



FISIOLOGI OLAHRAGA

dr.Prijo Sudibjo, MKes., Sp.S.

LAB. FISIOLOGI

FIK UNY





PENDAHULUAN

- Fisiologi Olahraga mempelajari *fungsi/kerja tubuh* berhubungan dengan *olahraga*
- Ilmu ini perlu penghayatan dan pemahaman bagi guru olahraga, pelatih olahraga karena semua yang ia garap tidak lain adalah *bagaimana organ tubuh itu berfungsi secara baik.*
- Yang akan dibicarakan sistem neuromuskuler, kardiorespurasi, sistem energi



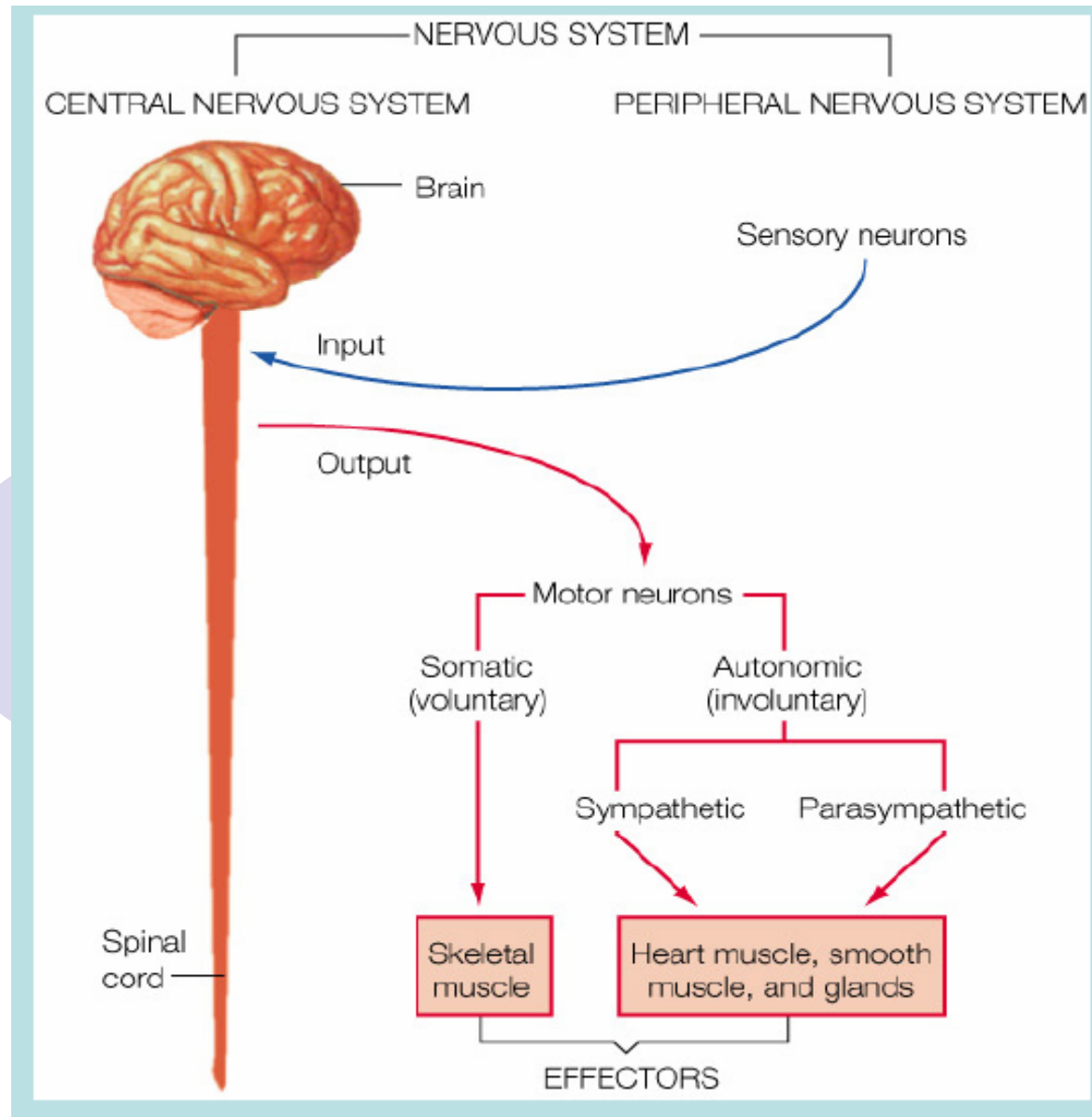
NEURO-MUSCULAR



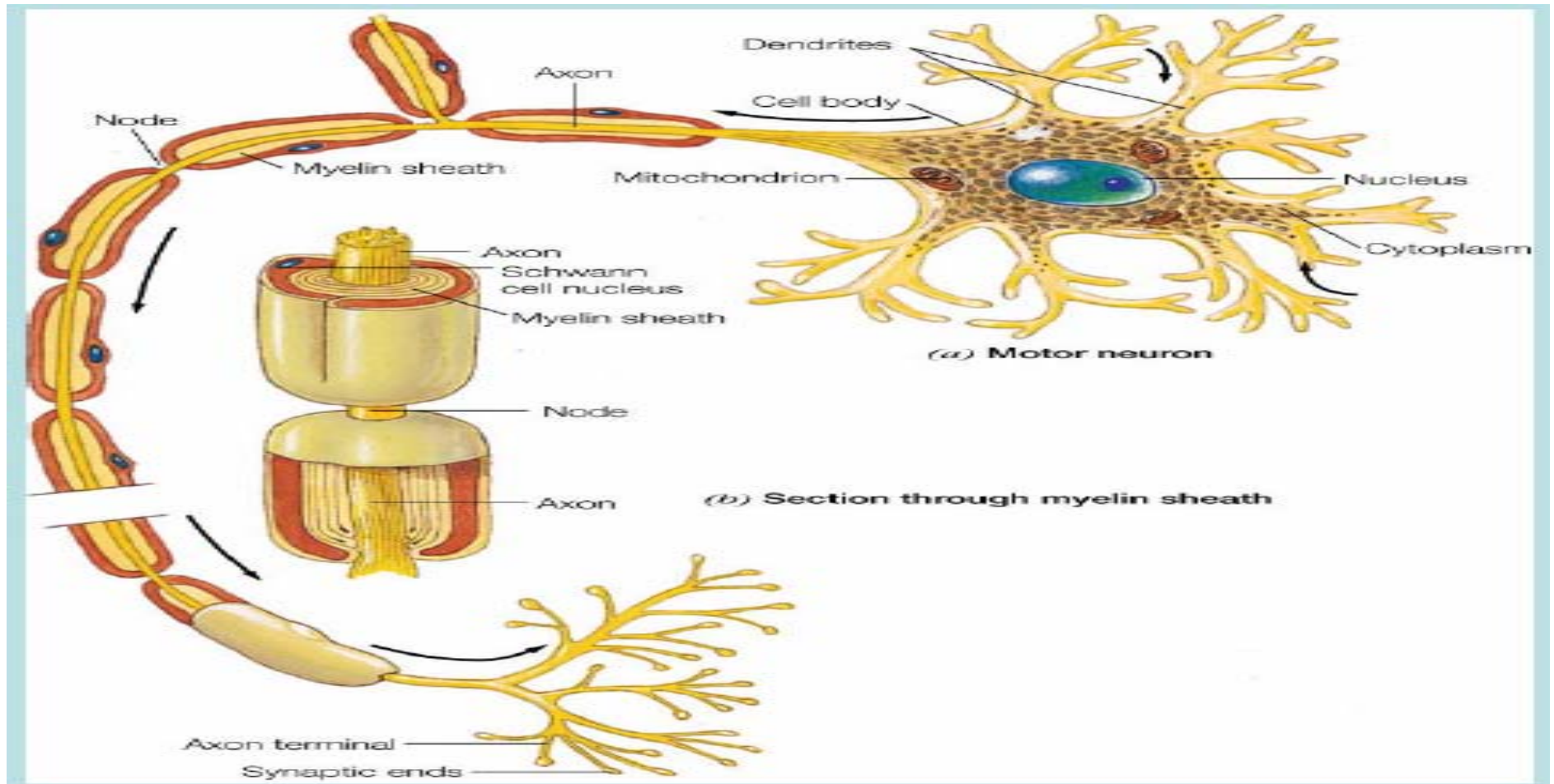
NEURO-MUSCULER

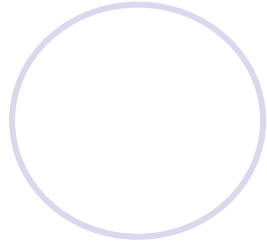
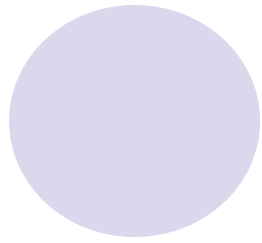
- Merupakan dua sistem yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam olahraga
- *Muskuler (otot)* fungsinya memendek/kontraksi. Dalam memendek perlu *dirangsang oleh syaraf (neuro)*
- Otot akan terkontrol kekuatan, ketepatan, power dll.

