

KOMPONEN KECERGASAN FIZIKAL, PRINSIP LATIHAN DAN PEMBOLEHUBAH LATIHAN

Prof. Madya Dr. Nur Ikhwan Mohamad, PhD

OBJEKTIF PEMBELAJARAN:

1. Mengenalpasti dan memahami komponen kecergasan fizikal, prinsip-prinsip latihan, dan pembolehubah-pembolehubah latihan.
2. Memahami perkaitan antara komponen kecergasan, prinsip-prinsip latihan dan pembolehubah-pembolehubah latihan dengan tindakbalas sistem tenaga, otot dan rangka.

KATA KUNCI

komponen kecergasan berteraskan	kuasa
kesihatan	kelajuan
komponen kecergasan berteraskan lakuan	ketangkasan
motor	masa reaksi
daya tahan kardiovaskular	prinsip lebihan bebanan
daya tahan otot	prinsip ansur maju
kekuatan otot	prinsip kebolehbalikan
kelenturan	prinsip pengkhususan
komposisi tubuh badan	prinsip pemulihan
imbangan	kontinum sistem tenaga
koordinasi	

BAB 7

KOMPONEN KECERGASAN FIZIKAL, PRINSIP LATIHAN DAN PEMBOLEHUBAH LATIHAN

Komponen Kecergasan Fizikal

Jika dilihat kembali pada definisi, aktiviti fizikal merupakan pergerakan yang seseorang individu lakukan, namun kecergasan fizikal pula merupakan satu set karakter atau komponen yang telah dimiliki oleh seseorang individu (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Dari sudut pembinaan program latihan suaian fizikal, meningkatkan atau mengekalkan apa sahaja komponen kecergasan fizikal yang telah dimiliki oleh seseorang individu itu adalah objektif yang ingin dicapai oleh jurulatih suaian fizikal terlibat.

Secara mudahnya, komponen kecergasan dibahagikan kepada dua set komponen, dengan set komponen kecergasan yang pertama merujuk lebih kepada komponen berkaitan kecergasan umum, sementara set komponen kedua lebih kepada komponen kecergasan berkait dengan kemampuan sukan dan prestasi termasuk taktikal (Caspersen et al., 1985; Corbin, Pangrazi, & Franks, 2000).



Gambarajah 7.1 : Dua set komponen kecergasan fizikal berdasarkan Caspersen et al., 1985 dan Corbin, Pangrazi & Frank, 2000. Komponen kecergasan berteraskan lakuan motor tidak terhad setakat yang tersenarai sahaja.

Setiap komponen kecergasan pada dasarnya adalah berkait rapat antara satu sama lain. Kekurangan atau kelebihan pada salah satu komponen kecergasan akan menyumbang kepada peningkatan atau penurunan prestasi pada komponen kecergasan yang lain. Kaedah latihan kadang kala adalah hampir sama Cuma akan dibezakan oleh pembolehubah latihan seperti durasi masa lakukan dan lain-lain.

Komponen Kecergasan	Contoh Kaedah Latihan
Daya tahan kardiovaskular, komposisi tubuh	Berterusan (larian 2.4km) atau jeda (masa kerja: masa rehat) dengan sela masa rehat pendek (kurang 60 saat dan ke bawah)
Daya tahan otot, kekuatan otot dan komposisi tubuh	Latihan bebanan / rintangan, latihan litar
Kelenturan otot	Regangan otot
Kelajuan	Latihan bebanan / rintangan tempo tinggi, pliometrik,
Kuasa	Latihan bebanan / rintangan tempo tinggi, pliometrik
Ketangkasan dan masa reaksi	Latihan kekuatan, kelajuan tindakbalas
Imbangan	Latihan kekuatan, kesedaran kinestatik
Koordinasi	Latihan kekuatan, imbangan, kelajuan pergerakan, kesedaran kinestatik, ritma dan pelarasan pergerakan
Kesedaran Kinestatik (pergerakan dan lokasi sendi)	Latihan imbangan, senaman dengan menutup mata (awas risiko kecederaan), pergerakan pliometrik, latihan kekuatan

