

BAB IV

SISTEM RESPIRASI DAN OLAHRAGA

Tujuan Pembelajaran:

- 1 Mahasiswa dapat mengetahui pengertian sistem respiratori
- 2 Mahasiswa dapat memahami dan mengetahui hubungan sistem respiratori dan latihan selama melakukan latihan dalam olahraga.

A. Pendahuluan

Olahraga pada era modern saat ini memegang peran penting dalam memelihara gerak maupun meningkatkan kualitas gerak pada manusia. Olahraga dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja sesuai perkembangan yang ada dan semakin canggihnya peralatan yang ada. Olahraga dapat dilakukan sesuai tujuan yang dilakukan, misal olahraga untuk rehabilitasi. Program latihan pada olahraga rehabilitasi pada dasarnya tidak berbeda dengan olahraga kuratif. Satu hal yang perlu dipertimbangkan adalah memulai dengan takaran sangat rendah karena dilakukan segera setelah penderita membaik dari cedera yang dialami.

Olahraga merupakan, suatu kegiatan jasmani yang dilakukan dengan maksud untuk memelihara kesehatan dan memperkuat otot – otot tubuh. Kegiatan ini dalam perkembangannya dapat dilakukan sebagai kegiatan yang menghibur, menyenangkan atau juga dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan prestasi. Pemerintah sendiri menjadikan olahraga sebagai pendukung terwujudnya manusia Indonesia yang sehat dengan menempatkan olahraga sebagai salah satu arah kebijakan pembangunan yaitu menumbuhkan budaya olahraga guna meningkatkan kualitas manusia Indonesia sehingga memiliki tingkat kesehatan dan kebugaran yang cukup (Farizati,2007).

Berbagai aktivitas olahraga yang dilakukan manusia bertujuan untuk meningkatkan kualitas fisik sumber daya manusia, terutama apabila dilakukan secara benar dan teratur. Latihan olahraga merupakan suatu aktivitas aerobik, yang terutama bermanfaat untuk meningkatkan dan mempertahankan kesehatan dan daya tahan jantung, paru, peredaran darah, otot-otot dan sendisendi. Latihan olahraga yang dilakukan secara teratur akan memberikan pengaruh yang besar terhadap tubuh kita. Latihan fisik atau olahraga dengan pembebanan tertentu akan mengubah faal tubuh yang selanjutnya akan mengubah tingkat kesegaran jasmani (Depkes RI, 2015).

Untuk mengetahui tingkat kesehatan seseorang dilihat dari beberapa aspek, salah satunya adalah dari kinerja alat pernafasan. Pernafasan (respirasi) adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung oksigen (O_2) ke dalam tubuh serta menghembuskan udara yang banyak mengandung karbondioksida (CO_2) sebagai sisa dari oksidasi keluar tubuh. Penghisapan ini disebut inspirasi dan menghembuskan disebut ekspirasi. Sistem pernafasan tersusun atas saluran pernafasan dan paru-paru sebagai tempat pertukaran udara pernafasan. Pernafasan merupakan proses untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang diperlukan dalam mengubah sumber energi menjadi energi, serta membuang CO_2 sebagai sisa metabolisme. Dalam proses respirasi, paru-paru merupakan organ dalam sistem pernafasan yang berfungsi menukar oksigen dalam sistem karbondioksida dari darah dengan bantuan haemoglobin (Effendi dan Makhfudli. 2009).

B. Pengertian

Keterampilan berolahraga memerlukan gerak yang kompleks dari susunan skeletal muscles. Tingkat penampilan olahragawan seringkali dibatasi oleh terbatasnya gerak otot dan rangka. Pengetahuan ini dapat dipergunakan untuk menyusun aktivitas yang dapat dipergunakan untuk dasar keputusan gerak. Tubuh yang sedang bergerak memiliki tiga ciri umum yang berpengaruh kuat pada penampilan olahraga, yaitu : kecepatan, percepatan dan daya gerak. Mengevaluasi keterampilan olahraga.

Prinsip-prinsip yang mengatur gerak adalah gaya dan keseimbangan manusia langsung memengaruhi cara kita bergerak. Seseorang dengan pemahaman dasar tentang konsep-konsep tersebut penampilan yang dirancang untuk meningkatkan keberhasilan. Dengan pemahaman ini olahragawan makin memahami kinetik yang mempengaruhi sebuah gerakan, serta dapat mengubah penampilan untuk memahami kinetik untuk mengatasi tuntutan lingkungan olahraga yang selalu berubah.

Pertumbuhan fisik mencakup penambahan besarnya tubuh dan perubahan yang terkait dengan berbagai sistemnya. Tingkat pertumbuhan bergantung pada dua faktor utama, yaitu :

- a. Penambahan jumlah keseluruhan sel

b. Pembesaran sel dengan penambahan bahan-bahan intraseluler

Perkembangan adalah suatu proses sebagai akibat perubahan anatomis yang berkaitan dengan kematangan. Orang mewarisi banyak sifat genetik yang secara keseluruhan menyediakan potensi untuk perkembangan. Pengetahuan ini dapat dipergunakan untuk merancang latihan-latihan yang sesuai dengan kematangan pemain dan mengarah ke seleksi atas pengalaman bertanding yang tepat.

