

# **BAB I**

## **EFEK LATIHAN**

### **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 tub

uh terpengaruh baik itu sistem otot, sistem syaraf, sistem hormonal, sistem peredaran darah dan pernafasan, sistem pencernaan, metabolisme, dan sistem pembuangan. Hanya saja perubahan beberapa sistem ketika latihan tidak kita rasakan. Perubahan tersebut akan terungkap jika dilakukan pemeriksaan secara laboratoris baik dengan alat-alat manual maupun digital.

## **2. Perubahan pada sistem peredaran darah dan pernafasan**

### **a. 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 anaerobik (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 intensitas 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 intensitas 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.

#### **b. 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 bangun 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 CO<sub>2</sub> 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  $220 - \text{umur}$ . Curah jantung pada intensitas 100 % tidak berbeda banyak dengan curah jantung pada intensitas 90 %.

### **c. Perubahan Tekanan Darah**

Meningkatnya hormon epinefrin saat latihan akan menyebabkan semakin kuatnya kontraksi otot jantung. Meskipun demikian tekanan sistole 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 sistole 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.

#### **d. Perubahan Pada Darah**

Pada latihan yang cukup lama, jika tidak diimbangi 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 dimobilisir 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 intermitten (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 intermitten 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 sel pembekuan 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.

#### e. 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 CO<sub>2</sub>. 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

<b>Jaringan</b>	<b>Istirahat 5800 cc</b>	<b>Ringan 9500 cc</b>	<b>Berat 17500 cc</b>	<b>Maks. 25000cc</b>
<b>Otak</b>	<b>13%</b>	<b>8 %</b>	<b>4 %</b>	<b>4 %</b>
<b>Jantung</b>	<b>4 %</b>	<b>3,5 %</b>	<b>4 %</b>	<b>4 %</b>

<b>Otot</b>	<b>21 %</b>	<b>47 %</b>	<b>72 %</b>	<b>88 %</b>
<b>Kulit</b>	<b>8,5 %</b>	<b>16 %</b>	<b>11 %</b>	<b>2.5 %</b>
<b>Ginjal</b>	<b>19 %</b>	<b>9,5 %</b>	<b>3,5 %</b>	<b>1 %</b>
<b>Cerna</b>	<b>24 %</b>	<b>11,5 %</b>	<b>3,5 %</b>	<b>&gt; 1%</b>
<b>Lain2</b>	<b>10,5 %</b>	<b>0,5 %</b>	<b>2 %</b>	<b>&lt; 1%</b>

#### **d. Perubahan Pada Pernafasan**

Pada saat latihan frekuensi pernafasan akan meningkat. Meskipun demikian frekuensi pernafasan tidak akan dapat dipakai sebagai alat ukur intensitas latihan, karena pernafasan dapat dimanipulasikan oleh seseorang. Pernafasan secara sadar dapat dipercepat, diperlambat, atau diperdalam oleh kemauan seseorang. Akan tetapi jika pernafasan tidak dikendalikan secara sadar sudah akan diatur secara otomatis oleh sistem saraf outonom.

Pada saat berlatih hawa tidal akan meningkat, atau pernafasan menjadi lebih dalam. Dengan pernafasan yang lebih dalam maka tekanan udara dalam paru akan meningkat, sehingga difusi (pertukaran gas) antara O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> juga akan meningkat. Meningkatnya hawa tidal disertai frekuensi pernafasan yang meningkat maka ventilasi (udara yang masuk selama satu menit) juga akan meningkat. Semakin tinggi intensitas latihan, frekuensi pernafasan juga akan semakin tinggi, sehingga ventilasi juga akan semakin tinggi.

Untuk beberapa cabang olahraga kemampuan menahan nafas sangat diperlukan. Bila seseorang melakukan kerja yang bersifat *powerfull* dan sesaat, maka ia harus dalam keadaan menahan nafas, begitu pula saat membidik. Kalau kadar CO<sub>2</sub> dalam darah tinggi, maka kemampuan menahan nafas tak akan lama, sehingga pada orang lelah (kadar CO<sub>2</sub> tinggi), akurasi dan *powerfull*nya menurun.

Untuk dapat meningkatkan penyerapan  $O_2$ , dan pelepasan  $CO_2$  dapat memanipulasikan pernafasan. Dengan sadar dapat menghirup udara lebih dalam, dan menambah frekuensi pernafasan. Meskipun demikian  $O_2$  yang masuk cukup banyak belum tentu segera dapat dipergunakan, mengingat penggunaannya perlu banyak dan besarnya mitokondria dalam sel-sel otot. Jika dalam keadaan normal memanipulasikan pernafasan tersebut dapat menyebabkan terhambatnya pembuangan  $CO_2$ , karena darah yang melewati jaringan-jaringan tidak dapat melepaskan  $O_2$  karena kebutuhan hanya sedikit. Dengan demikian pengangkutan  $CO_2$  akan terganggu, karena darah masih bermuatan banyak  $O_2$ .

## **2. Perubahan Pada Cairan Tubuh dan Suhu**

Beberapa saat setelah mulai berolahraga, apalagi pada suhu yang cukup tinggi, udara lembab, dan angin tidak bertiup, maka keringat akan terasa banyak keluar membasahi kulit. Banyaknya keringat yang keluar salah satunya adalah seiring dengan meningkatnya metabolisme atau terbentuknya air dan karbon dioksida. Selain itu banyaknya keringat yang keluar adalah untuk menurunkan suhu tubuh agar tidak meningkat secara berlebihan. Dengan keluarnya keringat, maka akan membasahi kulit kemudian akan menguap. Menguapnya keringat dari permukaan kulit akan mengambil panas sehingga suhu badan menjadi berkurang.

### **a. Perubahan Cairan Tubuh Selama Latihan Olahraga**

Sebagian besar dari tubuh manusia terbentuk dari air. Pada seorang pria dewasa muda cairan intra (dalam) sel membentuk 40 % dari berat badan, dan komponen cairan ekstra sel akan membentuk 20 % berat badan. Sekitar 25 % cairan ekstra sebagai cairan interstitial atau dalam pembuluh darah. Volume darah total adalah sekitar 8 % atau sekitar 1/13 dari berat badan. Orang yang gemuk banyak mengandung lemak, sehingga akan lebih sedikit

mengandung air. Oleh karena itu bagi orang yang kegemukan akan lebih cepat mengalami dehidrasi jika mengalami muntaber. Dengan demikian bagi yang kegemukan jika mengalami muntaber harus segera mendapatkan penanganan.

Dalam keadaan normal cairan dari dalam tubuh akan diperoleh dari makan dan minum sekitar 2200 cc, dan dari metabolisme 350 cc. Pembuangan keringat dalam keadaan normal sekitar 2200 cc, pembuangan cairan lewat paru sekitar 350 cc, pembuangan lewat ginjal/air seni sekitar 1000 cc, dan faeses sekitar 150 cc. Pada saat berlatih, cuaca panas atau dingin maka pemasukan cairan dan pembuangan cairan akan berubah total.

Cuaca dan olahraga akan mempengaruhi tubuh dalam mengeluarkan keringat. Pada saat latihan produk air karena metabolisme akan meningkat, meskipun demikian tetap akan kurang jika dipergunakan untuk mempertahankan suhu tubuh agar tidak terlalu tinggi. Air akan banyak keluar sebagai keringat, yang salah satunya berfungsi untuk membuang panas secara evaporasi/penguapan. Banyaknya keringat yang keluar dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi atau kekurangan cairan di dalam tubuh. Jika yang berkurang plasma darah akan sangat dirasakan oleh tubuh, darah akan menjadi pekat, sirkulasi darah menjadi berat. Berkurangnya plasma darah sebenarnya justru mengurangi kemungkinan naiknya tekanan darah, yang disebabkan meningkatnya hormon adrenalin yang memacu kekuatan kontraksi otot jantung.

Banyak cabang olahraga berkelas seperti tinju, pencak silat, gulat yang pemainnya berusaha menurunkan berat badan agar sesuai dengan kelas yang diinginkan. Tidak jarang yang melakukan lari berjaket di terik matahari sehingga cairan dapat hilang sampai 2 liter/jam, dan berat badan cepat turun. Hal demikian dapat menyebabkan dehidrasi yang akan mengganggu prestasi. Seharusnya jika akan menurunkan berat badan sudah jauh-jauh hari dengan menurunkan kadar lemak, tidak memaksa mengeluarkan cairan tubuh.



Pada saat latihan keringat dapat keluar hingga 0,5-2 liter. Setiap latihan yang mengeluarkan energi 1.000 kalori diperlukan masukan cairan sebesar satu liter. Dalam keringat selain air terlarut Na, K, Mg, Ca. Pada lari Marathon yang waktunya lebih dari tiga jam akan banyak keringat yang keluar bahkan sampai lebih dari 4 liter termasuk di dalamnya terlarut mineral-mineral. Ca sangat bermanfaat dalam kontraksi otot. Kekurangan Ca ataupun terganggunya transpor Ca dari troponin C di aktin menuju sisterna tempat penyimpanan akan dapat mengganggu rileksasi otot setelah berkontraksi. Gangguan transport Ca biasanya disebabkan oleh kurangnya suplai energi, karena pemecahan ATP yang terganggu. Pemecahan ATP memerlukan air sehingga jika cairan tubuh banyak berkurang sangat dimungkinkan pemecahannya terganggu. K diperlukan dalam sistem saraf, pemeliharaan suhu suhu, pengaturan denyut jantung, Mg juga berpengaruh dalam kontraksi otot & metabolisme karbohidra. Na yang retensi terhadap air sangat penting untuk menjaga cairan agar tetap isotonis, dan juga berfungsi dalam proses kontraksi otot.

**Agar tubuh tidak kekurangan cairan selama pertandingan, diperlukan minum agar cairan yang banyak keluar dapat tergantikan. Plasma darah**

- **Perlu minum selama latihan**
  - Dehidrasi:**
    - Kehilangan cairan terlalu cepat**
- **1-2% BB tak ada gangguan**
- **2-3% BB kapasitas aerobik turun**
- **3-5% BB kapasitas anaerobik turun**

**Minum saat OR harus hipotonik glukosa 2-2,5 gram/100 ml, dan ada Na, K, Ca, Mg.**

**Haus bukan ukuran dehidrasi**

**Menurunkan BB jangan cairannya tetapi lemak.**

#### **b. Perubahan Suhu Tubuh Selama Latihan Olahraga**

Semua pengaturan dalam tubuh manusia menggunakan umpan balik negatif, dalam arti jika naik akan diturunkan, dan jika turun akan dinaikkan. Satu-satunya pengaturan dengan umpan balik positif hanya tekanan darah. Suhu tubuh akan diatur dengan umpan balik negatif. Ketika berolahraga efektivitas penggunaan energi maksimal 37 %. Oleh karena itu lebih dari 63 % energi akan menjadi panas, dan tidak akan lebih dari 37 % yang dapat menjadi energi gerak. Sudah barang tentu jika latihan berjalan cukup lama akan memungkinkan kenaikan suhu yang berlebihan. Untuk menghindari hal tersebut maka pembuluh-pembuluh darah tepi akan melebar, pori-pori kulit juga melebar agar dapat keluar banyak keringat.

Produk panas pada latihan berat bisa mencapai 700 kkal/jam, sedang pembuangan panas normalnya hanya 600 kkal/jam. Agar tubuh tidak meningkat suhunya secara berlebihan, maka diperlukan pembuangan panas secara buatan jika melaksanakan aktivitas yang lama seperti lari Marathon. Stasiun air di setiap 4000 meter akan sangat membantu untuk mengguyur tubuh agar kehilangan panas secara evaporasi meningkat. Mengenakan pakaian berbahan cotton akan mudah ditembus oleh keringat maupun oleh udara. Selain itu juga termasuk pengaturan sarana dan prasarana misalnya gedung dilengkapi dengan AC. Dengan demikian mengatur proses produksi dan pembuangan panas atlet bisa mengatur suhu tubuhnya sesuai dengan yang diinginkan.

Dalam setiap jaringan tubuh agar dapat bekerja optimal memerlukan suhu tertentu. Untuk kerja otak memerlukan suhu normal  $\pm 36.5^{\circ}\text{C}$ , sedang untuk kerja otot harus lebih tinggi  $\pm 39^{\circ}\text{C}$ . Oleh karena itu atlet memerlukan pemanasan sebelum melakukan aktivitas. Akan tetapi jika suhu terlalu tinggi otak yang akan mengalami gangguan pertama. Pada lari Marathon sangat memungkinkan terjadinya suhu tubuh yang berlebihan, karena panas akan terus diproduksi sampai lebih dari tiga jam. Oleh karena itu bagi pelari Marathon, dalam hal mengikuti lomba tidak diperkenankan

melebihi tiga target dalam kurun waktu satu tahun. Hal demikian untuk menghindari otak agar tidak terlalu sering mengalami suhu yang terlalu tinggi sehingga menimbulkan kelainan fungsinya.

Produksi panas tubuh sangat tergantung pada Basal Metabolisme, tingkat kerja (katabolisme), dan Effisiensi kerja. Tingkat kerja yang makin besar, makin besar pula panas yang ditimbulkan metabolisme. Pada atlet terlatih efisiensi kerja (dinamis) cukup tinggi  $\pm 37\%$ , sehingga produksi panas yang terjadi pada kerja dinamis -  $\pm 63\%$ . Jadi orang terlatih yang melakukan gerak dinamis pada tingkat kerja yang sama dengan orang biasa, maka suhu yang diproduksi oleh tubuhnya lebih rendah. Akibatnya proses warming-up atlet terlatih relatif memerlukan waktu lebih lama.

Pembuangan panas tubuh (tubuh kehilangan panas) yang paling besar dilakukan oleh kulit  $\pm 87\%$ , baik secara radiasi, konduksi, konveksi, dan evaporasi. Radiasi sangat tergantung pada suhu sekitar. Kalau suhu sekitar  $\pm 35^\circ\text{C}$  maka proses radiasi tubuh ke udara sekitar mengalami gangguan. Konduksi adalah dengan rambatan karena bersinggungan dengan benda dingin. Makin tinggi suhu benda makin kecil proses konduksi panas. Misal mandi dengan air (yang suhunya  $\pm 24^\circ\text{C}$ ), berarti proses konduksi akan besar sehingga tubuh akan kehilangan panas besar. Konveksi adalah proses mengganti udara sekitar tubuh dengan udara baru, sehingga sebenarnya adalah proses radiasi angin. Evaporasi adalah proses penguapan cairan yang ada di kulit tubuh (normal adalah keringat), proses penguapan ini sangat tergantung pada kadar uap air udara (humidity) sekitar dan angin. Makin kecil kadar uap air (kering), maka proses evaporasi akan meningkat dan menyebabkan suhu tubuh turun atau pembuangan panas bertambah.