Jadual 7.1: Komponen-komponen kecergasan dan contoh kaedah latihan berdasarkan kajian-kajian saintifik (Abel, Mortara, & Pettitt, 2011; KURZ, Berg, Latin, & Degraw, 2000; Margaritopoulos et al., 2015; Marques, Ferreira, Carvalho, & Figueiredo, 2017; Milanović, Sporiš, & Weston, 2015; Paul, Gabbett, & Nassis, 2016; Ramírez-Campillo et al., 2015; Styczeń, Kantor, Przygoda, & Słomka, 2016; Zago et al., 2015)

Prinsip Latihan

Setiap program latihan suaian fizikal perlulah di bina berteraskan kepada beberapa prinsip-prinsip latihan. Prinsip-prinsip latihan ini di sediakan sebagai panduan yang didasarkan kepada hasil-hasil kajian saintifik dalam bidang berkaitan (M. H. Stone, Collins, Plisk, Haff, & Stone, 2000; M. Stone, Plisk, & Collins, 2002). Prinsip latihan menunjukkan teras dan pegangan yang dicadangkan digunakan dalam pembinaan sesuatu program latihan suaian fizikal. Untuk tujuan manual ini, prinsip-prinsip latihan seperti berikut adalah dicadangkan untuk digunakan:



Gambarajah 7.2: Prinsip-prinsip latihan suaian fizikal yang diterima umum dalam pembinaan dan pelaksanaan program latihan berkaitan.

Prinsip lebihan bebanan: Setiap sesuatu program latihan perlu mempunyai peningkatan dari segi bebanan atau intensiti dari semasa ke semasa. Ini bagi membolehkan tubuh individu terlibat tetap menerima ransangan samada secara mekanikal, metabolik, hormonal atau neural. Ransangan latihan berterusan akan memastikan berlakunya tindakbalas akut (segera) dan akhirnya akan membawa kepada adaptasi atau kesan jangka panjang latihan.

Prinsip Pengkhususan: Setiap program latihan yang dibina perlu mengambilkira pengkhususan latihan berkenaan, contohnya dari segi keperluan sukan atau taktikal terlibat. Sebagai contoh mudah, seseorang anggota taktikal bomba memerlukan kemampuan untuk bertugas dengan memikul bebanan alat pernafasan berat. Latihan fizikal kardiovaskular larian 2.4km semata-mata akan meniadakan pembinaan kekuatan dan daya tahan otot yang diperlukan khusus bagi tugas berkenaan. Latihan yang sepatutnya dicadangkan akan melibatkan senaman dan pergerakan yang mirip kepada keperluan pergerakan taktikal terbabit.

Prinsip Perbezaan Individu: Setiap individu adalah berbeza dari pelbagai sudut fizikal, mental dan emosi dengan individu yang lain. Perbezaan individu ini perlu diambilkira dalam pembinaan dan aplikasi program latihan suaian fizikal, bagi membolehkan kesan adaptasi akhirnya adalah yang terbaik untuk kesemua individu terlibat.

Prinsip Kepelbagaian: Latihan dan senaman yang sama setiap masa akan menyebabkan ransangan atau stimulus yang diberikan kepada tubuh menurun dari segi kesannya. Ini kerana tubuh secara fisiologinya akan beradaptasi dengan ransangan latihan yang diberikan. Kebarangkalian untuk berlaku risiko kecederaan lebihguna (overused) dan lebih latihan (overtraining) juga menjadi lebih tinggi.

Sebagai contoh matlamat latihan adalah pembinaan otot pectoralis major, mempelbagaikan senaman yang digunakan selang setiap 4 minggu mungkin memberikan ransangan berbeza dari segi gerak lakuan, arah lakuan dan sudut terlibat walaupun sasaran otot masih sama (contohnya *barbell bench press* diselang selikan setiap 4 minggu dengan *dumbell bench press*).

Prinsip Pemulihan: Pemulihan fungsi tubuh kepada keadaan normal seperti sebelum ransangan latihan adalah satu keperluan. Dari sudut fisiologi, tempoh masa rehat yang mencukupi apatah lagi dengan bantuan modaliti-modaliti pemulihan seperti urutan, mandi ais dan sebagainya akan memulihkan fungsi tubuh. Sebagai tindakbalas kepada ransangan latihan tadi, tubuh pada masa yang sama akan meningkat sedikit demi sedikit dari segi kemampuan fizikalnya selepas memperolehi rehat mencukupi, bagi membolehkannya mengatasi ransangan latihan yang diberikan sebelum ini. Tanpa sesi tempoh masa rehat atau pemulihan secukupnya, kemampuan fungsi tubuh akan merosot dan menghalang proses peningkatan prestasi optima seseorang individu.

