk mengerti bahasa (afasia wernieke-afasia sensorik) seperti berikutr:

1) Tidak mengerti bahasa ucapan maupun bahasa lisan.
2) Tidak dapoat mengulang kata-kata
3) Tidak dapat memberi nama benda
4) Tidak bisa membaca dan menulis

b. Ketidakmampuan untuk mengeluarkan bahasa (afasia brocca-afasia motorik), seperti:
   1) Berbicara tidak lancar
   2) Kesulitan mengeluarkan kata-kata
   3) Tidak dapat mengulang kata-kata yang didengar
   4) Tidak dapat memberi nama benda walaupun masih mengenal benda tersebut.

Pengenalan pusat asosiasi dijumpai dalam hipokampus lobus temporal sebagai memori. Apa yang terjadi pada rangkaian di atas untuk kognisi berikut:

1. Resepsi (penerimaan)
2. Persepsi (pengenalan)
3. Storage (penyimpanan)

Misalnya pengenalan pada bunga mawar:

a) Indra penghidu: bunga itu harum
b) Indra penglihatan: berwarna merah, putih berdau n, bunga yang banyak tersusun dalam lingkaran.
c) Indra perabaan: daun bunga terasa timbul dan halus
d) Emosi: timbul rasa sayang

Maka kalu kita melihat bunga tersebut kita menyebutnya bunga mawar. Setelah pengenalan di atas , maka setiap kali kita melihat bunga mawar, timbul asosiasi yang telah kita kenal secara serempak, afasia adalah gangguan fungsi bahasa dan biasanya tanpa gangguan fungsi luhur lainnya seperti gangguan persepsi, memori, emosi, kognitif. Disini letak perbedaannya dengan dimentia yang mengalami semua gangguan pada fungsi luhur. Afasia dibagi dalam 2 golongan besar, yaitu afasia tak lancar dan afasi lancar. Langkah-langkah penetapan afasia yaitu:

a) Menentukan bahasa yang dikuasai pasien
b) Menentukan kecekatan tangan (kanan/kiri)
c) Menetapkan afasia lancar atau afasia tak lancar
d) Menetapkan jenis afasia
e) Menetapkan fungsi-fungsi luhur lainnya (persepsi, memori, emosi, koognitif).
f) Menetapkan dengan tes formal (token test, peabody vocabulary test, boston diagnostic aphasia test).
g) Menetapkan fungsi luhur lainnya dengan formal (test pisikomotorik).

2. Fungsi Memori

Memori yaitu kemampuan seseorang untuk menyimpan informasi/pengenalan untuk di kemukakan suatu saat. Mekanisme memori terjadi melalui tiga tahap yaitu:

a. Resepsi adalah Informasi diterima dan dicatat oleh pusat otak primer, seperti pengliheten atau perabaan. Penyimpanan sangat singfkat dan bersifat temporer.
b. Retensi adalah Informasi lebih lama dan lebih permanen. Ini disebabkan oleh informasi dan pengalaman terjadi berulang-ulang.
c. Recall adalah Proses mengingat kembali informasi yang disimpan.

Ada tiga bentuk memorial sebagi berikut ini:

1. Immediate memori

Memory yang berlangsung sangat singkatdan hanya beberapa detik saja, misalnya mengulang kata-kata.

2. Recent memory

Yaitu memory yang disimpan dalam waktu yang bebrapa menit, jam atau hari. Mudah dilupakan dan kadang-kadang sukar diingat kembali misalnya mengingatnama orang tua atau nomor telepon.

3. Remote memory

Yaitu yang tidak berakar, sukar dilupakan seperti nama sendiri, nama orang tua, tanggal lahir dan sebagainya.

Struktur anatomi dalam penyimpanan memori adalah:

a. Pusat otak primer dan aosiasi ialah korteks serebri, beerperan dalam penyimpanan remot memori.
b.Sub korteks
    1) Hipokampus, bagian lobus temporalis
    2) Sistem linbik, Berperan dalam penyimpanan rrecen memory

4. Fungsi Emosi

Yang termasuk emosi yaitu rasa senang, marah, sedih, takut, kasih sayang, dll. Emosi penting untuk mempertahankan aktivitas yang penting untuk kehidupan individu seperti :

a. Makan (feeding)
b. Berkelahi (fight)

c. Melarikan diri (flight)
d. Mempertahankan jenis (perkawinan, merawat, dan mengurus anak)

Emosi marah dan takut perlu untk mempertahankan diri. Seeokor binatang, anak, marah bila makanannya direbut oleh binatang lain. Anatomi yang terlihat pada emosi yaitu :

a. Hipokampus
b. Fosniks
c. Korpus mamilare
d. Nukleus anterior, talamus
e. Gyrus singuli

5. Fungsi Kognitif

Kognitif adalah suatu konsep yang kompleks yang melibatkan sekurang-kurangnya aspek memori, perhatian, fungsi eksekutif, persepsi, bahasa dan fungsi psikomotor. Memori sendiri meliputi proses *encoding*, penyimpanan dan pengambilan informasi serta dapat dibagikan menjadi ingatan jangka pendek, ingatan jangka panjang dan *working memory*. Perhatian dapat secara selektif, terfokus, terbagi atau terus-menerus, dan persepsi meliputi beberapa tingkatan proses untuk mengenal objek yang didapatkan dari rangsangan indera yang berlainan (visual, auditori, perabaan, penciuman). Fungsi eksekutif melibatkan penalaran, perencanaan, evaluasi, strategi berpikir, dan lain-lain. Pada sisi lain, aspek kognitif bahasa adalah mengenai ekspresi verbal, perbendaharaan kata, kefasihan dan pemahaman bahasa. Fungsi psikomotor adalah berhubungan dengan pemrograman dan eksekusi motorik. Tambahan pula, semua fungsi kognitif di atas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suasana hati (sedih atau gembira), tingkat kewaspadaan dan tenaga, kesejahteraan fisik dan juga motivasi (Nehlig, 2010).

