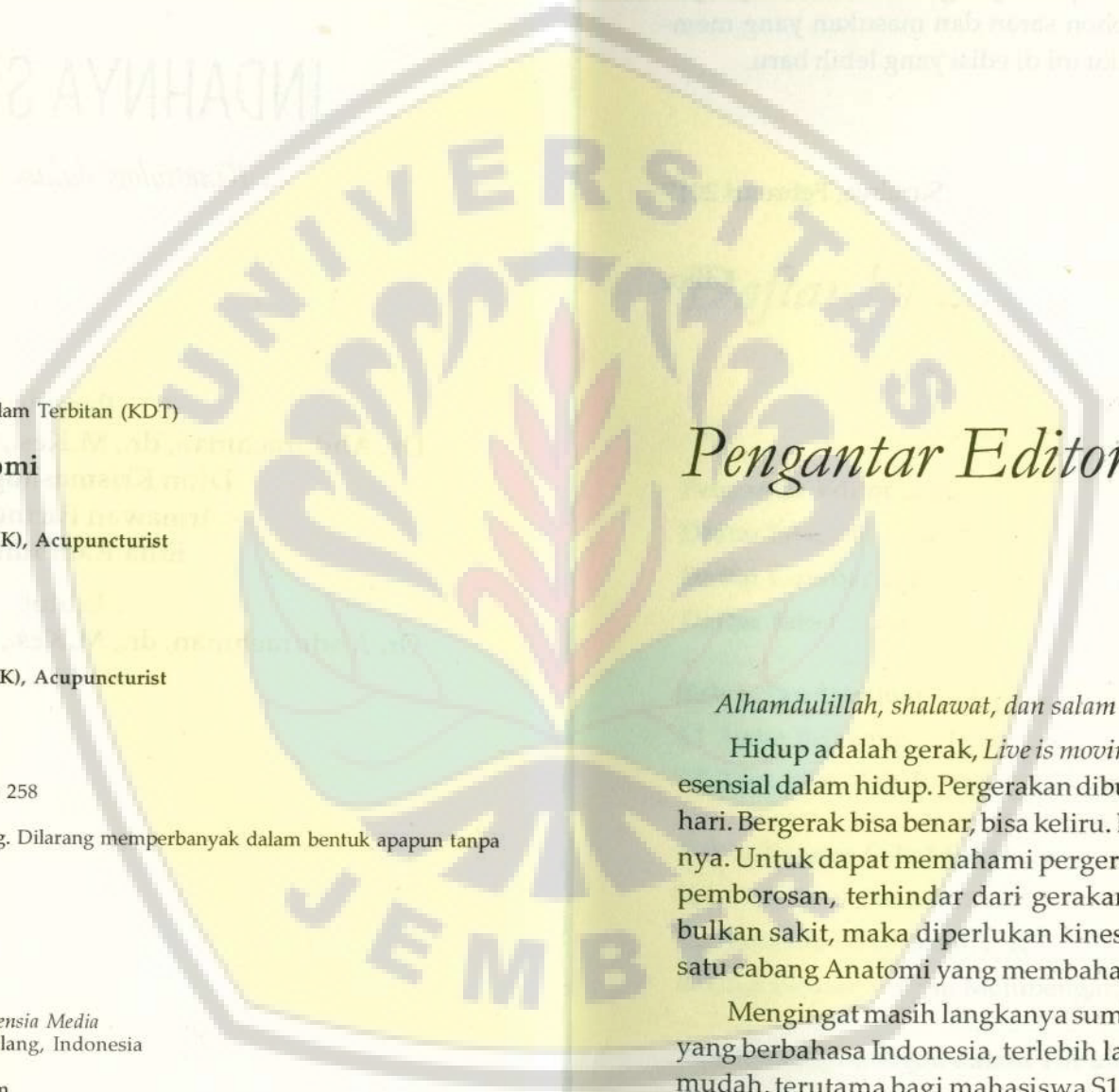




# *Indahnya Seirama*

Kinesiologi Dalam Anatomi



Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)  
**INDAHNYA SEIRAMA**  
**Kinesiologi dalam Anatomi**

Penulis:  
Dr. Abdurachman, dr, M.Kes., PA(K), Acupuncturist  
Dion Krismashogi D., dr.  
Irmawan Farindra, dr.  
Etha Rambung, dr

Editor:  
Dr. Abdurachman, dr, M.Kes., PA(K), Acupuncturist

ISBN: 978-602-6874-58-0

Copyright © Maret, 2017  
Ukuran: 15,5cm X23cm; Hal: xviii + 258

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari pihak penerbit.