Prinsip Keseimbangan: Latihan yang seimbang bermaksud seimbang dari segi penekanan kepada semua komponen kecergasan terlibat (kecuali khusus bagi tujuan perancangan jangka panjang - periodisasi), seimbang dari segi taburan ransangan kepada semua otot, sendi dan ligamen tubuh serta seimbang dari segi aturan masa rehat, masa kerja dan semua faktor terlibat. Di akhirnya, keseimbangan ini boleh dilihat dari segi adaptasi akhir dimana keseluruhan bahagian tubuh akan berfungsi secara serata antara satu sama lain, contohnya otot quadriceps kanan dan kiri kaki menghasilkan daya yang sama dan tidak terkurang salah satunya.

Prinsip Kebolehbalkan: Setiap adaptasi yang dibina dan diperolehi melalui latihan sekiranya terhenti ransangan latihan berkaitan untuk tempoh tertentu (seawal 7 hari tanpa latihan), maka prestasi fizikal tersebut akan mula menurun secara berperingkat hingga kembali ke aras asal sebelum latihan. Dari sudut sukan dan taktikal, ini menunjukkan keperluan untuk kekal berlatih sepanjang tahun.

Pembolehubah Latihan

Pembolehubah latihan merujuk kepada parameter atau perkara-perkara yang boleh diukur dan diubahsuai bagi memberikan respon dan kesan adaptasi yang diperlukan bagi setiap program latihan yang dibina (Goto et al., 2004; Toigo & Boutellier, 2006). Terdapat lebih daripada 50 pembolehubah latihan secara umumnya yang boleh dimanipulasi dalam pembinaan program latihan bagi menghasilkan kesan latihan yang berbeza-beza mengikut objektif yang ditetapkan (Figueiredo, de Salles, & Trajano, 2018; Kraemer et al., 2002; Mohamad, Nosaka, & Cronin, 2011; Suchomel, Nimphius, Bellon, & Stone, 2018; Tan, 1999). Di antara kesemua pemboleh ubah latihan yang tersenarai, isipadu latihan yang dianggap memberikan impak paling besar kepada keberkesanan sesuatu program latihan terutama bagi tujuan pembinaan saiz otot dan kesihatan (Colquhoun et al., 2018; Figueiredo et al., 2018; Schoenfeld, Ogborn, & Krieger, 2017). Perbandingan sama ada sesuatu bentuk program latihan itu lebih berkesan daripada program latihan yang lain akan lebih tepat sekiranya isipadu latihan yang dibandingkan di samakan (Candow & Burke, 2007;

Crewther, Heke, & Keogh, 2016; Mclester, Bishop, & Guilliams, 2000; Mohamad, Cronin, & Nosaka, 2012). Walau bagaimanapun, samada isipadu latihan, intensiti latihan atau frekuensi latihan adalah lebih penting atau tidak, semuanya bergantung kepada objektif dan fasa latihan berkenaan sebenarnya (Houmard et al., 2004; Ramírez-Campillo et al., 2014). Mempelbagaikan isipadu latihan dan intensiti latihan dari semasa ke semasa adalah penting bagi memastikan adaptasi latihan dapat berlaku (Rhea, Ball, Phillips, & Burkett, 2002). Untuk kesan latihan optima bagi atlet elit dalam acara fizikal yang sukar, adalah dicadangkan taburan ~75% daripada jumlah keseluruhan isipadu latihan dilakukan pada kadar intensiti rendah, dan ~10-15% dilaksanakan pada intensiti amat tinggi (Laursen, 2010).