Keuntungan dari suhu tubuh yang meningkat lebih tinggi pada olahraga :

- 1) Frekwensi denyut jantung meningkat
- 2) Pertukaran cairan dan gas lebih meningkat

- 3) Memacu pusat pernafasan, sehingga ventilasi meningkat
- 4) Kerja otot lebih optimal

Akibat suhu tubuh yang meningkat :

- 1) Vaso dilatasi kulit, untuk meningkatkan pembuangan panas
- 2) Sekresi keringat bertambah
- 3) Vaso kontraksi pada alat-alat dalam.

Pada lari Marathon

### **3. 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 stresor tersebut akan menjadikan masukan pada sistem saraf pusat, yang selanjutnya akan direspon oleh hipotalamus. Hipotalamus akan mengeluarkan CRF (corticotropin 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 hormon 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 energi 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 berpengaruh pada meningkatnya kontraksi otot rangka maupun otot jantung. Meningkatnya kontraksi otot jantung akan menyebabkan meningkatnya volume darah sedenyutan ( $\text{stroke volume} = SV$ ).

Hormon kortisol akan berpengaruh pada lipolisis triasilgliserol 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 mengakitnya 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.

## **B. Efek Kronik Latihan Atau Keadaan Terlatih**

### **1. 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 ( $\text{stroke volume} = \text{SV}$ ) 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 setelah 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 penyediaan energinya jantung secara aerobik dan menggunakan lemak sebagai bahannya. Akan tetapi ketika intensitas latihan dinaikkan, frekuensi denyut jantung naik, secara berangsur-angsur bahan penyediaan 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 terganggunya 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 sebagai penderitanya 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.

## **2. Efek Kronik Latihan Pada Sistem Pernafasan**

Paru-paru (Pulmo) merupakan organ yang sangat menentukan dalam sistem pernafasan. Alveoli dalam paru-paru merupakan tempat utama untuk mengambil O<sub>2</sub> dan melepaskan CO<sub>2</sub>. Volume atau besarnya paru-paru (kapasitas vital) akan berpengaruh terhadap kecepatan pengambilan O<sub>2</sub> dan pelepasan CO<sub>2</sub>. Semakin besar volume paru-paru akan semakin cepat proses terjadinya pertukaran gas (difusi) tersebut. Program latihan daya tahan akan banyak meningkatkan volume paru-paru dan semakin tingginya kualitas pertukaran gas. Pada orang normal volume paru-paru sekitar 2500 cc sampai 3000 cc tetapi bagi atlet cabang olahraga seperti pelari Marathon, pembalap sepeda nomor jalan raya, atau pendayung jarak jauh volume paru-paru dapat mencapai 5000 cc bahkan jika orangnya besar dapat mencapai 7000 cc.

Besarnya berbagai hawa dalam pernafasan termasuk volume paru-paru dapat diukur dengan spirometer, baik yang manual maupun yang digital. Besarnya volume paru-paru (kapasitas vital) diukur dengan cara menghirup udara sekuat-kuatnya kemudian menghembuskan ke spirometer sekuat-kuatnya pula.

Sekarang ukuran kapasitas vital tak begitu diperhatikan. Perhatian lebih ke kemampuan menarik/menghembus nafas selama satu detik atau yang disebut dengan *Force Expired Volume (FEV)*. Proses pengambilan dan pengeluaran nafas sangat tergantung pada kekuatan otot-otot pernafasan. Meskipun kapasitas vital besar kalau otot pernafasan lemah, maka FEVnya akan kecil.



Akibatnya ventilasi (jumlah udara yang keluar masuk selama 1 menit) akan kecil pula.

Pada seorang perokok berat saluran pernafasan dan paru-paru banyak tertutup nikotin. Sebagai akibatnya pertukaran gas menjadi sangat sulit. Sebagai adaptasi dari keadaan tersebut paru-paru berusaha memperluas permukaan atau memperbesar volume. Oleh karena itu perokok berat akan dapat mempunyai kapasitas vital yang besar, tetapi kemampuan pertukaran gas tetap kecil

### **3. Efek Kronik Latihan Pada Sistem Otot dan Saraf**

Pengertian Neuro Muscular adalah dua sistem yang tak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam keadaan olahraga. Muscular (perototan) dalam fungsinya adalah mengkerut/memendek/kontraksi. Dalam pemendekan ia harus dirangsang oleh sistem neuro/saraf, sehingga ia terkontrol kekuatan, akurasi, maupun povernya. Hal tersebut disebabkan makin besar berkehendak makin kuat dan cepat kontraksinya. Sehingga tak mungkin otot menampilkan kerjanya dengan baik tanpa sumbangan dari saraf.

Gambar otot makro dan mikro

## Musculer

Otot yang akan dibicarakan disini ialah otot serang lintang/otot lurik/otot rangka otot skelet. Masa otot  $\pm$  50 % masa tubuh.

Otot tersusun dari 75 % air, 29 % protein, dan 5 % berupa garam, mineral, karbohidrat, lemak. Karbohidrat dalam bentuk glikogen, sedang protein dalam bentuk myofibre (serabut otot), ATP, PC dan myoglobin.

Otot terdiri dari kumpulan banyak sel otot. Sel otot berbentuk seperti benang memanjang. 1 sel otot = 1 serabut otot = 1 myofibre. Myo (muscle) fibre di dalamnya memiliki inti, myofibril (serabut halus), terkandung banyak mitochondria (tempat pembuatan ATP), dan glikogen. Sifat dari myofibril lah yang mempunyai kemampuan memendek karena adanya sifat kontraktile dari aktin dan myosin bila diberi tenaga dari pecahnya ATP.

All or non law, adalah hukum yang berlaku untuk 1 serabut otot. Artinya bila 1 serabut otot tersebut dirangsang maka ia tak akan berkontraksi maksimal bila rangsangannya kurang dari nilai ambang rangsang, atau akan berkontraksi maksimal bila rangsangannya diatas nilai ambang rangsang. Jadi meskipun 1 serabut otot tersebut dirangsang dengan rangsang yang lebih besar lagi, 1 serabut otot tersebut akan tetap berkontraksi maksimal. Karena otot terdiri dari banyak serabut otot dan tiap serabut otot memiliki nilai ambang rangsang yang berbeda, maka makin besar rangsang akan makin banyak serabut otot yang berkontraksi, sehingga kuat

kontraksinya akan makin kuat. Jadi makin besar kehendak (rangsang), makin kuat kontraksi otot.

Sejak lahir jumlah serabut otot pada otot tetap, artinya sel otot tak pernah memperbanyak diri. Tetapi serabut otot bisa membesar, dimana jumlah serabut halus (myofibril) bertambah banyak dan menyebabkan sel otot akan membesar, sehingga otot akan bertambah besar pula. Keadaan ini disebut dengan hypertropi, bukan hyperplasi. Pembesaran otot akan menyebabkan kekuatan otot akan bertambah kuat pula, sebab semakin banyak actin dan myosin.

Otot lurik pada manusia juga dikenal 2 jenis seperti yang ada pada dunia binatang. Jenis otot tersebut ialah otot putih (fast twitch) dan otot merah (slow twitch). Sifat otot putih ialah berkontraksi cepat (powerfull), tetapi cepat lelah, sebaliknya otot merah berkontraksi kurang kuat, tetapi tak mudah lelah. Disebut otot putih karena dibawah mikroskop tampak putih dan memiliki banyak myofibril, sedang otot merah di bawah mikroskop tampak kemerahan dan banyak mengandung kapiler darah. Seseorang memiliki jumlah % jenis otot ini berbeda dengan orang lain. Ada yang memiliki otot putih lebih banyak dari otot merah ataupun sebaliknya. Bila seseorang memiliki otot putih lebih banyak maka orang tersebut biasanya memiliki power yang besar. Pemilikan jenis otot ini bersifat genetik.

Otot diberi rangsang oleh banyak serabut saraf dan satu serabut saraf memerintah beberapa serabut otot. Satu serabut saraf yang memerintah (normal  $\pm$  150 serabut otot) disebut 1 motor unit. Makin banyak motor unit di otot maka kemungkinan gradasi kekuatan akan lenih halus.

Otot kalau dilatih akan mengalami hypertropi, dan hypertropi ini pada laki-laki lebih tampak perubahannya. Penyebabnya ialah pengaruh hormon laki-laki (andresteron), sehingga pada anak-anak dan remaja pembesaran otot tak akan tampak.

## Gambar saraf dan sel saraf

### Neuro (saraf)

Yang dimaksud dengan saraf ialah otak, otak kecil, batang otak, sumsum tulang belakang dan saraf-saraf (serabut) yang keluar menuju tempat-tempat tertentu seperti otot, kulit dan lain-lain.

Fungsi umum saraf ialah sensor (penerima rangsang), motor (penggerak), persepsi, pengatur, dan fungsi psycologis. Sedang serabut saraf berfungsi sebagai pembawa rangsang baik tepi ke pusat, maupun sebaliknya dari pusat ke tepi. Fungsi otak kecil lebih mengarah ke fungsi koordinasi rangsang yang dari pusat maupun dari tepi (luar).

## Gambar proses motor kontrol

Proses yang sering berhubungan dengan olahraga ialah motor kontrol, ialah proses reaksi. Kalau disederhanakan proses tersebut adalah : proses penerimaan rangsang yang umumnya dari luar, proses yang ada di otak baik proses mengingat “short term” dan “long term”, kemudian perintah (motor) yang rangsangannya diteruskan ke otot serang lintang (luriK).

Reaksi tersebut bisa dilatihkan. Kalau sangat terlatih akan disebut dengan automatisasi, seolah-olah tak dipikirkan lagi (sebenarnya ada proses berpikir). Hanya waktu proses yang terjadi sangat cepat.

Beberapa kelainan saraf, contohnya :

1. Adiadocho phenomena, seseorang tak mampu melakukan gerak yang diikuti gerak yang berlawanan (antagonis) dengan cepatnya, misal : pronasi dan supinasi.
2. Decomposisi (koordinasi gerak) jelek, gerakan seperti robot; biasanya disertai dengan dysmetria (tak mampu mengukur dengan tepat).
3. Rebound (rebound) phenomena, kemampuan melakukan gerak menahan apabila ia diberi gerakan yang berlawanan. Ini sering dipakai pada olahraga judo.

Beberapa fungsi receptor yang erat dengan penampilan gerak :

1. Proprioceptif : disebut pula sebagai kinaestesi. Indera perasa yang ada di sendi, otot, dan tendo. Indera ini mampu mengetahui bentuk dan rasa beban tubuh. Berguna dalam pelatihan “shadow”.
2. Labyrinth : disebut pula sebagai rasa keseimbangan. Alatnya berupa otolith, indera perasa ini dapat merasakan posisi tegak dengan bumi (karena adanya gravitasi). Kalau alat ini sangat terguncang, maka keseimbangan berdiri tegak akan terganggu. Fungsi lain dari otolith ialah dapat merasakan percepatan, perlambatan, dan merasakan gerak putar.
3. Penglihatan : berguna untuk lebih memantapkan berdiri tegak, kalau sekitarnya diam. Sebaliknya untuk orang yang tak terlatih justru sekitar yang bergoyang, akan menyebabkan keseimbangan terganggu.

Beberapa penampilan/istilah yang berhubungan dengan fungsi neuro-musculer ini :

Waktu reaksi.

Waktu reaksi adalah kualitas untuk menghasilkan gerak secepat mungkin dan benar setelah mendapatkan rangsang.

Istilah kecepatan reaksi pada banyak buku sebenarnya salah, sebab satuan waktu reaksi adalah waktu.

Waktu reaksi sangat tergantung :

- Tingkat rangsang yang berbeda
- Tingkat jawaban yang di minta
- Kualitas fisik umum
- Cognitif dan perhatian.

Test dari waktu reaksi cukup dengan penggaris yang di jatuhkan dan ditangkap oleh orang coba setelah melihat penggaris jatuh. Kemudian dihitung waktu jatuh bebas dari jarak penggaris yang tertangkap oleh orang coba.

#### Kecepatan bergerak

Kecepatan bergerak/speed of movement adalah kualitas yang memungkinkan seseorang bergerak/melaksanakan gerak secepat mungkin. Umumnya kecepatan bergerak ini didapatkan di lapangan.

Kecepatan bergerak ini tergantung :

- Tingkat pengenalan lapangan/lingkungan
- Kemauan
- Kecepatan kontraksi otot
- Tingkat automatisasi/keterlatihan
- Kualitas otot (putih)
- Beban.

Kecepatan melakukan gerak ulang.

Merupakan kemampuan untuk melakukan gerak berulang-ulang secepat mungkin. Nama lain ialah Speed of repetition.

Kemampuan ini tergantung pada frekwensi rangsang yang bergantian. Test untuk perlakuan ini berguna untuk mengetes overtraining.

#### Velocity

Merupakan kecepatan gerak umum dari satu tempat ke tempat lain. Satu meter/detik.

#### Kebenaran Motorik

Lebih merupakan kearah fungsi neuro-musculer. Nama lain adalah koordinasi, kecepatan gerak. Untuk mengetahui kebenaran gerak ini diperlukan penilaian oleh ahli.

Kebenaran badani

Merupakan perasaan untuk mengetahui gambaran diri dan kepekaan kinetik umum serta kontrolnya. Fungsi kinaestesi paling dominan dalam hal ini.

## **BAB II SISTEM ENERGI DALAM LATIHAN**

Energi bersifat kekal atau tidak dapat dihilangkan, tetapi dapat berubah bentuk. Energi dapat berbentuk gerak, panas, kimia, maupun listrik. Energi sangat diperlukan oleh makhluk hidup termasuk manusia. Bagi manusia energi akan digunakan untuk sekresi kelenjar-kelenjar, mempertahankan fungsi membran sel (elastisitas, dan transportasi membran seperti pompa natrium/sodium, kalium/potassium), pembentukan zat-zat dalam sel, penyerapan makanan, dan aktivitas/kontraksi otot. Energi dalam tubuh manusia diperoleh dari proses kimia. ATP merupakan satu-satunya senyawa yang dapat menghasilkan energi, dan energinya dapat dipakai untuk berbagai kepentingan.

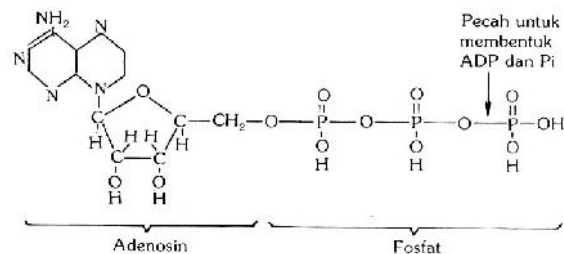
Dalam sel otot banyak cadangan senyawa fosfat berenergi tinggi seperti fosfoenolpiruvat, karbomoiil fosfat, 1,3-bifosfogliserat (sampai 3-fosfogliserat), kreatin fosfat, adenosin tri fosfat, adenosin difosfat, pirofosfat, glukosa 1-fosfat, fruktosa 6-fosfat, adenosin monofosfat, glukosa 6-fosfat, gliseral 6-fosfat. Selain itu ada zat-zat makanan sebagai bahan utama untuk energi seperti, glukosa, asam lemak, dan asam-asam amino. Untuk menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh tubuh, senyawa-senyawa tersebut harus dijadikan ATP terlebih dahulu.