Karakteristik setiap cabang olahraga satu dengan lainnya memiliki keunikan sendiri, dengan semikian sajian model latihan-pun harus digelar sebagaimana kebutuhan dan keseuaian setiap gerakan yang ditampilkan. Kajian ilmu urai, pembahasan analisis tubuh menganalisis suatu gerakan bukan hal yang sederhana, namun demikian ketidaksederhanaan ini juga bukan merupakan sesuatu yang rumit untuk dipelajari. Dasar pengetahuan ilmu urai yang harus dimiliki, mengupas tentang tulang dan persendian. Pengetahuan tentang kinetik olahraga akan menuntun lebih memahami analisis gerak tubuh. Dasar lain yang semestinya dipahami berkenaan dengan tata-cara menyajikan suatu bentuk latihan sebagai salah satu proses mencapai keberhasilan.

Agar lebih runtut berikut ini secara sistematis analisis akan diarahkan melalui tahap persiapan (*preparation*), pelaksanaan (*execution*) dan sikap akhir (*follow through*). Memahami analisis gerak dan suatu teknik, dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Mengetahui dahulu tentang pola umum gerakan (*POL movement*)
- b. Mengetahui kelompok persendian dan gerakan apa yang dilakukannya
- c. Mengetahui otot-otot apa yang terlibat pada gerakan tersebut, baik yang bersifat agonis, sinergis, stabilizer maupun neutralizer
- d. Mengetahui bagaimana cara melatih otot-otot tersebut.

Posisi dan struktur tubuh yang ideal akan menjadi konsep dan mendasari tingkah laku berpikir tentang sikap, keterampilan, dan konsep sehat. Semua ini mempengaruhi kualitas psikis, tidak ada stress, tidak ada ketegangan sehingga memberikan kebahagiaan hidup. Gerak manusia dapat kita amati karena adanya perubahan posisi dari tubuh atau anggota tubuh dalam ruang dan waktu. Semua bentuk gerakan terjadi karena dipengaruhi oleh sejumlah gaya. Gaya disini tidak lain adalah kontraksi otot. Ada tiga unsur yang menyebabkan terjadinya gerakan, yaitu: tulang sebagai alat penggerak, otot

sebagai sumber penggerak dan persendian yang memungkinkan tergainya gerakan. Macam-macam gerak dapat dilihat dari segi ruang dan aktu, gerak itu akan membuat lintasan yang beraneka macam, yaitu : gerak lurus (gerak linier), gerak putar (gerak rotasi), gerak translasi, gerak lengkung (gerak curva linier).

Gerak dalam statika ialah bagian dari dinamika, dimana mempelajari gaya yang ada pada keadaan seimbang. Titik berat tubuh manusia ialah titik tangkap gaya berat tubuh manusia itu sendiri, letaknya tergantung dari susunan anatomis, sikap, posisi anggotanya dan adanya benda yang ia bawa. Salah satu ketangkasan yang pokok di dalam olahraga ialah kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan dalam berbagai keadaan. Sehingga diperlukan perhatian khusus mengenai faktor-faktor sebagai berikut:

- Tinggi berat tubuh
- Luasnya tempat menumpu
- Hubungan antara garis berat dan tempat menumpu
- Berat tubuh
- Gaya yang bekerja pada tubuh
- Susunan secara segmental
- Koordinasi antara otot-otot

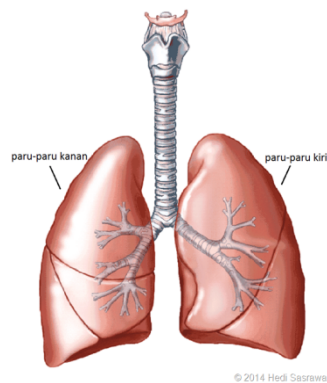
Istilah latihan dalam bahasa inggris dapat mengandung beberapa, makna seperti exercise dan respiration. Dalam istilah bahasa indonesia sama artinya dengan latihan. Namun, dalam bahasa inggris setiap kata memiliki maksud yang berbeda-beda. Dari beberapa istilah tersebut setelah diaplikasikan di lapangan memenag nampak sama kegiatannya, yaitu aktivitas fisik.

Respiration

Sistem respirasi merupakan proses yang sangat penting didalam tubuh manusia. Manusia mempertahankan kehidupan, harus dapat melakukan proses metabolisme sel dengan dengan bantuan oksigen. Pengambilan oksigen ini di lakukan degn proses respirasi. Tujuan bernafas adalah untuk mengambil oksigen dari luar tubuh dan diedarkan keseluruh tubuh untuk proses metabolisme sel-sel dengan hasil keluaran karbondioksida dan air. Respirasi melengkapi manusia dengan beberapa cara untuk menunjukkan emosinya;

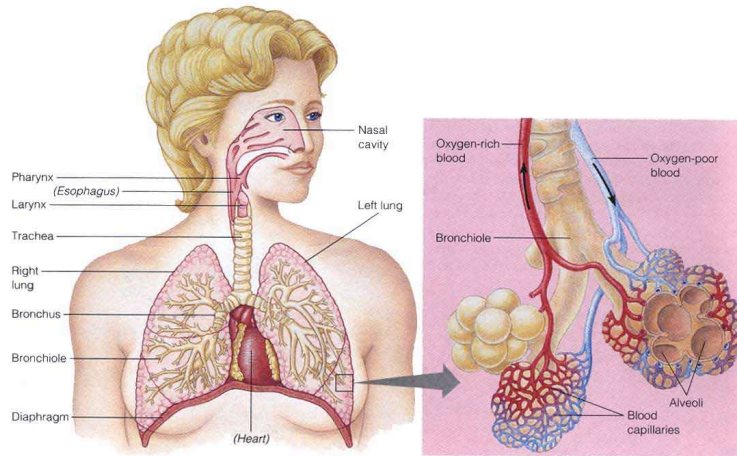
misalnya tertawa, mendesah, mengeluh, menguap, menganga. Juga dapat untuk melontarkan beban asing dari saluran napas melalui suatu bentuk yang disebut batuk dan bersin. Bernapas terdiri dari menghirup dan menghembuskan udara (inspirasi dan ekspirasi).