Pembolehubah Latihan	Definisi Umum
bebanan	Jumlah berat bebanan atau rintangan yang di gunakan. Contoh berat badan sendiri 65kg atau berat dumbbell 40 kg (bebanan luar).
ulangan	Jumlah bilangan kontraksi penuh otot bagi setiap lakuan senaman latihan bebanan atau bilangan lakuan senaman dalam satu pergerakan lengkap.
set	Gabungan jumlah ulangan pergerakan atau kerja tanpa henti dalam setiap satu pergerakan atau aktiviti lengkap (tanpa masa rehat).
durasi masa rehat / pemulihan	Tempoh masa otot atau tubuh berhenti dari lakuan aktiviti bagi rehat dan pemulihan.
durasi masa kerja / senaman	Tempoh masa otot atau tubuh bekerja bagi setiap lakuan atau aktiviti (tempoh masa ransangan fisiologi dan mekanikal).
tempo pergerakan	Halaju setiap satu pergerakan lakuan
julat pergerakan	Sudut pergerakan lengkap setiap lakuan senaman
jenis senaman / pergerakan / lakuan	bentuk senaman / pergerakan / lakuan yang digunakan
arah rintangan	Merujuk kepada punca kedudukan rintangan / bebanan berbanding kedudukan asal otot / tubuh.
isipadu latihan	Merujuk kepada gabungan mana-mana pembolehubah utama yang digunakan bagi menunjukkan jumlah berat keseluruhan program latihan berkenaan. Sebagai contoh: <i>Isipadu latihan bebanan = set x ulangan x % 1RM</i>
intensiti latihan	Tahap kesukaran latihan. Sebagai contoh kadar nadi latihan yang ditetapkan bagi sesi berkenaan atau

	peratus bebanan yang perlu diangkat dalam sesi latihan bebanan berbanding kemampuan angkatan maksima.
frekuensi latihan	Kekerapan latihan dari segi kekerapan sesi setiap minggu atau bulan atau fasa.
durasi sesi latihan	Merujuk kepada keseluruhan durasi masa latihan bagi setiap sesi
jenis latihan	Bentuk latihan yang dipilih.

Jadual 7.2: Antara pembolehubah utama latihan yang boleh digunakan bagi manipulasi kesan latihan berdasarkan dapatan kajian saintifik (Figueiredo et al., 2018; Kraemer & Ratamess, 2004; Mohamad et al., 2011; Peterson, Dodd, Alvar, Rhea, & Favre, 2008; Suchomel et al., 2018; Tan, 1999; Toigo & Boutellier, 2006).

Di bawah adalah cadangan pembolehubah yang boleh digunakan mengikut jenis latihan dengan komponen kecergasan yang di sasarkan. Cadangan ini tidak sepatutnya menghadkan penggunaan atau manipulasi pembolehubah-pemboleh ubah yang lain sekiranya perlu.

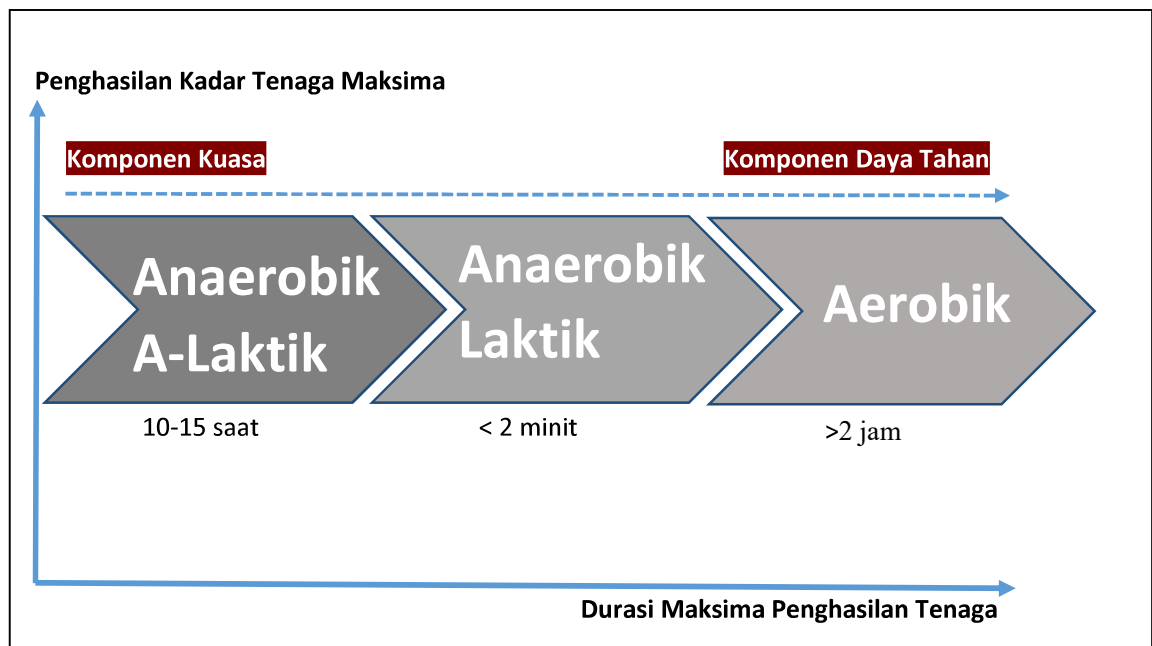
Pembolehubah Latihan Kekuatan	Pembolehubah Latihan Kardiovaskular	Pembolehubah Latihan Kelenturan
• Set • Ulangan • Bebanan • Selang masa rehat • Tempo pergerakan • Durasi masa • Isipadu latihan	• Durasi masa • Kadar Nadi Latihan • Tempo pergerakan • Isipadu latihan	• Durasi masa • Sudut sendi • Jenis regangan • Isipadu latihan