Cover: Dino Sanggrha Irunanda  
Lay Out: Kamilia Sukmawati

Cetakan I, 2016

Diterbitkan pertama kali oleh *Inteligensia Media*  
Jl. Joyosuko Metro IV/No 42 B, Malang, Indonesia  
Telp./Fax. 0341-588010  
Email: [intelegensiamedia@gmail.com](mailto:intelegensiamedia@gmail.com)

Didistribusikan oleh CV. Cita Intrans Selaras  
Wisma Kalimetro, Jl. Joyosuko Metro 42 Malang  
Telp. 0341-573650  
Email: [intrans\\_malang@yahoo.com](mailto:intrans_malang@yahoo.com)

## *Pengantar Editor ...*

*Alhamdulillah, shalawat, dan salam kepada Muhammad Rasulullah.*

Hidup adalah gerak, *Live is moving*. Gerak merupakan suatu yang esensial dalam hidup. Pergerakan dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Bergerak bisa benar, bisa keliru. Bergerak bisa efektif atau sebaliknya. Untuk dapat memahami pergerakan yang efektif, terhindar dari pemborosan, terhindar dari gerakan yang keliru sehingga menimbulkan sakit, maka diperlukan kinesiologi. Kinesiologi adalah salah satu cabang Anatomi yang membahas tubuh berkaitan dengan gerak.

Mengingat masih langkanya sumber pustaka kinesiologi terutama yang berbahasa Indonesia, terlebih lagi sebagai sumber pustaka yang mudah, terutama bagi mahasiswa S1, S2, bahkan S3 ilmu kedokteran, maka buku ini disusun. Selebihnya, karena setiap individu hidup harus bergerak, maka buku ini pun sangat diperlukan masyarakat umum, terlebih yang berprofesi banyak berkaitan dengan gerak, seperti

# Indahnya Seirama



Keseimbangan, keteraturan, harmonis, melambangkan kenyamanan. Suasana demikian, bagi tubuh adalah suasana sehat. Tubuh manusia diciptakan Tuhan terdiri dari sepasang kinerja. Sebut saja sistem saraf. Ada sistem saraf somatis, ada sistem saraf otonom. Saraf otonom memiliki komponen simpatis dan para simpatis. Pada sistem otot, ada otot-otot yang memiliki fungsi fleksi, ada yang berfungsi ekstensi. Sepasang sistem ini memerlukan keseimbangan, keteraturan, dan keharmonisan untuk mencapai kondisi sehat dan nyaman.

Untuk dapat mencapai kondisi tersebut, wajar jika diperlukan pengetahuan tentang itu. Kinesiologi merupakan ilmu pengetahuan yang antara lain membahas peran otot dan system perangkat gerak lain, demi mencapai kondisi sehat dan nyaman bagi tubuh. Kondisi nyaman yang optimal, tidak hanya mendukung tubuh sehat, tetapi juga indah. Untuk itu buku ini diberi judul *Indahnya Seirama*.



ISBN: 978-602-6874-58-0



9 786026 874580

# INDAHNYA SEIRAMA

KINESIOLOGI DALAM ANATOMI

Editor:

Dr. Abdurachman, dr., M.Kes, PA (K)

OLEH :

Dr. Abdurachman, dr., M.Kes, PA (K)

Dion Krismashogi D., dr.

Irmawan Farindra, dr.

Etha Rambung, dr.

DAFTAR ISI

<b>Halaman Sampul</b> .....	<b>i</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>ii</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>vi</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>xi</b>
<b>Bab I. Pendahuluan</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Visi, Misi, dan Tujuan .....	4
1.2.1. Visi .....	4
1.2.2. Misi.....	4
1.2.3. Tujuan.....	4
<b>Bab II. Konsep Sehat–Sakit</b> .....	<b>5</b>
II.1. Definisi Sehat-Sakit .....	5
II.1.1. Definisi sehat .....	5
II.1.2. Definisi Sakit.....	6
II.1.2.1. Fase-fase Sakit.....	7
II.1.2.2. Tahapan Sakit .....	7
II.1.2.3. Rentang Sehat–Sakit.....	8
II.1.2.4. Hubungan Sehat–Sakit .....	9
II.2. Kriteria Sehat-Sakit.....	11
II.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesehatan.....	11
<b>BAB III. Keseimbangan dalam Tubuh Manusia</b> .....	<b>17</b>
III.1. Penerapan Hukum Newton, Momentum, Keseimbangan-stabilitas, dan Energi.....	17
III.1.1. Penerapan Hukum Newton .....	17
III.1.2. Momentum dan Momen Gaya .....	20
III.1.3. Keseimbangan.....	21
III.1.4. Usaha dan Energi .....	30
III.1.4.1. Usaha .....	30
III.1.4.2. Energi .....	31
III.2. Depolarisasi dan Repolarisasi .....	31
III.2.1. Pengertian Depolarisasi dan Repolarisasi.....	31
III.2.2. Keseimbangan Depolarisasi dan Repolarisasi .....	33

