

**MODEL PRAKTIKUM ILMU FAAL**



**AKTIVITAS FISIK  
DAN  
KELELAHAN**



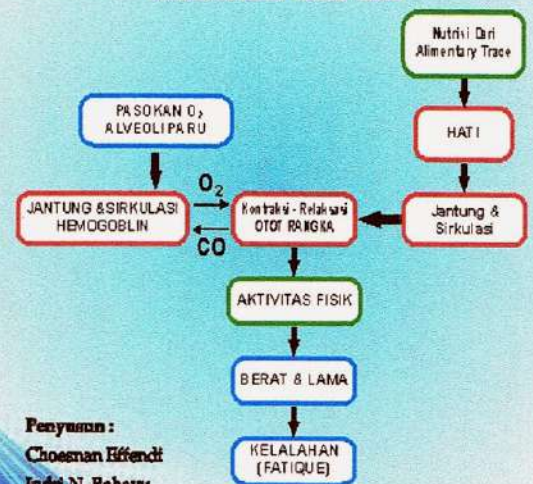
**Penyusun :**  
**Choesnan Effendi, Indri N. Rahayu, Asami Rietta Kumala,  
Dody Taruna, S. Djoni Husodo Dan Eric Mayo Dagradi**

**Departemen Ilmu Faal  
Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah  
2014**

## MODEL PRAKTIKUM ILMU FAAL



### AKTIVITAS FISIK DAN KELELAHAN



#### Penyusun :

Choeman Effendi  
Indri N. Rahayu  
Asmi Rizka Kumala  
Dody Taruna  
S. Djoni Gusodo  
Eric Mayo Degradi

Departemen Ilmu Faal  
Fakultas Kedokteran  
Universitas Hang Tuah

- Mahasiswa mengerjakan modul praktikum dan membuat laporan tertulis (print-out dan CD) diserahkan pada dosen pembimbing sebelum meninggalkan ruang praktikum.

### Lampiran

*Estimated Calorie Requirements (in kilocalories) for Each Gender and Age Group at Three Levels of Physical Activity.*

Gender	Age (years)	Activity Level		
		Sedentary	Moderately Active	Active
Female	19-30	2,000	2,000 - 2,200	2,400
Female	31-50	1,800	2,000	2,200
Female	51+	1,600	1,800	2,000 - 2,200
Male	19-30	2,400	2,600 - 2,800	3,000
Male	31-50	2,200	2,400 - 2,600	2,800 - 3,000
Male	51+	2,000	2,200 - 2,400	2,400 - 2,600

Source: HHS/USDA Dietary Guidelines for Americans: 2005

### Kepustakaan :

- Boron WF, Boulpaep E, 2012. Medical physiology. 2<sup>nd</sup> ed. A cellular and molecular approach. Updated ed. Elsevier Saunders, Philadelphia.
- Ganong WF, 2005. Review of medical physiology. 22<sup>nd</sup> ed. McGraw Hill, New York.
- Guyton AC, Hall JE, 2011. Textbook of medical physiology. 12<sup>th</sup> ed. WB Saunders Co, Elsevier Inc.
- Sherwood L, 2010. Human Physiology from Cells to Systems. 7<sup>th</sup> ed. Brooks/Cole, Cengage Learning.

### Abstrak

Sistem modul praktikum bertujuan agar mahasiswa lebih interaksi satu sama lain, mengerti dan dapat menjelaskan keilmuan sesuai kompetensi serta aplikasi keilmuannya. Sistem modul praktikum dikemas sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk semua Program Studi yang memberikan pembelajaran Ilmu Faal, tidak hanya Program Studi Kedokteran. Modul praktikum aktivitas fisik dan kelelahan menjelaskan peranan neuromuskular sebagai organ aktif utama yang ditunjang oleh sistem kardiorespirasi dan sistem hormonal. Dengan isu pembelajaran yang harus dijawab mahasiswa, maka mahasiswa mengetahui, mengerti dan dapat menjelaskan pengaruh aktivitas fisik terhadap sistem kardiorespirasi dan sistem hormonal serta terjadinya kelelahan akibat aktivitas fisik yang berlebihan.

### Lecturers (Dosen Pembimbing)

**Indri N. Rahayu, dr., MKes.**  
**Asami Rietta Kumala, dr., MSi.**  
**Dody Taruna, dr., MKes.**  
**S. Djoni Husodo, dr., MKes.**  
**Eric Mayo Dagradi, dr., MKes.**  
**Choesnan Effendi, dr., AIF., AIFO.**

### Evaluation

#### The method of evaluation and percentage assessment:

- |  |      |
|--|------|
| 1. Assignment:                                 | 20 % |
| 2. Pretest:                                    | 10 % |
| 3. Evaluation of answered the learning issues: | 20 % |
| 4. OSCE:                                       | 30 % |
| 5. Soft Skill:                                 | 20 % |

## Modul Praktikum

### AKTIVITAS FISIK DAN KELELAHAN



Departemen Ilmu Faal Fakultas Kedokteran – Universitas Hang Tuah

Dosen Pembimbing:

**Indri N. Rahayu, dr, MKes.**

**Asami Rietta Kumala, dr, MSi.**

**Dody Taruna, dr, MKes.**

**S. Djoni Husodo, dr, MKes.**

**Eric Mayo Dagradi, dr, MKes.**

**Choesnan Effendi, dr, AIF., AIFO.**

#### Pendahuluan

Aktivitas fisik dilakukan sejak bangun tidur sampai dengan tidur berikutnya. Berbagai macam aktivitas fisik mulai yang ringan sampai dengan sangat berat. Organ utama yang berperan pada aktivitas fisik adalah sistem saraf dan otot rangka (neuro-muskular). Kebutuhan energi untuk aktivitas sistem saraf tidak terlalu besar dibandingkan kebutuhan energi otot rangka. Kebutuhan energi untuk kontraksi – relaksasi otot rangka terbesar dibanding kebutuhan energi organ lain, oleh karena jumlah masa otot rangka seluruh tubuh merupakan masa terbesar yang menyusun tubuh manusia.

Kelelahan pada sistem saraf terjadi apabila sumber energi untuk pembentukan ATP di neuron tidak tercukupi. Akibat kelelahan pada sistem saraf dapat menimbulkan kelelahan umum seluruh tubuh, oleh karena susunan saraf pusat merupakan pusat pengendalian seluruh organ tubuh (secara langsung maupun tidak langsung). Kelelahan umum

(kerusakan reseptor yang terdapat di *membrane muscle fibers* – suatu *auto-immune disease*).

- Dimana depo ion kalsium didalam serabut otot rangka. Berapa kadar ion kalsium di lumen depo kalsium tersebut dan berapa kadar ion kalsium di sitosol serabut otot rangka.
- Berilah contoh aktivitas fisik yang menggunakan ATP secara glikolisis anaerobik dan contoh aktivitas fisik yang menggunakan ATP secara glikolisis erobik & lipolysis erobik.
- Pada penderita diabetes mellitus yang mempunyai kadar glukosa tinggi di darah, mengapa mudah terjadi kelelahan?
- Bila glukosa didalam tubuh berlebihan, disimpan dalam bentuk apa dan organ utama apa yang berperanan sebagai deponya.
- Didalam serabut otot rangka, dimana sintesa ATP secara anaerobik dan dimana secara erobik?

**Yang perlu disiapkan mahasiswa** (minimal 2 text book dan 2 lap-top untuk setiap sub-kelompok):

- Text book of Medical Physiology by A C Guyton and Hall
- Review of Medical Physiology by W F Ganong
- Lap-top: untuk akses Internet
- Mahasiswa sudah membaca dan mengerti isi modul praktikum dan dapat menjawab isu pembelajaran yang ada.

#### Sarana Modul Praktikum:

- Meja dan tempat duduk diskusi: tiap sub-kelompok terdiri 5 – 8 mahasiswa
- Modul praktikum diberikan 7 hari sebelum praktikum.
- Pre-test sebelum mengerjakan modul praktikum
- Case study dan isu pembelajaran diberikan pada saat praktikum.
- Demonstrasi praktikum dengan menggunakan Audio-visual kegiatan fisik dengan menggunakan ergocycle, tetap ditayangkan selama praktikum.

- Kekurangan cairan tubuh
- Kadar Hgb yang rendah atau jumlah eritrosit yang rendah
- Kekurangan glukosa; glukosa darah yang rendah ataupun glukosa darah yang tinggi tetapi sulit masuk kedalam sel otot rangka.
- Makin tingginya asam laktat
- Makin tingginya ion  $H^+$
- Kelainan pada sistem respirasi, jantung dan sirkulasi
- Intoksikasi bahan yang mengganggu proses pembentukan ATP
- Intoksikasi bahan yang mengganggu metabolisme di susunan saraf pusat.

Kelelahan dapat terjadi di susunan saraf pusat, neuromuscular junction maupun di otot rangka, penyebabnya dapat terjadi akibat gangguan lokal maupun humoral.

#### Isu Pembelajaran:

Setelah menyelesaikan modul praktikum ini, mahasiswa mengetahui dan dapat menjelaskan semua isu pembelajaran yang tertulis maupun tidak tertulis pada petunjuk praktikum. Isu pembelajaran harus di diskusikan antar mahasiswa dan jawabannya harus ditulis untuk diserahkan pada dosen pembimbing.