Gambarajah 7.3: Cadangan pembolehubah mengikut jenis latihan

Pembolehubah latihan adalah merupakan parameter latihan yang di manipulasi berdasarkan kesan fisiologi dan mekanik yang akan dihasilkannya. Sebagai contoh latihan larian jarak jauh dengan durasi masa yang lama sebanyak dua kali seminggu selama tiga bulan dijangka akan memberikan kesan peningkatan dari sudut daya tahan kardiovaskular dan daya tahan otot. Jantung akan mampu mengepam darah ke seluruh badan dengan lebih baik, otot kaki akan mampu menghasilkan daya optima lebih lama daripada sebelumnya untuk mengekalkan tempo larian. Memanipulasi pembolehubah latihan akan membolehkan prinsip-prinsip latihan dapat diikuti dan komponen kecergasan yang tepat dapat dilatih.

Sistem Tenaga dan Pembolehubah Latihan

Dari sudut metabolisme tubuh, manipulasi pembolehubah latihan berkait secara langsung dengan sistem tenaga yang terlibat. Terdapat tiga kaedah penghasilan tenaga dalam tubuh bagi keperluan aktiviti fizikal tubuh iaitu Anaerobik A-Laktik, Anaerobik Laktik dan Aerobik (Baker, McCormick, & Robergs, 2010). Sistem tenaga berkait secara langsung dengan latihan fizikal terutama melalui pembolehubah durasi masa latihan (Gastin, 2001). Sebagai contoh senaman yang mengambil masa 30 minit akan menggunakan sistem tenaga aerobik. Secara umumnya penglibatan mana-mana sistem tenaga secara dominan mengatasi sistem tenaga lain adalah bergantung kepada objektif latihan (Artioli et al., 2012). Objektif latihan adalah di dasarkan kepada elemen komponen kecergasan fizikal yang ingin di bina dalam sesi dan fasa latihan tersebut. Pemilihan sistem tenaga mana yang ingin diberi penekanan bergantung kepada analisa keperluan sukan atau aktiviti fizikal yang ingin disertai. Analisa keperluan tersebut akan merangkumi salah satunya analisa sistem tenaga dominan dan komponen kecergasan fizikal dominan bagi sukan atau aktiviti fizikal tersebut.



Gambarajah 7.4: Kontinum sistem tenaga dan aplikasi dalam latihan fizikal (Artioli et al., 2012; Baker et al., 2010; Franchini, Takito, & Kiss, 2016; Gastin, 2001; Milioni et al., 2017; Perroni et al., 2010; Peyrebrune, Toubekis, Lakomy, & Nevill, 2014; M. R. Spencer & Gastin, 2001)