Paru-paru adalah organ pada sistem pernapasan (respirasi) dan berhubungan dengan sistem peredaran darah (sirkulasi) vertebrata yang bernapas dengan udara. Fungsinya adalah menukar oksigen dari udara dengan karbondioksida dari darah, prosesnya disebut “pernapasan eksternal” atau bernapas. Paru-paru juga mempunyai fungsi non respirasi. Bernapas terutama digerakkan oleh otot diafragma di bawah. Jika otot ini mengerut ruang yang menampung paru-paru akan meluas dan begitu pula sebaliknya, tulang rusuk juga dapat meluas dan mengerut sedikit. Akibatnya udara terhirup masuk dan terdorong keluar melalui trakea dan tube bronchial atau bronchi yang bercabang-cabang dan ujungnya merupakan alveoli, yakni kantung-kantung kecil yang dikelilingi kapiler yang berisi darah. Di sini oksigen dari udara berdifusi ke dalam darah dan kemudian dibawa oleh hemoglobin.



Struktur Sistem Respirasi

Respirasi adalah pertukaran gas yaitu oksigen (O_2) yang dibutuhkan tubuh untuk metabolisme sel dan karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan metabolisme tersebut dikeluarkan dari tubuh melalui paru-paru.



Gambar : Sistem respirasi pada manusia (kiri) dan struktur alveolus (kanan). (Sumber : Campbell et al. 1999).

Sistem respirasi terdiri dari :

- Saluran napas bagian atas
- Saluran napas bagian bawah
- Alveoli
- Sirkulasi paru
- Paru
- Rongga pleura
- Rongga dan dinding dada

Saluran Napas Bagian Atas

a. Rongga hidung

Udara yang dihirup melalui hidung akan mengalami tiga hal:

- Dhangatkan
- Disaring
- Dilembabkan

Merupakan fungsi utama dari selaput lender respirasi (terdiri dari: *Pseudostratified ciliated columnar epithelium* yang berfungsi menggerakkan partikel-partikel halus ke arah faring sedangkan partikel yang besar akan disaring oleh bulu hidung, sel goblet dan kelenjar serous yang berfungsi melembabkan udara yang masuk, pembuluh darah yang berfungsi menghangatkan udara). Ketiga hal tersebut dibantu concha. Kemudian udara akan diteruskan ke

- Nasofaring (terdapat pharyngeal tonsil dan tuba eustachius)

- Orofaring (merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring terdapat pangkal lidah)
 - Laringofaring (terjadi persilangan antara aliran udara dan aliran makanan)
- b. Saluran napas bagian bawah
- Laring
 - Trachea
 - Bronkhi
- c. Alveoli
- Membrane alveolar
- *Small alveolar cell* dengan ekstansi ektoplasmik ke arah rongga alveoli
 - *Large alveolar cell* mengandung *inclusion bodies* yang menghasilkan surfactant
 - *Anastomosing capillary* merupakan ruangan yang dibentuk oleh: endotel kapiler, epitel alveoli, saluran limfe, jaringan kolagen dan sedikit serum
- d. Sirkulasi Paru
- Sirkulasi paru mengatur aliran darah vena-vena dari ventrikel kanan ke arteri pulmonalis dan mengalirkan darah yang bersifat arterial melalui vena pulmonalis kembali ke ventrikel kiri
- e. Paru
- Paru merupakan jalinan atau susunan bronchus bronkhiolus, bronkhiolus terminalis, bronkhiolus respiratory, alveoli, sirkulasi paru, syaraf, sistem limfatik.

C. Respon Jantung Terhadap Aktifitas Fisik

Respon Dinamis Jantung

Tindakan dinamis jantung adalah pompa aksi ganda di kedua sisi kontrak jantung secara bersamaan, meskipun fungsi kedua belah pihak berbeda. Tindakan dinamis seperti :

- a. Kontraksi jantung dimulai oleh impuls listrik yang berasal dari pacu jantung atau nodus sinoatrial (nodus SA) karena jantung menghasilkan impulsnya sendiri, ia dikatakan bersifat miogenik.

- b. Impuls listrik bergerak menuruni atrial myocardium sampai mencapai nodus atrioventrikular (AV node) yang terletak di dinding septum atrium. Ini diikuti oleh kontraksi dinding atrium (atrial systole).
- c. Impuls konduktif AV node melalui jaringan cabang serabut Purkinje yang terletak di dalam septum dan dinding ventrikel adalah otot jantung yang dimodifikasi), menyebabkan kedua ventrikel berkontraksi (sistol ventrikel). Jantung yang melakukan pengaturan urutan kejadian yang membentuk siklus jantung.