Secara sederhananya fungsi kognitif ini dapat disimpulkan sebagai semua proses mental yang digunakan oleh organisme untuk mengatur informasi seperti memperoleh input dari lingkungan (persepsi), memilih (perhatian), mewakili (pemahaman) dan menyimpan (memori) informasi dan akhirnya menggunakan pengetahuan ini untuk menuntun perilaku (penalaran dan koordinasi output motorik).

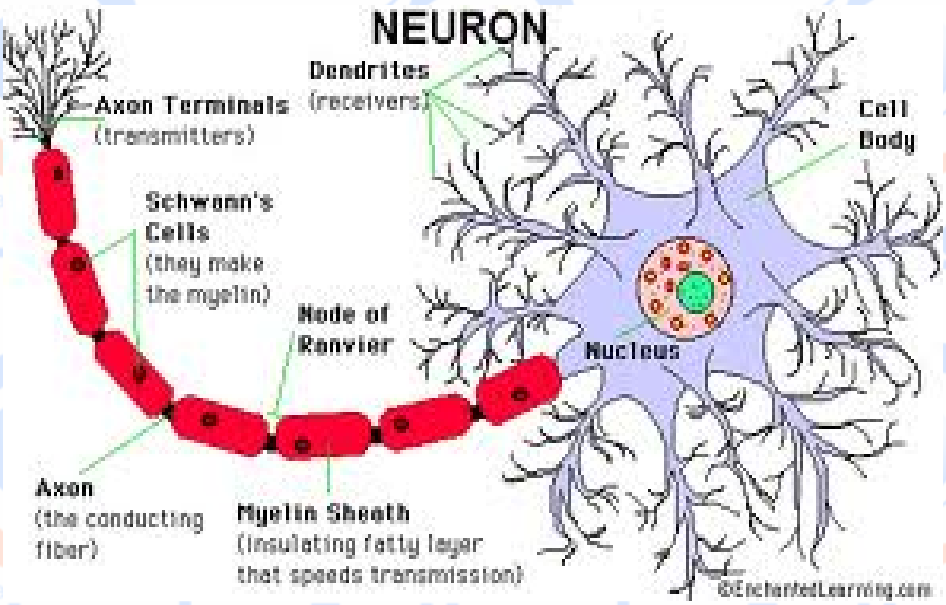
MATERI III

PRINSIP – PRINSIP PERBAIKAN SARAF

Sistem saraf tersusun oleh berjuta-juta sel saraf yang mempunyai bentuk bervariasi. Sistern ini meliputi sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf merupakan salah satu sistem koordinasi yang bertugas menyampaikan rangsangan dari reseptor untuk dideteksi dan direspon oleh tubuh. Sistem saraf memungkinkan makhluk hidup tanggap dengan cepat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan luar maupun dalam. Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf (neuron). Fungsi sel saraf adalah mengirimkan pesan (impuls) yang berupa rangsang atau tanggapan.

A. Anatomi Saraf

Setiap neuron terdiri dari satu badan sel yang di dalamnya terdapat sitoplasma dan inti sel. Dari badan sel keluar dua macam serabut saraf, yaitu dendrit dan akson (neurit). Setiap neuron hanya mempunyai satu akson dan minimal satu dendrit. Kedua serabut saraf ini berisi plasma sel. Pada bagian luar akson terdapat lapisan lemak disebut mielin yang merupakan kumpulan sel Schwann yang menempel pada akson. Sel Schwann adalah sel glia yang membentuk selubung lemak di seluruh serabut saraf mielin. Membran plasma sel Schwann disebut neurilemma. Fungsi mielin adalah melindungi akson dan memberi nutrisi. Bagian dari akson yang tidak terbungkus mielin disebut nodus Ranvier, yang berfungsi mempercepat penghantaran impuls.



1. Dendrit Merupakan penjuluran sitoplasma (penonjolan tipis dari soma) ke beberapa arah berupa serabut pendek dan bercabang . Berfungsi menghantarkan impuls (pesan) dari reseptor ke badan sel (soma)
2. Soma Merupakan badan utama dari neuron . Di dalam badan sel terdapat nukleus, sitoplasma, ribosom, mitokondria, retikulum endoplasma, dan badan golgi.
3. Akson Bagian dari neuron yang berukuran panjang dan berfungsi menghantarkan impuls dari badan sel ke luar. Sebuah akson tunggal yang memanjang dari soma ke dalam saraf perifer yang meninggalkan medula spinalis. Kebanyakan, setiap akson dibungkus oleh selubung mielin yang dapat memperbesar diameter neuron sehingga meningkatkan kecepatan impuls neurologis, yaitu 120 meter per detik atau 20 kali lebih cepat dibanding neuron yang tidak berselubung mielin. Selubung mielin tersebut disusun oleh sel – sel khusus yang disebut sel schwann. Pada bagian akson terdapat bagian atau titik yang tidak terbungkus selubung mielin disebut Nodus Ranvier, memiliki diameter sekitar 1 mikrometer.
4. Nodus Ranvier ditemukan oleh Louis-Antoine Ranvier. Selubung mielin berfungsi sebagai pelindung akson dan membungkusnya, namun selubung ini tidak membungkus secara keseluruhan, dan yang tidak terbungkus merupakan Nodus Ranvier (mempercepat penghantaran impuls) Akson memiliki cabang-cabang dan pada setiap ujung cabangnya terdapat suatu penonjolan yang disebut sebagai bonggol akson /terminal akson/terminal knobs,synaptic knobs.