Organization of the human nervous system

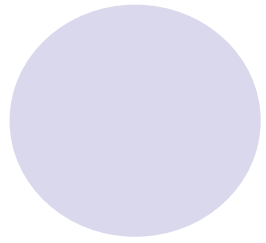
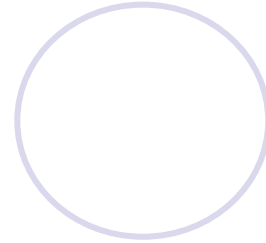
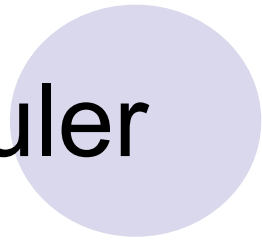


Generalized structure of a motor neuron



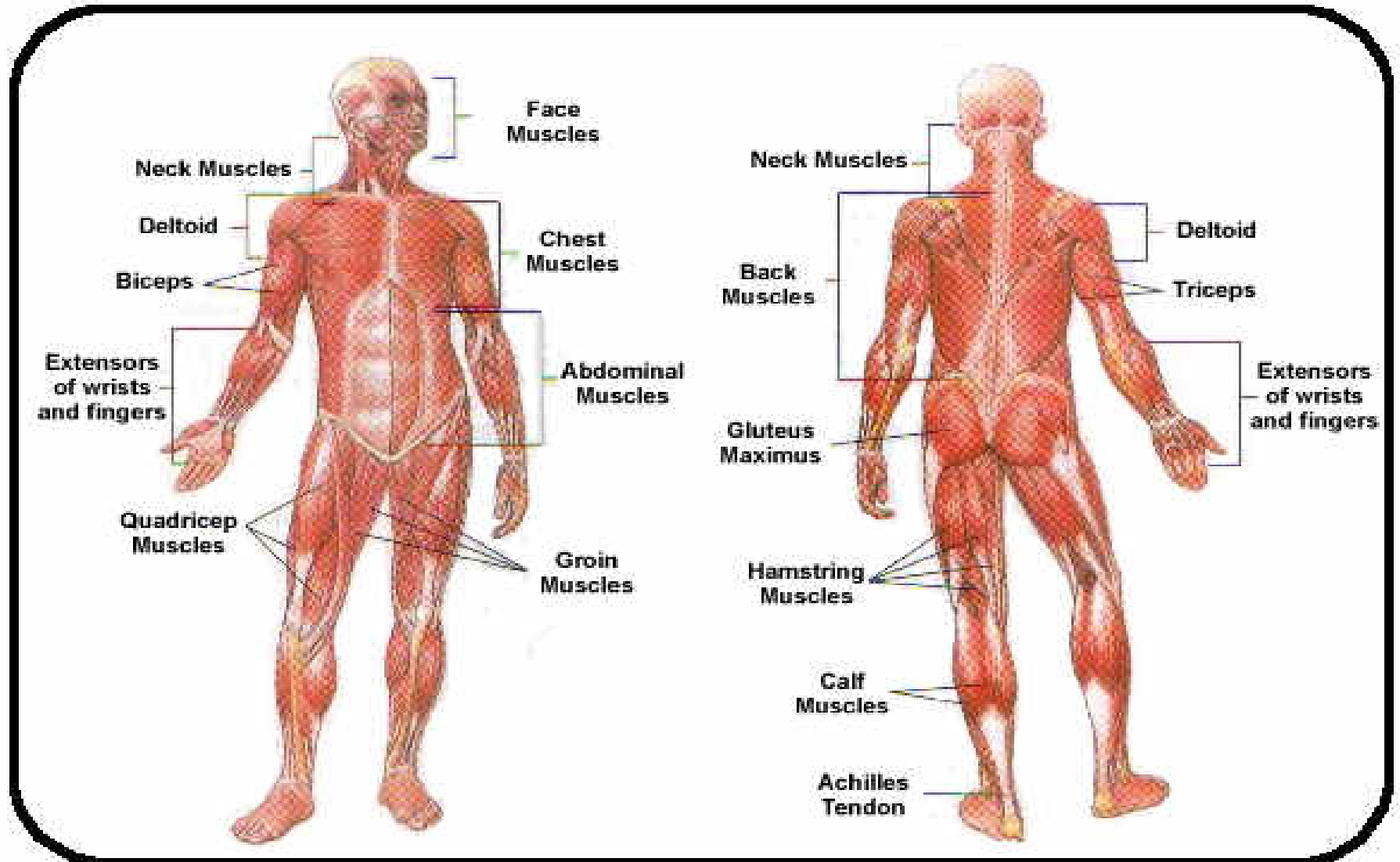


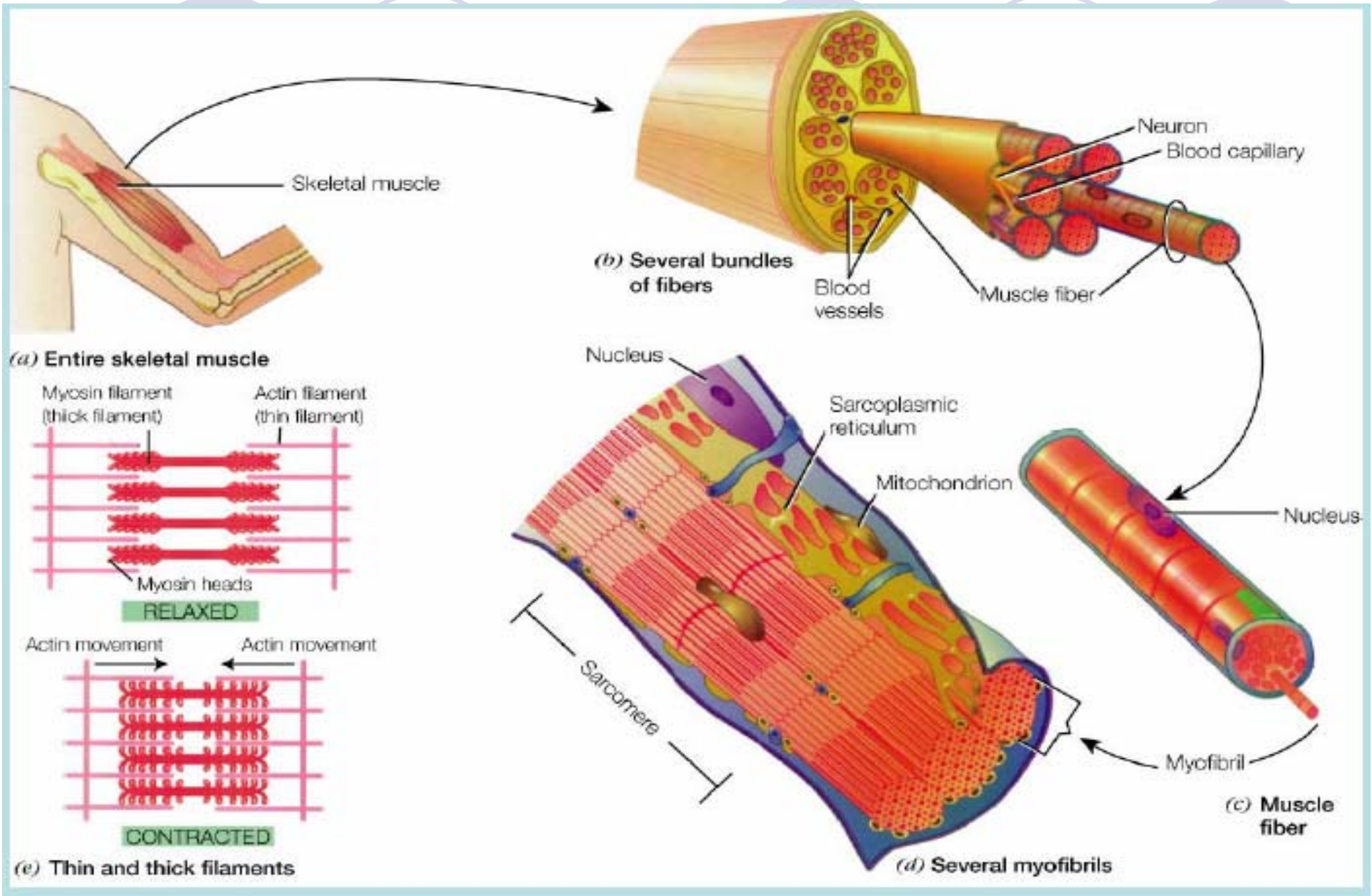
Muskuler



- Otot disini adalah otot skelet / otot rangka / otot lurik / otot serang lintang.
- Otot terdiri dari kumpulan banyak sel otot(1sel otot = 1 serabut otot = 1 myofibre)
- Dalam myofibre (myofibril) mempunyai kemampuan memendek karena adanya actin dan myosin.