III.3. Simpatis dan Parasimpatis .....	33
III.3.1. Pengertian Sistem Saraf Simpatis dan Parasimpatis .....	33
III.3.2. Anatomi Sistem Saraf Simpatis.....	34
III.3.2. Anatomi Sistem Saraf Parasimpatis .....	34
III.3.3. Efek Perangsangan Simpatis dan Parasimpatis pada Organ Spesifik .....	35
III.3.4. Efek Perangsangan Simpatis dan Parasimpatis terhadap Tekanan Arteri... 36	
III.3.5. Efek Perangsangan Simpatis dan Parasimpatis terhadap Fungsi Tubuh Lainnya .....	37
III.3.6. Keseimbangan Simpatis Dan Parasimpatis .....	37
III.4. Otot Agonis-antagonis.....	37
<b>BAB IV. Otot Rangka.....</b>	<b>41</b>
IV.1. Anatomi dan Histologi .....	41
IV.1.1. Penggolongan jaringan otot.....	41
IV.1.2. Jaringan Otot Rangka.....	42
IV.1.3. Pembentukan Otot Rangka.....	42
IV.1.4. Jaringan Ikat Pada Otot Rangka.....	43
IV.1.5. Penampakan Mikroskopis Serat Otot.....	43
IV.1.6. Protein Pada Otot Rangka .....	45
IV.1.7. Warna Otot.....	47
IV.1.8. Regenerasi Sel Otot.....	49
IV.2. Fisiologi Otot.....	49
IV.2.1. Pengaturan Kontraksi Otot.....	49
IV.2.2. Mekanisme Kontraksi Otot .....	51
IV.2.3. Tipe Kontraksi Otot.....	53
IV. 3. Tipe Otot .....	57
<b>Bab V. Kinesiologi: Kinematika .....</b>	<b>61</b>
V.1. Definisi Kinesiologi, Kinetika Dan Kinematika.....	61
V.2. Terminologi .....	62
V.2.1. Bidang Gerak Dan Sumbu Gerak .....	62
V.2.2. Gerakan Tubuh .....	63
V.2.3 Tonus Otot.....	67
V.2.4. Kekuatan Otot (Strength) .....	67
V.2.5. Torsi ( <i>Torque</i> ) .....	68

V.2.6. Jenis Kontraksi Otot .....	68
V.2.7. Enduransi Otot .....	69
V.2.8. Kelelahan Otot.....	69
V.2.9. Kerja Berlebihan ( <i>Overwork</i> ) .....	70
V.2.10. Rentang Kerja Otot .....	70
V.2.11. Aktif Insufisiensi .....	70
V.2.12. <i>Range Of Movement</i> (Rom) .....	70
V.3. <i>Osteokinematic</i> .....	72
V.3.1. Definisi .....	72
V.3.2. Jenis Gerak .....	72
V.3.3. Dampak Gerak <i>Translatory</i> Dan <i>Rotary</i> .....	73
V. 3.4. Derajat Kebebasan Gerakan Sendi .....	74
V. 3.5. Goniometri Klinis.....	77
V. 3.6. Rantai Kinematik .....	79
V.4. <i>Arthrokinematics</i> .....	81
V.4.1. Definisi .....	81
V.4.2. Struktur Sendi.....	81
<b>Bab VI. Otot-Otot dalam Persendian.....</b>	<b>84</b>
VI.1. Otot Fleksi dan Extensi dalam Persendian .....	84
VI.2. Otot Abduksi dan Adduksi dalam Persendian.....	97
VI.3. Otot-Otot Eksorotasi Dan Endorotasi Dalam Persendian .....	107
<b>BAB VII. Pemeriksaan Tanda-Tanda Vital .....</b>	<b>114</b>
VII.1. Tekanan Darah .....	114
VII.1.1. Definisi.....	114
VII.1.2. Fisiologi .....	114
VII.1.3. Regulasi Tekanan Darah.....	115
VII.1.4. Klasifikasi Tekanan Darah.....	117
VII.1.5. Pengukuran Tekanan Darah.....	117
VII.1.6. Faktor-faktor yang Dapat Mempengaruhi Peningkatan Tekanan Darah .	119
VII.2. Denyut Nadi .....	121
VII.2.1. Pengertian Denyut Nadi .....	121
VII.2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Frekuensi Denyut Nadi.....	122
VII.2.3. Tempat-tempat dan Cara Mengukur Denyut Nadi .....	124