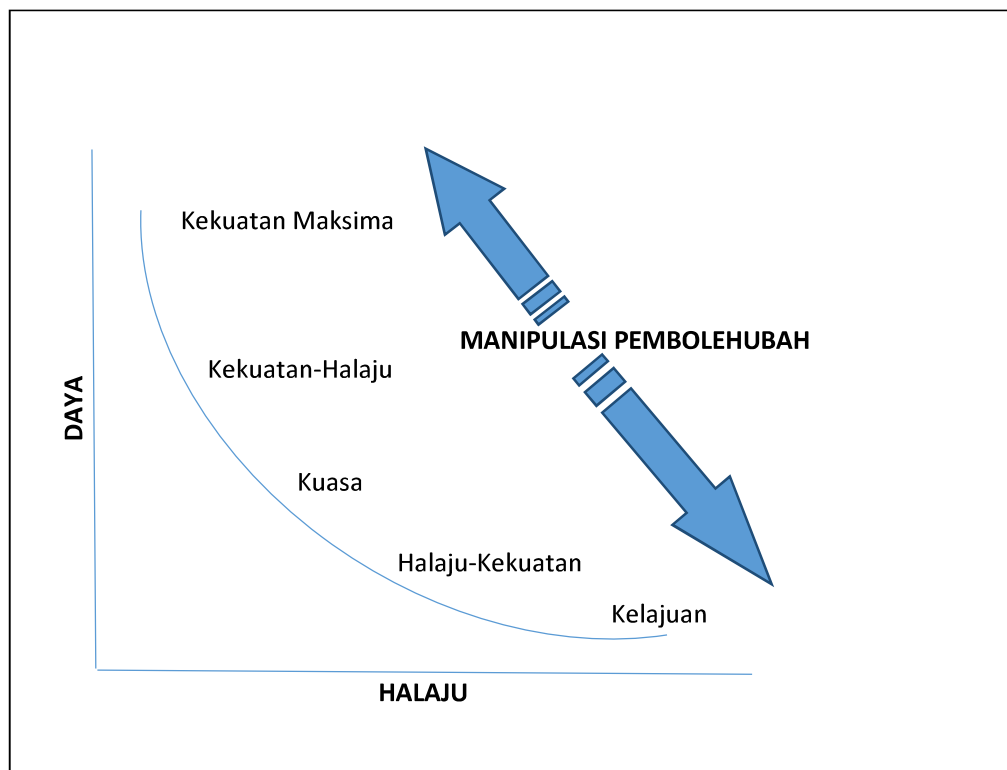
Bagi seorang jurulatih suaian fizikal, aspek paling utama perlu difahami di sini adalah kesan perubahan durasi masa ransangan latihan ke atas sistem tenaga dominan yang akan digunakan dalam keseluruhan set senaman atau sesi latihan terbabit.

Sebagai contoh, sekiranya matlamat utama latihan pada hari tersebut adalah untuk membina komponen kecergasan 'kelajuan' bagi jarak 10-15m sahaja (durasi masa biasanya bawah 10 saat), maka sistem tenaga dominan yang turut terlibat di latih adalah sistem tenaga anaerobik a-laktik (Franchini et al., 2016; Milioni et al., 2017).

Oleh itu masa rehat secukupnya perlu diberikan kepada pelatih atau atlet selepas setiap set senaman, bagi membolehkan pemulihan semula semaksima mungkin sumber tenaga sistem berkenaan. Rehat terlalu pendek akan menyebabkan bantuan sistem tenaga lain meningkat secara beransur-ansur menjadikan sistem tenaga lain (anaerobik laktik atau aerobik) akan menjadi sistem tenaga dominan sesi latihan tersebut. Lakukan pergerakan atau aktiviti itu sendiri yang melangkaui tempoh masa 10-15 saat itu tadi juga akan menyebabkan dominasi sistem tenaga lain selain anaerobik a-laktik. Di akhirnya, sistem tenaga anaerobik a-laktik dan komponen kecergasan kelajuan yang ingin dibina tidak akan mendapat manfaat sepenuhnya sesi latihan tersebut. Banyak kajian saintifik telah membuktikan perkara tersebut (Granier, Mercier, Mercier, Anselme, & Prefaut, 1995; Peyrebrune et al., 2014; M. Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005; M. R. Spencer & Gatin, 2001).

Lengkung Daya-Halaju dan Pembolehubah Latihan

Dari sudut mekanikal pergerakan pula, perkaitan antara pembolehubah latihan dengan respon dan adaptasi mekanik boleh dilihat melalui graf Lengkung Daya-Halaju, yang dibina berdasarkan kajian ke atas kesan perubahan daya dan halaju apabila salah satu daripadanya bertambah atau berkurang. Lengkung Daya-Halaju ini mempengaruhi hampir keseluruhan pembolehubah latihan terutamanya latihan bebanan.



