

MENINGKATKAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL OTOT/ LATIHAN OTOT

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo; R.Boyke Mulyana

ABSTRAK

Kemampuan fungsional otot mempunyai 2 (dua) kutub yaitu kemampuan anaerobik dan kemampuan aerobik. Oleh karena itu latihan otot juga mempunyai 2 (dua) kutub, yaitu kutub latihan anaerobik dan kutub latihan aerobik. Kutub anaerobik diwujudkan oleh kekuatan dan daya tahan statis, sedangkan kutub aerobik diwujudkan oleh daya tahan dinamis otot.

Pelatihan untuk meningkatkan kemampuan fungsional otot harus sesuai dengan mekanisme fisiologi pengembangan kemampuan fungsionalnya. Oleh karena itu harus memahami apa yang menjadi rangsangannya dan bagaimana mekanisme terjadinya perangsangan. Rangsang untuk meningkatkan kemampuan anaerobik ialah kondisi anaerobik yang terjadi oleh karena adanya *ischaemia* (kekurangan darah) di dalam otot. *Ischaemia* terjadi oleh karena pembuluh-pembuluh darah di dalam otot terjepit ketika terjadi kontraksi isometrik. Sedangkan rangsang untuk meningkatkan kemampuan aerobik adalah kondisi aerobik di dalam otot. Kondisi aerobik terjadi oleh karena menjadi aktifnya sistem pompa otot oleh adanya kontraksi isotonis repetitif dari otot yang bersangkutan.

Prinsip pelatihan otot adalah Repetisi Maksimal (RM) dengan konsepnya untuk:

1. Pelatihan anaerobik: beban berat sehingga repetisinya menjadi di arah minimal
2. Pelatihan aerobik : beban ringan sehingga repetisinya menjadi di arah maximal.

Kesan kinestesi dari latihan otot sangat perlu difahami agar kemampuan koordinasi otot bagi pengembangan dan pemeliharaan ketrampilan teknik kecabangan olahraga dapat terpelihara.

Latihan otot menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan anatomis, bio-kimis dan fisiologis. Sifat perubahan-perubahan ditentukan oleh cara dan tujuan latihan otot yang dilakukan, perubahan hasil latihan memang untuk mendukung tujuan pelatihan.

Kata Kunci: Latihan otot, latihan anaerobik otot, latihan aerobik otot.

Pendahuluan

Pembicaraan saat ini mengenai latihan peningkatan kemampuan fungsional otot. Untuk itu lebih dahulu perlu difahami pengertian/ batasan tentang pokok masalahnya. Perlu diketahui bahwa jumlah otot dalam tubuh meliputi sekitar 40-50% berat badan. Pengertian/ batasan :

Kekuatan : ialah kemampuan otot mengembangkan ketegangan maksimal tanpa memperhatikan faktor waktu.

Daya tahan statis : ialah kemampuan otot mengembangkan ketegangan maksimal dan mempertahankannya dalam durasi (waktu) yang maksimal.

Daya tahan dinamis : ialah kemampuan otot mengulang kontraksi dengan frekuensi maksimal dan mempertahankannya dalam durasi maksimal, tanpa memperhatikan faktor beban luar (dengan ataupun tanpa beban).

Prinsip pelatihan otot adalah Repetisi Maksimal (RM) yang terdiri dari dua kutub yaitu :

1. Kutub anaerobik: dengan konsepnya: beban di arah maximal sehingga

- repetisinya menjadi di arah minimal
2. Kutub aerobik : dengan konsepnya: beban di arah minimal sehingga repetisinya menjadi di arah maksimal.

Sebelum pembicaraan dilanjutkan perlu ditinjau lebih dahulu masalah-masalah yang berhubungan dengan latihan otot.

Kontraksi Otot

Pada dasarnya kontraksi otot hanya ada 2 macam yaitu :

1. Kontraksi isometrik : menimbulkan ketegangan tanpa terjadinya perubahan pada panjangnya
2. Kontraksi non-isometrik: menimbulkan ketegangan disertai terjadinya perubahan panjangnya.