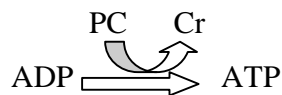
Bahan energi yang digunakan dalam suatu latihan tergantung intensitasnya. Bahan untuk menyediakan energi akan ada yang disimpan, dan akan digunakan jika benar-benar diperlukan. Pada pengukuran  $VO_2$  maks tidak langsung menggunakan *multi stage test*, akan berlari bolak balik 20 meter dari pelan ke cepat. Urutan prioritas pemakaian bahan untuk energi adalah lemak-glukosa/gula darah/glikogen dan PC. Selama energi masih dapat dipenuhi dengan oksidasi lemak (beta oksidasi) akan disediakan dengan lemak, tetapi jika kurang sebagian akan dipenuhi dengan oksidasi glukosa (glikolisis aerobik). Jika lemak dan glukosa digunakan masih belum cukup maka lemak akan ditinggalkan. Dengan meninggalkan lemak atau dengan menggunakan glukosa saja, masih belum mencukupi maka sebagian akan menggunakan glikogen otot.

#### A. Sistem Fosfagen (ATP-PC)

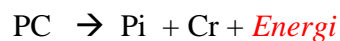
Sistem fosfagen atau juga sering disebut sistem ATP-PC, adalah penyediaan energi yang memaksimalkan penggunaan cadangan terbatas ATP dan PC yang berada dalam sel otot. ATP (adenosin tri fosfat) dalam jumlah terbatas tersimpan dalam sel otot. Jika otot bekerja atau kontraksi secara maksimal (mengerahkan kekuatan, kecepatan, atau power maksimal), ATP akan habis dalam waktu antara tiga sampai lima detik. Bagi yang tidak terlatih habis dalam waktu tiga detik, tetapi yang terlatih karena simpanannya lebih banyak akan habis setelah sekitar lima detik. Untuk mendapatkan energi dari pemecahan ATP tidak memerlukan  $O_2$ , hanya memerlukan air.



Catatan waktu lari sprint 100 meter tercepat adalah 9,8 detik. Untuk lari tersebut penyediaan energi pada otot betis (gastrocnemeus), otot paha bagian depan (quadricep femoris) tidak akan cukup jika hanya mengerahkan cadangan ATP dalam sel. Supaya dapat menempuh jarak 100 meter secepat mungkin harus dapat membuat (sistesis) ATP secepat mungkin pula. Untuk dapat membuat ATP secepat mungkin, secepat pemecahannya dilakukan dengan menggunakan PC (fosfo creatin/creatin phosphat).



Atau sering dituliskan sebagai berikut:



Dengan membuat ATP dari PC maka penampilan yang penuh kekuatan, kecepatan, atau power akan dapat diperpanjang sampai delapan hingga dua belas detik. Setelah delapan sampai dua belas detik baik ATP maupun PC yang tersimpan dalam sel otot akan habis. Jika menginginkan lari kencang untuk menempuh 400 meter maka perlu mensintesis ATP dengan sistem asam laktat.

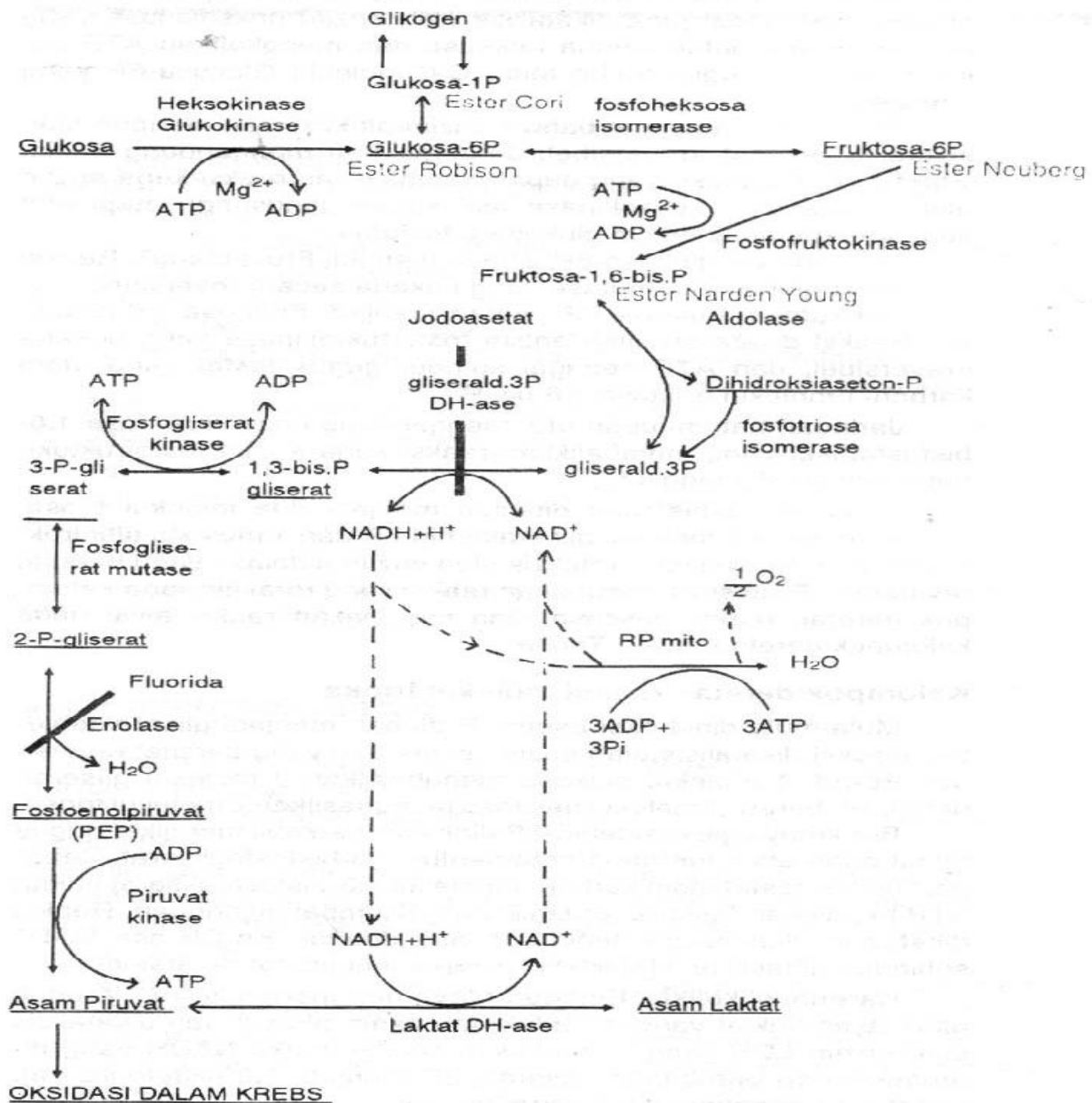
ATP maupun PC dari sel otot yang satu tidak dapat dipindahkan ke sel otot yang lain. Untuk meresintesis ATP dan PC yang sudah menipis (pemulihan/recovery) diperlukan waktu tiga sampai lima detik. Bentuk pemulihan pasif atau pemulihan aktif tidak mempengaruhi kecepatan pemulihan. Akan tetapi dalam suatu latihan bentuk pemulihan aktif akan sekaligus dapat merangsang sistem jantung paru. Dalam latihan kekuatan, kecepatan, ataupun power sebaiknya sampai menguras ATP-PC, dengan harapan di kemudian hari dapat teradaptasi dengan meningkatkan cadangannya. Semakin banyak cadangan ATP-PC akan semakin cepat pemecahannya atau penyediaan energi ketika diperlukan.

## **B. Sistem Asam Laktat**

Dinamakan sistem asam laktat karena di akhir serangkaian proses akan terakumulasi asam laktat. Dalam sistem asam laktat, sebagai bahannya adalah cadangan karbohidrat yang berbentuk glikogen dalam sel otot. Glikogen otot adalah rentengan glukosa yang panjang dan bercabang-cabang. Semakin banyak cadangan glikogen, semakin panjang rangkaiannya dan semakin banyak cabangnya. Dalam simpanannya glikogen otot punya sifat retensi/mengikat air, sehingga jika cadangannya banyak, hipertropi otot akan kentara. Penggunaan glikogen otot dalam olahraga tidak akan banyak karena menggunakan sedikit saja, asam laktat yang terjadi sudah cukup banyak. dan PH akan menurun (terlalu asam) yang ngganggu enzim ATP-ase sehingga pemecahan ATP melambat, penyediaan energi melambat pula. Hal demikian adalah keadaan lelah karena asam laktat.

Dalam skema di bawah, glikogen adalah yang tersimpan dalam sel otot, dan glukosa adalah yang masuk ke dalam sel dari darah. Sistem asam laktat akan menggunakan glikogen otot yang proses selanjutnya adalah glikolisis anaerobik (glikolisis Embden Meyerhop=EM). Glikogen otot akan dipecah yang menghasilkan glukosa, dan langsung dapat mengikat gugus fosfat (Pi) menjadi glukosa 1-P, kemudian diubah menjadi glukosa 6-P. Dalam skema reaksi di bawah, akan membandingkan glikolisis yang berasal dari glukosa darah, dan dari glikogen otot. Jika dari glukosa darah, untuk membentuk glukosa 6-P diperlukan aktivasi ATP, sedangkan jika dari glikogen otot tidak memerlukan aktivasi ATP. Untuk sampai ke fruktosa 1,6 bifosfat jika dari glikogen otot hanya memerlukan aktivasi satu ATP, tetapi jika dari glukosa darah memerlukan aktivasi dua ATP. Pada akhirnya glikolisis sampai dengan asam piruvat, jika dari glikogen otot akan menghasilkan tiga ATP, tetapi kalau dari glukosa darah hanya menghasilkan dua ATP. Dengan demikian ketika kebutuhan energi sangat tinggi, sedangkan resintesis ATP dari glukosa darah tidak mencukupi, secara otomatis akan resintesis ATP akan menggunakan glikogen otot. Jika ATP yang digunakan tidak banyak, PC maupun glikogen

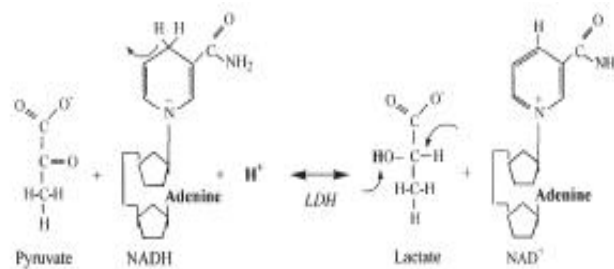
tidak akan digunakan untuk meresintesis, tetapi akan menggunakan oksidasi gula darah, dan kalau sangat sedikit ATP yang digunakan, resintesisnya cukup dengan mengoksidasi asam lemak.



### Glikolisis Anaerobik (Glikolisis Embden Mayerhop)

Pemecahan glikogen otot akan menghasilkan banyak glukosa dan langsung dapat mengikat gugus fosfat menjadi glukosa-1P dan diubah menjadi glukosa-6P. Selanjutnya glukosa-6P dapat tersedia cukup banyak, sehingga akan menghasilkan NADH dan asam piruvat yang cukup banyak pula. Jika NADH tidak segera terproses dalam sistem transport elektron (ETS), karena terbatasnya suplai oksigen, demikian juga asam piruvat tidak segera diubah menjadi As.KoA masuk ke siklus Krebs, akhirnya antara NADH dan asam piruvat bereaksi menjadi asam laktat.

Sistem asam laktat digunakan dalam intensitas yang cukup tinggi, atau keadaan darah yang ke hati sangat sedikit, sehingga perubahan menjadi glukosa darah akan sangat lambat. Oleh karena itu sistem asam laktat, tidak akan dapat menjadi andalan dalam suatu pertandingan/perlombaan olahraga yang memerlukan waktu lebih dari empat menit. Jika asam laktat terlalu tinggi akan cukup lama untuk mereduksinya/menurunkan. Sistem asam laktat hanya menjadi andalan pada olahraga yang harus mengerahkan energi, dengan waktu kurang dari empat menit, atau bodi kontek yang harus tahan menahan, dan jika tidak dapat mengimbangi langsung akan kalah, seperti dalam gulat dan judo. Untuk olahraga yang waktunya lama seperti sepak bola dan bola voli sistem asam laktat tidak penting sehingga tidak perlu ditargetkan dalam rencana latihan.



Glikogen dari otot yang satu tidak dapat dipindahkan ke otot yang lain. Latihan yang menggunakan glikogen sangat cepat jika dilakukan tiga kali per minggu akan diadaptasi dengan memperbanyak timbunan glikogen.

## C. Sistem Oksigen

Sistem oksigen adalah proses pembuatan ATP untuk kebutuhan energi secara aerobik atau menggunakan oksigen. Oksigen akan digunakan untuk memproses glukosa darah dalam sel atau glikolisis aerobik, atau memproses lemak dengan beta oksidasi. Sistem oksigen akan banyak digunakan dalam olahraga yang harus mengerahkan energi maksimal dan memerlukan waktu lebih dari tiga-empat menit. Pada olahraga yang waktunya kurang dari dua jam akan dapat dicukupi dengan glikolisis aerobik. Akan tetapi jika waktu lebih dari dua jam penyediaan energi harus dibantu dari oksidasi lemak, karena glikogen hati sebagai cadangan glukosa darah akan habis. Pada lari Marathon sejak start harus mengatur kecepatan agar lemak dapat digunakan dan gula darah tidak segera terkuras. Penggunaan gula darah secara maksimal lebih dari dua jam dapat menyebabkan menurunnya kadar gula darah (hipoglikemia). Turunnya kadar gula darah dapat menyebabkan terganggunya sistem saraf.

### 1. $VO_2$ maks

$VO_2$  maks adalah kemampuan maksimal seseorang untuk mengambil dan menggunakan oksigen. Satuan pengukurannya adalah cc/kg berat badan /menit, atau met. Satu met sama dengan 3,5 cc/kg/menit. Bagi atlet yang mempunyai  $VO_2$  maks tinggi, akan dapat bergerak dengan kecepatan/kecepatan/power tinggi masih dalam keadaan aerobik dalam sintesis ATPnya. Faktor Penentu Tinggi Rendahnya  $VO_2$  maks:

#### a. Kapasitas vital, dan kualitas difusi paru.

Semakin tinggi volume paru, akan semakin mudah darah (Hb) dalam mengikat oksigen dan melepaskan carbon dioksida di paru. Permukaan alveoli dalam volume paru yang bersih akan menentukan difusi (pertukaran) gas. Pada perokok berat dapat terjadi volume paru yang tinggi, tetapi permukaan alveoli tertutup nikotin sehingga kemampuan difusinya rendah.