Gambarajah 7.5: Lengkung Daya-Halaju dan perkaitannya dengan komponen kecergasan serta manipulasi pembolehubah latihan (Caiozzo, Perrine, & Edgerton, 1981; Cormie, McBride, & McCaulley, 2009; DeWeese, Hornsby, Stone, & Stone, 2015; Gülch, 1994; Hill, 1938; Toji, Suei, & Kaneko, 1997)

Contoh Parameter Latihan Hasil Manipulasi Pembolehubah

Berdasarkan konsep pembolehubah, sistem tenaga (metabolik) dan Lengkung Daya-Halaju (mekanikal), satu panduan program latihan umum boleh disediakan. Panduan umum ini boleh digunakan dengan manipulasi atau perubahan lanjut secara lebih mendalam oleh para jurulatih suaian fizikal yang melatih pelatih berfokuskan gaya hidup sihat atau fasa awal persediaan latihan pelatih bagi tujuan prestasi tinggi sukan dan taktikal.

Kekerapan	Intensiti	Durasi Masa Latihan	Jenis Latihan
UNTUK KECERGASAN KARDIOVASKULAR DAN KOMPOSISI TUBUH			
3-5 hari seminggu	55 / 65 % - 90% Kadar Nadi Maksima	20-60 minit secara berterusan atau jeda, bergantung pada intensiti.	Apa sahaja aktiviti yang menggunakan otot-otot besar tubuh. Contohnya berlari, berbasikal, berenang dan tarian aerobik.
KEKUATAN DAN DAYA TAHAN OTOT, KOMPOSISI TUBUH DAN KELENTURAN			
2-3 kali seminggu	1 set atau lebih, 8-10 senaman otot besar, 8-10 ulangan.	Bergantung kepada set dan ulangan setiap sesi (~20-40 minit).	Latihan bebanan
2-3 kali seminggu	Julat pergerakan maksima selesa tanpa kesakitan setiap bahagian sendi otot.	10-30 saat setiap regangan.	Latihan kelenturan

Jadual 7.3 : Cadangan parameter latihan bagi tujuan kecergasan fizikal umum untuk kesihatan dikalangan populasi dewasa yang sihat tubuh badan dan tidak mempunyai sebarang masalah kecederaan atau kesakitan (Kraemer et al., 2002; Kraemer & Ratamess, 2004; Pollock et al., 1998)

Kesimpulan

Tujuan utama latihan suaian fizikal adalah untuk menyesuaikan fizikal seseorang individu mengikut keperluan mereka (kecergasan gaya hidup sihat, sukan prestasi tinggi, atau taktikal). Keperluan individu biasanya lebih mudah dibahagikan mengikut pembahagian komponen kecergasan. Walau apasekalipun objektif latihan yang diinginkan, komponen kecergasan berteraskan kesihatan adalah teras utama dan perlu di latih terlebih dahulu sebelum mana-mana individu mula menfokuskan pada prestasi fizikal komponen kecergasan berteraskan lakuan motor.

Proses penyesuaian fizikal ini boleh berlaku dengan apa sahaja kaedah latihan fizikal selagi mana ianya selari dengan prinsip-prinsip latihan (contohnya setiap bentuk latihan adalah khusus mengikut struktur tubuh dan tahap kecergasan sedia ada pelatih, tiada satu individu sama antara satu sama lain). Dalam memastikan program latihan selari dengan prinsip dan memenuhi objektif latihan, pembolehubah latihan dikenalpasti dan di manipulasi mengikut keperluan. Pembolehubah latihan akan

mempunyai kesan langsung terhadap sistem tenaga. Penyesuaian pembolehubah mengikut ciri-ciri sistem tenaga yang diinginkan memerlukan seseorang jurulatih suaian fizikal memahami konsep asas sistem tenaga tubuh manusia, terutama dari segi durasi masa terlibat.