THE MUSCULAR SYSTEM





(a) Entire skeletal muscle

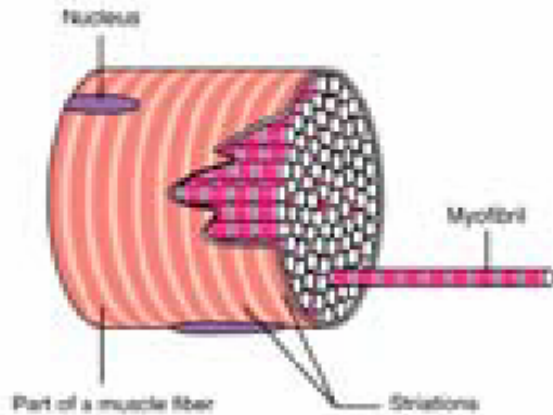
(b) Several bundles of fibers

(c) Muscle fiber

(d) Several myofibrils

(e) Thin and thick filaments

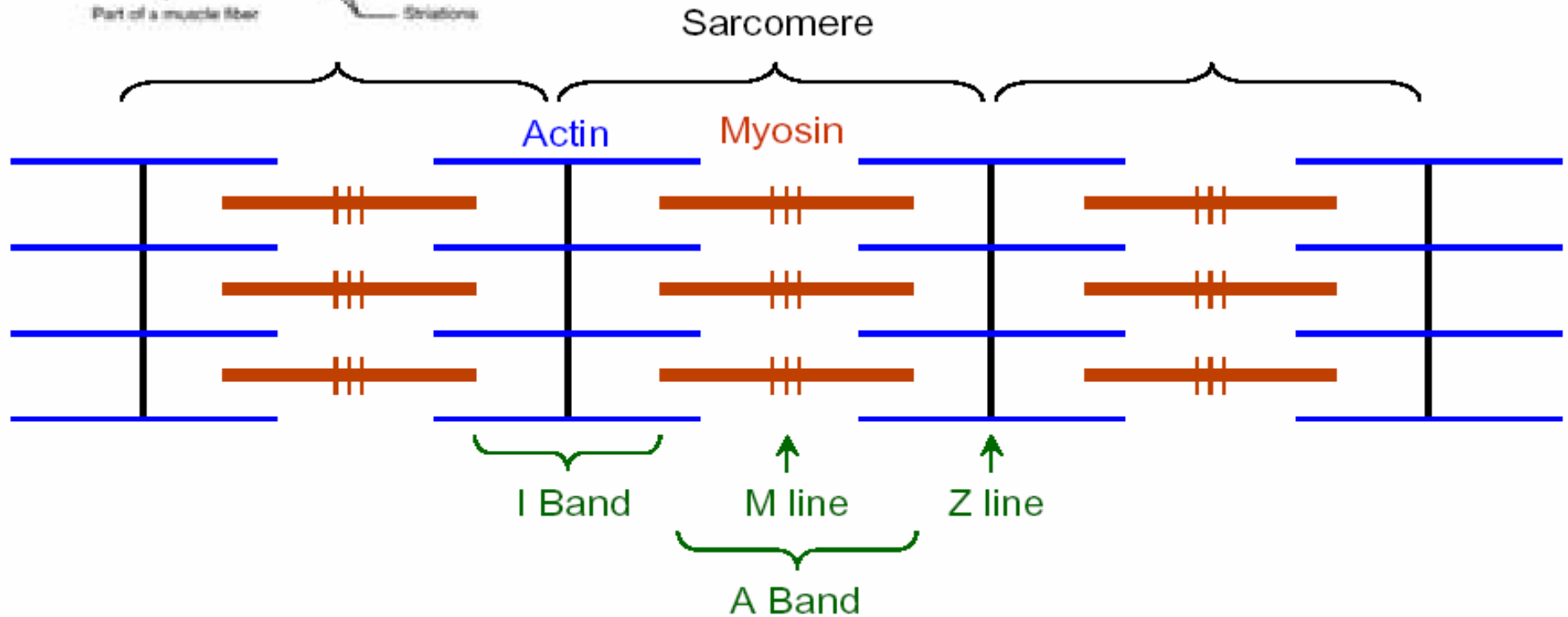
Microanatomy of Muscle:

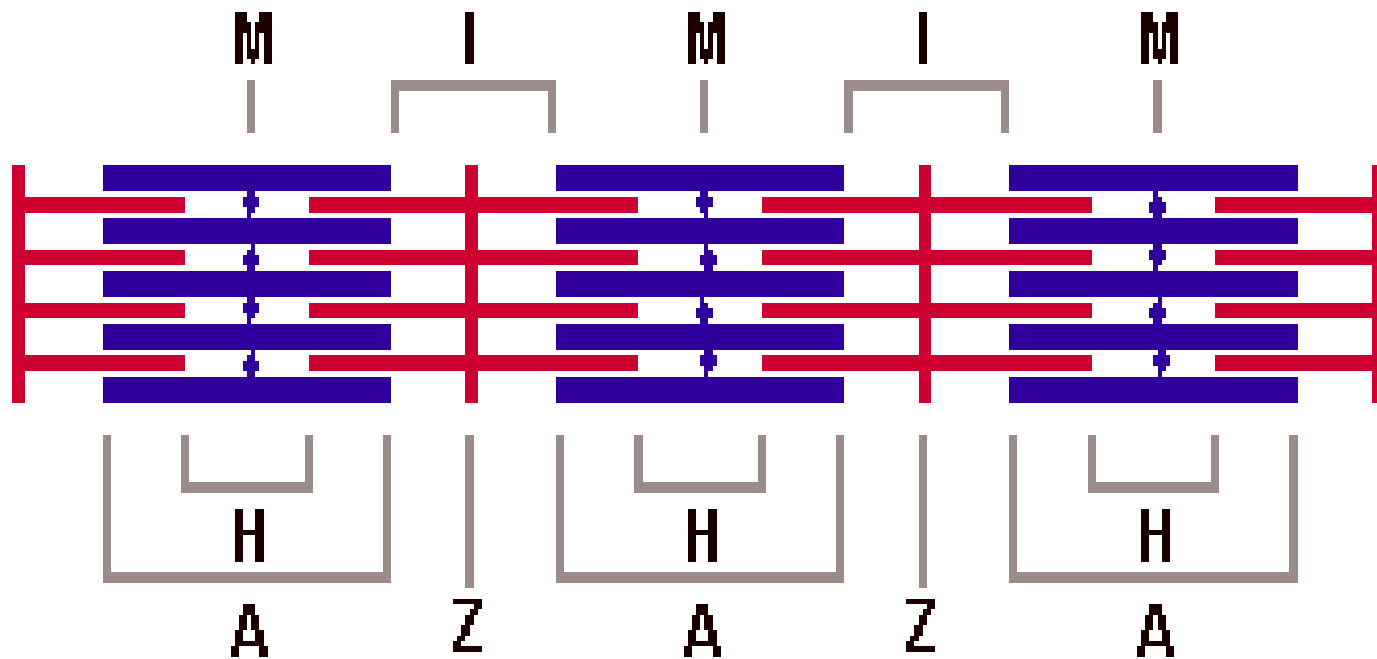


Myofibrils contain myofilaments (protein):

- 1) **Actin** (Thin filament)
- 2) **Myosin** (Thick filament)

Sarcomere: Repeating units of myofilaments (~ 10,000 / cell)