VII.2.4. Hal-hal yang dinilai saat Pemeriksaan Denyut Nadi .....	125
VII.3. Frekuensi Pernapasan (Respiration Rate) .....	126
VII.3.1. Definisi .....	126
VII.3.2. Struktur Sistem Respirasi : Paru, Jalan Napas dan Ruang Rugi.....	126
VII.3.3. Mekanisme Pernafasan .....	127
VII.3.4. Pengaturan Pernapasan .....	128
VII.3.6. Pemeriksaan Pernafasan .....	131
<b>Bab VIII. Pemeriksaan Otot .....</b>	<b>133</b>
VIII.1. Pengukuran Kekuatan Otot.....	133
VIII.1.1. Secara umum .....	133
VIII.1.2. Pemeriksaan Khusus pada Anak .....	154
VIII.2. Elektromiografi.....	156
VIII.2.1. Definisi .....	156
VIII.2.2. Dasar Pemeriksaan EMG .....	157
VIII.2.3. Analisa Hasil EMG .....	162
VIII. 3. <i>Surface</i> Elektromiografi (sEMG) .....	174
<b>BAB IX. Hubungan Tanda Vital Dengan Kontraksi Otot.....</b>	<b>179</b>
IX.1. Pengaruh " <i>Central Command</i> " .....	179
IX.2. Pengaruh <i>Tension Headache</i> .....	186
IX.3. Pengaruh <i>Muscle-Tendon Unit</i> dan Lesi <i>Upper Motor Neuron</i> terhadap Tonus Otot.....	197
IX.4. Pengaturan Pernapasan Selama Latihan Fisik.....	199
IX.5. Hubungan Timbal Balik Antara Faktor Kimiawi Dan Faktor Saraf Dalam Mengendalikan Pernapasan Selama Latihan Fisik.....	200
IX.6. Pengendalian Neurogenik Terhadap Ventilasi Selama Kerja .....	203
VII.3.1. Definisi .....	126
VII.3.2. Struktur Sistem Respirasi : Paru, Jalan Napas dan Ruang Rugi.....	126
VII.3.3. Mekanisme Pernafasan .....	127
VII.3.4. Pengaturan Pernapasan .....	128
VII.3.6. Pemeriksaan Pernafasan .....	131



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kondisi Seimbang (Equilibrium) = sehat .....	9
Gambar 2.2. Kondisi Tidak Seimbang = sakit.....	9
Gambar 2.3. <i>The Health Field Concept Model</i> .....	10
Gambar 2.4. <i>The Enviroment of Health Model</i> .....	10
Gambar 2.5. Hubungan Sehat – Sakit.....	10
Gambar 3.1. Arah gaya aksi dan reaksi dalam kesetimbangan.....	20
Gambar 3.2. Proses Fisiologi Terjadinya Keseimbangan.....	23
Gambar 3.3. Sistem Vestibular .....	24
Gambar 3.4. Sistem Visual .....	25
Gambar 3.5. Sistem Somatosensori .....	26
Gambar 3.6. <i>Line of Gravity</i> .....	28
Gambar 3.7. Potensial membrane .....	32
Gambar 3.8. Sistem Saraf Otonom .....	35
Gambar 3.9. Berbagai kerja otot. A. <i>Musculus quadriceps femoris</i> mengekstensikan sendi lutut sebagai otot penggerak utama dan <i>musculus biceps femoris</i> sebagai otot antagonis. B. <i>Musculus biceps femoris</i> memfleksikan sendi lutut sebagai otot penggerak utama dan <i>musculus quadriceps femoris</i> sebagai otot antagonis.....	38
Gambar 4.1. Serabut Otot .....	41
Gambar 4.2. Miofilamen.....	45
Gambar 4.3. Kontraksi twitch.....	53
Gambar 4.4. Tipe kontraksi otot .....	54
Gambar 4.5. Kontraksi isotonik dan isometrik .....	56
Gambar 4.6. Jenis bentuk otot.....	58
Gambar 4.7. Gerakan Agonis dan Antagonis, perbandingan aktifitas EMG pada otot biceps dan trisep selama gerakan fleksi dan ekstensi siku dengan perubahan posisi badan dan tahanan yang diberikan. A) Pasien duduk dengan tahanan ditangan; B) Pasien tidur dengan tahanan di tangan; C) Pasien tidur dengan tahanan manual selama aktifitas konsentrik otot. Tri = triceps, B-B = Biceps brachii dan brachialis.....	59
Gambar 4.8. Gerakan Sinergis, Sinergi dari aktifitas biceps dan triceps selama gerakan lengan. Perekaman EMG dilakukan saat pasien duduk, lengan bawah difleksikan	