5. Sinaps adalah titik temu antara terminal akson salah satu neuron dengan neuron lain.. Di dalam sitoplasma tonjolan sinapsis terdapat struktur kumpulan membran kecil berisi neurotransmitter; yang disebut vesikula sinapsis. Neuron yang berakhir pada tonjolan sinapsis disebut neuron pra-sinapsis. Membran ujung dendrit dari sel berikutnya yang membentuk sinapsis disebut post-sinapsis. Bila impuls sampai pada ujung neuron, maka vesikula bergerak dan melebur dengan membran pra-sinapsis. Kemudian vesikula akan melepaskan neurotransmitter berupa asetilkolin. Neurontransmitter adalah suatu zat kimia yang dapat menyeberangkan impuls dari neuron pra-sinapsis ke post-sinapsis. Neurontransmitter ada bermacam-macam misalnya asetilkolin yang terdapat di seluruh tubuh, noradrenalin terdapat di sistem saraf simpatik, dan dopamin serta serotonin yang terdapat di otak. Asetilkolin kemudian berdifusi melewati celah sinapsis dan menempel pada reseptor yang terdapat pada membran post-sinapsis. Penempelan asetilkolin pada reseptor menimbulkan impuls pada sel saraf berikutnya. Bila asetilkolin sudah melaksanakan tugasnya maka akan diuraikan oleh enzim asetilkolinesterase yang dihasilkan oleh membran post-sinapsis. Bagian akson yang tidak diselubungi myelin disebut nodus ranvier Neurit nerupakan cabang akson

Berdasarkan fungsinya neuron dapat dibedakan menjadi 4 bagian, sebagai berikut :

1. Neuron Sensorik / Neuron Aferen : Neuron yang dendritnya berhubungan dengan reseptor, aksonnya berhubungan dengan neuron yang lain. Fungsinya untuk menghantarkan impuls dari reseptor ke pusat susunan saraf.
2. Neuron Motorik / Neuron Efektor : Neuron yang dendritnya menerima impuls motorik ,aksonnya berhubungan dengan efektor. Fungsinya untuk menghantarkan impuls motorik dari susunan saraf ke efektor.
3. Neuron Ajustor : Neuron yang menghubungkan antara neuron sensorik dan neuron motorik. Terdapat di pusat saraf.
4. Neuron Konektor : Neuron yang dendritnya dan aksonnya berhubungan dengan neuron lain di luar pusat saraf

B. Cedera Saraf

Penyakit saraf merupakan salah satu penyakit yang paling diwaspadai apalagi dengan gejala – gejala nya yang sngat cepat, Macam – macam cedera saraf antaralain sebagai berikut::

1. Stroke (istilah lain Cerebrovascular accident (CVA) atau Cerebral apoplexy), adalah kerusakan otak akibat tersumbatnya atau pecahnya pembuluh darah otak
2. Poliomielitis , penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus yang menyerang neuron-neuron motoris sistem saraf (otak dan medula spinalis).
3. Epilepsi, penyakit karena dilepaskannya letusan-letusan listrik (impuls) pada neuron-neuron otak.
4. Parkinson, penyakit yang disebabkan oleh berkurangnya neurotranslator dopamin pada dasar gangglion dengan gejala tangan gemetaran sewaktu istirahat (tetapi gemetaran itu hilang sewaktu tidur), sulit bergerak, kekakuan otot, otot muka kaku menimbulkan kesan seolah-olah bertopeng, mata sulit berkedip dan langkah kaki menjadi kecil dan kaku.
5. Transeksi , kerusakan atau seluruh segmen tertentu dari medula spialis. Misalnya karena jatuh, tertebak yang disertai dengan hancurnya tulang belakang.
6. Neurasthonia, (lemah saraf) , penyakit ini ada karena pembawaan lahir, terlalu berat penderitanya, rohani terlalu lemah atau karena penyakit keracunan.
7. Neuritis, radang saraf yang terjadi karena pengaruh fisis seperti patah tulang, tekanan pukulan, dan dapat pula karena racun atau difisiensi vitamin B1, B6, B12.
8. Bell's palsy adalah nama penyakit yang menyerang saraf wajah hingga menyebabkan kelumpuhan otot pada salah satu sisi wajah. Terjadi disfungsi syaraf VII (syaraf fascialis). Berbeda dengan stroke, kelumpuhan pada sisi wajah ditandai dengan kesulitan menggerakkan sebagian otot wajah, seperti mata tidak bisa menutup, tidak bisa meniup, dsb. Beberapa ahli menyatakan penyebab Bell's Palsy berupa virus herpes yang membuat syaraf menjadi bengkak akibat infeksi.
9. Kelumpuhan atau paralisis adalah hilangnya fungsi otot untuk satu atau banyak otot. Kelumpuhan dapat menyebabkan hilangnya perasaan atau hilangnya mobilitas di wilayah yang terpengaruh. Kelumpuhan sering disebabkan akibat kerusakan pada otak.

Faktor yang paling menentukan apakah cedera saraf akan dioperasi atau tidak adalah:

1. mekanisme cedera
2. beratnya kehilangan neurologis
3. adanya nyeri yang hebat.

Laserasi tajam atau tumpul yang mengenai jaringan lunak atau saraf dengan kehilanngan fungsi distal yang berat memerlukan operasi. Cedera tumpul yang berkaitan dengan regangan, fraktura, kontusi, kompresi, dan bahkan luka tembak yang lebih sering meninggalkan beberapa bagian saraf yang utuh secara fisik yang dengan operasi dimungkinkan membaik atau tidak. Bila kehilangan fungsi distal lengkap, perbaikan sempurna jarang terjadi dengan perjalanan waktu, namun jarang dapat terjadi. Bila kehilangan tidak lengkap dan kesinambungan saraf dimungkinkan karena mekanisme cedera, fungsi biasanya akan membaik dengan majunya waktu. Kekecuali: 1. bila saraf cedera parsial, walau dalam kesinambungan, tertekan oleh pseudoaneurisma atau klot yang meluas, 2. Bila tempat cedera saraf dekat area yang berpotensi jeratan, yaitu saraf ulnar pada takik olekranon, saraf median pada pergelangan, saraf interoseus posterior didaerah superior, atau saraf peroneal pada kepala fibula. Walau regenerasi setelah lesi saraf proksimal lebih cepat dibanding cedera distal, namun akson akan harus melintas jarak yang jauh untuk mencapai daerah target distal. Pada kebanyakan kasus, hasil yang baik lebih sulit didapat setelah lesi proksimal dibanding distal dan penundaan reparasi harus dicegah.