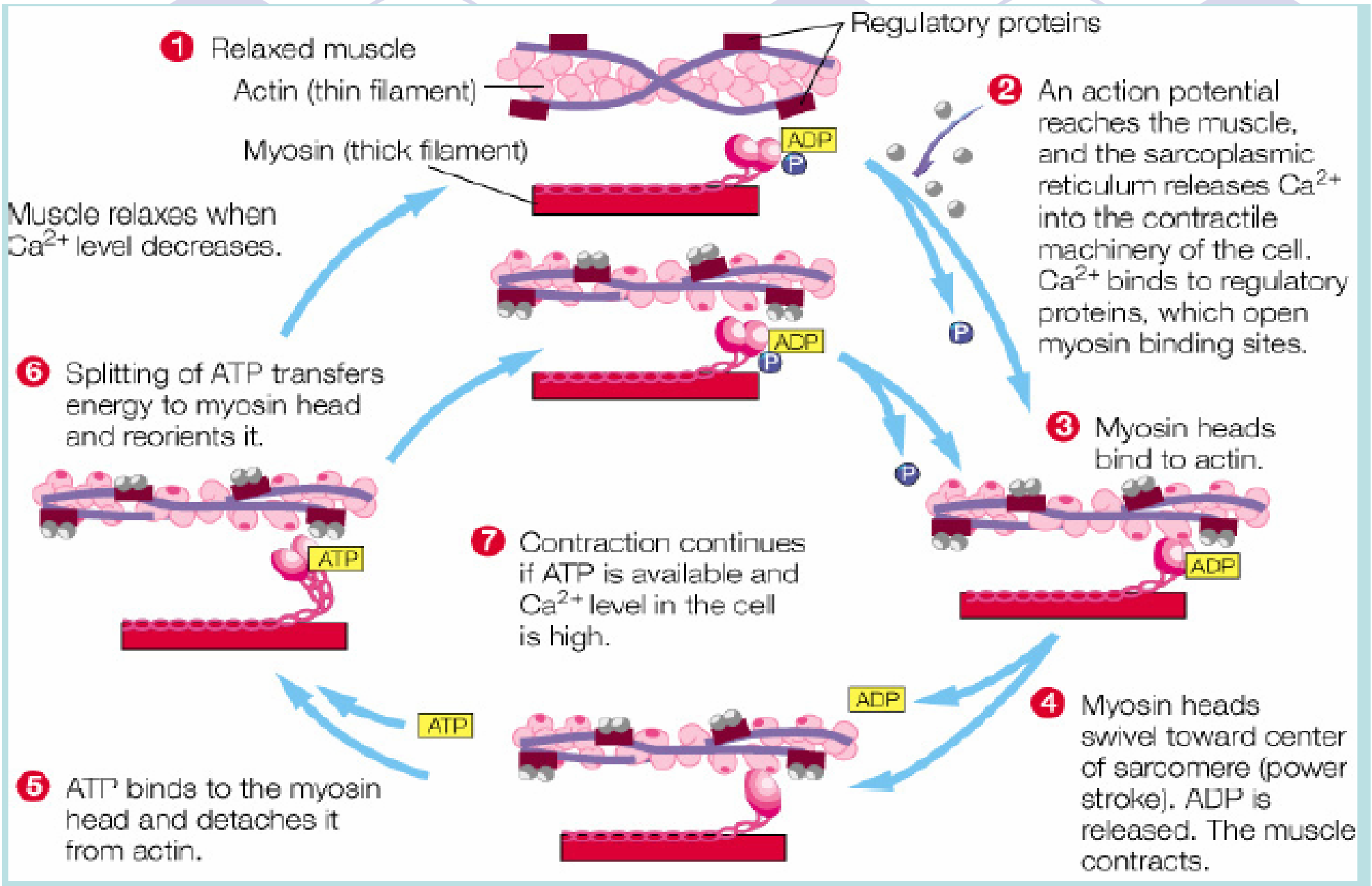




Bands and lines in the contractile apparatus of skeletal muscle

MEKANISME KONTRAKSI OTOT





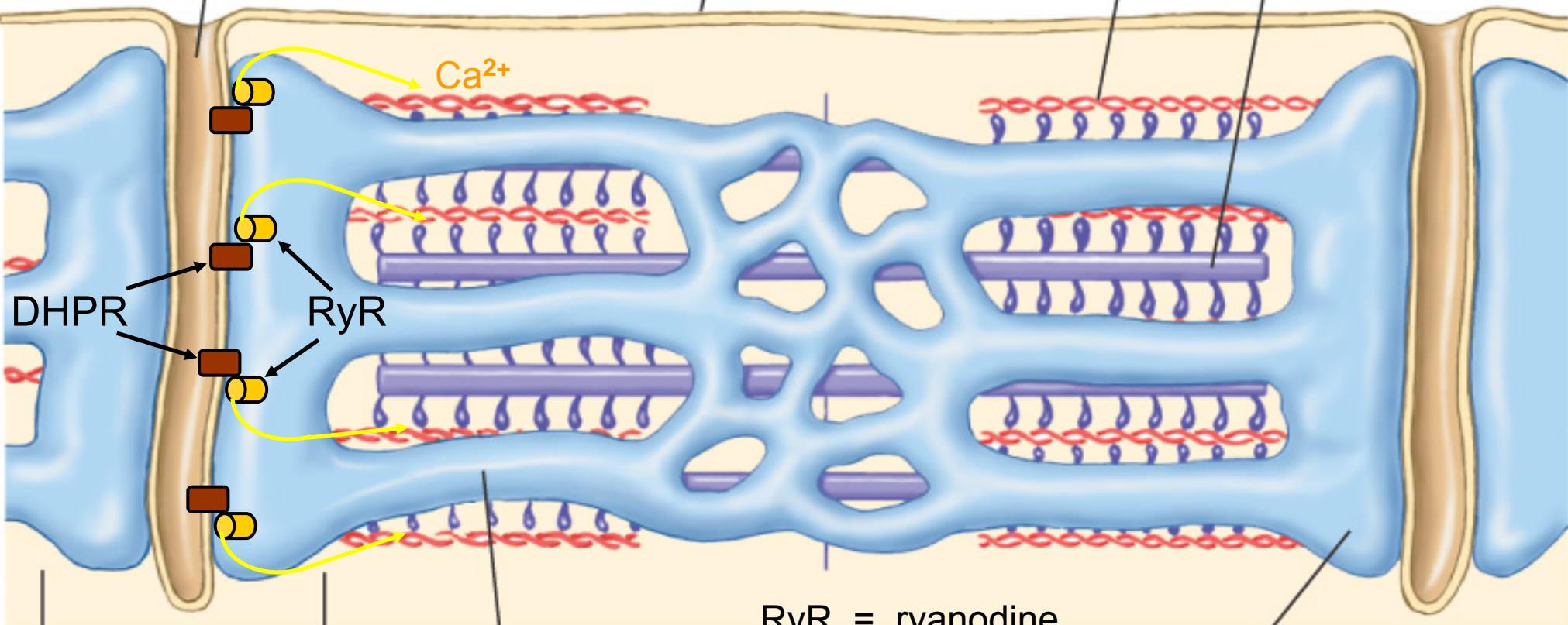
frog muscle

T-tubule brings action potentials into interior of muscle fiber.

Sarcolemma

Thin filament

Thick filament



DHPR

RyR

Ca²⁺

RyR = ryanodine receptor Ca²⁺ channel

DHPR = dihydropyridine receptor

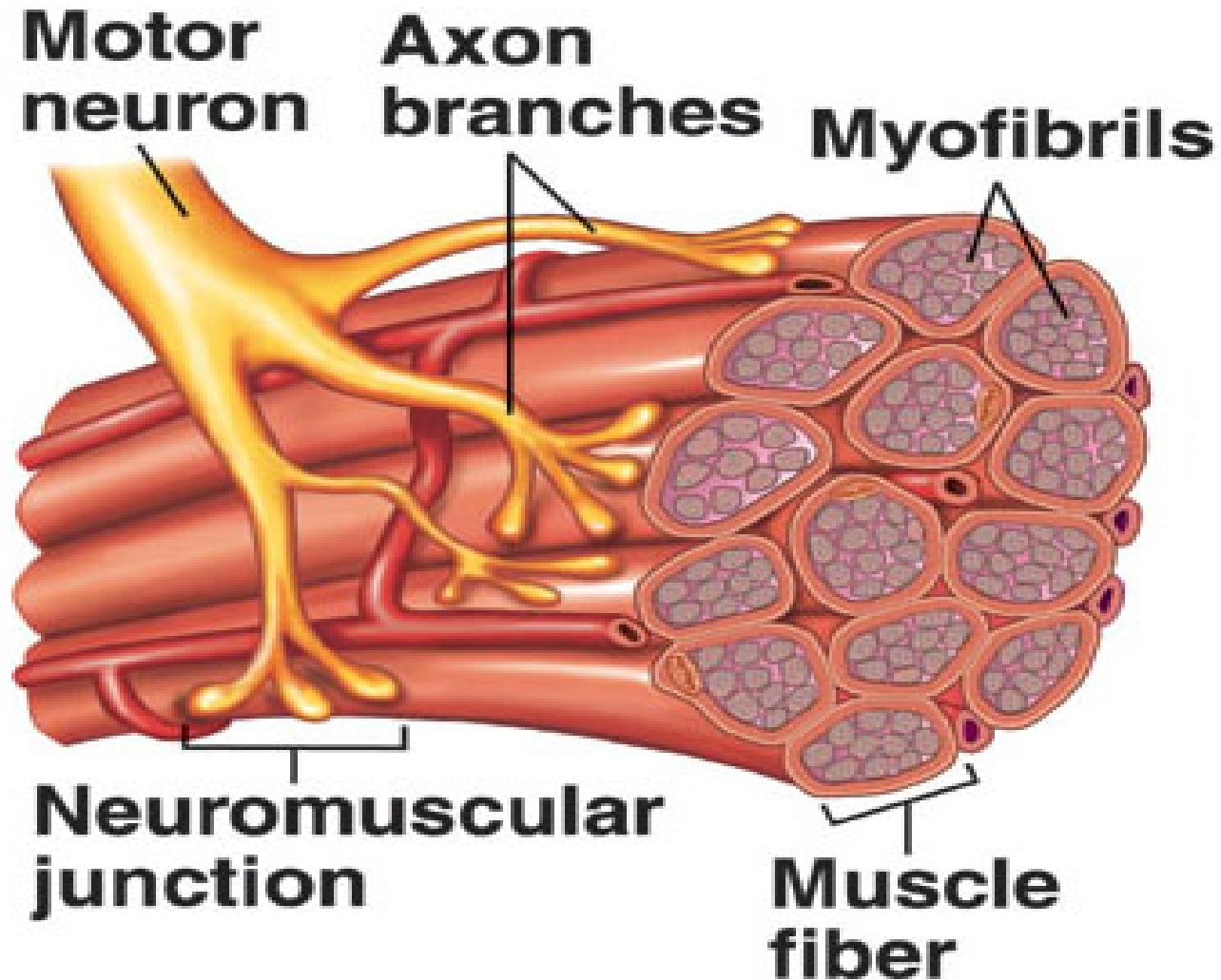
Terminal cisterna

Sarcoplasmic reticulum stores Ca²⁺.

Triad

Neuromuscular junction

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Skeletal Muscle

During development, many skeletal muscle cells fuse to form long multinucleated cells, which are incapable of mitosis to regenerate more muscle cells.