90 derajat, dan siku di tahan. Kontraksi isometric saat memulai supinasi lengan bawah membutuhkan aktifitas sinergis dari triceps untuk menjaga biceps agar tetap flexi pada siku .....	60
Gambar 5.1. Bidang gerak utama dan sumbu tubuh dalam posisi anatomi .....	62
Gambar 5.2. Tipe gerakan sendi .....	64
Gambar 5.2. Tipe gerakan sendi (Lanjutan) .....	65
Gambar 5.3. Posisi kontraksi isometrik dan torsionya .....	68
Gambar 5.4. Range of motion dari humerus.....	69
Gambar 5.5. Gerak pada sendi digambarkan sebagai gerakan sudut.Perhatikan perbedaan jarak yang ditempuh di berbagai titik disegmen tubuh.....	74
Gambar 5.6. Struktur sendi: <i>diarthrodial (synovial); hinge, condyloid, ellipsoidal, saddle, pivot, dan ball and socket</i> .....	75
Gambar 5.7. Aplikasi goniometer untuk mengukur posisi siku pada bidang sagital. Lengan stasioner goniometer sejajar dengan sumbu panjang lengan subjek. Lengan bergerak dari goniometer sejajar dengan sumbu panjang lengan bawah, dan sumbu atau titik tumpu dari goniometer yang ditempatkan di atas sumbu sendi siku.....	77
Gambar 5.8. A. Ketika pemain mengayun untuk menendang bola, segmen distal dari ekstremitas atas bergerak bebas (rantai kinematik terbuka), ujung distal dari ekstremitas bawah juga dalam rantai terbuka, sedangkan ujung distal dari ekstremitasbawah kiri adalah dalam sikap tetap (rantai kinematik tertutup). B. Saat melakukan push-up, segmen distal ekstremitas atas dan bawah adalah tetap (rantai kinematik tertutup) .....	80
Gambar 5.9. Struktur sendi: <i>synarthrodial dan amphiarthrodial</i> .....	83
Gambar 7.1 Sistem Baroreseptor untuk Mengendalikan Tekanan Arteri.....	116
Gambar 7.2 Cara Auskultasi untuk Mengukur Tekanan Arteri Sistolik dan Diastolik .....	119
Gambar 7.3. Susunan Pusat Pernapasan .....	128
Gambar 7.4. Pengendalian Pernapasan oleh Kemoreseptor Perifer di dalam Badan Karotis dan Badan Aorta .....	130
Gambar 8.1. A. Goniometer. B. <i>Tape measure</i> . C. OB goniometer beserta <i>Velcro straps</i> dan <i>plastic extension plates</i> . D. <i>CROM instrument</i> dan <i>magnetic yoke</i> .....	142
Gambar 8.2. A. Pengukuran start position PROM menggunakan geniometer dan B. end position PROM .....	147

Gambar 8.3. A. Pengukuran OB geniometer endorotasi tibia pada start position dan B. end position.....	148
Gambar 8.4. Metode pencatatan menggunakan <i>numeric recording form</i> .....	148
Gambar 8.5. Metode pencatatan <i>pictorial recording form</i> .....	149
Gambar 8.6. <i>Hand-held dynamomete</i> .....	150
Gambar 8.7. <i>Hand grip dynamometer</i> .....	150
Gambar 8.8. Pemeriksaan <i>lateral pinch</i> .....	151
Gambar 8.9. Pemeriksaan tip pinch .....	151
Gambar 8.10. Pemeriksaan <i>Three Jaw Chuck</i> .....	151
Gambar 8.11. <i>NK-Table</i> .....	152
Gambar 8.12. <i>EN-Tree</i> .....	152
Gambar 8.13. <i>Chest press</i> (kiri) dan <i>Incline press</i> (kanan) .....	153
Gambar 8.14. <i>Abdominal</i> (kiri), <i>back extension</i> (tengah) dan <i>torso rotation</i> (kanan) .....	153
Gambar 8.15. <i>Leg Press</i> (kiri), <i>Leg Extension</i> (tengah), dan <i>Glute</i> (kanan).....	153
Gambar 8.16. Gambaran EMG normal dalam keadaan istirahat ( <i>electrical silence</i> ) .....	159
Gambar 8.17. Gambaran EMG <i>sharp wave</i> positif.....	159
Gambar 8.18. Gambaran EMG: A. Fasikulasi dan B. Fibrilasi .....	160
Gambar 8.19 Gambaran EMG <i>Insertional activity</i> .....	160
Gambar 8.20. Innervasi otot .....	162
Gambar 8.21. <i>End-plate noise</i> .....	164
Gambar 8.22. <i>End plate spikes</i> .....	164
Gambar 8.23. <i>Positive sharp wave</i> .....	165
Gambar 8.24. <i>Fibrilasi</i> .....	166
Gambar 8.25. <i>Complex repetitive discharge</i> .....	168
Gambar 8.26. <i>Myotonic discharge</i> .....	168
Gambar 8.27. <i>Myokymic discharge</i> .....	169
Gambar 8.28. <i>Neuromyotonic Discharge</i> .....	170
Gambar 8.29. <i>Model MUAP</i> .....	171
Gambar 8.30. <i>Durasi MUAP</i> .....	172
Gambar 8.31. <i>Evaluasi Motor Unit: Biopsi Elektrofisiologis. Skematik menunjukkan area yang direkam dalam bentuk konsentrik (A) dan monopolar (B) elektrode jarum</i> .....	173