C. Proses Perbaikan Saraf

Saraf perifer yang cedera mempunyai respons neuronal dan aksonal yang khas. Beratnya cedera secara sebagian menentukan derajat regenerasi aksonal. Walau tingkat pertumbuhan aksonal dan maturasi fungsi motor lambat, tingkat regenerasi dapat diperkirakan. Regenerasi berjalan 1 mm perhari atau 1 inci perbulan. Ini membantu menentukan perkiraan waktu penentuan, sesuai dengan saat cedera atau reparasi yang dilakukan sebelumnya, akan suatu tanda klinis yang diharapkan dari reinervasi. Bila otot sasaran terdekat mulai berfungsi pada saat yang diharapkan dan kekuatan membaik dalam 1-2 bulan, rencana menghindari operasi sudah jelas. Bila sasaran jadwal waktu tidak didapat, atau terjadinya perbaikan aktifitas motor dini pada otot sasaran terdekat tidak cocok dengan yang diharapkan setelah perbaikan, diindikasikan pendekatan bedah. Sayangnya terlalu banyak waktu yang diperlukan agar lesi

saraf mencapai patokan regeneratif awal. Dalam keadaan ini, bila reparasi ditunda hingga setelah batas waktu dicapai, hasilnya tidak sebaik reparasi dini.

Waktu yang diperlukan untuk regenerasi saraf antaranya:

1. Adanya keterlambatan sebelum akson yang mengalami regenerasi mencapai saraf didistal dari cedera atau jahitan respirasi. Segmen degenerasi retrograd proksimal terhadap cedera pertama – tama harus diatasi, dan biasanya ada selang waktu 1 – 2 minggu sebelum akson mempenetrasi cedera atau daerah reparasi dan mencapai putung distal. Periode ini makan waktu 2 – 4 minggu.
2. Sekali serabut mencapai putung distal, tingkat pertumbuhan aksonal menurun karena jarak cedera dari neuron bertambah.
3. Perlambatan terminal beberapa minggu hingga bulan berperan antara saat dimana akson mencapai target distal dan bila maturasi memadai dari akson dan reseptor terjadi yang memungkinkan fungsi maksimal. Jadi ini tidak cukup bagi akson mencapai target distalnya, ia harus juga memiliki jumlah yang memadai dan dengan kaliber serta mielinasi yang cukup untuk menghasilkan fungsi memadai. Bukti regenerasi, yang ditunjukkan oleh kembalinya fungsi saraf, dapat mengarahkan pengelolaan awal dari setiap lesi. Bukti positif atas beberapa fungsi saraf yang bermakna, baik segera maupun dalam 6 bulan sejak cedera, menunjukkan hasil yang baik. Bila sejumlah bermakna akson terhindar dari disfungsi awal atau hanya mengalami derajat minor cedera serabut saraf, terjadi regenerasi, perbaikan saraf yang luas bisa diharapkan. Keadaan klinik yang lebih sering adalah disfungsi saraf total dimana lesi belum disaksikan secara operasi, atau dimana tampilan saat bedah menunjukan neuroma. Bila reparasi saraf sudah dilakukan dalam keadaan yang tidak jelas, dilema pengelolaan yang sama akan ditemui.

MATERI IV

INFEKSI DAN TUMOR SISTEM SARAF PUSAT

A. Sistem Saraf Pusat

Sistem saraf pusat meliputi otak (ensefalon) dan sumsum tulang belakang (Medula spinalis). Keduanya merupakan organ yang sangat lunak, dengan fungsi yang sangat penting maka perlu perlindungan. Selain tengkorak dan ruas-ruas tulang belakang, otak juga dilindungi 3 lapisan selaput meninges. Ketiga lapisan membran meninges dari luar ke dalam adalah sebagai berikut:

1. Durameter; merupakan selaput yang kuat dan bersatu dengan tengkorak.
2. Araknoid; disebut demikian karena bentuknya seperti sarang labah-labah. Di dalamnya terdapat cairan serebrospinalis; semacam cairan limfa yang mengisi sela sela membran araknoid. Fungsi selaput araknoid adalah sebagai bantalan untuk melindungi otak dari bahaya kerusakan mekanik.
3. Piameter. Lapisan ini penuh dengan pembuluh darah dan sangat dekat dengan permukaan otak. Agaknya lapisan ini berfungsi untuk memberi oksigen dan nutrisi serta mengangkut bahan sisa metabolisme.

Otak dan sumsum tulang belakang mempunyai 3 materi esensial yaitu:

1. badan sel yang membentuk bagian materi kelabu (substansi grissea)
2. serabut saraf yang membentuk bagian materi putih (substansi alba)
3. sel-sel neuroglia, yaitu jaringan ikat yang terletak di antara sel-sel saraf di dalam sistem saraf pusat

B. Infeksi dan Tumor Susunan Saraf Pusat

1. Infeksi Sistem Saraf Pusat

Infeksi Sisitem Saraf Pusat termasuk sejumlah kondisi dan etiologi klinik: meningitis, meningoencephalitis, encephalitis, abses otak dan meningeal, dan *shunt infection*.

2. Tumor Sistem Saraf Pusat

Tumor susunan saraf pusat ditemukan sebanyak ± 10% dari neoplasma seluruh tubuh, dengan frekwensi 80% terletak pada intrakranial dan 20% di dalam kanalis spinalis. Di Amerika di dapat 35.000 kasus baru dari tumor otak setiap tahun, sedang menurut Bertelone, tumor primer susunan saraf pusat dijumpai 10% dari seluruh penyakit neurologi yang ditemukan di Rumah Sakit Umum. Di Indonesia data tentang tumor susunan saraf pusat belum dilaporkan. Insiden tumor otak pada anak-anak terbanyak dekade 1, sedang pada dewasa pada usia 30-70 dengan pundak usia 40-65 tahun. Diagnosa tumor otak ditegakkan berdasarkan pemeriksaan klinis dan pemeriksaan penunjang yaitu pemeriksaan radiologi dan patologi anatomi. Dengan pemeriksaan klinis kadang sulit menegakkan diagnosa tumor otak apalagi membedakan yang benigna dan yang maligna, karena gejala klinis yang ditemukan tergantung dari lokasi tumor, kecepatan pertumbuhan masa tumor dan cepatnya timbul gejala tekanan tinggi intrakranial serta efek dari masa tumor kejaringan otak yang dapat menyebabkan kompresi, infasi dan destruksi dari jaringan otak. Walaupun demikian ada bebrapa jenis tumor yang mempunyai predileksi lokasi sehingga memberikan gejala yang spesifik dari tumor otak. Dengan pemeriksaan radiologi dan patologi anatomi hampir pasti dapat dibedakan tumor benigna dan maligna.

a. GEJALA KLINIS

Tumor otak merupakan penyakit yang sukar terdiaagnosa secara dini, karena pada awalnya menunjukkan berbagai gejala yang menyesatkan dan keragukan tapi umumnya berjalan progresif.