Demikianlah maka semua kontraksi otot yang tidak disertai perubahan panjang otot adalah kontraksi isometrik, sedangkan semua kontraksi otot yang disertai dengan perubahan panjang otot adalah kontraksi non-isometrik atau yang selama ini dikenal sebagai kontraksi isotonik!

Bila kita melakukan analisa secara mekanika terhadap kontraksi isotonik, maka sesungguhnya tidaklah ada kontraksi otot yang benar-benar isotonik (iso = sama, tonik = ketegangan)! Oleh karena itu dalam batasan kontraksi isotonik permasalahan yang pokok hanyalah pada adanya perubahan panjang otot sewaktu terjadi kontraksi.

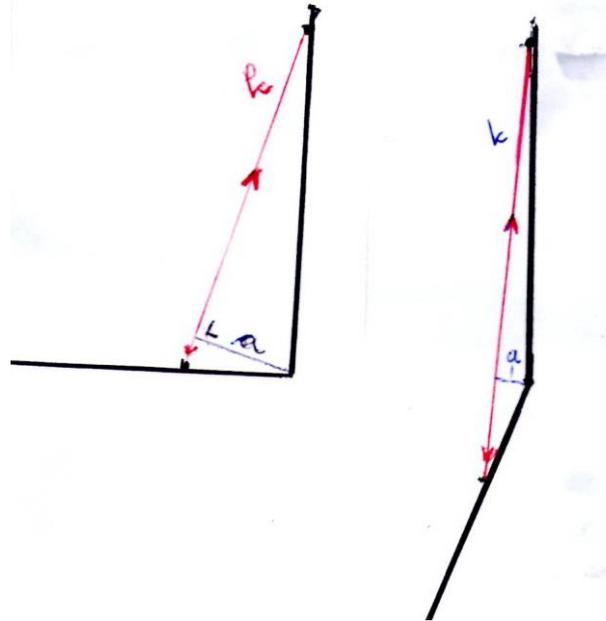
Pengertian mengenai kontraksi isotonik tersebut di atas perlu dicermati, oleh karena terdapat berbagai istilah lain untuk kontraksi yang disertai perubahan panjang otot, misalnya:

- Kontraksi konsentrik: kontraksi otot disertai pemendekan.
- Kontraksi eksentrik : kontraksi otot disertai pemanjangan.
- Kontraksi auxotonic: kontraksi otot disertai perubahan panjang dan ketegangannya.
- Kontraksi isokinetik: kontraksi otot disertai perubahan panjang dan ketegangannya tetapi kecepatan geraknya konstan.

Telah dikemukakan bahwa sesungguhnya tidaklah ada kontraksi yang benar-benar isotonik. Gerak pada sesuatu persendian terjadi oleh karena adanya kontraksi otot. Kontraksi otot ini menimbulkan momen yang menyebabkan terjadinya gerak memutar pada persendian tersebut. Bila berat beban tidak berubah, maka besar momen pada sendi itu adalah konstan. Momen adalah hasil perkalian gaya (kekuatan kontraksi otot) kali tangan momen (jarak antara titik putar dengan garis/ arah gaya). Dengan adanya perubahan besar sudut pada sendi, maka panjang tangan momen juga berubah. Makin besar sudutnya, makin kecil panjang tangan momennya. Agar besar momen tidak berubah maka besar gaya yaitu kekuatan kontraksi ototlah yang harus berubah ! Demikianlah maka sesungguhnya tidaklah ada kontraksi yang benar-benar isotonik. Walaupun demikian istilah isometrik dan isotonik tetap akan dipergunakan dalam bahasan ini, tetapi sekali lagi perlu dikemukakan bahwa pengertian isotonik adalah kontraksi otot yang disertai dengan perubahan panjang otot, tanpa mempermasalahkan perubahan ketegangannya !