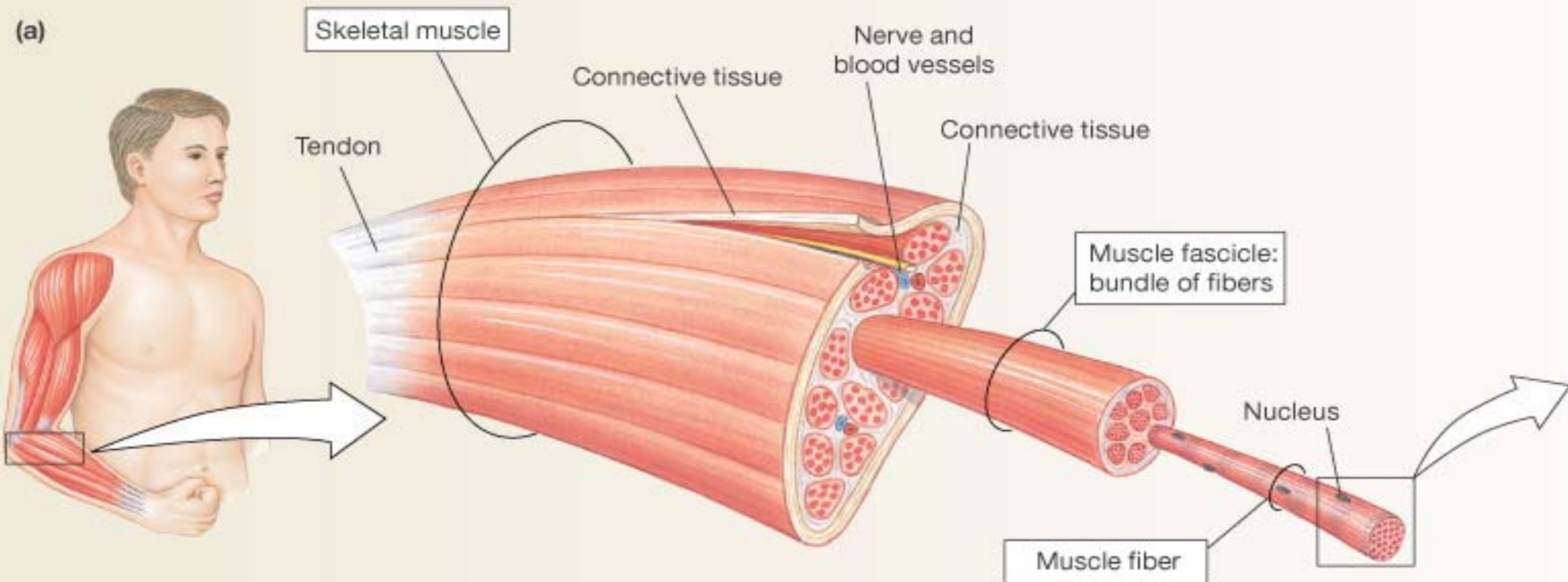
Contraction is controlled by motor nerves, mostly under conscious control. Although often called "voluntary muscle," skeletal muscles sometimes function involuntarily. The diaphragm functions involuntarily by default, though conscious effort can modify frequency of contraction. Skeletal muscles involved in restraining urination and defecation can be "conditioned" to function without conscious control. Postural muscles can function through spinal reflexes.

Each motor nerve branches to innervate many fibers, constituting a "motor unit" which contracts together, although muscle fibers within this unit do not communicate directly with each other (no gap junctions).

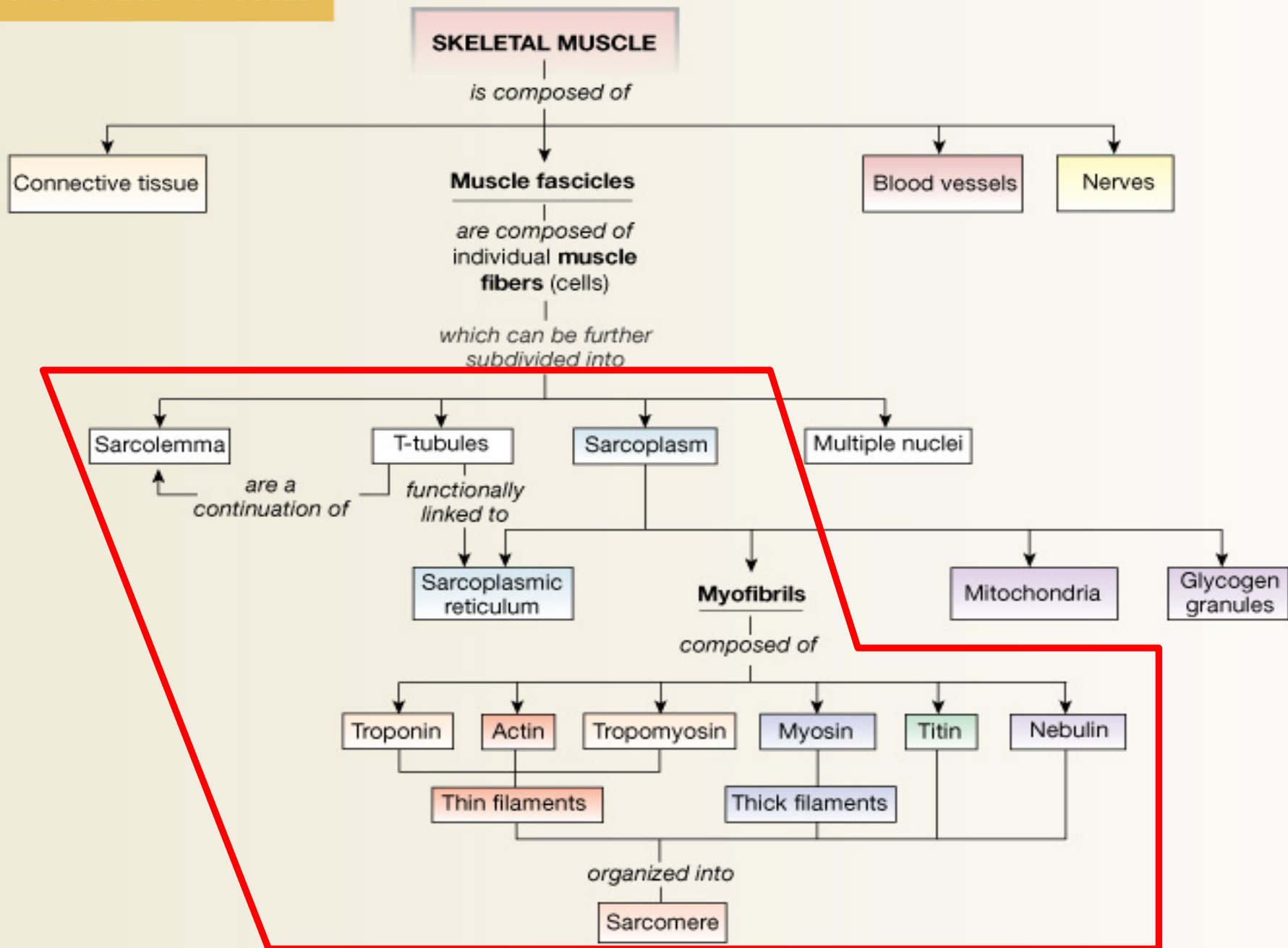
In skeletal muscle, long multinucleated cells ("fibers") are surrounded by thin connective tissue and bundled into *fascicles*, which are in turn bundled, with thicker connective tissue, into a complete muscle.

Muscle fibers terminate before ends of muscle, where connective tissue continues to form tendons. Nerves and blood vessels run throughout the muscle.

ORGANIZATION OF SKELETAL MUSCLE



ORGANIZATION OF SKELETAL MUSCLE





Muskuler

- Dalam myofibril banyak terkandung mitochondria dan glycogen.
- Otot mempunyai hukum “All or none law” hukum berlaku untuk 1 serabut otot, artinya bila 1 serabut otot dirangsang, maka akan berkontraksi bila rangsangannya $>$ nilai ambang rangsang, otot tidak berkontraksi bila nilai rangsangannya $<$ ambang rangsang

Motor Unit: Fibers Innervated from 1 neuron

- "All or none" within each motor unit
- Fine touch
 - 1:1 nerve to fiber
 - Finger tips
- Big muscles
 - 1: 2000
 - Leg muscles

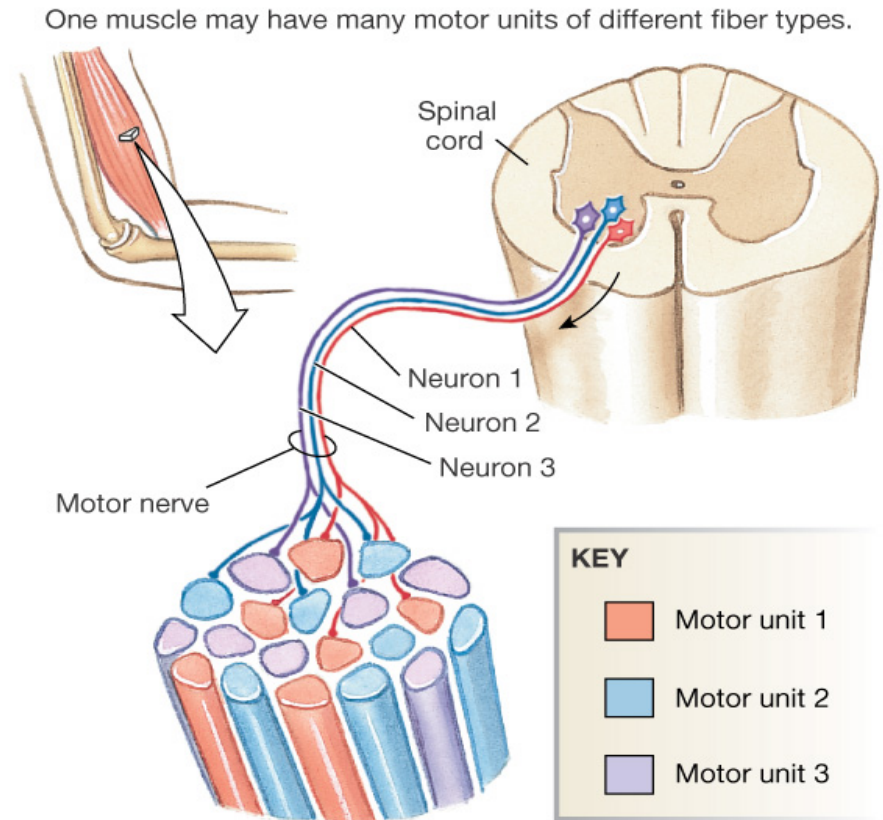


Figure 12-18: Motor units

Recruitment of Fibers: Produce Graduated Force

- Weak stimulus
 - Lowest threshold fibers
 - Slow twitch typically
- Moderate: adds fast oxidative
- High stimulus: all fibers
- Asynchronous:
 - Units take turns
 - Prevents fatigue