- Gambar 8.32. A. *Sapuan Superimposed* dari MUAP normal menunjukkan stabilitas. B & C. menunjukkan 4 dan 10 *superimposed sweeps*, berurutan, dari sebuah proses neurogenik kronis yang menunjukkan ketidakstabilan. D. menunjukkan 2 contoh *sweeps* dari MUAP yang sama pada reinervasi awal tanpa pemicu. Tampak serupa pada permukaan, namun, potensial pada *sweep* kedua jelas lebih pendek dalam durasi sebagai hasil dari ketidakstabilan (contoh, *drop out* atau blok dari beberapa komponen *spike*). E. menunjukkan peningkatan instabilitas atau *jitter*, sebagian pada bentuk tajam di sebelah kiri. F. menunjukkan peningkatan ketidakstabilan dengan hambatan ..... 174
- Gambar 8.33. Rekaman sEMG Wireless pada anak berusia 5 tahun. Gambar di sebelah kiri menunjukkan elektroda dan kasus self-powered, masing-masing dilengkapi dengan preamplifier dan antena untuk transmisi sinyal mioelektrik independen. Jejak di sisi kanan adalah contoh ilustrasi rekaman EMG selama tugas jinjit kaki dari tibialis anterior (TA), soleus (SOL), gastrocnemius medialis (GAM), dan lateralis gastrocnemius (GAL) ..... 177
- Gambar 9.1. Kontrol kardiovaskuler sistem selama latihan. Ada dua jalur impuls, yaitu yang turun dari motor region di cerebrum (*central command*) dan impuls yang ke atas dari *muscle receptors (ergoreceptors command)* yang akan menuju ke kardiovaskuler area (*Cardiovascular center/CVC*) di medulla. Yang kemudian menghasilkan penurunan aktivitas parasimpatis ke jantung dan meningkatnya aktivitas simpatis ke jantung, pembuluh darah, dan medulla adrenalis. Dan akhirnya akan meningkatkan cardiac output dan meningkatkan tekanan darah. Kombinasi dari peningkatan keduanya disebut sebagai "*exercise pressor reflex*" ..... 180
- Gambar 9.2. Respon *Heart rate* (A), *Systolic blood pressure* (B), dan *Diastolic blood pressure* (C) terhadap kontraksi *static exercise voluntary* dan kontraksi *electrical-induced* ..... 181
- Gambar 9.3. Kontrol sistem ventilasi selama latihan. *Respiratory center* menerima impuls dari motor region di otak, dari *central chemoreseptor* yang sensitif terhadap perubahan ion H<sup>+</sup> dan menerima impuls dari reseptor spesial, termasuk paru-paru, reseptor jalan napas, reseptor CO<sub>2</sub> paru, reseptor di otot-otot intercostalis dan diaphragma, *metabo-mechanoreceptors* di otot-otot yang aktif dan kemoreseptor perifer. Kesemuanya ini akan menghasilkan penurunan aktivitas

Parasimpatis di <i>bronchioles</i> dan meningkatkan impuls ke diaphragma dan otot intercostalis melalui <i>n. phrenicus</i> dan <i>n. intercostalis</i> . Yang akhirnya akan menyebabkan <i>exercise induced hyperpnea</i> , peningkatan frekuensi dan dalamnya napas dan regulasi $PO_2$ , $PCO_2$ , serta pH.....	183
Gambar 9.4. Otot leher yang membantu ekstensi kepala dan terletak relatif dalam: <i>m. semispinalis capitis</i> dan <i>m. longissimus capitis</i> .....	187
Gambar 9.5. Otot leher yang membantu ekstensi kepala dan terletak relatif dalam: <i>m. splenius capitis</i> .....	187
Gambar 9.6. Sistem pengungkit di daerah leher. (Supaya kepala dalam posisi tegak, otot kulit kepala dan leher bagian belakang sudah dengan ketegangan otot tertentu setiap saat, karena harus menyangga rangka muka) .....	188
Gambar 9.7. Busur refleks segmen sumsum tulang belakang (Busur refleks ini terlibat dalam semua aktivitas otot rangka, sebagian melibatkan juga pusat-pusat otak yang lebih tinggi, seperti dalam refleks peregangan otot rangka).....	189
Gambar 9.8. Kumpulan otot (Ketegangan otot tergantung dari refleks peregangan yang ditimbulkan oleh kumpulan otot yang memonitor panjang otot) .....	191
Gambar 9.9. Sirkuit neural untuk emosi dari Papez (Menghubungkan area-area asosiasi dari korteks otak dengan hipotalamus, sehingga fungsi kognitif dapat mempengaruhi emosi dan konsekuensi viseralnya) .....	193
Gambar 9.10. Organisasi neural pada respon terhadap stres .....	195
Gambar 9.11. Pengaruh latihan pada konsumsi oksigen dan tingkat ventilasi.....	199
Gambar 9.12. Perubahan ventilasi alveolar (kurva bawah) dan $PCO_2$ arteri (kurva atas) selama periode kerja/latihan 1 menit dan juga setelah penghentian latihan.....	201
Gambar 9.13. Perkiraan efek yang terjadi pada seorang atlet yang melakukan kerja maksimum untuk menggeser kurva respons ventilasi- $PCO_2$ alveolus hingga mencapai nilai yang jauh lebih tinggi daripada nilai normal. Pergeseran ini diyakini disebabkan oleh faktor neurogenik, yang hampir sama persis dengan jumlah yang tepat untuk mempertahankan $PCO_2$ arteri pada nilai normalnya 40 mmHg, pada keadaan istirahat maupun kerja berat.....	202