Pada posisi ekstensi penuh, misalnya pada articulatio cubiti (sendi siku), otot biceps brachii berada pada posisi regang terpanjang tetapi tangan momennya adalah yang terpendek. Pada posisi ekstensi penuh ini, untuk menghasilkan besaran momen yang sama untuk keperluan mengangkat beban yang sama beratnya, kekuatan kontraksi otot adalah/ haruslah yang terbesar. Dalam kaitan dengan hal ini perlu dikemukakan hukum fisiologi (yang adalah hukum Allah) yang mengemukakan

bahwa : Dalam batas-batas fisiologis kekuatan kontraksi otot akan lebih besar bila sebelum berkontraksi, otot lebih dahulu mengalami peregangan (bertambah panjang). Maha besar Allah dengan ilmuNya yang telah mempersiapkan segala sesuatunya sehingga pada keadaan tangan momen terkecil, yaitu pada ketika posisi ekstensi penuh justru kekuatan kontraksi otot adalah yang terbesar! (Lihat gambar!).



Gambar skema pergerakan sendi dan arah tarikan kontraksi otot

k = arah tarikan dan kekuatan kontraksi otot, a = tangan momen.

Perhatikan: pada posisi ekstensi tangan momen a menjadi lebih kecil dari pada posisi fleksi.

Bila kita tinjau dalam lingkup yang lebih luas yaitu latihan sistem kerja pertama, maka latihan otot dengan kontraksi isotonik adalah lebih baik karena pada latihan otot yang demikian maka aspek kinestetik (kesan gerak) tetap ada. Aspek kinestetik sangat penting dalam latihan koordinasi gerak !

Analisa lebih lanjut dari kontraksi isotonik menghasilkan dalil sebagai berikut :

1. Setiap kontraksi isotonik selalu didahului oleh kontraksi isometrik sampai ketegangan yang ditimbulkan dapat mengatasi beban luar yang harus diangkat.
2. Makin berat beban luar yang harus diangkat, makin panjang dan makin besar komponen kontraksi isometriknya.

Pada latihan dengan kontraksi isometrik maka komponen kontraksi isotonik tidak akan dijumpai dan karena itu pula maka aspek kinestetik/ pelatihan koordinasinya menjadi terabaikan (tidak terliput).

Dari pembicaraan tersebut di atas jelas bahwa kontraksi isotonik adalah lebih baik dan lebih fisiologis.

Mekanisme Peningkatan Kemampuan Fungsional Otot

Dari Ilmu Faal Olahraga dapat dikemukakan bahwa :

1. Rangsang untuk meningkatkan **kekuatan dan daya tahan statis** otot ialah keadaan anaerobik dalam otot yang disebabkan oleh karena adanya *ischaemia*

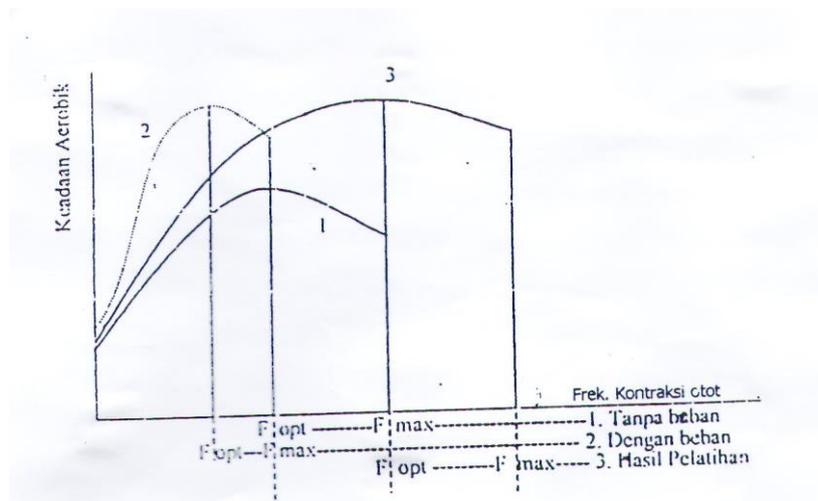
(kekurangan darah). Keadaan ini terjadi pada waktu dan selama otot berkontraksi. Pada waktu dan selama otot berkontraksi, peredaran darah dalam otot terhenti oleh karena pembuluh-pembuluh darah di dalam otot terjepit selama terjadinya kontraksi itu. Keadaan demikian dijumpai pada kontraksi isometrik. Demikian pula pada kontraksi isotonik yang menggunakan beban yang cukup berat, karena dengan makin beratnya beban yang harus diangkat maka makin panjang dan makin besar pula komponen kontraksi isometriknya, sampai akhirnya kontraksinya hanya tinggal komponen kontraksi isometriknya saja yaitu tatkala beban itu sama sekali tidak terangkat. Dengan demikian maka makin panjang komponen kontraksi isometriknya berarti makin panjang keadaan anaerobik yang terjadi, yang berarti juga makin besar rangsangan anaerobiknya.