Siklus Jantung

Siklus jantung adalah urutan kejadian yang membentuk satu detak jantung dan berlangsung selama sekitar 0,8 detik, sehingga terjadi sekitar 75 kali per menit. Siklus jantung terdiri dari periode relaksasi otot jantung, yang dikenal sebagai diastole (0,5 detik), diikuti oleh periode kontraksi otot jantung, yang dikenal sebagai sistol (0,3 detik). Selama sistol impuls listrik dimulai dalam urutan yang diatur tepat waktu.

a. Diastole jantung

Selama diastole (0,5 detik), otot jantung yang rileks memungkinkan ruang-ruang diisi dengan darah. Ini terjadi dengan katup cuspid terbuka, dan katup semi-lunar tertutup.

b. Sistole jantung

Selama sistol atrium (0,3 detik), impuls SA node menyebabkan kontraksi seperti gelombang di atas atrium yang memaksa darah melewati katup cuspid ke ventrikel. Pada sistol ventrikel, impuls mencapai nodus AV, katup cuspid menutup karena tekanan cairan (darah) di ventrikel lebih besar daripada di atria, dan meningkat lebih jauh ketika ventrikel berkontraksi. Katup semi-lunar terbuka (karena sekarang tekanan cairan di ventrikel lebih besar daripada di arteri utama) dan darah didorong keluar ke arteri pulmonalis (ke arah paru-paru) dan aorta (di sekitar tubuh). Denyut nadi adalah gelombang tekanan yang dihasilkan oleh kontraksi ventrikel kiri. Gelombang tekanan ini mentransmisikan dirinya di sekitar sistem arteri dari seluruh tubuh. Frekuensi gelombang mewakili jumlah denyut per menit (denyut jantung).

D. Efek Latihan Terhadap Pengaturan Pernapasan

Respon Jantung Jangka Pendek. Respon jantung jangka pendek untuk aktivitas fisik meliputi faktor jantung dalam tanggapan jangka pendek untuk latihan.

- a. Heart rate (HR) didefinisikan sebagai 'jumlah denyut jantung per menit (bpm)'.
- b. Rata-rata istirahat HR untuk pria adalah 70 bpm, dan untuk wanita 72 bpm.
- c. Saat istirahat, HR untuk atlet terlatih = 60 bpm atau lebih rendah (denyut jantung kurang dari 60 adalah bradikardia), dan HR untuk orang yang tidak terlatih = 70-90 bpm (rata-rata 80).
- d. Denyut jantung maksimum dapat dihitung menggunakan rumus: $HR_{max} = 220 - \text{usia}$. Jadi, untuk usia 20 tahun, $HR_{max} = 220 - 20 = 200$ bpm. Biasanya, denyut jantung maksimum untuk orang yang tidak terlatih sedikit lebih sedikit daripada orang yang sangat terlatih, contohnya adalah 190 (tidak terlatih) hingga 200 (terlatih) dalam perhitungan yang diuraikan di bawah ini.
- e. Stroke volume (SV) adalah volume darah yang dipompa oleh ventrikel kiri jantung per denyut dan ditentukan oleh aliran balik vena dan elastisitas dan kontraktilitas miokardium. Misalnya, SV untuk atlet terlatih = 110 ml saat istirahat, dan SV untuk orang yang tidak terlatih = 70 ml saat istirahat. SV untuk atlet ketahanan terlatih selama intensitas latihan maksimal = 190 ml, dan untuk orang yang tidak terlatih, selama intensitas latihan maksimumnya, $SV = 110$ ml.

Laju Jantung Selama Latihan

Tanggapan denyut jantung terhadap olahraga yaitu :

- a. Peningkatan antisipatif akibat aksi hormonal adrenalin dan noradrenalin. Ini terjadi karena orang tersebut mulai berolahraga, dan karenanya denyut jantungnya sedikit meningkat.
- b. Kenaikan tajam selama kerja aerobik karena stimulasi sensorik proprioceptor, dan juga pelepasan hormon dan aksi pompa otot rangka.
- c. Keadaan stabil dan beberapa pemulihan utang O₂ (aerobik).
- d. Melanjutkan HR yang tinggi untuk memaksimalkan beban kerja yang terus menekan sistem anaerobik, menghasilkan asam laktat + CO₂ + K

- +, yang menstimulasi chemoreceptors. Selain itu, faktor intrinsik juga dirangsang pada tingkat maksimum.
- e. Pemulihan cepat karena rangsangan proprioceptive, pompa otot rangka, dan penarikan hormon.
 - f. Pemulihan lambat, pembersihan metabolisme seperti asam laktat, ketika sistem kembali ke nilai istirahat normal.

Peningkatan Volume

Peningkatan volume stroke, dari nilai istirahat 60 ml beat-1 hingga 85 ml beat-1 sebelum dimulainya periode latihan, dan karena pelepasan hormon seperti adrenalin dan noradrenalin.

Efek ini dikenal sebagai kenaikan antisipatif. Peningkatan volume stroke saat latihan dimulai. Ini terutama karena peningkatan aliran balik vena dan peningkatan kontraksi miokard selama sistol ventrikel (Hukum Jantung Starling) yang menyebabkan otot jantung berkontraksi lebih kuat, dari 85 ml beat-1 menjadi lebih dari 110 ml beat-1 selama pekerjaan submaksimal. Ketika intensitas kerja meningkat selama latihan maksimal, ada sedikit penurunan dalam volume stroke.