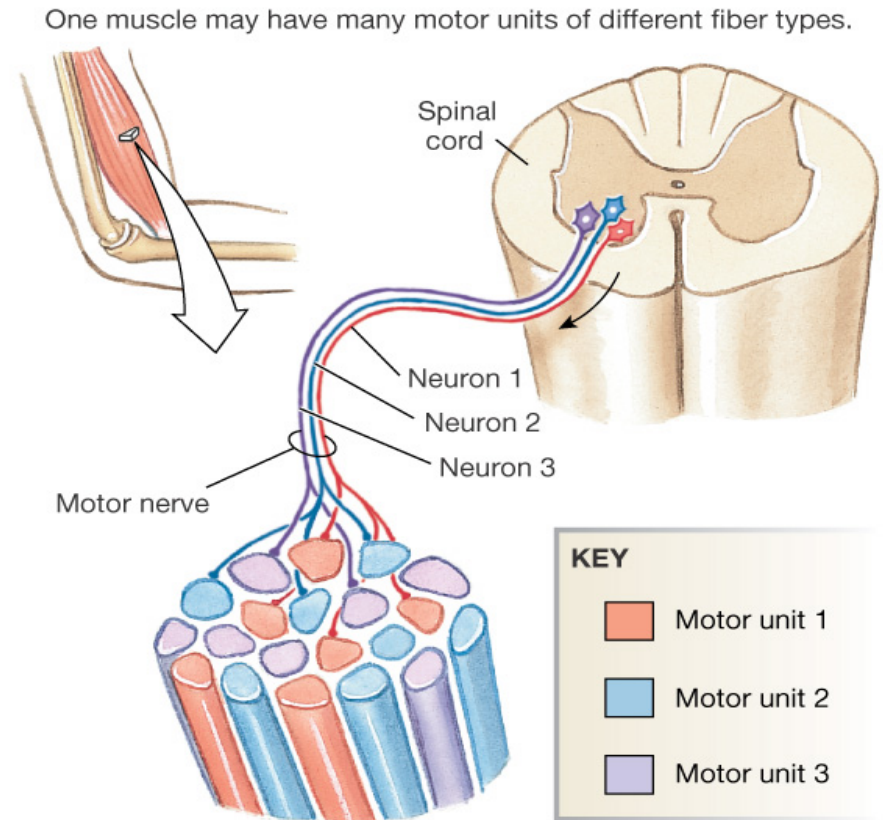
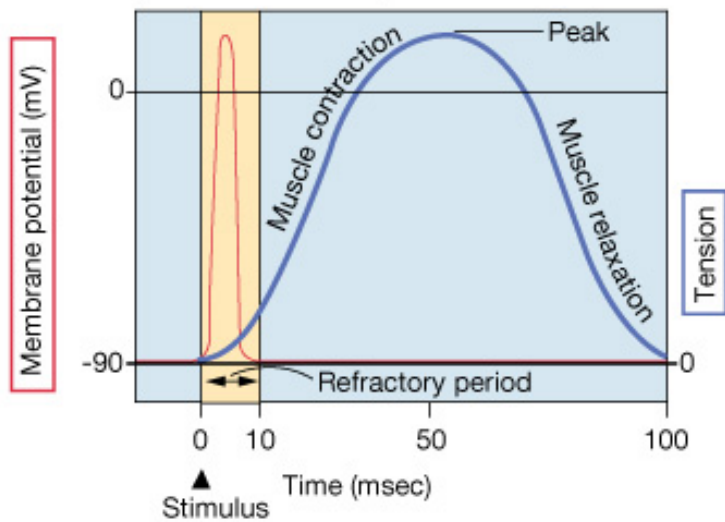
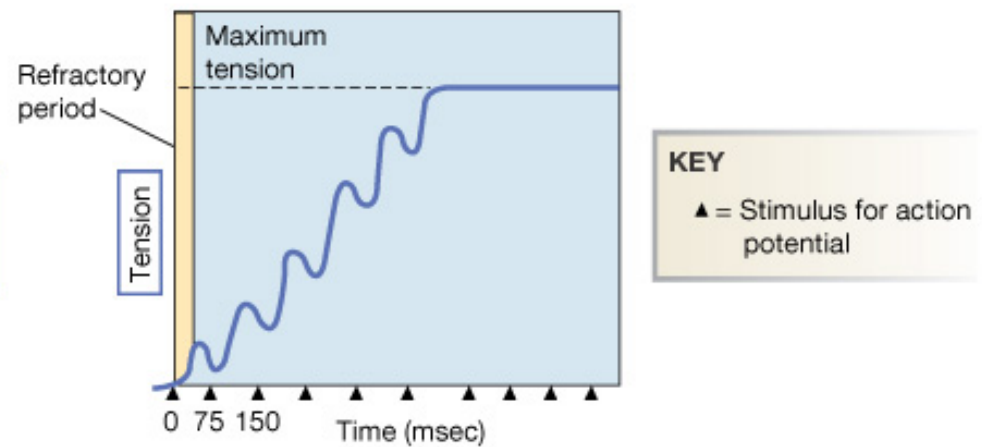


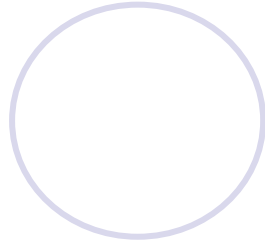
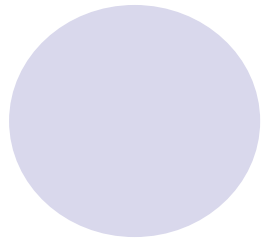
Figure 12-18: Motor units

(a) Skeletal muscle fast-twitch fiber: The refractory period (yellow) is very short compared with the amount of time required for the development of tension.

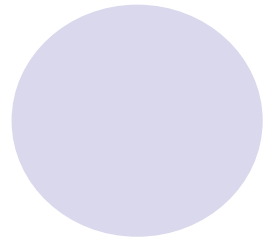
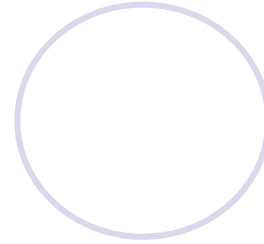
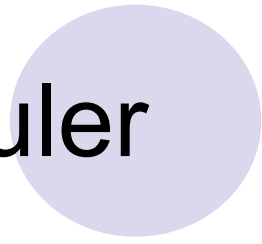


(b) Skeletal muscles that are stimulated repeatedly will exhibit summation and tetanus (action potentials not shown.)

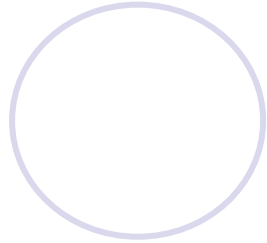
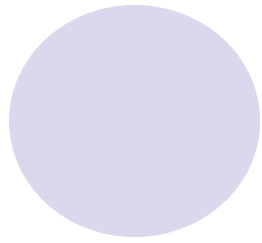




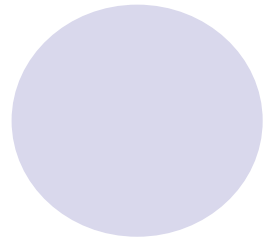
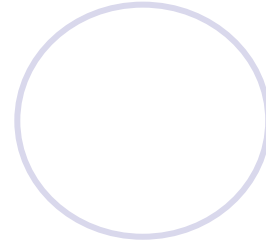
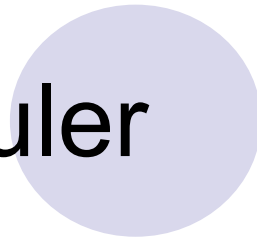
Muskuler



- Satu otot terdiri dari banyak sel otot dan setiap otot memiliki nilai ambang rangsang yang berbeda.
- Semakin besar rangsang maka semakin banyak sel otot berkontraksi, sehingga kuat kontraksinya semakin besar.
- Otot dapat membesar yang disebut dengan Hypertrophy.