#### b. Kadar Hb

Kadar Hb akan berfungsi untuk mengikat oksigen, yang kemudian diedarkan ke jaringan seluruh tubuh. Bagi atlet kadar Hb untuk putra dituntut 16 gr%, dan putri 14 gr%. Meskipun demikian jika terlalu tinggi, misal putra sampai 17 gr% juga tidak akan baik. Hb menempel pada eritrosit, sehingga jika kadar terlalu tinggi, eritrosit juga akan terlalu tinggi, dan darah menjadi kental, akhirnya akan berat dalam mengedarkannya. Dengan demikian jantung mempunyai beban yang lebih berat, sehingga dapat menyebabkan terjadinya payah jantung.

#### c. Kualitas dan Kuantitas Pembuluh darah

Pembuluh darah yang bersih dan elastis akan menentukan kualitas sirkulasi darah. Ketika berlatih harus lebih banyak darah yang beredar, pembuluh harus dapat mampu melebar (dilatasi) agar aliran dapat lebih lancar. Pembuluh darah yang mengalami arteriosklerosis akan kaku, sulit

untuk dilatasi. Pembuluh darah yang cukup banyak akan juga mempermudah aliran darah. Orang yang berlatih daya tahan aerobik akan dapat mengaktifkan pembuluh-pembuluh yang tidak aktif.

**d. Kualitas Jantung**

Jantung yang mempunyai volume atau ruang yang besar pada atrium maupun ventrikel akan menghasilkan volume sedenyut yang lebih besar. Dengan demikian darah dapat dipompakan oleh jantung akan dapat menjadi lebih banyak.

**e. Jumlah dan Besar Mitokondria**

Mitokondria sebagai tempat untuk berlangsungnya siklus Krebs dan sistem transport elektron atau posporilasi oksidatif. Semakin banyak dan besar mitokondria pada setiap sel otot, maka penggunaan oksigen untuk membuat ATP akan dapat semakin tinggi. Sel-sel otot yang banyak mitokondrianya adalah yang banyak dilatih sebagai contoh jika pelari pada otot betis paha bagian depan, tetapi bagi perenang adalah pada sel-sel otot dada dan pantat. Oleh karena itu pengukuran **VO<sub>2</sub> maks** harus sesuai dengan otot yang sering dilatih. Pengukuran dalam bentuk berlari hanya sesuai untuk atlet-atlet menggunakan kaki seperti pelari, pesepak bola, pebolavoli, pebola basket dan lain-lain. Pembalap sepeda yang kelihatannya banyak menggunakan kaki, jika diukur dengan bentuk berlari ternyata tidak akan menggambarkan karena secara mendetail otot yang bekerja lain dengan berlari.

**f. Berat badan**

Penambahan berat badan karena meningkatnya cadangan lemak di sel adiposa, glikogen otot, serta membesar dan memadatinya tulang akan dapat menurunkan VO<sub>2</sub> maks. Oleh karena itu agar **VO<sub>2</sub> maks** tetap tinggi kenaikan-kenaikan tersebut harus dihindari.

**2. Karbohidrat sebagai bahan dalam sistem Aerobi**

**3. Lemak sebagai bahan dalam sistem aerobik**

**4. Ambang batas anaerobik/anaerobic threshold**

**Kelelahan/fatigue**

**3.1. Pada sistem saraf**

**3.2. Pada otot**

**3.3. Lain-lain**

**4. Aklimatisasi**

**4.1. Ketinggian**

**4.2. Bawah Permukaan air**

**4.3. Suhu**

**4.4. Waktu.**

**5. Doping, Latihan dan Wanita, Latihan untuk lansia**

BAB I  
NEURO-MUSCULER

BAB II  
CARDIO-RESPIRASI

Konsep cardio-respirasi ialah transportasi oksigen (O<sub>2</sub>), karbon-dioksida (CO<sub>2</sub>), dan transportasi makanan. Kedua system cardio (circulasi) dan respirasi (pernafasan) tak dapat dipisah mengingat kedua system tersebut bekerja bersamaan dan bersifat “serial”, artinya fungsi salah satu/bagian jelek, maka seluruh fungsi akan jelek pula. Kalau ditelusur maka pengangkutan O<sub>2</sub> dari luar dimulai dari : 1. Jumlah O<sub>2</sub> di udara, 2. Masuknya udara ke dalam alveoli, 3. Proses pertukaran gas di alveoli, 4. Di bawa/diikat oleh haemoglobin, 5. Di edarkan oleh jantung, 6. Proses pertukaran di jaringan. Jadi kalau jantung lemah akan mengakibatkan transportasi ke jaringan mengalami gangguan, begitu pula kadar haemoglobin darah rendah berakibat serupa.

Gambar cardio - respirasi



## Jantung

Proses pemompaan jantung tergantung sekali pada kembalinya darah ke jantung, serta kuat tidaknya otot jantung berkontraksi. Pengambilan darah ke jantung sering disebut dengan venus-return. Pada venus-return yang kecil, biasanya pada olahraga yang kurang gerak dinamisnya (ingat fungsi klep vena), maka akan berakibat pemompaan jantung juga kecil.

Dalam keadaan berolahraga dinamis jumlah darah yang di edarkan oleh jantung mampu meningkat menjadi 10x lipat. Ini disebabkan oleh frekwensi jantung meningkat  $\pm 2,5x$  dan curah jantung dalam sekali denyut (volume sedenyut) meningkat menjadi 4x.

Dalam keadaan istirahat biasanya frekwensi denyut jantung pada olahragawan kecil kecil sekali (kurang dari 60x/menit).

Pada olahragawan sering terjadi pembesaran jantung, hal tersebut otot jantung sangat tebal dan kuat. Sering seorang dokter salah menilai pada gambaran rontgen.

## Vasculer (pembuluh darah).

Pembuluh darah bersifat elastis, mampu melebar (vasodilatasi) dan menyempit (vasokonstriksi). Pada saat berolahraga pembuluh pada otot mengalami vasodilatasi, hal ini menguntungkan agar aliran menjadi lancar dan proses pertukaran gas berjalan lebih baik.

Pada orang tua pembuluh darah sering mengalami pengerasan (arterio-sclerosis), sehingga pembuluh darah tak elastis lagi.

#### Darah

Darah mengandung butir darah merah (terutama) dan plasma.

Pada olahragawan terjadi peningkatan jumlah butir (relatif). Banyak sel-sel muda dan besar. Kadar haemoglobin juga meningkat (relatif). Cadangan alkali juga meningkat, sehingga toleransi asam laktat bertambah besar pula. Simpanan darah yang ada di Lien cukup banyak.

Pada penelitian darah atlet, ternyata data kualitatif dari darah relatif tak menonjol, tetapi jumlah darah keseluruhan yang beredar (total whole blood) bisa mencapai 20 % lebih banyak dari orang normal.

Circulasi darah yang ke otot normalnya 1-4 cc/100 gram otot, tetapi pada saat berolahraga (aktif)  $\pm$  30 cc/100 gram otot. Dengan adanya vasodilatasi pembuluh darah di otot % darah yang ke otot meningkat 20x – 30x.

#### Respirasi.

### BAB III

#### ENERGI SISTEM

## Istilah dan pengertian

Beberapa orang masih rancu terhadap pengertian energi tenaga. Diambil dari mana? Bagaimana bekerjanya?

Pada mesin mobil misalnya, jelas tenaga diperoleh dari pembakaran (oksidasi) bahan bakar bensin/solar. Berbeda dengan tenaga yang ditampilkan oleh makhluk hidup. Energi pada makhluk hidup (manusia) mampu ditimbulkan dengan cara tanpa O<sub>2</sub>

(cepat) maupun dengan O<sub>2</sub> (lama).

Di lapangan pelatih sukar mengukur seberapa besar energi yang telah dikeluarkan oleh atlet, biasanya penanda yang paling mudah adalah denyut jantung yang diukur pada pergelangan tangan.

Hal-hal yang perlu diketahui sehubungan dengan energi ini antara lain : Energi otot, kerja, power, efisiensi, kualitas otot, denyut jantung.

a. **Energi otot** : pengeluaran tenaga oleh otot untuk menimbulkan kontraksi otot sehingga timbul gerak, kerja, maupun panas. Disebut pula dengan kapasitas otot, kemampuan, chemical energy. Satuan energi otot ialah Kcal (Cal) (kilokalori).

b. **Kerja : Work**, Kerja. Merupakan hasil kontraksi otot yang dapat diukur.

$W = F \times D$ . W= Work, F= Force, dengan satuan Kg (berat), D= Distance, jarak dengan satuan meter. Work/kerja ini kalau dihitung satuannya adalah Kg (berat) Meter dan kalau dilihat pada daftar konversi sama dengan Kcal, dimana 1 Kcal = 466 Kg (berat) Meter. Nama lain dari kerja ini adalah Usaha. Di dalam buku, tingkat kerja dapat dibandingkan dengan tingkat kerja terkecil dari tubuh (basal

metabolisme), yang disebut dengan 1 MET. 1 MET ini  $\pm 3.5 \text{ cc O}_2 / \text{Kg(BB)}/\text{menit}$ .

- c. **Power** : daya ledak, merupakan hasil kali kekuatan dan kecepatan otot. Juga merupakan suatu Usaha dalam satuan waktu. Satuannya adalah  $W/t$  atau  $\text{Kg(berat)} \times m/t$ .
- d. **Effisiensi** : merupakan kehematan pemakaian energi. Seberapa energi yang dikeluarkan untuk menghasilkan kerja.  $\text{Effisiensi} = \text{Kerja} / \text{Energi (otot)}$ . Untuk orang terlatih bisa mencapai 37 % dalam kerja dinamis. Maka timbul pertanyaan : kemana sisa energinya ? sisa energi akan menjadi panas.
- e. **Kwalitas otot** : suatu keadaan otot yang dihubungkan dengan penampilan, apakah ia memiliki ketahanan, koordinasi dll.
- f. **Denyut jantung** : adalah penanda yang mudah sekali diukur pada pergelangan tangan / di leher, yang sering sebagai penanda tingkat kerja. Makin besar tingkat kerja aerobik makin tinggi denyut jantung.

### **Energi dalam otot.**

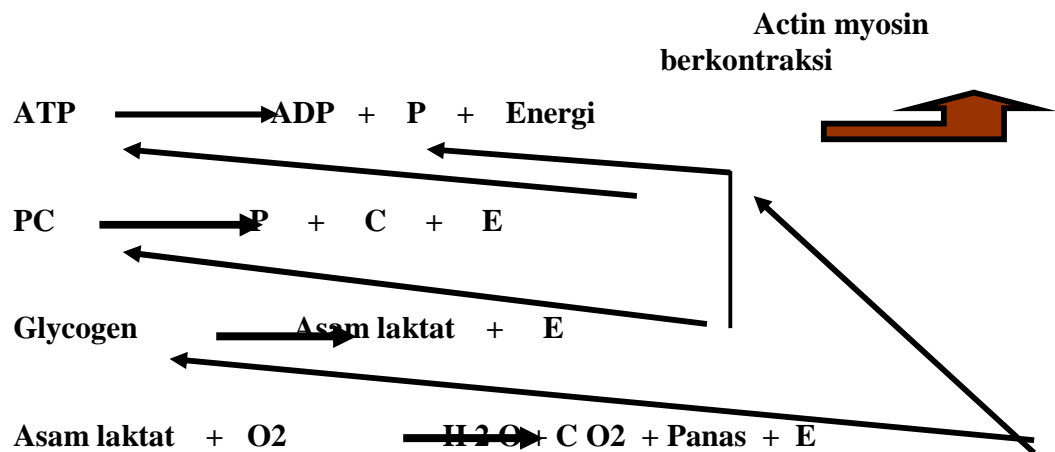
Dalam sel ada sumber tenaga yang cepat menghasilkan tenaga. Tenaga tersebut adalah ATP dan PC.

ATP dibuat dan disimpan dalam mitochondria sel. Jumlah ATP ini tiap individu berbeda, disebabkan oleh karena jumlah dan besar mitochondria berbeda pula. Pada orang terlatih didapatkan jumlah dan besar mitochondria bertambah.

Makin banyak ATP yang pecah makin kuat kontraksi otot. Tenaga yang ditimbulkan oleh ATP dengan cara pecahnya ATP oleh pengaruh enzim menjadi ADP/AMP. Tenaga tersebutlah yang menyebabkan actin dan myosin saling mendekat yang menyebabkan kontraksi (memendek). Tenaga tersebut juga untuk pengeluaran sekresi, maupun terjadinya transmisi saraf serta panas.

Jadi kalau tak ada ATP yang pecah menjadi ADP+P maka tak ada kontraksi, secesi, transmisi saraf, dll.

Jumlah ATP terbatas, sehingga kalau otot terus menerus berkontraksi maka ATP akan habis. Agar ATP tak habis maka harus disintesa dari ADP+P menjadi ATP kembali. Proses resintesa ini memerlukan energi dan energinya diambil dari pecahnya PC menjadi P + C, pecahnya glycogen menjadi asam laktat/pyruvat, dan dari oksidasi bahan makanan (asam laktat, lemak).



Gambar reaksi kimia dalam otot

Jadi selama ada PC, glycogen, dan oksidasi makanan, maka jumlah ATP relatif tetap, sebab selalu dilakukan resintesa ATP. Proses resintesa yang cepat hanya diperoleh dari PC dan Glycolysis.

Proses oksidasi asam laktat / lemak menimbulkan Energi yang dapat meresintesa ATP dan Glycogen, sehingga jumlah asam laktat yang terbentuk dari glycolysis menjadi berkurang.

Pada kerja dengan tingkat kerja tinggi maka dapat dipastikan akan terjadi asam laktat yang banyak pula.

Kalau asam laktat yang timbul terlalu banyak, maka asam laktat ini merupakan racun bagi otot sebab menimbulkan kelelahan, rasa sakit, serta memblokade

rangsang yang menuju motor end plate sehingga kontraksi otot kekuatannya berkurang. Kapan asam laktat jumlahnya banyak? Bila : 1. Tak sempat dioksidasi oleh O<sub>2</sub> (karena kerja tingkat kerja tinggi, atau kurangnya O<sub>2</sub> yang menuju otot, atau kedua-duanya). 2. Jumlah cadangan alkali (NaHCO<sub>3</sub>) sedikit. Cadangan alkali normal mampu mengikat asam laktat (buffer), sebanyak 140 gram (sesuai dengan 20 L O<sub>2</sub>). Kalau cadangan alkali sedikit, maka kemampuan buffer akan sedikit pula sehingga dampaknya orang akan mudah lelah (pada dehidrasi).

Reaksi ada 2 macam : 1. Tanpa O<sub>2</sub> (pecahnya ATP, PC dan Glycolysis), 2. Dengan O<sub>2</sub> (oksidasi asam laktat/lemak). Dari reaksi kimia tersebut timbullah istilah : reaksi Anaerob dan reaksi Aerob.

Reaksi beranting tersebut tak lepas dari banyak enzim dan lebih dari 10 macam enzim telah diketahui.