Pada titik ini, denyut jantung akan meningkat dengan cepat untuk mempertahankan peningkatan cardiac output yang terus menerus untuk memenuhi tuntutan olahraga. Volume stroke meningkat ke nilai maksimal selama pekerjaan submaksimal dan tidak meningkat lebih jauh saat kerja meningkat ke arah upaya maksimal. Ini karena sekali jantung mengembang dan berkontraksi memanfaatkan ukurannya semaksimal mungkin, itu jelas tidak bisa menjadi lebih besar meskipun kebutuhan energi tubuh lebih besar. Pada peningkatan nilai ini, volume stroke tidak dapat meningkat lebih lanjut karena tumpang tindih dari serat aktin dan miosin selama sistol jantung telah mencapai maksimum, dan karena itu tingkat volume stroke tidak aktif.

E. Respon Output Jantung Selama Latihan

Respon output jantung untuk latihan terjadi karena cardiac output adalah produk dari stroke volume dan nilai denyut jantung $Q = SV \times HR$, itu akan meningkat secara langsung sesuai dengan intensitas latihan.

a. Cardio-vascular drift

Latihan aerobik yang berkepanjangan, pada intensitas latihan konstan, seperti balap maraton atau latihan aerobik di lingkungan yang panas, volume stroke berangsur menurun dan denyut jantung meningkat, dan karenanya curah jantung tetap mendekati konstan. Selama proses ini tekanan darah arterial menurun. Respons ini disebabkan oleh kebutuhan untuk memindahkan kelebihan panas yang dihasilkan oleh jaringan aktif dari dalam tubuh (yang dikenal sebagai inti) ke kulit di mana ia memiliki akses ke lingkungan luar.

Panas ini digerakkan oleh darah selama vasodilasi pembuluh darah tepat di bawah kulit. Penguapan adalah rute utama untuk pembuangan panas dan sehingga cairan atau keringat menguap panas hilang. Kehilangan cairan menghasilkan penurunan volume plasma dan penurunan aliran balik vena dan stroke selanjutnya.

Volume stroke yang dikurangi memulai peningkatan denyut jantung kompensasi untuk mempertahankan keluaran jantung yang hampir konstan saat latihan berlangsung. Semua respon sirkulasi ini secara kolektif disebut sebagai penyimpangan cardio-vascular. Penting bagi atlet untuk rehidrasi dengan minuman olahraga (air yang mengandung sedikit sodium dan glukosa) selama periode olahraga yang lama atau saat melakukan latihan aerobik di lingkungan yang panas. Ini akan meminimalkan kehilangan cairan dan dengan demikian mengurangi efek dari pergeseran kardio-vaskular.

F. Sistem Pengaturan

Pusat kontrol jantung (di medula oblongata di otak) mengatur umpan balik yang menghasilkan perubahan denyut jantung dari saraf yang penting, hormonal dan intrinsik.

a. Faktor kontrol saraf

Faktor kontrol syaraf adalah kunci yang mengontrol regulator dan terdiri dari: Reflekskemoreseptor yang melibatkan reseptor yang terletak di pembuluh darah seperti lengkungan aorta dan sinus karotid. Refleks-refleks ini mendeteksi perubahan kimia dalam darah, konsentrasi CO₂, H⁺, dan tingkat pH. Penurunan kadar O₂ dan pH, dan peningkatan konsentrasi CO₂ dan H⁺, semua merangsang perubahan denyut jantung melalui saraf akselerator jantung.

Refleks proprioceptor yang ditemukan pada spindel otot dan tendon Golgi yang merespons rangsangan mekanis seperti kompresi, membungkuk atau peregangan sel, mendeteksi perubahan gerakan. Peningkatan ketegangan dalam struktur sel akan meningkatkan denyut jantung melalui saraf akselerator jantung.

Refleks baroreseptor yang melibatkan reseptor yang terletak di pembuluh darah (seperti lengkungan aorta dan sinus karotis). Peran mereka adalah mendeteksi perubahan tekanan darah. Ketika tekanan darah terlalu tinggi, saraf parasimpatis melepaskan asetilkolin, yang menurunkan denyut jantung.

b. Faktor Hormonal

Faktor hormonal Hormon dilepaskan oleh tubuh sebagai respons terhadap berbagai rangsangan. Mereka yang mempengaruhi denyut jantung adalah: Noradrenalin dan adrenalin (regulator hormon utama) yang bertindak untuk mempercepat denyut jantung (takikardia) dan meningkatkan kekuatan kontraksi ventrikel yang meningkatkan volume stroke. Asetilkolin yang memperlambat jantung (bradycardia). Hormon tiroid dan glukagon yang meningkatkan HR. Peningkatan kadar glukagon yang membantu pemecahan glikogen untuk melepaskan glukosa ke dalam sistem sirkulasi untuk memicu kontraksi otot.

c. Faktor intrinsik

Faktor intrinsik berperan dalam perubahan balik vena: Pengembalian vena adalah 'volume darah yang kembali ke jantung selama setiap siklus jantung'. Perubahan ini sebagai hasil dari tindakan otot rangka dan pompa pernafasan, dan keseimbangan elektrolit (Na^+ , K^+) dalam jaringan otot. Suhu miokard juga mempengaruhi aliran balik vena, karena kecepatan transmisi impuls saraf meningkat dengan suhu, dan ini akan meningkatkan denyut jantung. Hukum Jantung Starling menyatakan bahwa curah jantung sama dengan pengembalian vena. Peningkatan aliran balik vena membentangi dinding ventrikel lebih banyak dan menghasilkan peningkatan kekuatan kontraksi dan oleh karena itu peningkatan volume stroke.