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tipe Serat Otot .....	48
Tabel 4.2. Istilah yang digunakan untuk menamai setiap otot .....	57
Tabel 5.1. Klasifikasi Sendi Berdasarkan Struktur dan Fungsinya .....	76
Tabel 5.2. Ringkasan Rentang Gerak Sendi .....	78
Tabel 6.1. Jenis otot fleksi dan ekstensi di kepala dan leher .....	84
Tabel 6.2. Jenis otot fleksi dan ekstensi di sendi bahu .....	86
Tabel 6.3. Jenis otot fleksi dan ekstensi di sendi siku .....	86
Tabel 6.4. Jenis otot fleksi dan ekstensi di sendi pergelangan tangan .....	87
Tabel 6.5. Jenis otot fleksi dan ekstensi di <i>metacarpophalangeal and thumb joint</i> .....	88
Tabel 6.6. Jenis otot fleksi dan ekstensi di <i>carpometacarpal joint of hand</i> .....	88
Tabel 6.7. Jenis otot fleksi dan ekstensi di <i>interphalangeal joint of hand</i> .....	89
Tabel 6.8. Jenis otot fleksi dan ekstensi di <i>trunkus</i> dan vertebra .....	90
Tabel 6.9. Jenis otot fleksi dan ekstensi di sendi panggul .....	91
Tabel 9.10. Jenis otot fleksi dan ekstensi di sendi lutut.....	93
Tabel 9.11. Jenis otot fleksi dan ekstensi di <i>ankle joint</i> .....	94
Tabel 9.12. Jenis otot fleksi dan ekstensi di <i>metatarsophalangeal joint</i> .....	95
Tabel 9.13. Jenis otot fleksi dan ekstensi di <i>interphalangeal joint of foot</i> .....	96
Tabel 9.14. Otot-otot eksorotasi dan endorotasi dalam persendian .....	107
Tabel 7.1. Klasifikasi Tekanan Darah Menurut JNC VII .....	117
Tabel 7.2. Klasifikasi IMT (WHO, Western Asia Pasifik) .....	120
Tabel 7.3. Frekuensi Nadi berdasarkan usia .....	122
Tabel 8.1. Ringkasan assesmen pengukuran kekuatan otot.....	134
Tabel 8.2. Gradasi <i>positive sharp wave</i> .....	165

efek perangsangan ekstra terhadap ventilasi pada  $PCO_2$  lebih dari 40 mmHg dan efek depresan pada  $PCO_2$  kurang dari 40 mmHg<sup>(24)</sup>.