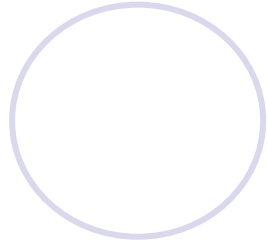
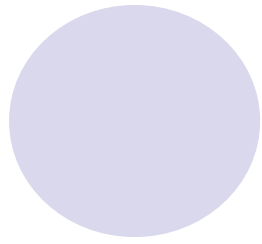
Muskuler



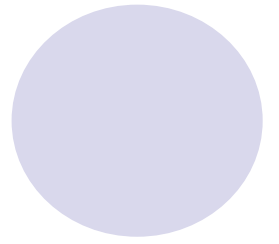
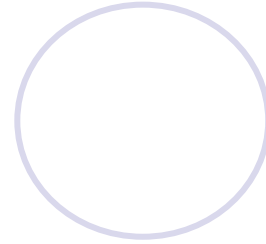
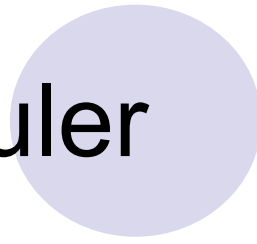
- Ada dua jenis otot lurik : Fast twitch (otot putih) dan Slow twitch (otot merah)
- Otot diberi rangsang oleh banyak serabut saraf dan satu serabut saraf memerintah beberapa serabut otot.
- 1 serabut saraf memerintah kira-kira 150 serabut otot yang disebut dengan motor unit

Table 12-2: Characteristics of Muscle Fiber Types

	SLOW-TWITCH OXIDATIVE; RED MUSCLE	FAST-TWITCH OXIDATIVE; RED MUSCLE	FAST-TWITCH GLYCOLYTIC; WHITE MUSCLE
Time to development of maximum tension	Slowest	Intermediate	Fastest
Myosin ATPase activity	Slow	Fast	Fast
Diameter	Small	Medium	Large
Contraction duration	Longest	Short	Short
Ca ²⁺ -ATPase activity in SR	Moderate	High	High
Endurance	Fatigue-resistant	Fatigue-resistant	Easily fatigued
Use	Most used: posture	Standing, walking	Least used: jumping
Metabolism	Oxidative; aerobic; numerous large mitochondria	Glycolytic but becomes more oxidative with endurance training	Glycolytic; more anaerobic than fast-twitch oxidative type
Color	Dark red (myoglobin)	Red	Pale

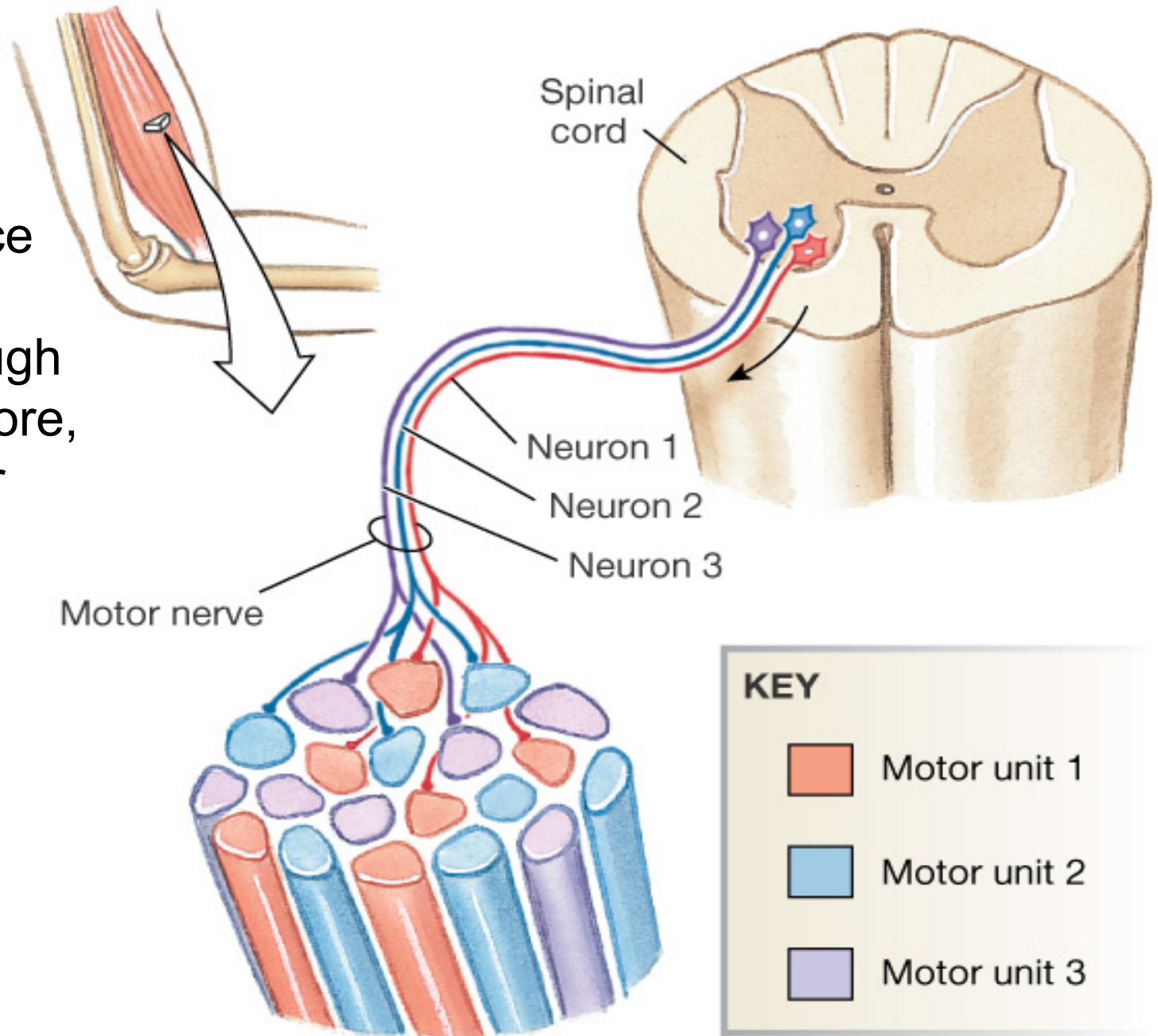


Muskuler



- Makin banyak motor unit maka makin bagus gradasi kekuatan otot.
- Otot dilatih akan mengalami hypertropi, hypertropi dalam laki-laki akan lebih bagus dibanding dengan perempuan.
- Laki-laki dipengaruhi oleh hormon androsteron

One muscle may have many motor units of different fiber types.

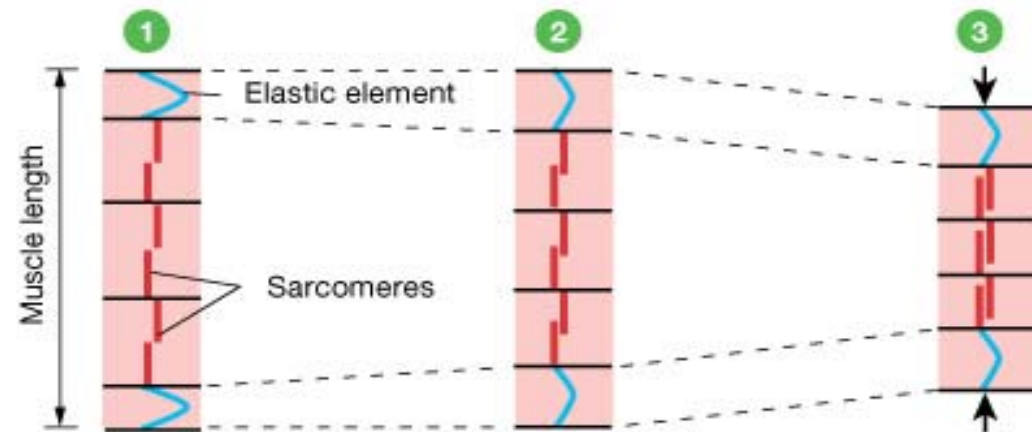
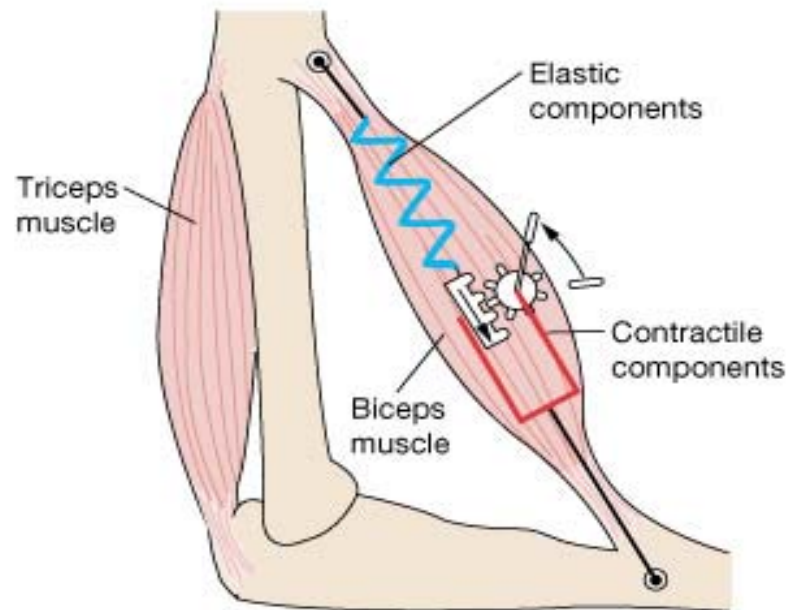


Contractile force can also be regulated through activation of more, or fewer, motor units.

Time is required for maximal twitch force to develop, because some shortening of sarcomeres must occur to stretch elastic elements of muscle before force can be transmitted through tendons.