G. Respon Jangka Panjang

Tanggapan jangka panjang dari jantung berupa hasil latihan aerobik secara teratur pada hipertrofi otot jantung, yang berarti bahwa otot menjadi lebih besar dan lebih kuat. Jantung ini memompa volume darah yang lebih besar keluar per denyut, maka volume stroke lebih besar. Ini adalah metode yang paling efektif untuk menghasilkan SDM di bawah 60 bpm. Ini pada gilirannya mempengaruhi output jantung, seperti yang digambarkan dalam persamaan di atas. Saat istirahat, pompa jantung yang lebih besar dan kuat, lebih banyak darah keluar per denyut, meskipun kebutuhan tubuh akan darah beroksigen akan sama dengan orang yang tidak terlatih. Oleh karena itu, denyut jantung istirahat menurun, dengan efek bersih dari curah jantung yang tidak berubah. Para olahragawan terlatih sangat cenderung memiliki detak jantung istirahat yang jauh di bawah 60 bpm.

Selama latihan maksimum, peningkatan denyut jantung, ditambah dengan peningkatan volume stroke, menghasilkan peningkatan cardiac output. Seperti yang diharapkan, curah jantung untuk atlet ketahanan lebih dari dua kali lipat dari orang yang tidak terlatih ke hipertrofi otot jantung. Selama periode pemulihan setelah latihan maksimum, denyut jantung akan menurun lebih cepat, dan begitu juga akan kembali ke tingkat istirahat jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan atlet bila dibandingkan dengan orang yang tidak terlatih. Oleh karena itu pemulihan denyut jantung digunakan sebagai indeks kebugaran kardio-pernafasan. Respon jangka panjang untuk sistem kontrol saraf. Pelatihan ketahanan menciptakan ketidakseimbangan antara dua set saraf (PNS dan SNS) mendukung dominasi parasimpatik. Jenis pelatihan ini juga dikenal untuk mengurangi tingkat pembakaran intrinsik dari SA node.

H. Respon Sistem Vaskular Selama Latihan

Sistem sirkulasi sistemik ini terdiri dari semua pembuluh darah yang membawa oksigen dari jantung melalui aorta, arteri dan arteriol dan ke kapiler yang tertanam di jaringan kerja tubuh. Kemudian setelah melepaskan oksigen (ke jaringan kerja), darah terdeoksigenasi kembali ke jantung melalui venula, vena dan vena cavae.

Sistem peredaran paru Sistem ini terdiri dari arteri pulmonal yang membawa darah terdeoksigenasi ini dari atrium kanan jantung ke paru-paru, di mana darah kembali teroksigenasi dari udara yang dihirup ke paru-paru. Darah beroksigen kemudian dikembalikan ke jantung melalui vena pulmonal.

Transportasi oksigen dan karbon dioksida oleh sistem vaskular darah terdiri dari 55% plasma (yang mengangkut zat gizi, hormon dan limbah yang terlarut) dan 45% sel darah. 97% oksigen yang dibawa oleh darah diangkut melalui hemoglobin dalam sel darah merah, karena hemoglobin siap menempelkan dirinya ke O₂ ketika terkena itu di alveoli dalam jaringan paru-paru. Sisa 3% oksigen yang dibawa dilarutkan dalam plasma darah.

Olahraga menyebabkan sedikit peningkatan tekanan darah pulmonal, yang mendistorsi sel darah merah dalam sistem kapiler alveolar, dan ini memungkinkan 10 kali lebih banyak oksigen untuk diambil saat istirahat. Rumus untuk oksigenasi hemoglobin (Hb) adalah: $Hb + 4O_2 \rightleftharpoons Hb(O_2)_4$, di mana satu molekul Hb bergabung dengan 4 molekul O₂ untuk membentuk molekul oxyhaemoglobin Hb (O₂). Jumlah oksigen yang diangkut oleh darah adalah fungsi dari curah jantung dan kandungan oksigen dari darah.

Saat istirahat, kami menggunakan sekitar 25% oksigen yang tersedia. Hal ini menyisakan 75% oksigen yang tersedia dalam darah kembali ke jantung melalui aliran balik vena. Ini disebut cadangan oksigen, yang segera tersedia untuk latihan ketika dimulai. Sel-sel darah yang tersisa di dalam darah adalah sel darah putih. Sel-sel ini menghasilkan antibodi dan mengatur sistem kekebalan tubuh, dan trombosit bertanggung jawab untuk pembekuan darah.

Karbon Dioksida (CO₂) dihasilkan oleh proses respirasi dalam sel-sel jaringan, oksidasi bahan bakar dalam oksigen untuk menghasilkan energi, yang dalam sel-sel otot memungkinkan orang untuk bergerak / lari / melompat. CO₂ diangkut dalam darah vena sebagai: Asam karbonat (sebagian besar terdisosiasi menjadi H⁺ dan HCO₃⁻) (70%). • Karbaminohaemoglobin (kombinasi CO₂ dengan hemoglobin dengan cara

yang mirip yang dikombinasikan O₂ dengan Hb untuk membentuk oxyhaemoglobin) (23%).