Manifestasi klinis tumor otak dapat berupa:

- Gejala serebral umum, nyeri kepala, kejala
- Gejala tekanan tinggi intrakranial
- Gejala tumor otak yang spesifik
- Gejala serebral umum

Dapat berupa perubahan mental yang ringan (Psikomotor asthenia), yang dapat dirasakan oleh keluarga dekat penderita berupa: mudah tersinggung, emosi, labil, pelupa, perlambatan aktivitas mental dan sosial, kehilangan inisiatif dan spontanitas, mungkin diketemukan ansietas dan depresi. Gejala ini berjalan progresif dan dapat dijumpai pada 2/3 kasus.

- **Nyeri Kepala**

Diperkirakan 1% penyebab nyeri kepala adalah tumor otak dan 30%, gejala awal tumor otak adalah nyeri kepala. Sedangkan gejala lanjut diketemukan 70% kasus.Sifat nyeri kepala bervariasi dari ringan dan episodik sampai berat dan berdenyut, umumnya bertambah berat pada malam hari dan pada saat bangun tidur pagi serta pada keadaan dimana terjadi peninggian tekanan tinggi intrakranial. Adanya nyeri kepala dengan psikomotor asthenia perlu dicurigai tumor otak.

- **Muntah**

Terdapat pada 30% kasus dan umumnya meyertai nyeri kepala. Lebih sering dijumpai pada tumor di fossa posterior, umumnya muntah bersifat proyektif dan tak disertai dengan mual.

- **Kejang**

Kejang dapat merupakan gejala awal dari tumor otak pada 25% kasus, dan lebih dari 35% kasus pada stadium lanjut. Diperkirakan 2% penyebab kejang adalah tumor otak. Perlu dicurigai penyebab bangkitan kejang adalah tumor otak bila:

- Bagkitan kejang pertama kali pada usia lebih dari 25 tahun
- Mengalami post iktal paralisis
- Mengalami status epilepsi
- Resisten terhadap obat-obat epilepsi
- Bangkitan disertai dengan gejala TTIK lain

Bangkitan kejang ditemui pada 70% tumor otak dikorteks, 50% pasien dengan astrositoma, 40% pada pasien meningioma, dan 25% pada glioblastoma.

- **Gejala Tekanan Tinggi Intrakranial**

Berupa keluhan nyeri kepala di daerah frontal dan oksipital yang timbul pada pagi hari dan malam hari, muntah proyektil dan penurunan kesadaran. Pada pemeriksaan diketemukan papil udem. Keadaan ini perlu tindakan segera karena setiap saat dapat timbul ancaman herniasi. Selain itu dapat dijumpai parese N.VI akibat teregangnya N.VI oleh TTIK. Tumor-tumor yang sering memberikan gejala TTIK tanpa gejala-gejala fokal maupun lateralisasi adalah meduloblatoma, spendimoma dari ventrikel III, haemangioblastoma serebelum dan craniopharingioma.

Setelah diagnosa klinik ditentukan, harus dilakukan pemeriksaan yang spesifik untuk memperkuat diagnosa dan mengetahui letak tumor. Dibawah ini macam – macam pemeriksaan untuk mengetahui letak tumor:

- Elektroensefalografi (EEG)
- Foto polos kepala
- Arteriografi
- Computerized Tomografi (CT Scan)
- Magnetic Resonance Imaging (MRI)

MATERI V

PENYAKIT DEGENERATIF SUSUNAN SARAF PUSAT

A. Definisi

Penyakit degeneratif adalah istilah yang secara medis digunakan untuk menerangkan adanya suatu proses kemunduran fungsi sel saraf tanpa sebab yang diketahui, yaitu dari keadaan normal sebelumnya ke keadaan yang lebih buruk. Penyebab penyakit sering tidak diketahui, termasuk diantaranya kelompok penyakit yang dipengaruhi oleh faktor genetik atau paling sedikit terjadi pada salah satu anggota keluarga (faktor familial) sehingga sering disebut penyakit heredodegeneratif. Adanya istilah abiotrophy untuk penyakit seperti tersebut yang artinya menunjukkan adanya penurunan daya tahan sel neuron dan mengakibatkan kematian dini. Konsep di atas mewujudkan hipotesa bahwa proses penuaan (usia) dan penyakit degeneratif dari sel mempunyai proses dasar yang sama.

B. Gambaran Klinis Umum Penyakit Degeneratif:

1. Perjalanan penyakit lambat, setelah waktu yang lama dari fungsi saraf yang normal, kemudian diikuti kemunduran fungsi susunan saraf tertentu yang bersifat progresif lambat yang dapat berlanjut sampai beberapa tahun atau puluhan tahun. Pasien sulit menentukan kapan penyakit mulai timbul. Adanya riwayat kejadian yang dapat mempresipitasi terjadinya penyakit degeneratif, misalnya kecelakaan, infeksi atau kejadian lain yang diingat sebagai penyakit.
2. Kejadian penyakit yang sama dalam keluarga (bersifat familial)
3. Pada umumnya penyakit degeneratif pada sistem saraf akan terjadi terus menerus, tidak dapat diperbaiki oleh tindakan medis atau bedah, kadangkadang penyakit ini ditandai dengan periode yang stabil untuk beberapa lama. Beberapa gejala dapat dikurangi dengan penatalaksanaan yang baik, tetapi penyakitnya sendiri tetap progresif.
4. Bilateral simetris. Meskipun kadang-kadang misalnya pada Amyotrophic lateral skelerosis mula-mula hanya mengenai satu anggota gerak atau salah satu sisi tubuh, tapi dalam proses selanjutnya menjadi simetris.
5. Hanya mengenai daerah anatomis/fisiologi susunan saraf pusat secara selektif. Misalnya ALS yang termasuk dalam Motor Neuron Disease yang terkena adalah motor neuron di kortek serebral, batang otak dan medula spinalis dan terjadi ataksia yang progresif dimana hanya sel purkinye yang terkena.