Tubuh mampu memasukan O<sub>2</sub> lewat cardio-respirasi dan kemampuan ini disebut dengan O<sub>2</sub> uptake (VO<sub>2</sub>). Kemampuan memasukan O<sub>2</sub> ini tergantung kepada tingkat kerja, makin tinggi tingkat kerjanya, makin besar VO<sub>2</sub> nya. Artinya pada kerja yang ringan tak akan terjadi pemasukan yang besar. Kalau seseorang bekerja berat sampai lelah biasanya kemampuan memasukkan O<sub>2</sub> akan maksimal dan disebut dengan VO<sub>2</sub> max.

Tetapi seseorang tak dapat bekerja terus-menerus dalam keadaan VO<sub>2</sub> max (meskipun secara teoritis seharusnya bisa).

Ia hanya mampu bekerja terus-menerus bila jauh di bawah VO<sub>2</sub> max. Bila seseorang bekerja dengan tingkat kerja sedang-sedang saja terbentuknya asam laktat akan selalu dapat dioksidasi oleh O<sub>2</sub>. Sehingga ia dapat bekerja terus menerus. Keadaan ini sering disebut dengan Steady State.

Gambar batas ambang anaerobik

Kalau tingkat kerja dinaikan, padaq suatu saat ia tidak akan mampu menampilkan dalam waktu cukup lama, karena jumlah asam laktat tubuhnya cukup tinggi (normal kalu mencapai 4 mmol/l darah) dan menyebabkan rasa tak enak, sakit, lelah (biasanya ditandai oleh penurunan penampilan).

Batas tersebut sering disebut dengan ambang anaerobik (Anaerobic threshold). Makin terlatih seseorang, ambang anaerobiknya mendekati VO<sub>2</sub> max.

Beberapa buku menyebutkan bahwa, Anaerobic threshold adalah seberapa persen dari VO<sub>2</sub> max, ia mampu melakukan kerja tanpa rasa lelah berarti. Normal untuk non atlet 65 % untuk non atlet dan mencapai 80%-86% pada atlet terlatih.

Pada orang yang bekerja, sebenarnya terbentuknya asam laktat sesuai dengan tingkat kerja. Asam laktat ini akhirnya akan dioksidasi oleh O<sub>2</sub> yang masuk. Tingkat kerja yang tinggi memerlukan O<sub>2</sub> yang banyak pula untuk mengoksidasi asam laktat yang terbentuk. Jadi tingkat kerja dapat dihitung dari besarnya kebutuhan O<sub>2</sub> nya. 1 liter O<sub>2</sub> dapat mengoksidasi sarimakanan dan menghasilkan kalori ± 5 Kcal. Kebutuhan O<sub>2</sub> ini sering disebut dengan O<sub>2</sub> intake. Dengan demikian tingkat kerja = O<sub>2</sub> intake.

Oxygen Cost of Running at Different Speeds

Kilometers Pace (min : sec)	Oxygen Cost (m/kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	
6:00	34.5	
5:27	38.5	
5:00	42.2	
4:37	46.0	3 h : 15 min marathon
4:17	49.8	
4:00	54.1	
3:45	57.9	
3:39	60.0	
3:32	61.7	2 h : 34 min marathon
3:20	65.9	
3:15	68.0	
3:09	70.3	

3:00	74.5	2 h : 12 min
2:51	78.7	marathon
2:44	82.9	
2:36	88.3	

Tabel penggunaan O<sub>2</sub>

#### Pengukuran VO<sub>2</sub> max.

Banyak sekali pengukuran VO<sub>2</sub> max, mestinya pengukuran secara langsung memakai tabung Douglas lebih terpercaya disebabkan secara langsung bisa dihitung masuknya O<sub>2</sub> ke dalam tubuh waktu tubuh mencapai kelelahan. Alat ini sebenarnya sederhana, ialah dengan menghitung kadar O<sub>2</sub> yang masuk – kadar O<sub>2</sub> yang terkandung dalam udara ekspirasi yang ditampung dalam tabung.

Secara tak langsung banyak metode yang ditawarkan, misalnya tes lari, Harvard step test, lari 1,6 km dll. Sebagai contoh formula dari lari 1,6 km ialah :  
 Estimasi VO<sub>2</sub> max = 133.61 – (13.89 x waktu lari), dimana satuan VO<sub>2</sub> max = cc/Kg(BB)/menit, waktu lari dalam menit. Bila seseorang lari sejauh 1,6 km dan menempuh waktu 5 menit 06 detik (5.1 menit), maka estimasi VO<sub>2</sub> max = 133.61 – (13,89 x 5,1) = 62,8 cc/Kg(BB)/menit.

#### Pengukuran Anaerobic threshold

Sekarang pengukuran ambang anaerobik dengan peralatan canggih yang memakai komputer, sehingga mudah secara cepat diketahui ambang anaerobik seseorang.

Normal seseorang akan mengalami kelelahan bila ia bekerja terus menerus dengan tingkat kerja tertentu dan asam laktat di tubuhnya lebih dari 4 mmol/liter darah.



Pengukuran dilakukan berkali-kali dengan tingkat kerja yang makin meningkat, dimana setiap peningkatan akan diambil darahnya dan diukur kapan kadar asam laktatnya 4mmol.

Tingkat kerja ini bisa lari dengan kecepatan tertentu atau memakai Ergocycle yang beban terukur.

Untuk atlet tertentunya pada saat ambang anaerobik didapatkan denyut jantung yang sangat berbeda dengan formula umur. Bila ia dalam ambang anaerobik, maka denyut jantungnya dianggap optimal.

Sekarang ukuran denyut jantung yang memakai metode asam laktat dapat dipakai sebagai patokan baru bagi pelatih dalam melatih fisik yang bersifat aerobik.

#### Predominant system energy

Istilah predominant system energy ini dipakai sehubungan dengan pemakaian energi selama penampilan. Kalau seseorang dalam penampilannya baik sesaat ataupun lama, relatif memakai energi aerobik maka ia dikatakan memakai predominant energi aerobik (relatif lebih banyak tergantung pada O<sub>2</sub>).

Tujuan dari predominant system energi ini ialah mencari metode melatih yang paling baik. Hal tersebut agar olahraga yang memiliki predominant energi aerobik tidak dilatihkan dengan metode anaerobik. Begitu pula sebaliknya.

#### Denyut jantung/nadi

Denyut nadi adalah denyut jantung yang dihantarkan lewat arteri dan dirasakan sebagai denyut. Pada arteri yang besar denyut dapat dirasakan dengan baik yang jumlahnya tiap menit (frekwensi) sama dengan denyut jantung. Biasanya

denyut tersebut dirasakan pada pergelangan tangan (Pols) dan di daerah leher (pada arteria carotis cominis).

Seorang pelatih dalam melatih terutama yang bersifat aerobik tak boleh mengabaikan denyut nadi ini, disebabkan tanda denyut nadi ini cukup baik sebagai penanda apakah seseorang telah mencapai latihan aerobik dengan baik atau tidak.

Masalahnya sekarang banyak timbul pertentangan antara ahli, seberapa denyut nadi pada latihan fisik aerobik dapat menghasilkan yang terbaik (optimal). Menurut kepelatihan dikatakan bahwa tubuh akan mengalami kompensasi sesuai dengan latihannya.

Menurut Richard, denyut latihan adalah  $50\% \text{ HRR} + \text{denyut istirahat}$ , dimana  $\text{HRR (heart rate reserve)} = \text{HRM (heart rate maximal)} - \text{denyut nadi istirahat}$ .

Menurut Karponen, denyut latihan =  $80\% \text{ HRR} + \text{denyut istirahat}$ .

Menurut teori latihan metode asam laktat, denyut nadi dipertahankan sesuai kalau ia dalam 3-4mmol/liter.

Menurut Suharno HP, denyut nadi latihan antara 2.5-3.0 .....denyut istirahat.

Tampak bahwa belum ada kesesuaian antar para ahli. Dan bagaimana mengukur denyut jantung maksimal antara para ahlipun tidak ada kesesuaian. Menurut Fox jelas denyut jantung maksimal =  $220 - \text{umur}$ , sedang menurut Richard Rost denyut jantung maksimal tergantung pada faktor-faktor biologis, usia, keterlatihan. Menurutny ia harus dites dengan ECG kapan ia mengalami ischaemic.

#### Resume

= Perlu diketahui kemampuan seseorang dalam kemampuan anaerobiknya (biasanya terukur dalam power). Pada orang terlatih jumlah ATP PC dan Glycogen meningkat. Juga ditandai oleh jumlah dan besar mithochondria bertambah.

= Pemberian recovery dalam aktivitas olahraga bisa memperlama waktu penampilan, disebabkan dengan adanya recovery timbunan asam laktat berkurang. Sering dengan aktivitas intermitten.

= Orang yang kelelahan bukan disebut dengan kehabisan tenaga, tetapi tak bisa menampilkan/mengeluarkan tenaga, karena: sakit, takut cedera, bloking rangsang.

= Pengukuran ambang anaerobik diperlukan untuk menentukan kemampuan dalam endurance submaksimal. Juga bisa dipakai sebagai patokan baru dalam zona latihan dinamis.

= Perlu adanya penelitian sehubungan dengan keadaan lapangan, sehingga pelatih mendapatkan patokan yang sesuai dengan kondisi lapangan.

## BAB IV

### THERMO-REGULATOR, CAIRAN ELEKTROLIT dan AKLIMATISASI

#### Thermo-regulator

#### Aklimatisasi

Yang disebut aklimatisasi ialah proses adaptasi terhadap iklim. Selain iklim berarti : suhu, humidity, angin, bawah air, dan tempat (terjadi perbedaan waktu).

Seseorang yang datang ke tempat panas dari daerah dingin maka penampilannya secara umum akan menurun. Tetapi setelah berlatih beberapa waktu, penampilannya akan kembali normal. Begitu sebaliknya, orang dari daerah panas ke tempat daerah dingin akan mengalami hal serupa. Waktu yang dipakai dalam proses adaptasi lebih cepat bagi orang dari daerah dingin ke daerah panas.

Ketinggian akan menyebabkan seseorang mudah kekurangan O<sub>2</sub>, hal tersebut disebabkan karena kadar O<sub>2</sub> di udara makin menipis. Kalau seseorang berlatih cukup lama di tempat yang tinggi, maka kualitas darah akan menjadi lebih baik antara lain jumlah butir darah merah dan haemoglobin meningkat. Selain pengaruh udara tipis, suhu di tempat tinggi rendah, dan gravitasi bumi juga kecil. Gravitasi yang lebih kecil ini menyebabkan prestasi anaerobik akan meningkat.

Penelitian pengaruh tanpa gravitasi (tanpa bobot) belum banyak dipublikasikan. Bawah air menyebabkan tekanan pada tubuh meningkat. Banyak orang tak tahan mendapat tekanan 1,5 atm. Pada kedalaman air 10 meter seseorang akan mendapat tekanan sekitar 2 atm. Proses pengambilan nafas (meskipun memakai SCUBA) jadi berat, begitu pula proses pertukaran gas/cairan dalam tubuh mengalami gangguan.

Angin berpengaruh sekali dalam kecepatan lari. Juga berpengaruh sekali dalam proses pembuangan panas.

Humidity berpengaruh dalam proses penguapan keringat. Kalau humidity sekitar tinggi ( lembab), maka proses penguapan keringat terganggu, sehingga peluh tak menguap. Titik-titik peluh yang keluar akan menjadi satu, sehingga peluh akan tampak sebagai tetesan peluh.

Tempat akan menyebabkan perbedaan waktu, sehingga seseorang yang datang dari arah timur yang cukup jauh akan merasakan pagi hari (di tempat baru) sebagai siang hari. Kalau seseorang berada pada belahan bumi sebelah timur, maka ia akan merasakan siang hari sebagai malam hari. Ini mengakibatkan penurunan penampilan. Kepekaan untuk mengetahui waktu yang dirasakan oleh tubuhnya karena tubuh memiliki “jam tubuh”.

## BAB V

### PROSES PELATIHAN, KOMPONEN DASAR, FITNESS DAN TALENT

#### PROSES PELATIHAN

Latihan dalam fisiologi adalah aktivitas rutin dengan metode yang memiliki tujuan. Bentuk dan metode yang berbeda menyebabkan hasil yang berbeda pula.

Latihan pada anak yang sedang tumbuh berbeda dengan yang sudah dewasa, mengingat bahwa anak yang sedang tumbuh sering perkembangannya tak dihiraukan. Pada anak yang sedang tumbuh (samapai usia 17-19 tahun untuk laki-laki), perlu dipikirkan perkembangan fisik dan mentalnya. Pada usioa tersebut janganlah memaksakan perkembangan otot, lebih baik kearah kecepatan dan lainnya. Kalau terjadi overaktivitas kadang menyebabkan pertumbuhan tinggi akan berhenti. Sedang aktivitas dengan beban berat badannya akan memacu pertambahan tinggi, selain tinggi dipengaruhi faktor lain seperti : genetik, nutrisi.

Latihan pada orang dewasa memiliki tujuan :

- memelihara
- rekreasi
- prestasi

Dalam latihan dikenal SAID (Spesific Adaptation to Imposed Demand), ialah latihan tertentu akan menyebabkan hasil latihan tertentu pula. Sebagai contoh latihan beban berat akan menyebabkan kekuatan otot akan meningkat, tetapi kecepatan otot relatif tetap.

Tahap penionggkatan penampilan tidaklah sederhana yang kita bayangkan. Perlu tahap demi tahap dan ini disebut dengan proses adaptasi yang makin lama makin meningkat (super kompensasi). Kalau selama istirahat mengalami kekurangan waktu (kurang dari 24 jam), maka super kompensasi terhadap nilai fisik (bukan ketrampilan) sukar terjadi, sehingga perlu diperdebatkan apakah latihan fisik lebih dari 4 kali seminggu dapat dipertanggungjawabkan.

Hasil latihan dapat dipantau dengan cara melakukan evaluasi penampilan baik fisik maupun ketrampilannya.

Perubahan yang terjadi pada latihan ada 3 macam :

- o waktu pendek
- o waktu sedang

- o waktu lama

Pada latihan waktu pendek tak akan terjadi perubahan yang menetap, hanya terjadi perubahan yang bersifat sesaat dan kembali lagi ke keadaan semula. Sedang dengan latihan dengan waktu lama akan terjadi perubahan yang bersifat menetap. Kapan orang disebut terlatih? Hal ini sering timbul banyak masalah. Dalam buku pelatihan ternyata dengan berlatih 16 x sudah bisa dikatakan terlatih, sebab sudah ada perubahan yang menetap. Misalnya hypertropi otot akibat latihan angkat berat.