Karbondioksida diekskresikan dari paru-paru selama ekspirasi. CO₂ ini harus dikeluarkan dari sel-sel jaringan karena jika tetap membentuk asam karbonat (dipisahkan menjadi H⁺ dan HCO₃⁻ seperti yang disebutkan di atas), yang pada dasarnya bertindak sebagai racun dan akan mengurangi sel otot untuk menyelesaikan aktivitas dalam beberapa detik. Oleh karena itu, sangat penting untuk menjaga sistem transportasi darah yang efisien (membawa oksigen ke dalam, dan karbon dioksida dari otot) jika seseorang dapat berolahraga dan hidup sehat.

Selama latihan ritmis yang kuat, otot rangka dan pompa pernafasan jauh lebih besar, sehingga aliran balik vena lebih besar dan aliran darah lebih tinggi. Juga, ketika aliran darah meningkat dan aliran balik vena lebih tinggi, jantung dirangsang untuk memompa lebih keras dan lebih sering. Oleh karena itu tekanan darah sistolik meningkat - yang pada gilirannya memaksa aliran darah yang lebih besar ke dalam arteri dengan kecepatan darah yang lebih besar. Mekanisme pernapasan yang sebenarnya disebabkan oleh perubahan tekanan udara (tekanan intrapulmoner) di paru-paru yang relatif terhadap tekanan atmosfer, dan sebagai akibat dari tindakan otot dari 11 pasang otot interkostal dan diafragma.

Selama periode singkat sebelum latihan dimulai, selama masa latihan, dan selama periode pemulihan segera setelah olahraga. Peningkatan antisipatif dalam V. E adalah karena aksi hormonal adrenalin dan noradrenalin di pusat pernapasan di otak. Kenaikan ini disebabkan oleh kegembiraan dalam mengantisipasi latihan awal.

Peningkatan cepat V. E pada awal latihan adalah karena stimulasi sensorik proprioceptor, dan juga karena pelepasan hormon lanjutan. Selama periode ini, olahraga bersifat anaerobik dan tidak memerlukan oksigen dari sistem pernapasan. Namun, utang oksigen sedang meningkat, dan ini perlu ditangani kemudian.

Selama latihan sub-maksimal, leveling off dari V. E terjadi ketika keadaan tunak dikembangkan antara oksigen yang dibutuhkan dan disediakan oleh sistem pernapasan. Beberapa pemulihan utang O₂ (aerob)

terjadi. Selama beban kerja maksimal ada peningkatan lebih lambat yang lambat pada \dot{V}_E sebagai sistem anaerobik terus ditekankan. Ini menghasilkan asam laktat + CO_2 + K^+ , yang menstimulasi chemoreceptors pada level maksimal.

Stimulan utama untuk peningkatan laju ventilasi adalah adanya karbon dioksida dalam darah yang mengalir melewati chemoreceptors. Lihat bagian pada halaman 64 di bawah ini untuk rincian lokasi dan fungsi reseptor-reseptor ini yang menstimulasi pusat pernapasan di otak.

Saat latihan berakhir, ada penurunan cepat pada \dot{V}_E karena penghentian rangsangan proprioceptive dan penarikan hormon, kemudian meratakan ke nilai pra-latihan. Kemudian, setelah bekerja maksimal, ada penurunan yang jauh lebih lambat dalam \dot{V}_E karena pembersihan metabolit seperti asam laktat dan karbon dioksida sebagai sistem kembali ke nilai istirahat normal.

Pusat kontrol pernafasan (RCC) terletak di dalam medulla oblongata otak dan mengatur ventilasi pulmonal. Tingkat pernapasan (juga disebut frekuensi pernapasan (f) dan didefinisikan sebagai jumlah napas yang diambil dalam satu menit dan kedalaman pernapasan (dikenal sebagai volume tidal (TV) dan didefinisikan sebagai volume udara yang diinspirasi atau kadaluwarsa dalam satu napas dikendalikan oleh neuron di dalam medula. Meskipun neuron meduler menciptakan ritme dasar pernapasan, aktivitas mereka dapat dipengaruhi oleh masukan dari bagian otak yang lain dan dengan masukan dari reseptor. RCC terdiri dari dua bagian: pusat inspirasi dan ekspirasi: 1. Pusat inspirasi bertanggung jawab untuk ritme dasar ventilasi. Pada saat istirahat, impuls dikirim melalui saraf frenikus dan interkostal ke otot interkostal eksternal dan diafragma yang menyebabkan otot-otot ini berkontraksi untuk menghasilkan inspirasi. Ketika rangsangan berhenti otot-otot ini rileks menyebabkan kadaluwarsa.

Pusat ekspirasi tidak aktif selama pernapasan yang tenang. Namun, selama pernapasan yang kuat seperti selama latihan, pusat ekspirasi aktif mengirim impuls untuk merangsang otot-otot kadaluwarsa (sternokleidomastoid, skalena, pectoralis mayor dan minor) untuk meningkatkan laju pernapasan (lihat tabel 4.4 pada halaman 61 untuk mengingatkan diri Anda tentang mekanisme pernapasan).

Dua pusat otak tambahan membantu kontrol pernapasan: Pusat apneustic mengontrol intensitas pernapasan. Hal ini dilakukan dengan memperpanjang pembakaran neuron inspirasi, sehingga meningkatkan TV. Pusat pneumotoraks antagonis pusat apneustic, menghasilkan penyesuaian laju pernapasan. Oleh karena itu, sebagai hasil dari latihan jangka panjang, adaptasi berikut terjadi di dalam tubuh yang cenderung membuat lebih efisien transfer (dari udara yang dihirup) oksigen ke otot yang bekerja. Olahraga jangka panjang memiliki efek melatih sistem pernapasan - yaitu otot diafragma dan interkostal. Jika olahraga dilanjutkan setidaknya dua sampai tiga kali per minggu, otot-otot ini akan menjadi lebih bugar dan kuat serta lebih mampu bekerja tanpa kram dan kondisi seperti jahitan.