6. Secara histologis bukan hanya sel-sel neuron saja yang hilang tapi juga dendrit, axon, selubung mielin yang tidak berhubungan dengan reaksi jaringan dan respon selular.
7. Pada likuor serebrospinalis kadang-kadang terdapat sedikit peningkatan protein, tetapi pada umumnya tidak menunjukkan kelainan yang berarti.
8. Karena menyebabkan kehilangan jaringan secara radiologis terdapat pengecilan volume disertai perluasan ruang likuor serebrospinalis.Permeabilitas saluran darah otak tidak berubah.
9. Laboratorium atau pemeriksaan penunjang lain sering memberikan hasil yang negatif. Berbeda dengan penyakit susunan saraf pusat progresif lain seperti tumor, infeksi, proses inflamasi lain.
10. Pemeriksaan neuroimaging dapat menunjukkan kelainan tertentu, sehingga dapat membantu menyingkirkan golongan penyakit lain. Lesi pada medula spinalis termasuk proses degeneratif akan memberikan gejala suatu lesi intrameduler karena proses degeneratif memang terjadi pada medula spinalis secara selektif.

C.Penyakit Degeneratif Susunan Saraf Pusat

- **Parkinson**
- **Alzaimer atau dementia**

MATERI VI

DASAR – DASAR BIOMEKANIK FUNGSIONAL

A. Biomekanika

Biomekanika adalah disiplin sumber ilmu yang mengintegrasikan faktor-faktor yang mempengaruhi gerakan manusia, yang diambil dari pengetahuan dasar fisika, matematika, kimia, fisiologi, anatomi dan konsep rekayasa untuk menganalisa gaya yang terjadi pada tubuh.

B. Dasar Gerak & Gaya Tubuh

1. Hukum Newton tentang Gerak

Hubungan fundamental pada mekanika klasik tercakup dalam hukum tentang gerak yang dikemukakan oleh Isaac Newton, seorang ilmuwan Inggris. Newton sangat berjasa dalam mempelajari hubungan antara gaya dan gerak.

Hukum 1.

Sebuah benda terus berada pada keadaan awalnya yang diam atau bergerak dengan kecepatan konstan kecuali benda itu dipengaruhi oleh gaya yang tak seimbang, atau gaya luar neto. Secara sederhana Hukum Newton I mengatakan bahwa perecepatan benda nol jika gaya total (gaya resultan) yang bekerja pada benda sama dengan nol. Secara matematis dapat ditulis.

F neto = 0

Tubuh yang diam akan tetap diam, dan tubuh yang bergerak akan tetap bergerak dalam kecepatan yang konstan, kecuali dipengaruhi oleh gaya yang tidak seimbang. Jika seseorang berada dalam bus yang berjalan dan tiba-tiba mengerem, mungkin orang tersebut bisa terpelanting dan berkata ”aku terlempar ke depan !”, padahal itu adalah inersia yang menyebabkan ke depan berlanjut walau bus telah berhanti.

Cedera benturan disebabkan kecenderungan kepala manusia untuk mematuhi hukum tersebut. Jika ada gaya sentakan dari belakang, badan akan tersentak keras ke depan karena ia berkontak dengan tempat duduknya. Namun kepala cenderung tidak bergerak dan tersentak dalam posisi yang menjulur (ekstensi). Karena kepala melekat pada badan, maka kepala akan terbentur dengan keras ke depan menyebabkan kerusakan pada vertebra serviks. Cedera dalam tinju atau football yang mengakibatkan kerusakan otak terjadi dalam proses serupa.

Hukum 2.

percepatan sebuah benda (a) berbanding terbalik dengan massanya (m) dan sebanding dengan gaya neto (F) yang bekerja padanya :

F = ma

Bayangkan anda mendorong sebuah benda yang gaya F dilantai yang licin sekali sehingga benda itu bergerak dengan percepatan a. Menurut hasil percobaan, jika gayanya diperbesar 2 kali ternyata percepatannya menjadi. 2 kali lebih besar. Demikian juga jika gaya diperbesar 3 kali percepatannya lebih besar 3 .kali lipat. Dan sini kita simpulkan bahwa percepatan sebanding dengan resultan gaya yang bekerja.
Atau

Sekarang kita lakukan percobaan lain. Kali ini massa bendanya divariasi tetapi gayanya dipertahankan tetap sama. Jika massa benda diperbesar 2 kali, ternyata percepatannya menjadi ½ kali. Kita bisa simpulkan bahwa percepatan suatu benda berbanding terbalik dengan massa benda itu.

Massa adalah sifat intrinsik dari sebuah benda yang menyatakan resistensinya terhadap percepatan. Massa sebuah benda dapat dibandingkan dengan massa benda lain dengan menggunakan gaya yang sama pada masing-masing benda dan dengan mengukur percepatannya. Dengan demikian rasio massa benda-benda itu sama dengan kebalikan rasio percepatan benda-benda itu yang dihasilkan oleh gaya yang sama : m = F/m. Massa sebuah benda tidak tergantung pada lokasi benda.

Seorang tenaga medis yang kesulitan memindahkan troli yang berat, mungkin akan meminta bantuan sejawatnya, untuk menghasilkan gaya yang lebih besar, sehingga pergerakan troli dari keadaan diam menjadi bergerak (percepatan) yang dihasilkannya lebih besar atau troli lebih mudah dipindahkan.

Hukum 3.

Gaya-gaya selalu terjadi berpasangan. Jika benda A, mengerjakan sebuah gaya pada benda B, gaya yang sama besar dan berlawanan arah dikerjakan oleh benda B pada benda A.