## IX.6. Pengendalian Neurogenik Terhadap Ventilasi Selama Kerja

Banyak percobaan telah menunjukkan bahwa kemampuan otak untuk menggeser kurva respons ventilasi selama kerja fisik, seperti yang tampak pada gambar 9.13., sedikitnya merupakan bagian dari respons yang dipelajari. Artinya, dengan periode latihan yang berulang-ulang, otak secara progresif menjadi lebih mampu untuk menghasilkan berbagai sinyal otak yang sesuai, yang dibutuhkan untuk mempertahankan  $PCO_2$  darah pada nilai normalnya. Juga, terdapat alasan untuk mempercayai bahwa bahkan korteks serebral terlibat dalam pembelajaran ini, karena berbagai penelitian dengan melakukan hambatan hanya pada korteks, juga menimbulkan hambatan terhadap respons yang dipelajari<sup>(24)</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Fox, E. L., Bowers, R. W., Foss, M. L., 1993. *The Physiological Basis for Exercise and Sport, 5<sup>th</sup>*. Ed. Boston-USA. WCB/McGraw-Hill. p. 275-282
2. Steiner, T. J., Fontebasso, M., 2002. Headache. *BMJ*. 325: 881-86.
3. Srikiatkachorn, A., Phanthumchinda, K., 1997. Prevalence and clinical features of chronic daily headache in a headache clinic. *Headache*. 37: 277-80.
4. Marieb, E. N., 2001. *Human Anatomy and Physiology*. 5th ed. San Francisco: Benjamin Cummings.
5. Kryst, S., Scherl, E., 1994. A population based survey of the social and personal impact of headache. *Headache*. 34: 344-50.
6. Tortora, G. J., and Grabowski, S. R., 2000. *Principles of Anatomy and Physiology*. 9th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc..
7. Cailliet, R., 1981. *Neck and Arm Pain*. 2nd ed. Philadelphia: FA.Davis Company.
8. William, P. L., Bannister, L. H., Berry, M. M., Collins, P., Dyson, M., Dussek, J. E., eds., 1995. *Gray's Anatomy: the anatomical basis of medicine and surgery*. 38th ed. New York: Churchill Livingstone; p. 789-799.
9. Widiastuti<sup>d</sup>; Samekto, M., 1992. *Anatomi dan Patofisiologi Nyeri*. Simposium Nyeri: Pengenalan dan Tatalaksana.
10. Widiastuti<sup>c</sup>; Samekto, M., 1994. *Nyeri sebagai Petunjuk Adanya Gangguan Neuromuskuloskeletal*. Buku Proceeding: Simposium Pembinaan Kesehatan dari Aspek Pelatihan Muskuloskeletal.
11. Carpenter, R. H. S., 1996. *Neurophysiology*. New York: Oxford University Press, Inc. p.206
12. Bass, C., May, S., 2002. Chronic multiple functional somatic symptoms. *BMJ* 2002. 325:323-326.
13. Barsky, A. J., Borus, J. F., 1999. Functional somatic syndromes. *Annals of Internal Medicine*. 130(11): 910-921.
14. Martin, J. H., 1985. Development as a guide to the regional anatomy of the brain. In: Kandel ER, Schwartz JH eds. *Principles of Neural Science*. 2nd ed. New York: Elsevier Science Publishing CO., Inc.; 1985. p.255-259.

15. Kupfermann, I., 1985. Hypothalamus and Limbic System: Peptidergic Neurons, Homeostasis and Emotional Behavior. In: Kandel ER, Schwartz JH eds. *Principles of Neural Science. 2nd ed.* New York: Elsevier Science Publishing CO., Inc. p.612-625.
16. Blumenfeld, H., 2002. *Neuroanatomy through Clinical Cases*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. p. 743
17. Kandel, E. R., 1985. Brain and Behavior. In: Kandel ER, Schwartz JH eds. *Principles of Neural Science. 2nd ed.* New York: Elsevier Science Publishing CO., Inc.; 1985. p.3-11.
18. Mikkelsen, M., Sourander, A., Piha, J., Salminen, J. J., 1997. Psychiatric symptoms in preadolescents with musculoskeletal pain and fibromyalgia. *Pediatrics J.* 100(2): 220-227
19. Widiastuti<sup>e</sup>; Samekto, M., 1998. Gangguan sistem muskuloskeletal dan saraf otonom kaitannya dengan sistem saraf tepi yang hipereksitabel. *Media Medika Indonesiana.* 33 (2): 67-72.
20. Widiastuti<sup>f</sup>; Samekto, M., 1991. EMG sebagai Alat Bantu Diagnosis Gangguan Neuromuskuler. *Pharos Bulletin.* (2): 7-12.
21. Yus, R., Widiastuti, Samekto, M., 1991. Paralisis Periodik. *Dexa Media.* 4 (3): 12-20.
22. Widiastuti<sup>g</sup>; Samekto, M., 1998. Diagnostic test of spasmophilia. *Media Medika Indonesiana.* 33(1): 25-30.
23. Widiastuti<sup>h</sup>; Samekto, M., Gamma Sitta., 2001. EEG pada individu dengan spasmofili. *Media Medika Indonesiana.* 36(4): 195-200.
24. Guyton, A. C., 2008. *Text Book of Medical Physiology 11ed.* USA: W.B. Saunders Co.
25. Kelly, J. P., 1985. *Principles of the Functional and Anatomical Organization of the Nervous System*. In: Kandel ER, Schwartz JH eds. *Principles of Neural Science. 2nd ed.* New York: Elsevier Science Publishing CO., Inc. p.216-220.
26. Kupfermann, I., 1985. Genes, environmental experience, and the mechanisms of behavior. In: Kandel ER, Schwartz JH eds. *Principles of Neural Science. 2nd ed.* New York: Elsevier Science Publishing CO., Inc. p.793-804.
27. Mayou, R., Farmer, A., 2002. Functional somatic symptoms and syndromes. *BMJ,* 325: 265-68.
28. Kisner, Carolyn dan Allen Colby, Lynn., 2007. *Exercise Therapy 5th Edition.* USA: F.A. Davis Company.
29. Longstaff, A., 2000. *Motor Disorder In Neuroscience.* New York: BIOS Scientific Publisher Limited, 229-332.
30. Mardjono, M., 2000. *Neurologi Klinis Dasar.* Jakarta: Dian Rakyat. 20-29.