Akibat latihan yang lama :

- Pertumbuhan bagi anak yang sedang tumbuh akan optimal
- Sistem saraf, terjadi peningkatan kecepatan rangsang, koordinasi, pola pikir, dan lainnya.
- Sistem otot, terjadi peningkatan kekuatan, masa otot bertambah, simpanan glikogen bertambah, myoglobin bertambah, ATP bertambah besar dan jumlah mitochondria bertambah, fleksibilitas bertambah, dan lainnya.
- Jantung, volume sedenyut bertambah, frekwensi menurun, otot jantung menebal.
- Vasculaer, bertambah elastis
- Darah, jumlah totalnya bertambah
- Paru-paru, kapasitas dan FEV bertambah
- Status psycologis menjadi baik.

## KOMPONEN DASAR

### Kekuatan

Merupakan kemampuan mengangkat beban berat secara maksimal. Alat yang dipakai untuk mengukur ialah Dynamometer.

Kekuatan otot tergantung : panjang otot sebelum kontraksi, beban sebelum kontraksi, macam otot, masa otot, dan kemauan. Satuan dari kekuatan adalah Kg (berat).

#### Kecepatan

Satuan dari kecepatan otot ialah seberapa cepat otot berkontraksi. Satuan kecepatan ialah meter/detik.

#### Power

Power adalah kemampuan otot untuk menghasilkan kerja eksplosif. Merupakan hasil kali kekuatan dan kecepatan. Satuannya adalah Kg(berat) x meter/detik. Kalau dilihat sebenarnya power ini ialah besarnya usaha/waktu.

Test dari power yang hanya sesaat: Vertical, board jump. Pengertian test ini sering rancu dengan test daya tahan anaerobik.

#### Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah kualitas yang memungkinkan segmen (bagian tubuh), bergerak semaksimal mungkin menurut kemungkinan gerak. Nama lain adalah kelentukan.

Fleksibilitas tergantung pada : keluasaan gerak dan keadaan sendi (Range of moment), jaringan ikat sendi, elastisitas otot yang melewati sendi, maupun jaringan lain diluar sendi. Test fleksibilitas cukup banyak, salah satunya adalah Sit and reach.

#### Daya Tahan

Kadang dalam buku disebut dengan kapasitas.

Daya tahan ada 2 macam yaitu : Aerobik dan Anaerobik. Pembagian lain ialah Lokal dan umum (general).

Daya tahan Aerobik, kualitas yang membuat atlet mampu bekerja terus menerus dalam keadaan aerobik. Nama lain dari kemampuan ini ialah: Aerobik power, Aus Dauer. Umumnya tingkat kerja dalam keadaan sub-maksimal.

Prinsip daya tahan ini adalah kebutuhan akan O<sub>2</sub> (sesuai dengan tingkat kerja) tak boleh melebihi kemampuan pengambilan O<sub>2</sub> max (VO<sub>2</sub> max). Pada umumnya tak boleh melebihi  $\pm 65 - 85 \% \text{ VO}_2 \text{ max}$  (baca energi sistem).

Yang sangat mempengaruhi kemampuan ini ialah : kadar O<sub>2</sub> luar, paru-paru, sirkulasi, keadaan otot, tingkat kerja dan efisiensi kerja. Jelas pada keadaan terlatih efisiensi kerja bisa mencapai 37 %, sedang normalnya hanya  $\pm 20\%$ .

Test untuk daya tahan ini cukup banyak, misalnya lari 12 menit, Harvard step test. Sekarang yang paling tepat adalah dengan test lari/naik sepeda beban dan ditera dengan pemeriksaan kadar asam laktat darah.

Daya tahan Anaerobik, kualitas yang membuat atlet mampu bekerja terus menerus dalam keadaan anaerobik, nama lain dari kemampuan ini adalah Stamina. Tingkat kerjanya maksimal.

Prinsip daya tahan anaerobik ini ialah hutang O<sub>2</sub> (O<sub>2</sub> debt). Normal besar O<sub>2</sub> debt sebesar  $\pm 20$  liter O<sub>2</sub>, ini sesuai dengan kemampuan dari cadangan alkali sebagai buffer. Dalam buku lain kemampuan buffer ini disebut dengan toleransi asam laktat. Daya tahan anaerobik ini tergantung dari : tingkat kerja (terbentuknya asam laktat), simpanan/cadangan alkali, faktor kelelahan sebelumnya, cedera dan metabolit, kemampuan fisiologis dan psikologis.

Dari penelitian ternyata kemampuan fisiologis lebih besar di banding kemampuan psikologis sekitar 30%.

Test daya tahan anaerobik ialah Margaria, shuttle run dll. Dengan pemeriksaan asam laktat darah dengan sepeda beban dapat dihitung seberapa besar kemampuan anaerobiknya.

Kelincahan



Kelincahan adalah kemampuan mengubah gerak dengan cepat dan benar. Kelincahan lebih merupakan gabungan antara power dan fleksibilitas.

### Fitness dan Talent

Arti fit adalah mampu atau cocok, jadi arti fitness adalah kecocokkan atau kemampuan. Kemampuan ini dalam arti umum sangat rancu, seperti meski seseorang mampu lari maraton belum tentu ia mampu bekerja sebagai pegawai yang kerjanya hanya duduk. Jadi pengertian fitness adalah relatif.

Seorang atlet disebut fit kalau ia mampu melakukan penampilannya tanpa rasa lelah yang berarti.

Kemampuan anatomis adalah kemampuan atas dasar ia memiliki tubuh tak cacat, sedang kemampuan fisiologis adalah kemampuan yang dipunyai dan dapat melakukan pekerjaannya dengan tangkas dan relatif tak mudah lelah.

Kemampuan jasmani dibagi :

- kemampuan statis/anatomis
- kemampuan dinamis. Dapat melakukan gerak dinamis tanpa rasa lelah yang berarti
- kemampuan gerak tangkas (motor skill).

Secara umum seseorang yang memiliki kemampuan, memiliki fungsi alat tubuh yang lebih baik.

Test kemampuan statis biasanya diberikan oleh seorang dokter dalam prakteknya dan memberikan surat keterangan sehat.

Test kemampuan dinamis ada dua : aerobik dan anaerobik.

Test kemampuan motor skill dengan test ketrampilan, misalnya kemampuan wall volley, drable, dan lainnya.

Talent, berarti bakat. Seseorang disebut berbakat bila dalam relatif singkat ia memiliki kemampuan yang baik atau meningkat. Proses latihan dan metode sangat berperan dalam melihat perkembangan penampilannya.

Talent dari segi fisik berbeda dengan talent lainnya. Talent ini sangat penting mengingat bakat kemampuan dari sudut fisik ada cara pengetesannya. Seperti halnya IQ talent fisik ini dasar dan tak mungkin (sukar) berubah. Kita harus berhati-hati melakukan test ini sebab kalau test tersebut menghasilkan peningkatan kualitas berarti test tersebut salah. Kalau test ketrampilan jelas dari akibat dari latihan, sebagai contoh seorang yang berlatih lebih lama dalam satu cabang olahraga, maka ia akan menampilkan hasil test yang lebih baik dari orang lain. Tetapi belum tentu ia mampu sampai ke puncak prestasinya. Ada kemungkinan ia tak memiliki talent fisik, sebagai contoh dari talent fisik adalah test mata "Tootpick-straw convergensi", "String and bootom binocularity". Test hexagas untuk melihat kelincahan dan power.

## BAB VI

### SEX dan UMUR, DOPING

Sex berarti jenis kelamin. Laki-laki memiliki kromosom sel yang berjumlah 22 pasang + xy, sedang perempuan memiliki 22 pasang + xx.

Dari perbedaan kromosom tersebut, maka terjadi perbedaan pula dalam anatomis, fisiologi dan psikologisnya. Perbedaan anatomi dan psikologis diterangkan oleh keilmuan lain.

Secara fisiologis laki-laki dewasa memiliki hormon androgen lebih banyak dari perempuan. Sehingga kemungkinan perkembangan otot lebih besar, begitu pula tinggi badannya.

Umumnya penampilan kekuatan, power laki-laki lebih besar kira-kira 4/3 dari perempuan. Sedang penampilan lain tak ada perbedaan.

IOC dalam peraturannya menyebutkan bahwa kelompok perempuan harus dilindungi, sehingga pada pertandingan yang bersifat nasional/internasional, perempuan harus memiliki tanda bukti diri yang menyebutkan bahwa ia benar-benar perempuan. Test tersebut disebut dengan sex chromatin test.

### Grafik pertumbuhan

Pada grafik pertumbuhan diatas tampak bahwa perempuan kira-kira usia sekolah SLTP lebih cepat pertumbuhannya dibanding laki-laki, sedangkan pada masa tumbuh laki-laki  $\pm 18 - 20$  tahun, lebih lama  $\pm 2$  tahun dari masa tumbuh perempuan  $\pm 16 - 18$  tahun.

Dari hasil penelitian didapat bahwa pertumbuhan (tinggi) seseorang banyak sekali dipengaruhi oleh beberapa faktor : Genetik, Gizi, Aktivitas, Jenis kelamin. Di bawah ini adalah tabel prakiraan tinggi seseorang setelah ia dewasa dengan data umur dan tinggi saat diukur. Dengan perhitungan sederhana dapatlah dicari prakiraan tinggi.

Percentage of Mature Height Attained  
At Different Ages

Chronologic Age (yr)	Percentage of Eventual Height	
	Boys	Girls
1	42.2	44.7
2	49.5	52.8
3	53.8	57.0
4	58.0	61.8
5	61.8	66.2
6	65.2	70.3
7	69.0	74.0
8	72.0	77.5
9	75.0	80.8
10	78.0	84.4
11	81.1	88.4
12	84.2	92.9
13	87.3	96.6
14	91.5	98.3
15	96.0	99.1
16	98.3	99.6
17	99.3	100.00
18	99.8	100.00

## Tabel prakiraan tinggi tubuh

Contoh : kalau seseorang (anak) laki-laki ketika diukur berumur 11 tahun dan memiliki tinggi badan 135 cm, maka ia bertinggi 81.1% dari dewasa. Jadi perkiraan tinggi setelah ia dewasa adalah  $100/81.1 \times 135 \text{ cm} = 166,5 \text{ cm}$ .

Perempuan dewasa pada tiap bulannya mengalami haid kalau tidak hamil. Ini sering mengganggu penampilan kalau sedang berolahraga/bertanding. Kalau hal tersebut mengganggu pertandingan, maka proses haid dapat diajukan atau diundur dengan memakai obat-obatan.

Umur berpengaruh sekali dalam proses latihan. Proses latihan lebih baik sedini mungkin, hal ini disebabkan adanya konsep bahwa, manusia adalah makhluk yang mudah mengalami adaptasi. Perlu diperhatikan tahap-tahap dari sudut psikologis, anatomis, maupun fisiologis. Janganlah memberi beban berlebihan pada anak yang sedang tumbuh.

Pada usia yang lebih tua maka akan terjadi penurunan penampilan. Hal ini wajar karena fungsi organ secara fisiologis mulai menurun. Akan terjadi kekakuan otot, kekakuan pembuluh, maupun penurunan fungsi koordinasi dan reaksi.

## DOPING

Doping diambil dari kata dope, yang merupakan dialek dari suku bangsa di Afrika Selatan. Sejak dulu sudah dikenal pemakaian ramuan obat-obatan dari tumbuhan yang dipakai oleh orang agar penampilannya bertambah dengan tujuan kemenangan.

Tahun 1886 tercatat dalam sejarah seorang atlet meninggal karena pemakaian trimetil yang berlebihan.

Karena pemakaian (penyalahgunaan) obat tersebut sudah meluas dan bisa membahayakan atlet, maka tahun 1967 IOC sebagai badan dunia membuat aturan yang melarang pemakaiannya. Adapun daftar obat-obatan yang termasuk doping di KONI sudah ada.

Kasus yang terkenal pada pemakaian doping ialah Ben Jhonson, pelari 100 meter di Seul. Juga pada olahraga angkat berat dan balap sepeda sering terjadi kasus doping.

Bagaimana doping dapat meningkatkan prestasi, masih merupakan pendapat pro-kontra. Beberapa peneliti yang mengatakan bahwa doping dapat meningkatkan prestasi, tetapi ada pula penelitian mengatakan bahwa pengaruh doping bersifat placebo.

Masalahnya sekarang apakah obat (doping) yang digunakan oleh atlet tersebut etis, fair atau tidak? Untuk masa mendatang ada beberapa keadaan yang juga dianggap doping, misalnya memasukkan darahnya sendiri yang sebelum diambil selama latihan dan dimasukkan kembali pada waktu bertanding. Bagaimana pula dengan doping yang bersifat psikologis?

## TALENT DARI SEGI FISIK

### Pendahuluan

Pada perkembangan terakhir, Fisiologi merupakan ilmu yang mempelajari fungsi tiap-tiap organ tubuh manusia. Peranan fisiologi ddalam mempelajari gerak manusia sangat besar, sebab merupakan dasar yang dapat menerangkan mengapa tubuh bisa melakukan gerak dengan kekuatan tertentu dan mempertahankannya dalam waktu tertentu.

Seperti halnya kemampuan otak, maka kemampuan fisik juga didasari oleh kaidah-kaidah tertentu, misalnya bagaimana seseorang melakukan sesuatu kegiatan untuk mencari tujuan tertentu. Namun justru kaidah-kaidah tersebut sering dilanggar sendiri oleh pendidik maupun pelatih sebagai misal : proses latihan cukup dilakukan beberapa kali saja, pada hal proses latihan berlanjutan dan terus menerus. Pelatih jarang melakukan evaluasi padahal evaluasi merupakan hal yang penting untuk menilai kemajuan. Pelatih sering memaksakan agar seseorang berprestasi tinggi padahal ada batas kemampuan (limitation) yang sangat tergantung dari bakat.

Berbicara tentang talent (bakat) banyak orang sering salah menilai, sehingga sering pula terjadi kesalahan dalam melatih. Hal ini terutama terlihat pada waktu seseorang dipaksa menjadi ahli/pemain, padahal sebenarnya ia tak berbakat sama

sekali. Yang menjadi masalah sekarang adalah bagaimana seseorang disebut berbakat? Kapan dan bagaimana?

Untuk memudahkan, tulisan berikut akan membahas :

Otak dan fungsinya

Otot dan fungsinya

Pertumbuhan dan perkembangan

Penampilan

Talent dan pengukurannya untuk pemain tenis

Interprestasi pengukuran.

#### Otak dan Fungsinya

Otak terletak di kepala dan merupakan jaringan yang sangat lunak, sehingga diperlukan penutup untuk melindunginya berupa tulang kepala yang sangat kokoh dan kuat.

Dalam fungsinya otak memerlukan serabut-serabut saraf yang datang dari dan atau menuju ke tempat tertentu sehingga otak dapat menerima rangsang dan memerintah alat-alat tertentu. Contoh : Mata menerima rangsang sinar dari luar yang diterima oleh retina dan kemudian diteruskan ke otak dan dirasakan sebagai melihat benda. Setelah diproses, jawaban terhadap rangsang tersebut akan dihantarkan menuju ke otot, sehingga otot memendek (kontraksi).