F aksi = F reaksi

F aksi = gaya yang bekerja pada benda

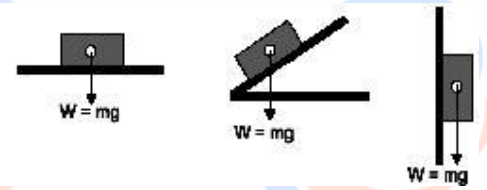
F reaksi = gaya reaksi benda akibat gaya aksi

Saat berjalan, hentakan kaki atau sepatu ke permukaan lantai biasanya mengartikan bahwa orang tersebut menekankan kakinya ke permukaan lantai dengan gaya reaksi bumi yang sama melalui lantai pada kaki tersebut. Hukum ketiga menyatakan bahwa tidak ada gaya timbul di alam semesta ini, tanpa keberadaan gaya lain yang sama dan berlawanan dengan gaya itu. Jika sebuah gaya bekerja pada sebuah benda (aksi) maka benda itu akan mengerjakan gaya yang sama besar namun berlawanan arah (reaksi). Dengan kata lain gaya selalu muncul berpasangan. Tidak pernah ada gaya yang muncul sendirian!

2. Jenis-jenis Gaya

1) . Gaya Berat

Berat sebuah benda adalah gaya tarikan gravitasi antara benda dan bumi. Gaya ini sebanding dengan massa m benda itu dan medan gravitasi , yang juga sama dengan percepatan gravitasi jatuh bebas :

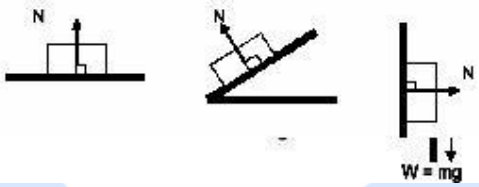


Berat benda sifat intrinsik benda.

Berat bergantung pada lokasi benda, karena g bergantung pada lokasi. Gaya berat selalu tegak lurus kebawah dimana pun posisi benda diletakkan, apakah dibidang horisontal, vertikal ataupun bidang miring

2). Gaya Normal

Gaya normal adalah gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua prmukaan yang bersentuhan, dan arahnya selalu tegak lurus bidang sentuh.



3). Gaya Gesek

Bila dua benda dalam keadaan bersentuhan, maka keduanya dapat saling mengerjakan gaya gesekan. Gaya-gaya gesekan itu sejajar dengan permukaan benda-benda di titik persentuhan.

Gaya gesek (friksi) sangat penting dalam kehidupan keseharian terutama tubuh.

[1] Salah satu fungsi yang sangat penting dari kantong perikardial yang menyelubungi jantung adalah untuk menampung cairan perikardial yang menjaga agar membran tetap terpisah dan tidak saling bergesekan akibat friksi yang berasal dari dentuman jantung.

[2] Cairan sinovial mengurangi friksi dengan cara bertindak sebagai pelumas atau penurun friksi antara ujung-ujung tulang yang dilapisi kartilago paa sendi sinovial, mis: sendi lutut.

3. Gaya-gaya pada Tubuh

Pergerakan pada tubuh terjadi karena adanya gaya yang bekerja. Ada gaya yang bekerja pada tubuh dan gaya yang bekerja di dalam tubuh. #Gaya pada tubuh >>> dapat kita ketahui contoh gaya berat tubuh. #Gaya dalam tubuh >>> seringkali td disadari contoh Gaya otot jantung, gaya otot paru-paru

Gaya pada tubuh ada 2 tipe :

1. Gaya pada tubuh dlm keadaan statis.

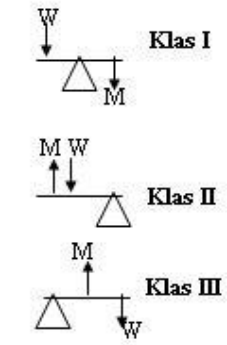
2. Gaya pada tubuh dalam keadaan dinamis.

Berikut ini adalah beberapa aspek gaya pada tubuh dalam keadaan statis:

Gaya Berat dan Gaya Otot sebagai Sistem Pengumpil

Tubuh dalam keadaan Statis berarti tubuh dlm keadaan setimbang, jumlah gaya dan momen gaya yang ada sama dengan nol. Tulang dan otot tubuh manusia berfungsi sebagai sistem pengumpil.

Ada 3 kelas sistem pengumpil :



a. Klas pertama

Titik tumpuan terletak diantara gaya berat dan otot
Contoh: kepala & leher

b. **Klas Kedua**

Gaya berat diantara titik tumpu dan gaya otot.
contoh: tumit menjinjit

c. **Klas Ketiga**

Gaya otot terletak diantara titik tumpuan dan gaya berat
Contoh: otot lengan

Gaya paling sering diterapkan untuk menstabilkan ekstremitas yang cedera leher, punggung, atau area pelvik. Traksi terapeutik didapat dengan memberikan tarikan pada kepala, tubuh atau anggota gerak menuju sedikitnya dua arah, mis: tarikan traksi dan tarikan traksi lawannya. Gaya traksi – lawan atau gaya keduanya biasanya berasal dari: >> berat tubuh pasien pada saat bertumpu atau berat lain

MATERI VII

PENGARUH LATIHAN TERHADAP OTAK DAN KOGNISI

Latihan merupakan suatu pergerakan semua gerak tubuh dengan dosis tertentu untuk mncapai hasil sesuai dengan tujuan tertentu. Ini biasanya digunakan pada kondisi tertentu, pada perkembangan bayi umumnya dilakukan untuk melatih proses perkembagan bayi, yang mengalami keterlambatan pada proses tumbuh dan berkembang pada masanya, dengan beberapa pegulangan gerak dasar di harapkan mampu untuk merangsang pertumbuhan bayi, supaya tersimpan pada memori yang dilakukan secara berulang ulang, Memori adalah suatu proses intregasi aktual yang terbentuk dari tiga langkah utama yaitu: 1.Penyimpanan baru dengan pengalaman baru, 3 pengingatan kembali hal-hal yang telah di simpan.