Bila kita tinjau dari segi otot itu sendiri, maka makin panjang keadaan anaerobik itu berarti makin tidak mampu otot itu mengatasi beban. Oleh karena itu jawaban otot terhadap keadaan demikian ialah menambah kekuatan otot dengan jalan menambah kemampuan menyediakan energinya (olahdaya) secara anaerobik, menambah kekuatan kontraksi mekanisnya dengan menambah jumlah unsur-unsur kontraktilnya (actin dan myosinnya). Bertambahnya kekuatan otot dimaksudkan untuk mempersingkat keadaan anaerobik (kondisi iskemik) yang terjadi, yang ditinjau dari segi kehidupan sel-sel (otot) bersifat membahayakan. Artinya keadaan anaerobik yang berkepanjangan akan menimbulkan gangguan homeostasis yang dapat menimbulkan kerusakan sel (nekrosis) dan kematian sel-sel otot. Dengan makin bertambahnya kemampuan olahdaya anaerobik dan kemampuan mekanisnya, maka berarti bertambahlah kekuatan dan daya tahan statisnya atau dengan perkataan lain makin besar kekuatan maupun durasi kontraksi isometriknya. Dengan demikian tersimpul jelas bahwa kekuatan dan daya tahan statis akan diperoleh secara bersamaan, oleh karena rangsangannya memang juga sama. Kekuatan dan daya tahan statis sangat diperlukan pada cabang Olahraga Gulat.

2. Rangsang untuk meningkatkan **daya tahan dinamis** otot ialah keadaan aerobik dalam otot. Keadaan aerobik ini terjadi karena adanya hyperaemia dalam otot (otot mempunyai/ mendapat banyak darah). Otot akan mendapat banyak darah bila mekanisme pompa otot (pompa vena) menjadi aktif. Hal ini terjadi bila otot berkontraksi secara singkat tetapi berulang-ulang, yaitu bila otot melakukan kontraksi isotonik secara cepat dan berulang-ulang. Oleh karena kontraksi isotoniknya berlangsung cepat maka dengan sendirinya komponen kontraksi isometriknyapun singkat saja, sehingga keadaan anaerobiknyapun hanya sekejap saja pada setiap kali terjadi kontraksi. Hal ini terjadi terutama bila kontraksi isotonik berulang itu tidak menggunakan beban luar.

Pompa otot (pompa vena) menjadi aktif pada waktu kontraksi isotonik berulang oleh karena adanya mekanisme sebagai berikut :

Pada waktu terjadi kontraksi otot maka pembuluh-pembuluh darah dalam otot terjepit, darah akan terperas keluar dan mengalir ke arah vena, kemudian dengan terjadinya relaxasi maka jepitan menghilang, pembuluh darah (dalam otot) yang telah menjadi kosong ketika otot berkontraksi, akan terisi kembali oleh darah yang berasal dari arteri. Darah yang telah masuk ke vena tidak akan mengalir kembali ke pembuluh-pembuluh darah semula (dalam otot) oleh karena adanya katup-katup dalam vena.



Gambar : Hubungan antara frekuensi kontraksi dan keadaan aerobik di dalam otot

Grafik 1 : Latihan tanpa beban.

Grafik 2 : Latihan dengan beban.

Grafik 3 : Latihan tanpa beban sebagai hasil latihan dengan beban.