Secara garis besar maka fungsi otak adalah sebagai berikut :

- Percepsi, kadang dalam buku disebut recepsi. Fungsi ini antara lain sebagai penerima rangsang yang berasal dari luar maupun dalam dari dalam tubuhnya sendiri. Fungsi ini sering disebut sebagai Panca Indera. Indera yang sangat penting dalam olahraga tenis adalah penglihatan, keseimbangan dan rasa gerak (kinaestesi).



- Motoris, atau disebut sebagai penggerak. Fungsi ini dalam dunia olahraga sangat berhubungan dengan otot seran lintang (otot skelet) yang hanya bisa diperintah dengan kesadaran. Biasanya makin kuat kemauan makin kuat otot pula kontraksi otot.
- Motor-Skill. Fungsi motor-skill sangat berkaitan dengan fungsi dari otak kecil (cerebellum) yang memiliki fungsi sebagai koordinator rangsang baik yang menuju otak maupun yang meninggalkan otak. Contoh dari kelainan fungsi cerebellum adalah adiadocho phenomena, ialah seseorang tak dapat melakukan gerak yang berlawanan dengan cepat.
- Memori, Analisa, program dan fungsi Psychis lainnya. Fungsi ini mestinya akan dibahas dalam topik lain yang berhubungan erat dengan psikologi.

#### Otot dan Fungsinya

Masa otot pada tubuh manusia normal cukup besar ialah sebesar kira-kira 50 % dari berat tubuh. Porsi otot yang besar dalam tubuh sejalan dengan fungsi utama dari otot ialah bergerak. Otot yang berperan dalam olahraga adalah jenis otot skelet (yang sebagian besar melekat pada tulang)

Dalam fungsinya otot berkehendak memendek/mengkerut/kontraksi. Karena otot dalam perlekatannya pasti melewati sendi sedikitnya satu sendi maka akibat dari pemendekan otot maka bentuk sendi akan berubah. Dengan demikian timbullah perubahan bentuk tubuh dan kita menamakannya sebagai gerak.

Otot memiliki sifat dan fungsi yang sangat unik/rumit. Sifat tersebut antara lain :

1. Kalau dipanjangkan sebelum berkontraksi maka kekuatan otot akan bertambah.
2. Otot yang suhunya sekitar 39 derajat celcius paling optimal penampilannya.
3. Pada umumnya otot yang memiliki massa besar kontraksinya lebih kuat dan lebih cepat.
4. Makin kuat perintah makin kuat pula kontraksinya.
5. Otot yang lelah akibat kerja terlalu keras dan lama kontraksinya akan melemah.
6. Pemberian beban sebelum kontraksi, akan memeperkuat kontraksi.
7. Otot yang terlatih akan kehilangan tenaga yang lebih kecil dibanding otot tak terlatih, pada beban yang sama.
8. Meskipun massa otot kecil kalau terlatih, akan berkontraksi lebih kuat dan lebih cepat.
9. Pada otot yang baik, justru dalam keadaan relaksasi tiak tegang.
10. Sifat otot sesuai dengan jenis latiknya. Sering disebut : SAID (Specific Adaptation to Imposed Demand).
11. Daya tahan otot banyak di tunjang oleh fungsi system cardio-respirasi seseorang.

## Pertumbuhan

Yang dimaksud dengan pertumbuhan ialah bertambahnya tinggi seseorang. Masa pertumbuhan memiliki batas umur. Ada perbedaan yang cukup mencolok antara anak laki-laki dan perempuan.

Pada grafik pertumbuhan diatas tampak bahwa perempuan kira-kira usia sekolah SLTP lebih cepat pertumbuhannya dibanding laki-laki, sedangkan pada masa tumbuh laki-laki  $\pm 18 - 20$  tahun, lebih lama  $\pm 2$  tahun dari masa tumbuh perempuan  $\pm 16 - 18$  tahun.

Pertumbuhan (tinggi) seseorang banyak sekali dipengaruhi oleh beberapa faktor:

1. Genetik, tinggi seseorang banyak dipengaruhi oleh faktor genetik dari kedua orang tuanya. Bila kedua orang tuanya tinggi-tinggi, anaknya juga tinggi.
2. Gizi, tinggi seseorang dipengaruhi oleh masukan gizi selama tumbuh.
3. Aktivitas, tinggi seseorang dipengaruhi oleh kualitas gerak selama masa tumbuh.
4. Sex, laki-laki umumnya lebih tinggi dari perempuan.
5. Lingkungan, lingkungan juga mempengaruhi pertumbuhan seseorang.

#### Grafik pertumbuhan

Mengingat tinggi seseorang dapat merupakan keuntungan dalam beberapa cabang olahraga maka sangatlah penting untuk mengetahui seberapa tinggi seseorang bila ia kelak dewasa.

Di bawah ini adalah tabel prakiraan tinggi seseorang setelah ia dewasa dengan data umur dan tinggi sekarang. Dengan perhitungan sederhana dapatlah dicari prakiraan tinggi tersebut.

Chronologic Age (yr)	Percentage of Eventual Height	
	Boys	Girls

1	42.2	44.7
2	49.5	52.8
3	53.8	57.0
4	58.0	61.8
5	61.8	66.2
6	65.2	70.3
7	69.0	74.0
8	72.0	77.5
9	75.0	80.8
10	78.0	84.4
11	81.1	88.4
12	84.2	92.9
13	87.3	96.6
14	91.5	98.3
15	96.0	99.1
16	98.3	99.6
17	99.3	100.00
18	99.8	100.00

Tabel prakiraan tinggi

Contoh : kalau seseorang (anak) laki-laki sekarang berumur 11 tahun dan memiliki tinggi badan 135 cm, maka ia sebenarnya beringgi 81.1% dewasa. Jadi perkiraan tinggi setelah ia dewasa adalah  $100/81.1 \times 135 \text{ cm} = 166,5 \text{ cm}$ .

### Perkembangan

Dalam bidang psikologi perkembangan diartikan dengan bertambahnya kemampuan tubuh, termasuk kemampuan melakukan gerak, kemampuan kognitif, penambahan besar otot, kematangan berpikir, penambahan berat badan, dan lainnya. Jadi pengertian perkembangan lebih luas dari pertumbuhan, sebab pengertian pertumbuhan hanya dalam hal tinggi tubuh.

Manusia adalah makhluk yang adaptable artinya lebih mudah melakukan penyesuaian dengan lingkungannya, mudah diubah sesuai dengan perlakuan yang diberikan, apalagi kalau ia masih muda.

Konsep inilah yang dipakai dalam pendidikan sehingga makin dini ia dididik makin baik hasilnya. Berbeda dengan masa pertumbuhan, masa perkembangan tak dibatasi oleh umur, tetapi kecepatan perkembangan akan menurun setelah ia berumur  $\pm 27$  tahun. Dengan demikian masa pertumbuhan dibatasi oleh umur, sedangkan masa perkembangan tak dibatasi umur.

### Penampilan

Bagaimana tubuh menampilkan dirinya dalam olahraga? Penampilan seseorang dalam olahraga tergantung pada beberapa faktor, antara lain :

- Komponen dan bentuk tubuh.

Fungsi Cardio-respirasi

Fungsi dan jenis otot

Somatotype

- Kontrol system

Fungsi Neuro muscular

- Komponen dan bentuk tubuh.

Fungsi cardio-respirasi : terutama berperan dalam supply energi dengan system transportasi bahan dan gas ( $O_2$  dan  $CO_2$ ). Dalam olahraga tenis, ternyata untuk mencari 1 point tak banyak memerlukan waktu yang lama. Jarang yang melebihi waktu 30 detik. Energi pada permainan tenis lebih mengarah kepada energi

anaerob (relatively high maximum O<sub>2</sub> consumption). Bagaimanapun juga memiliki fungsi cardio-respirasi yang baik merupakan keuntungan untuk mempertahankan Stamina dan Recovery antar point, serta keuntungan bagi pemain dimana lawannya sederajat (equal skill).

Fungsi dan jenis otot : Otot yang digunakan dalam permainan tenis lebih mengarah kepada sifat yang cepat, eksplosif, serta memerlukan gerakan yang halus dan gradasi yang halus sehingga lebih kearah akurat. Gerakan tersebut memerlukan jenis otot putih  $\pm$  60% dan banyak motor unit, sehingga menghasilkan gerakan yang cepat dan luwes.

Somatotype : Pemain tenis bentuk tubuhnya lebih kearah ectomorph, dimana pusat titik berat lebih ke bawah dan memiliki tangan yang relatif panjang. Lemak tubuh yang ideal tak lebih dari 18% bagi laki-laki dan 12% bagi perempuan.

Kontrol system : Sering dalam buku disebut sebagai fungsi Neuro-muscular, dimana system ini lebih dominan kepada system sarafnya.

Gambar petenis

Ada beberapa hal yang perlu diketahui: Reaksi, reflek, antisipasi, otomatisasi. Kontrol system bagi pemain tenis memberikan sumbangan sebesar 70% dari penampilannya. Sebagai perbandingan, kontrol system bagi pelari sumbangannya hanya 20%.

Gambar petenis

Reaksi: adalah jawaban terhadap rangsang yang datang dari luar dan disadari. Waktu reaksi adalah waktu yang diperlukan untuk menjawab rangsang yang disadari, merupakan waktu mulai melihat (menerima), diterima oleh otak (disadari), berpikir (mengingat, memerlukan program), memilih alternatif, memerintah otot agar memendek. Hal ini sering terjadi di Laboratorium, sedang dilapangan lebih sering disebut sebagai waktu bergerak. Waktu bergerak adalah waktu yang dipakai untuk menjawab rangsang yang datang dan jawaban tersebut lebih merupakan jawaban yang telah dipilih sesuai dengan kontrol program yang telah ada dibenaknya. Waktu reaksi/bergerak bagi pemain tenis memerlukan kecermatan mata, motor learning, motor program, perhatian. Gerakan bola mata harus cepat, sebab kalau tidak maka ia akan terlambat memberikan jawaban.

Dalam permainan tenis dikenal istilah: bila bola serve datang dengan kecepatan 125 mill/jam, maka sebenarnya bola datang dengan kecepatan  $\pm 30$  meter/detik. Bila gerakan bola mata dengan melirik kurang cepat (biasanya disertai dengan menoleh), maka ia akan terpesona melihat bola datang begitu cepatnya. Tanpa memerlukan jawaban. Normal ia harus bisa melihat bola dengan kecepatan sudut pandang  $\pm 30^\circ$ /detik.

Gambar petenis



Reflek: adalah jawaban terhadap rangsang yang tak disadari. Waktu reflek sangat cepat, monoton, tak terarah. Dengan demikian kita tak usah mendiskusikannya sebab dalam dunia olahraga sesuatu yang tak disadari tak bisa diajarkan. Dalam pendidikan/pelatihan kita selalu mengajarkan yang disadari.

Antisipasi: merupakan jawaban yang rangsangannya merupakan hasil perkiraan dan jawaban tersebut disadari. Jadi antisipasi adalah reaksi yang rangsangannya diperkirakan. Hal ini lebih sering merupakan pilihan bila bola datang dengan sangat cepat. Antisipasi merupakan pengalaman yang dialami sebelumnya, sehingga pemain akan melakukan program bagi dirinya sendiri.

Automatisasi: adalah reaksi yang sangat terlatih. Merupakan hasil dari latihan/belajar sehingga waktu reaksi sangat cepat, akurasi baik. Sangat cepatnya waktu reaksi ini sehingga seorang sering salah menyebutnya sebagai reflek. Padahal tetap merupakan jawaban sadar.

#### Talen dan Pengukurannya pada Pemain Tenis

Talent berarti kecakapan. Hal yang dekat sekali artinya dengan talent adalah ability (kemampuan), intelligence (cerdas) dan aptitude (kecakapan) sehingga kadang-kadang penulisannya bersama-sama. Intelligence adalah kemampuan untuk berpikir, belajar, dan memecahkan masalah baru. Kadang seseorang dengan latihan sebentar sudah dapat mengalahkan orang lain yang berlatih cukup lama. Orang tersebut

sering disebut memiliki “intelligence” tinggi. Kalau dikaitkan dengan olahraga, maka lebih sering disebut dengan aptitude (kecakapan).

Kecakapan tiap orang berbeda, begitu pula kecakapan dalam bidang-bidang tertentu. Kalau seseorang memiliki kemampuan dalam banyak hal maka ia disebut memiliki general intelligence. Kemampuan ini dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: keturunan (basic intelligence), lingkungan, pendidikan dan kemauan.

Seperti dituliskan sebelumnya, bahwa tinggi seseorang sangat tergantung pada faktor keturunan. Demikian pula kecakapan dalam berolahraga sangat dipengaruhi oleh faktor keturunan. Hal ini bisa ditinjau dari sudut fisik dan sifat lainnya yang banyak sekali dipengaruhi oleh genetik. Meskipun demikian faktor pendidikan tak kalah pentingnya dalam perkembangan selanjutnya.

Sekarang sedang populer istilah “bakat”, dimana bakat ini tak jauh pengertiannya dengan talent/aptitude. Banyak orang mengatakan bahwa ia berbakat sekali, padahal setelah dilatih cukup lama pengembangan bakat tak pernah memuaskan. Timbullah pertanyaan dalam benak kita, apakah benar ia berbakat? Mungkin terjadi kesalahan cara pengambilan diagnosa bahwa ia berbakat adalah, atau kesalahan pada program yang diberikan kepadanya.

Kalau kita lihat dari sudut perkembangan maka tiap orang memiliki kurva yang mirip yang disebut dengan kurva “S”. Kalau ia berada dalam posisi terjal maka dengan berlatih sebentar saja ia akan menunjukkan perbedaan yang nyata.

Fungsi pelatih sebenarnya adalah mengoptimasikan kemampuan/bakat seseorang. Seperti halnya sekolah, maka melatih memerlukan penjuruan yang harus ters dievaluasi sampai ia benar-benar optimal.

Di bawah ini ada beberapa test khusus bagi pemain tennis sehubungan dengan kualitas fisik dan nilainya.