A. Latihan (exercise)

Dampak latihan fisik terhadap fungsi kepribadian dan kognitif mental, bukti-bukti penelitian menunnjukkan bahwa hasil dari latihan fisik mengacu pada program yang baik dan sesuai dengan tingkat perkembagan seseorang secara signifikans meningkatkan beberapa aspek kepribadian seperti konsep diri dan ketngguhan seseorang dalam mengatasi situasi-situasi yang menimbulkan strees, jadi ada penungkatan citra diri yang selanjutnya akan lebih menguatkan konsep diri. Seseorang yang tangguh kepribadiannya akan lebih mudah beradaptasi dengan atau menanggulangi situasi-situasi strees yang di alami, damapak negatif dari strees dapat diminimalisisr oleh ketangguhan kepribadian tersebut. Orang yang tangguh biasanya memiliki karakteristik sebagai berikut: kontrol diri yang baik dalam menghadapi pengaruh eksternal, senantiaasa memiliki rasa keterlibatan yang penuh dalam segala hal yang dilakukannya, komiment tinggi dan memeiliki tujuan hidup, tidak kaku dalam menhgadapi erubahan-perubahantiba-tiba dengan cara memandangnya sebagia tantangan atau peluang yang harus diatasi demi pertumbuhan kepribadianan yang lebih lanjut.

Fungsi kognitif mental sangat di perlulkan dalam membuat sutau keputusan bertindak dalam situasi-situasi kritis, dimana inforamsi yang di terimanya perlu di analiasis dengan cermat dan cepat. Di pengaruhi juga oleh adanya perilaku dalam bergerak. Perilaku gerak :

a. Teori gerak (motor kontrol).

Teori gerak adalah studi mengenai faktor – faktor fungsi syaraf yang memepengaruhi gerak manusia. Fungsi saraf terkait erat dengan sistem syaraf. Sistem syaraf merupakan bagian penting dalam memproduksi gerak manusia sebab sel-sel syaraf merangsang otot untuk memproduksi gerak manusia yang di inginkan. Contohnya: mengapa orang yang berada di bawah kondisi tertentu kecepatan rangsangan ototnya lebih cepat.

b. Belajar gerak (motor leraning).

Belajar gerak merupakan studi tentang proses keterlibatan dalam memeperoleh dan menyempurnakan keterampilan gerak sangat terkait dengan latihan pengalaman individu bersangkutan. Belajar gerak khusus di pengaruhi oleh berbagai bentuk latihan, pengalaman atau situasi belajar pada gerak manusia.

Ada tiga tahapan dalam beajar gerak (motor learning) yaitu:

1). Tahaban verbal kognitif

- Tahaban dalam maksudnya kognitif dan proses membuat keputusan lebih menonjol.

2). Tahaban gerak

- Memiliki makna sebagai pola gerak yang di kembangkan sebaik mungkin agar peserta didik atau atlet lebih terampil.

3) Tahaban otomatisasi

- Memeperhalus gerakan dasar agar peforma peserta didik/ atalit menjadi lebih padu dalam melakukan pergerakannya.

B. Perkembangan Gerak (motor development)

Perkemabngan gerak merupakan merupakan program studi. Secarapasti apa yang kita pelajari dalam perkemabangan gerak sesungguhnya masih bersifat kontroversi. Kontroversi ini mulai muncul sejak awal tahuan 1974 dimana enam orang ahli dalam bidag perkembangan gerak menemui apa yag di sebut dengan menggambarkan fokus penelitian pada perkemabngan gerak. Dengan berbagai upaya yang telah di lakukan, kelompok tersebut memunculkan sebuah definisi mengenai perkembangan gerak. Mereka mengatakan bahwa

perkeembangan gerak sebagai perubahan dalam perilaku gerak yang merefleksikan interaksi adari kematangan organisme dan lingkungannya.

Definisi ini di yakini masih melahirkan dua pandangan yang berbeda dimana pada suatu kelompok memandang bahwa perkembangan gerak, gerak lebih memperhatikan pada gerak yang di hasilkan (*Produkt movement)* kelompok lain memandang bahwa perkembangan gerak lebih menekankan pada proses gerak *(movement proses).* Dari berbagai pandangan itu maka muncullah pakar perkembagan gerak *Keogh:* yang menjelaskan bahwa perkembangan gerak dapat di definisiakan sebagai perubahan kompetensi atau kemempuan gerak dari mulai masa bayi *(infancy*) sampai masa dewasa *(adulthood)* serta melibatkan berbaga aspek perilaku yang ada pada manusia ini memepengaruhu perkemabangan gerak dan perkembangan gerak itu sendiri mempengaruhi kemampuan dan perilaku manusia.

Perkembangan gerak juga mampu meningkatkan kemempuan kognitif, serta kemamapuan kognitif bisa di tingkatkan melalui gerak (kephart dan delacato 1960). Unsur unsur dalam fungsi kognitif yang optimal adalah pengembangan dari dominasi kontrol otak, dan masalah intelektual dapat di tanggulangi dengan merekapitulasi gerak awal yang di perkirakan menjadi tidak sempurna. Latihan dalam perepsi latihan program gerak untuk menanbah meningkatkan kemempuan kognitif, menurut hasil survei mengenai persepsi gerak telah melakukan gerak bahwa semua gerak manusia adalah persepsi gerak, persepsi gerak sering juga di jelaskan sebagai hubungan antara gerak manusia dan persepsi, persepsi adalah proses yang mana kita memeperoleh kesadaraan sesaat apa yang terjadi di luar tubuh kita, persepsi ini merupakan hasil adai kemampuan kita untuk menerima informasi melalui perasaan. Namun informasi eksternal bukan persepsi jika itu di lakukan.

Secara umum langkah pertama dalam persepsi proses gerak adalah menerima informasi dari lingkungan untuk menghasilkan gerak, secara spesifik persepsi gerak menentukan peranan gerak aktif dalam mengembangkan persepsi, hal ini dapat di rangkum sebagai berikut:

1. Otak menerima informasi melalui input dan sistem syaraf
2. Informasi terebut di proses dalam otak dengan memadukan dan menyususn informasi yang baru dan yang lalu mengenai gerak yang sama sebelumnya
3. Keputusan di buat untuk bergerak
4. Informasi gerak yang tepat dikirimkan berupa out put ke otot untuk menghasilkan macam-macam gerak..

5. Gerak dilakukan
6. Gerakan tersebut di teliti dan informasi yang relevan di simpan untuk memedukan dengan informasi mengenai gerakan yang sama dimasa mendatang.

MATERI VIII

PENGARUH USIA DAN GENDER TERHADAP LATIHAN