Satu hal yang sangat perlu diperhatikan ialah adanya titik optimum pada frekuensi pengulangan kontraksi isotonik dalam hubungan dengan keadaan aerobik yang diciptakannya dalam otot yang bersangkutan. Di bawah frekuensi optimum akan dapat diciptakan keadaan yang sepenuhnya aerobik, sedang di atas frekuensi optimum akan terdapat keadaan yang relatif anaerobik. (Lihat grafik di atas). Keadaan relatif anaerobik ini terjadi oleh karena dengan makin cepatnya frekuensi kontraksi otot maka waktu pengisian kembali (*refilling*) pembuluh-pembuluh darah yang telah menjadi kosong oleh karena terperas ketika otot berkontraksi, menjadi terlalu singkat, sehingga pengisian darah menjadi tidak adekuat, sedangkan tuntutan akan O_2 (dibawa oleh darah) semakin besar oleh karena bertambahnya frekuensi kontraksi otot. Demikianlah maka terjadi kondisi yang relatif anaerobik, artinya kebutuhan O_2 menjadi tidak sepenuhnya terpenuhi, oleh karena meningkatnya aktivitas sistem pompa vena relatif menjadi ketinggalan untuk dapat memenuhi kebutuhan sel-sel otot akan O_2 , oleh karena kontraksi sel-sel otot yang relatif menjadi sangat aktif.

Demikian mengapa terjadi keadaan yang relatif anaerobik bila frekuensi pengulangan kontraksi otot adalah maximal atau melebihi maximal. Jawaban otot untuk memperkecil keadaan relatif anaerobik ini ialah kapilarisasi dalam otot dan penambahan mitochondria dalam sel-sel otot. Demikianlah maka kontraksi isotonik singkat yang berulang cepat akan memperbesar aliran darah (keadaan aerobik) dalam otot yang bersangkutan, yang merupakan keadaan yang sebaliknya dari kontraksi isometrik, walaupun pada frekuensi maximal atau melebihi maximal terjadi keadaan yang relatif anaerobik. Oleh karena itu pada latihan untuk meningkatkan daya tahan dinamis otot, kontraksi isotonik berulang itu haruslah pada frekuensi seoptimal mungkin agar olahdaya anaerobik yang terjadi dapat sebanyak mungkin diimbangi oleh keadaan aerobik yang diciptakannya.

Kontraksi otot berulang yang dilakukan oleh sebuah otot yang menyebabkan terjadinya keadaan aerobik dalam otot yang bersangkutan, dapat disebut sebagai

latihan “aerobik lokal”. Latihan “aerobik lokal” pada sejumlah besar otot ($\pm 40\%$ otot-otot tubuh) yang terjadi secara simultan bersifat sumatif (penjumlahan) sehingga menjadilah ia satu bentuk kegiatan yang sekarang sudah sangat populer yaitu Aerobics (Aerobik sistemik). Demikianlah maka aerobik lokal bila meliputi sejumlah besar otot akan memberikan pengaruh yang sifatnya sistemik yaitu aktivasi sistem kerja sekunder (ES-II) dan menjadilah ia Aerobik umum yang akan menghasilkan manfaat yang sangat besar yaitu meningkatnya kapasitas aerobik. Wujud meningkatnya kapasitas aerobik ialah meningkatnya daya tahan umum tubuh yaitu tubuh menjadi lebih mampu menghadapi tugas fisik yang lebih berat karena menjadi lebih tahan terhadap kelelahan. “Aerobik lokal” pada sejumlah besar otot secara simultan terlihat jelas pada olahraga lari (aerobics) karena kedua tungkai mempunyai massa otot yang cukup besar. Satu tungkai mempunyai $1/6$ (seperenam) jumlah otot-otot tubuh. Dengan demikian olahraga lari atau berjalan akan mengaktifkan sepertiga ($33.3\% = 2 \times 1/6$) otot-otot tubuh, ditambah dengan menjadi aktifnya otot-otot extremitas atas dan otot-otot tubuh yang lain untuk menjaga keseimbangan, maka akan lengkaplah jumlah 40% yaitu jumlah aktivasi otot untuk memenuhi persyaratan fisiologi latihan aerobik sistemik.