Efisiensi sistem pernapasan akan bergantung pada pemanfaatan dan kapasitas alveoli untuk mengambil oksigen dari udara yang dihirup dan mengirimkannya ke darah yang mengalir melalui tempat tidur kapiler alveolar. Aktivitas fisik jangka panjang meningkatkan aliran darah ke lobus atas paru-paru untuk meningkatkan pemanfaatan alveoli paru, sehingga meningkatkan pertukaran gas dan oleh karena itu $V_{O_2\max}$ pada beban kerja aerobik intensitas tinggi.

Pada beban kerja submaksimal VO_2 akan berkurang karena efisiensi penyerapan oksigen yang lebih besar, dan perbaikan umum pada fungsi paru akan terjadi seperti peningkatan volume tidal (TV) dan kapasitas vital (VC) dengan mengorbankan volume residual (RV).

Peningkatan efisiensi sistem pernapasan akan meningkatkan pemulihan dari olahraga dan mengurangi utang oksigen selama latihan. Pada beban kerja submaksimal ada sedikit penurunan laju pernapasan (f - frekuensi napas). Selama beban kerja maksimal, ada peningkatan besar pada laju pernapasan.

I. Kesimpulan

Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang fungsional dari organ tubuh atau ilmu yang mempelajari bagaimana tubuh bekerja. Pengertian latihan yang berasal dari kata *exercice* adalah perangkat utama dalam proses latihan harian untuk meningkatkan kualitas fungsi organ tubuh manusia sehingga

mempermudah olahraga dalam penyempurnaan gerakannya. Sementara sistem respirasi merupakan proses yang sangat penting didalam tubuh manusia. Manusia mempertahankan kehidupan, harus dapat melakukan proses metabolisme sel dengan dengan bantuan oksigen. Pengambilan oksigen ini di lakukan degn proses respirasi.

Gerak manusia dapat kita amati karena adanya perubahan posisi dari tubuh atau anggota tubuh dalam ruang dan waktu. Semua bentuk gerakan terjadi karena dipengaruhi oleh sejumlah gaya. Struktur sistem respirasi terdiri dari saluran napas bagian atas, saluran napas bagian bawah, alveoli, sirkulasi paru, paru, rongga pleura, dan rongga dan dinding dada. Pusat kontrol jantung (di medula oblongata di otak) mengatur umpan balik yang menghasilkan perubahan denyut jantung dari saraf yang penting, hormonal dan intrinsik.

Karbon Dioksida (CO₂) dihasilkan oleh proses respirasi dalam sel-sel jaringan, oksidasi bahan bakar dalam oksigen untuk menghasilkan energi, yang dalam sel-sel otot memungkinkan orang untuk bergerak / lari / melompat. CO₂ diangkut dalam darah vena sebagai: Asam karbonat (sebagian besar terdisosiasi menjadi H⁺ dan HCO₃⁻) (70%). • Karbaminohaemoglobin (kombinasi CO₂ dengan hemoglobin dengan cara yang mirip yang dikombinasikan O₂ dengan Hb untuk membentuk oxyhaemoglobin) (23%).

Pusat kontrol pernafasan (RCC) terletak di dalam medulla oblongata otak dan mengatur ventilasi pulmonal. Tingkat pernapasan (juga disebut frekuensi pernapasan (f) dan didefinisikan sebagai jumlah napas yang diambil dalam satu menit dan kedalaman pernapasan (dikenal sebagai volume tidal (TV) dan didefinisikan sebagai volume udara yang diinspirasi atau kedaluwarsa dalam satu napas dikendalikan oleh neuron di dalam medula. Meskipun neuron meduler menciptakan ritme dasar pernapasan, aktivitas mereka dapat dipengaruhi oleh masukan dari bagian otak yang lain dan dengan masukan dari reseptor.

Daftar Pustaka

- 1 Aliverti, A. (2016). Pysiology Masterclass: The respiratory muscles during exercise. *Breathe* , 165-168.
- 2 Depkes RI. 2015. Pembinaan Kesehatan Olahraga di Indonesia. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI: InfoDatin.

- 3 Effendi, F. dan Makhfudli. 2009. Keperawatan Kesehatan Komunitas: Teori dan Praktik dalam Keperawatan. Jakarta: Salemba Medika
- 4 Farizati, K. (2007). Panduan kesehatan olahraga bagi Petugas Kesehatan. Depkes RI.
- 5 Forster, Hubert, V., & al, e. (2013). Control of Breathing During Exercise. *Physiological Society* , 743-775.
- 6 Kendall, K. (2014). *Sinopsis Organ System*. Karisma Publishing Group.
- 7 Luklukaningsih, Z. (2014). *Anatomi, Fisiologi, dan Fisioterapi*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- 8 Wiarto, G. (2013). *Fisiologi dan Olahraga*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- 9 Wirasamita, R. (2013). *Ilmu Urai Olahraga I*. Bandung.
- 10 Wirasasmita, R. (2014). *Ilmu Urai Olahraga II*. Bandung: IKAPI.