1. Berapa persen jumlah masa otot rangka seluruh tubuh dibanding berat badan pada dewasa muda?
2. Bagaimana mekanisme pengeluaran *neurotransmitter* di *neuromuscular junction* (NMJ), ion apa yang berperan, reseptor apa yang terdapat di sarkolema otot rangka di NMJ?
3. Bagaimana pemenuhan kebutuhan ATP pada kontraksi – relaksasi otot rangka?
4. Apa saja yang dapat menimbulkan kerusakan pada motoneuron medulla spinalis, sehingga menimbulkan paralisa otot rangka?
5. Apa nama penyakit yang menimbulkan kelemahan kontraksi otot rangka, akibat kelainan reseptor neurotransmitter tersebut

seluruh tubuh terutama terjadinya gangguan atau penurunan pembentukan ATP di otot rangka, oleh karena jumlah masa otot rangka paling besar dibanding organ lain. Selain itu kelelahan dapat disebabkan kekurangan pasokan oksigen, kekurangan nutrisi sumber energi, penurunan hemoglobin, intoksikasi bahan asing, intoksikasi metabolit, gangguan hubungan saraf dengan otot rangka. Makin tinggi intensitas dan makin lama durasi aktivitas fisik makin cepat terjadinya kelelahan.

#### Sistem Neuromuskular

Pergerakan anggota tubuh (*locomotion*) terjadi akibat kontraksi otot rangka yang melekat pada skeleton. Kontraksi otot rangka akibat perintah – impuls motorik yang sampai pada serabut (*sel*) otot rangka (*muscle fibers*), impuls motorik tersebut dikendalikan oleh pusat utama kontraksi otot rangka yaitu korteks motorik primer (*primary motor cortex – area Brodmann 4*). Ada dua sistem impuls motorik yang sampai pada otot rangka yaitu sistem piramidal dan ekstra piramidal, keduanya sangat penting untuk pergerakan anggota tubuh yang terampil dan terarah. Selain korteks motorik primer, bagian otak lain yang berperan pada pengendalian kontraksi otot yaitu, basal ganglia, nukleus subthalamikus Luys, substansia nigra, area premotor korteks, nuklei motorik batang otak dan serebellum. Neuron motorik yang paling ujung adalah anterior motoneuron medulla spinalis, sesudah motoneuron tersebut akan dilanjutkan oleh saraf tepi motorik yang keluar dari medulla spinalis bagian anterior yaitu **saraf motorik somatik A-alfa**. Saraf motorik somatik A-alfa akan mengadakan hubungan dengan serabut (*sel*) otot rangka (*muscle fibers*), didalam hubungan tersebut dikeluarkan *neurotransmitter* yaitu *acetylcholine* (Ach).

#### Sumber penyediaan energi – ATP di neuron dan otot rangka

Kebutuhan energi neuron pada dasarnya secara glikolisis erobik, hanya pada keadaan iskhemi atau kondisi lain penyediaan energi

menggunakan keton, asam lemak, laktat, asetat dan kemungkinan asam amino.

Sintesa ATP di otot rangka dapat dilakukan beberapa cara, tergantung macam, intensitas dan durasi aktivitas fisiknya. Kebutuhan energi atau kalori yang dibutuhkan untuk kontraksi – relaksasi otot rangka sebagai berikut :

- $ATP \rightarrow ADP + Pi + \text{Kalori (7300 cal/mol)} + \text{panas}$
  - $\text{Kreatin Fosfat (CP)} + ADP \leftrightarrow \text{Kreatin} + ATP$
  - **Glikolisis anaerobik** :  $\text{Glukosa} \rightarrow 2 \text{ Asam Laktat} + 2 ATP$
  - **Glikolisis erobik** :  $\text{Glukosa} \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + 36 ATP$
  - **Lipolisis erobik** :  $\text{Asam Lemak} \rightarrow x CO_2 + y H_2O + z ATP$
- Produksi ATP pada lipolisis tergantung jumlah rantai C yang ada.

#### Sistem Respirasi – Sirkulasi – Jantung – Eritrosit

Untuk pemenuhan kebutuhan energi pada kontraksi otot sangat dipengaruhi pasokan oksigen dari udara luar yang berdifusi lewat membran respirasi (dinding alveoli – interstisial – dinding kapilaria), peranan hemoglobin, pasokan nutrisi dari sistem alimentari, kapasitas sirkulasi dan jantung.

Pada aktivitas fisik yang berat dan lama, kebutuhan oksigen dan sumber energi (antara lain glukosa) sangat meningkat. Kebutuhan tersebut akan dapat dipenuhi apabila difusi  $O_2$  yang masuk kedalam darah sirkulasi pulmonar tercukupi, *cardiac output* yang tinggi, kecepatan aliran darah yang meningkat, jumlah eritrosit – hemoglobin yang optimal, glukosa darah yang cukup, asam lemak yang cukup serta difusi fasilitasi glukosa yang masuk kedalam sel otot meningkat, seperti digambarkan pada skema berikut.



#### Kelelahan

Kelelahan dapat terjadi secara umum atau lokal pada salah satu bagian tubuh. Kelelahan dapat terjadi secara psikologis maupun terdapat bahan yang dapat menimbulkan kelelahan sehingga mengganggu pembentukan ATP maupun tidak tercukupinya sumber energi. Faktor yang dapat menimbulkan kelelahan:

- Kekurangan oksigen
- Terhambatnya pengeluaran  $CO_2$