Besar jepitan terhadap pembuluh-pembuluh darah oleh kontraksi otot tergantung pada besar ketegangan yang terjadi dalam otot (kekuatan kontraksi otot), sedangkan efisiensinya sebagai pompa otot tergantung pada dekat atau jauhnya frekuensi kontraksinya terhadap frekuensi kontraksi optimumnya. Oleh karena itu pemberian beban luar (yang cukup ringan) perlu dipikirkan oleh karena pemakaian beban luar akan :

1. Memperbesar ketegangan yang terjadi dalam otot pada waktu berkontraksi.
2. Memperbesar massa (beban) yang akan mencegah digunakannya frekuensi (pengulangan kontraksi) yang maximal atau mendekati maximal.

3. PERUBAHAN ANATOMI, KIMIAWI DAN FISILOGI OTOT OLEH PENGARUH LATIHAN

Latihan otot akan menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan dalam otot yaitu perubahan anatomis, kimiawi (Bio-kimia) dan fisiologis. Tetapi perubahan mana yang dominan ditentukan oleh tujuan dan macam latihan yang dilakukan. Dibawah ini akan dibahas perubahan-perubahan tersebut di atas.

Perubahan anatomi

Latihan otot akan menyebabkan otot membesar. Pembesaran otot ini terjadi oleh karena:

1. Membesarnya serabut-serabut otot (hypertrofi otot)
2. Bertambahnya jumlah kapiler di dalam otot (kapilarisasi otot).
3. Bertambahnya jumlah jaringan ikat di dalam otot.

Hypertrofi otot

Latihan yang ditujukan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis, akan terutama menyebabkan terjadinya hipertrofi otot. Hypertrofi ini disebabkan oleh karena :

1. Bertambahnya unsur kontraktile (aktin dan myosin) di dalam otot.
2. Menebalnya dan menjadi lebih kuatnya sarcolemma dan bertambahnya jumlah jaringan ikat di antara sel-sel otot (serabut-serabut otot).
3. Bertambahnya jumlah kapiler di dalam otot, khususnya yang dilatih untuk daya

tahan.

Otot-otot yang tidak terlatih akan mengecil (atrofi) dan melemah. Dengan latihan maka otot-otot akan membesar (hipertrofi). Pembesaran terjadi oleh karena bertambahnya unsur kontraktil di dalam serabut otot yang menyebabkan meningkatnya kekuatan kontraksi otot (kekuatan aktif otot), menebalnya sarcolemma dan bertambahnya jaringan ikat di antara serabut-serabut otot yang menyebabkan meningkatnya kekuatan pasif otot. Hypertrofi serabut-serabut otot dengan demikian menyebabkan meningkatnya kekuatan aktif otot dan meningkatnya kekuatan pasif otot, yaitu otot menjadi lebih kuat dan tahan terhadap regangan.

Petren dkk (dalam Karpovich dan Sinning 1971) mendapatkan adanya kenaikan jumlah kapiler sebesar 40-45% di dalam otot jantung dan otot gastrocnemius pada kelinci yang dilatih lari.

Perubahan intraselular ditandai dengan meningkatnya jumlah dan ukuran mitochondria, disertai dengan bertambahnya jumlah cristae yang menjadi lebih padat. Mitochondria mengandung enzim-enzim oksidatif untuk menyelenggarakan pembentukan daya secara aerobik.

Perubahan anatomis mana yang lebih dominan, ditentukan oleh macam latihan yang dilakukan. Latihan yang bersifat anaerobik akan terutama menyebabkan terjadinya hipertrofi serabut-serabut otot disertai bertambahnya jumlah jaringan ikat, sedangkan latihan yang bersifat aerobik terutama menyebabkan terjadinya kapilarisasi disertai bertambahnya jumlah mitochondria. Dua hal yang terakhir berkaitan dengan diperlukannya kemampuan memasok O₂ yang lebih baik.

Perubahan biokimia

Perubahan biokimia meliputi bertambahnya jumlah PC (phosphocreatine), glikogen otot, myoglobin dan enzim-enzim yang penting untuk proses aerobik (enzim-enzim oksidatif) yang terdapat di dalam mitochondria. Perubahan biokimia ini juga ditentukan oleh macam latihan yang dilakukan. Latihan anaerobik akan terutama meningkatkan jumlah PC dan glikogen otot, sedangkan latihan aerobik akan terutama meningkatkan jumlah myoglobin dan enzim-enzim oksidatif.