RUJUKAN

- Abel, M. G., Mortara, A. J., & Pettitt, R. W. (2011). Evaluation of circuit-training intensity for firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2895–2901.
- Artioli, G. G., Bertuzzi, R. C., Roschel, H., Mendes, S. H., Lancha Jr, A. H., & Franchini, E. (2012). Determining the contribution of the energy systems during exercise. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, (61).
- Baker, J. S., McCormick, M. C., & Robergs, R. A. (2010). Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2010.
- Caiozzo, V. J., Perrine, J. J., & Edgerton, V. R. (1981). Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. *Journal of Applied Physiology*, 51(3), 750–754.
- Candow, D. G., & Burke, D. G. (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 204.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126.
- Colquhoun, R. J., Gai, C. M., Aguilar, D., Bove, D., Dolan, J., Vargas, A., ... Campbell, B. I. (2018). Training volume, not frequency, indicative of maximal strength adaptations to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(5), 1207–1213.
- Corbin, C. B., Pangrazi, R. P., & Franks, B. D. (2000). Definitions: Health, fitness, and physical activity. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*.
- Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 177–186.
- Crewther, B. T., Heke, T. O. L., & Keogh, J. W. L. (2016). The effects of two equal-volume training protocols upon strength, body composition and salivary hormones in male rugby union players. *Biology of Sport*, 33(2), 111.
- DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015). The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 2: Practical and applied aspects. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 318–324.
- Figueiredo, V. C., de Salles, B. F., & Trajano, G. S. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. *Sports Medicine*, 48(3), 499–505.
- Franchini, E., Takito, M. Y., & Kiss, M. A. P. D. (2016). Performance and energy systems contributions during upper-body sprint interval exercise. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(6), 535.

- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725–741.
- Goto, K., Nagasawa, M., Yanagisawa, O., Kizuka, T., Ishii, N., & Takamatsu, K. (2004). Muscular adaptations to combinations of high-and low-intensity resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 730–737.
- Granier, P., Mercier, B., Mercier, J., Anselme, F., & Prefaut, C. (1995). Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(1), 58–65.
- Gülch, R. W. (1994). Force-velocity relations in human skeletal muscle. *International Journal of Sports Medicine*, 15(S 1), S2–S10.
- Hill, A. V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences*, 126(843), 136–195.
- Houmard, J. A., Tanner, C. J., Slentz, C. A., Duscha, B. D., McCartney, J. S., & Kraus, W. E. (2004). The effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology*.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., ... Hoffman, J. R. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 364–380.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674–688.
- KURZ, M., Berg, K., Latin, R., & Degraw, W. (2000). The Relationship of Training Methods in NCAA Division I Cross-Country Runners and. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(2), 196–201.
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 1–10.
- Margaritopoulos, S., Theodorou, A., Methenitis, S., Zaras, N., Donti, O., & Tsolakis, C. (2015). The effect of plyometric exercises on repeated strength and power performance in elite karate athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 310.
- Marques, E. A., Ferreira, J., Carvalho, J., & Figueiredo, P. (2017). Cardiovascular demands and training load during a Zumba® session in healthy adult women. *Science & Sports*, 32(6), e235–e243.
- Mclester, J. R., Bishop, E., & Guilliams, M. E. (2000). Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 273–281.
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity

- interval training (HIT) and continuous endurance training for VO 2max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469–1481.
- Milioni, F., Zagatto, A. M., Barbieri, R. A., Andrade, V. L., dos Santos, J. W., Gobatto, C. A., ... Papoti, M. (2017). Energy systems contribution in the running-based anaerobic sprint test. *International Journal of Sports Medicine*, 38(03), 226–232.
- Mohamad, N. I., Cronin, J. B., & Nosaka, K. K. (2012). Difference in kinematics and kinetics between high- and low-velocity resistance loading equated by volume: Implications for hypertrophy training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1). <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31821f48de>
- Mohamad, N. I., Nosaka, K., & Cronin, J. (2011). Maximizing hypertrophy: Possible contribution of stretching in the interset rest period. *Strength and Conditioning Journal*, 33(1). <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181fe7164>
- Paul, D. J., Gabbett, T. J., & Nassis, G. P. (2016). Agility in team sports: Testing, training and factors affecting performance. *Sports Medicine*, 46(3), 421–442.
- Perroni, F., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., D'artibale, E., Cignitti, L., & Capranica, L. (2010). Energy cost and energy sources during a simulated firefighting activity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3457–3463.
- Peterson, M. D., Dodd, D. J., Alvar, B. A., Rhea, M. R., & Favre, M. (2008). Undulation training for development of hierarchical fitness and improved firefighter job performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1683–1695.
- Peyrebrune, M. C., Toubekis, A. G., Lakomy, H. K. A., & Nevill, M. E. (2014). Estimating the energy contribution during single and repeated sprint swimming. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2), 369–376.
- Pollock, M. L., Gaesser, G. A., Butcher, J. D., Després, J.-P., Dishman, R. K., Franklin, B. A., & Garber, C. E. (1998). ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 975–991.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M. P., Martínez, C., Álvarez, C., ... Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784–1795.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., ... Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335–1342.
- Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T., & Burkett, L. N. (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and