	Componenta teste	Test	Relative impotence of test to overall score
The Control System	Visual convergence	1. Toothpick Straw Convergence	10%
	Visual binocularity	2. String and Button Binacularity	10%
	Reaction time with cheice	3. Latham Yardstick Reaction Time	10%
	Anticipation	4. Yardstick Anticipation	10%
	Agility	5. Hexagon	15%
	Control precision, mutulimb coordination, aiming	6. Nerf Ball Stroke Strukture	15%
Body Composition	Explosiveness	7. Vertical Jump	15%
	Hip range of motion	8. Internal/External Hip Rotation	8%
	Shoulder range of motion	9. Shoulder Range of Motion	7%

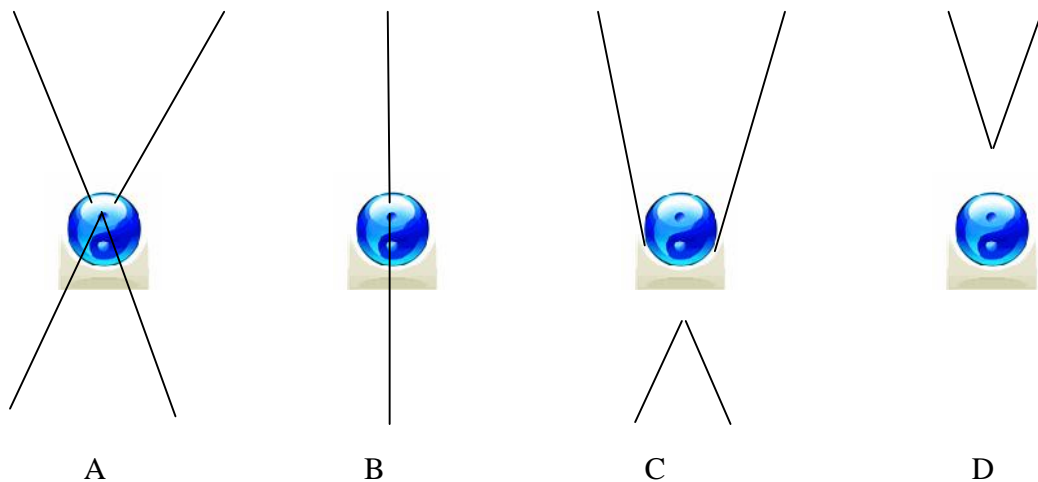
1. Toothpick-straw convergence.

Merupakan test sederhana untuk mengetahui seberapa jauh seseorang bisamelakukan kovergensi mata. Apabila ia mampu melakukan dengan benar maka bola mata dapat bergerak dengan cepat dan cermat. Cara: ambillah sebuah tusuk gigi dan sedotan minuman ringan dari plastik. Peganglah pada kedua ujung masing-masing dengan ibu jari dan telunjuk (lihat pada gambar 5). Dengan lengan yang bebas tanpa menyentuh badan atau barang lain masukkan ujung tusuk gigi yang bebas ke dalam sedotan dengan jarak  $\pm 2,5$  cm di depan hidung. Dalam tes ini diperlukan pengamat dan penggaris. Orang coba dilarang melakukan percobaan sebelumnya. Kalau ia tak mampu sekali coba, maka diulangi dengan jarak  $\pm 7,5$  cm di depan hidung. Kalau ia mampu pada jarak 2,5 cm maka nilainya 10, pada jarak 7,5 nilainya 5 dan 0 kalau gagal.

Gambar 5

2. String and bottom binocularity. Merupakan test untuk mengetahui kecermatan mata dalam melihat 3 dimensi. Lebih merupakan jarak benda terhadap dirinya dan merupakan hasil belajar. Bila ada gangguan maka ia sukar memperkirakan jarak benda yang datang pada dirinya, sehingga ia bisa melakukan gerakan terlalu awal atau terlambat (bukan karena reaksi yang lamban). Cara : ambillah benang warna putih dengan panjang  $\pm 120$  cm. Ikatkan ujung benang pada tempat yang sejajar/setinggi mata orang coba.

Masukkan kancing pada ujung benang dan tariklah agar benang tegang. Ujung benang bebas dipegang dan didekatkan ujung hidung. Jauhkan kancing kira-kira jarak 60 cm (ditengah benang) dan perhatikan kesan apa yang terlihat? Normal ia harus memberikan kesan seperti gambar 6 – A. Kalau kesannya seperti 6 – B, maka kemungkinan salah satu matanya ada kecacatan. Bila kesan seperti gambar 6 – C, maka ia sering melakukan reaksi yang terlalu cepat, seolah benda sudah sampai dekat dirinya. Bila kesan seperti gambar 6 – D, maka ia sering bereaksi lambat sebab kesan bola yang datang lebih jauh dari dirinya, padahal bola sudah dekat. Kalau ditemukan kelainan penglihatan 3 dimensi, lebih baik periksakan ke dokter mata. Nilai 10 bagi mata normal, 0 kalau ada kelainan.



Gambar. 6

### 3. Latham yardstick reaction time.

Test ini untuk mengukur waktu reaksi, dengan harapan waktu bergerak juga cepat. Dengan menggunakan penggaris 60 cm dapat dilakukan pengesanan

waktu reaksi orang coba. Ambillah 2 penggaris yang memiliki tanda inchi dan cm. Lihat gambar, posisi duduk, tangan kanan orang coba didepan meja/papan, ujung ibu jari dan telunjuk berjarak  $\pm 2,5$  cm. Masing kedua penggaris diantara ibu jari dan telunjuk kanan kiri. Jatuhkan salah satu penggaris tanpa memberikan aba-aba sebelumnya, dan orang coba melakukan penangkapan tanpa melakukan antisipasi penggaris mana yang akan jatuh. Untuk percobaan berikutnya berjarak waktu  $\pm 10$  detik. Jangan coba mendahului sebelum test. Ambillah hasil yang terbaik dari 10 percobaan. Ingat tak boleh melakukan antisipasi. Apabila ia bisa menangkap pada garis inchi ke : 5, nilainya 10, ke : 6 nilainya 9, ke : 7 nilainya 6 ..... ke : 15 nilainya 0.

Gambar 7 test pakai penggaris

#### 4. Yardstick Anticipation

Test ini untuk mengukur antisipasi.

Percobaan/test ini mirip no. 3, bedanya bedanya ia harus diberi aba-aba dulu dan boleh melakukan antisipasi. Diberitahu bahwa tangkaplah secepat mungkin. Test dilakukan 10 kali dan diambil hasil yang terbaiknya. Bila penggaris yang tertangkap pada garis ke: 0, nilainya 10, ke: 0,5 nilainya 9, ke: 1 nilainya 8, ke 2 nilainya 7 ....., ke : 5 nilainya 0.

#### 5. Hexagon.

Test ini menggambarkan agilitasi, keseimbangan dan koordinasi. Buatlah hexagon (segi enam) dimana jari-jarinya 26 inchi=  $\pm 65$  cm. Lihat gambar. Orang coba berdiri di tengah hexagon, kemudian disuruh meloncat berturut-turut ke sisi A, loncat kembali ke tengah, loncat lagi ke sisi B, loncat lagi ke tengah, seterusnya sesuai arah jarum jam sampai sisi F dan kembali ke tengah,

dan ia melakukan loncatan dengan 1 putaran penuh. Bila seseorang telah selesai satu putaran maka dilanjutkan loncat ke sisi A dan seterusnya. Dilarang melakukan praktek sebelumnya. Hitung berapa waktu yang bisa dilakukan dengan melakukan loncatan 1 putaran penuh. Ulangi percobaan setelah istirahat sebentar sampai 3 kali dan keseluruhan waktu tak boleh dari 20 menit. Jumlahkan waktunya dan dibagi 3.

#### Gambar 8

##### 6. Nerf ball stroke structure

Test ini menggambarkan kemampuan koordinasi, gerakan-gerakan lengan kompleks, kontrol akurasi, dan membidik terutama pada serve. Pada serve diperlukan teknik yang benar agar dicapai sesuatu yang menguntungkan dirinya. Apabila jarak  $\pm 12$  meter untuk laki-laki dan  $\pm 9$  meter untuk perempuan terhadap target. Gerakan melempar alami (lihat gambar). Bola lempar berupa standard Nerf Ball (diameter  $\pm 10$  cm). Target berupa bujur sangkar, bingkai bujur sangkar  $\pm 60$  cm dan diletakkan/dilekatkan dilantai. Bila orang coba melempar dengan gerakan seperti pada gambar dan bola jatuh mengenai dalam bingkai (bukan akibat pantulan) maka ia dinilai 1. orang coba boleh melakukan percobaan awal 5 kali. Hitunglah berapa kali ia mengenai sasaran dengan 15 kali lemparan.

Gambar 9

7. Vertical jump.

Untuk mengukur power kaki dan koordinasi gerak. Test ini sering berguna bagi pemain yang sering enggan mencari posisi yang benar sehingga ia sering melakukan gerakan stroke pada posisi kaki yang salah. Diperlukan tembok, vertikal (lihat gambar 10)

Orang coba menghadap tembok dengan ujung kaki menempel tembok, tumit menempel lantai, tangan menjulur tegak keatas dan ukurlah berapa tinggi raihnya. Untuk menandai tinggi raihan, ujung jari diberi debu kapur. Selanjutnya mundur satu kai ( $\pm 30$  cm), kemudian loncatlah dengan kedua tungkai bersama-sama dengan awalan, agar dihasilkan loncatan yang setinggi-tingginya, tanpa melakukan lari. Raihlah tembok setelah merasa berada setinggi-tingginya dengan meraihkan ke penggaris/tembok. Ukur jarak antara



raihan berdiri tegak dan hasil loncatan dalam inchi. Dilarang melakukan percobaan awal sebelum test. Boleh melkukan warming up. Lakukan test 3 kali dan catat hasil yang paling baik.

Gambar 10

#### 8. Internal External Hip Rotation

Gerakan maksimal dari paha maupun lengan merupakan hal yang penting pada permainan tenis, berikut gerakan follow troughnya pada serve, forehand, dan backhand. Gerakan forehand maupun backhand tidaklah merupakan gerakan tangan ke belakang yang berlebihan, akan tetapi bisa dibantu dengan gerakan pinggang yang lebih kuat dan kokoh (lihat gambar 11). Pada test External hip rotation orang coba berdiri tegak dan kaki telanjang dengan kedua tumit dan lutut saling menempel. Lebarkan kedua ujung kaki keluar dengan mempertahankan tumit tetap menempel. Lakukan gerakan tersebut sampai maksimal dan ukurlah sudut yang terbentuk. Pada test internal hip rotation orang coba berdiri tegak dengan kedua kaki sejajar, kemudian

pindahkan tumpuan berdiri pada kaki kiri, sehingga kaki kanan tak menempel pada lantai dengan bebas, santai. Tempelkan ujung ibu jari kaki kanan pada bola kaki kiri dan putar maksimal kedalam dimana pinggang tetap mengarah ke depan. Letakkan kembali ke lantai dalam posisi maksimal. Ukurlah sudut yang terbentuk. Nilai 4 bila internal hip rotation sudutnya  $\geq 45^\circ$  dan nilai 4 untuk External hip rotation bila sudutnya  $\geq 90^\circ$

Gambar 11

#### 9. Shoulder Ranger of Motion

Orang coba berdiri tegak dengan lengan tangan yang dipakai untuk bermain diletakan disamping leher (lihat gambar 12). Telapak tangan berada di tulang punggung dengan ujung jari menghadap kebawah. Kemudian lengan tangan yang lain ditekuk disampaing belakang punggung dimana telapak tangan menghadap kebelakang. Nilai didapatkan seperti tertera pada gambar, dan untuk menilai kadang-kadang diperlukan seorang pengamat.

Interpretasi pengukuran

1. Bila anda bisa memasukan tusuk gigi kedalam sedotan pada jarak 1 inchi didepan hidung, maka kemampuan penglihatan convergensi baik, artinya anda bisa mengikuti jalannya bola sampai menuju ke raket. Bila anda bisa memasukkan pada jarak 3 inchi maka anda bisa latihan mata.
2. Bila pada tes visual bicularity anda bisa melihat seperti pada gambar 6 – A, maka anda memiliki penglihatan 3 dimensi yang baik, artinya anda bisa memperkirakan jarak benda yang datang dengan tepat. Mengingat permainan tenis sering menggunakan bola yang datang atau menjauh, maka penglihatan 3 dimensi sangat diperlukan. Bila anda melihatnya seperti pada gambar 6 – B, maka anda tak memiliki penglihatan 3 dimensi, artinya anda seolah hanya memiliki satu mata. Maka perkiraan jarak sering meleset, terutama untuk bola yang kecepatannya tak teratur. Harap periksakan ke dokter mata, mungkin bisa dikoreksi. Bila anda melihat benang bersimpangan di depan kancing (gambar 6 – C), maka benda berkesan dekat, padahal jaraknya masih jauh, sehingga anda berkendak memukul awal. Sebaliknya bila yang tampak pada test seperti gambar 6 – D, dimana persimpangan benang berada di belakang kancing, maka kesan penglihatan anda ialah benda masih jauh jaraknya, padahal jaraknya sudah dekat, akibatnya anda sering melakukan pukulan terlambat. Apabila penglihatan 3 dimensi kurang maka bisa diperbaiki dengan latihan cukup dengan test tersebut.
3. Bila anda memiliki nilai 8 keatas maka anda memiliki waktu reaksi yang sangat baik, sedangkan bila anda memiliki nilai 5 – 7 , anda memiliki waktu reaksi yang cukup. Bila anda memiliki nilai kurang dari 4 , sebaiknya anda bermain di baseline .
4. Bila nilai anda 7 atau lebih maka anda memiliki anticipasi yang baik. Memiliki waktu reaksi dan antisipasi yang baik merupakan keuntungan

Dalam permainan tenis. A palagi memiliki penglihatan convergensi dan 3 dimensi yang baik pula.

5. Kelincahan . Bila anda memiliki nilai 15 , maka anda memiliki kelincahan yang  
Baik , juga memiliki power kaki yang baqik pula. Bila nilai anda nilai dibawah 6 maka anda tak memiliki kwelincahan yang cukup bermain tenis dengan baik.
6. Bila anda memiliki nilai 12 atau lebih , maka anda memiliki mator kontrol Yang baik, terutama pada serve dan pukulan overhead. Bila nilai anda dibawah 5, maka anda tak memiliki kemampuan yang baik untuk serve dan overhead.
7. Bila nilai anda 15 maka anda memiliki power kaki yqang sangat baik.  
Anda  
Anda bisa bergerak lebih cepat dibanding orang lain .  
Bila nilai anda kurang dari 6 , maka anda memiliki power kaki yang tak cukup kuat dan cepat untuk bermain tenis dengan baik.
- 8 & 9. Makin tinggi nilai yang anda peroleh, makin baik kelentukan anda ,  
Sehingga dengan didukung tehnik yang benar anda dapat melakukan pukulan yang powerfull.

#### Kesimpulan dan saran

1. Diperlukan beberapa ilmu yang mendukung peningkatan mutu dalam

Pelatihan tenis yang sering disebut Scientific Approach.

2. Berlatih menjadikan seseorang memiliki automatisasi dan dengan pengalihan -  
manya akan memiliki daya antisipasi yang tinggi .
3. Melatih memerlukan evaluasi yang terekam.
4. Fungsi neuoro-musculair ( kontrol system ) lebih dominan dalam olahraga  
Tenis.
5. Diperlukan interpretasi tambahan dan diskusi antar pelatih,  
Pengamat dan ahli lain dalam test pengukuran. Sebagai contoh :  
janganlah berharap orang bermata satu ( tak mampu melihat 3 dimensi /  
binoculair ),  
Dengan nilai 0 , tetapi jumlah total nilai keseluruhannya bisa tinggi.  
Akan menjadi pemain yang baik.
- 6 . Perlu dicari test lain yang lebih terpercaya.

**selesai**