Latihan dapat meningkatkan kadar glikogen di dalam otot menjadi 2-3 kali lebih banyak. Bertambahnya myoglobin akan menyebabkan otot berwarna lebih merah. Pada anjing dewasa, jumlah myoglobin per 100 g jaringan otot berkisar antara 100 mg pada anjing yang tidak terlatih sampai 1000 mg pada anjing pemburu yang sangat terlatih. Enzim-enzim oksidatif dapat meningkat 2x lipat pada otot-otot yang dilatih aerobik, sebaliknya immobilisasi menurunkan jumlah enzim-enzim tersebut (Karpovich dan Sinning 1971). Perlu pula dikemukakan bahwa olahraga *exhaustive* dapat menimbulkan kerusakan mitochondria yang ditandai dengan terjadinya pembengkakan mitochondria dan disorganisasi internal. Oleh karena itu olahraga *exhaustive* merugikan karena masa pemulihan menjadi lebih panjang.

Perubahan fisiologi

Perubahan fisiologi ditunjukkan oleh bertambahnya :

1. Kekuatan dan daya tahan statis
2. Daya tahan dinamis
3. Kecepatan transmisi neuromuskular.

Demikianlah maka latihan otot akan menyebabkan otot menjadi lebih kuat, lebih tahan dan lebih cepat.

Kesimpulan dari pembicaraan di atas ialah :

1. Rangsang untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis otot adalah keadaan anaerobik di dalam otot. Untuk itu perlu diciptakan keadaan anaerobik yang maksimal. Keadaan anaerobik ini terjadi oleh karena adanya (komponen) kontraksi isometrik. Komponen kontraksi isometrik akan bertambah kuat dan panjang bila digunakan beban yang cukup berat. Peningkatan kekuatan dan daya tahan statis diperoleh bersama-sama.
2. Rangsang untuk bertambahnya daya tahan dinamis ialah keadaan aerobik di dalam otot. Untuk itu perlu diciptakan keadaan aerobik yang maksimal. Keadaan aerobik terjadi oleh karena menjadi aktifnya mekanisme pompa otot (pompa vena). Efektivitas pompa otot tergantung pada besarnya ketegangan yang ditimbulkan oleh kontraksinya, di samping itu keadaan aerobik yang maksimal berhubungan pula dengan frekuensi optimum kontraksinya. Pemakaian beban luar (yang cukup ringan) akan mempertinggi efektivitas pompa ototnya serta mendekatkan frekuensi kontraksi terhadap titik optimumnya.
3. Latihan otot menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan anatomis, bio-kimis dan fisiologis. Sifat perubahan-perubahan ini ditentukan oleh cara dan tujuan latihan otot yang dilakukan, oleh karena perubahan-perubahan hasil latihan memang dimaksudkan untuk mendukung tujuan pelatihan.

KEPUSTAKAAN

1. Giriwijoyo, H.Y.S.S. (2007): Ilmu Faal Olahraga, Fungsi Tubuh Manusia pada Olahraga, Ed.7., hal 173-187, FPOK- UPI.
2. Karpovich, P.V. and Sinning, W.E. (1971): Physiology of Muscular Activity, Seventh Ed., W.B.Saunders Co., Philadelphia – London –Toronto, hal. 20-36.

Penulis:

- *) H.Y.S. Santosa Giriwijoyo, Prof. Emeritus, Drs. Physiol., Drs. Med., Dokter, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga, pada Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia (IAIFI) Komisariat Bandung dan Jurusan/Program Studi Pendidikan Kepeleatihan Olahraga, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia.
- ***) R.Boyke Mulyana, Drs. Pendidikan Olahraga, Magister Pendidikan Olahraga, Doktor Pendidikan Olahraga, Tenaga Pengajar Jurusan Pendidikan Kepeleatihan Olahraga FPOK – UPI, bidang Keahlian Biomekanika Olahraga dan Renang.