By the time this maximal force is developed, $[Ca^{2+}]$ and number of active crossbridges have greatly decreased, so an individual twitch reaches much less than the maximum force the muscle can develop.

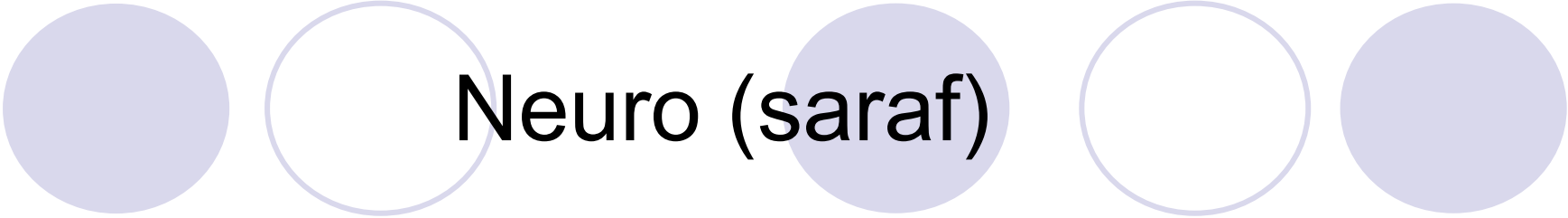
Schematic of the series elastic elements



1 Muscle at rest

2 Isometric contraction: Muscle has not shortened. Sarcomeres shorten, generating force, but elastic elements stretch, allowing muscle length to remain the same.

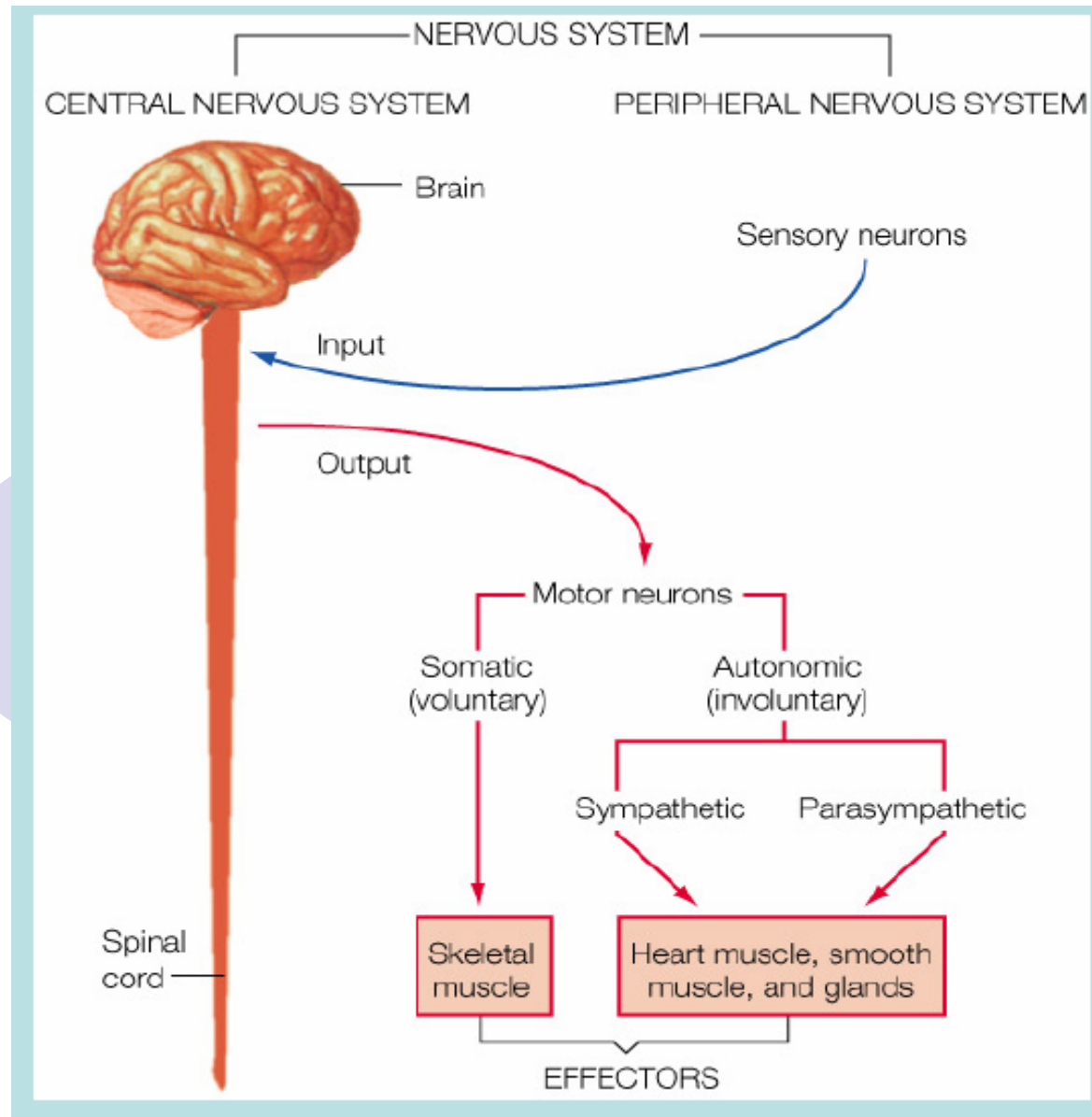
3 Isotonic contraction: Sarcomeres shorten more but, because elastic elements are already stretched, the entire muscle must shorten.



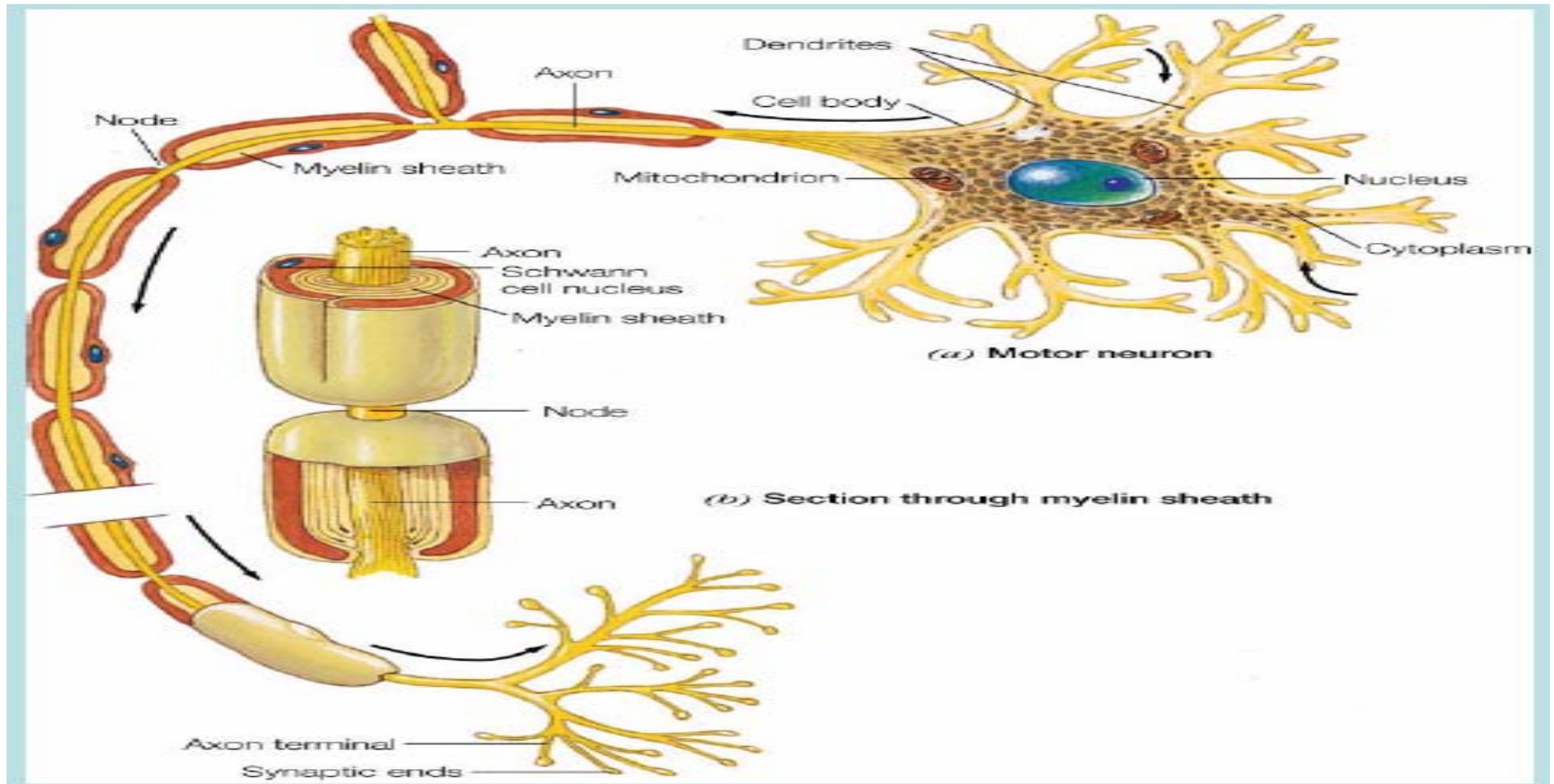
Neuro (saraf)

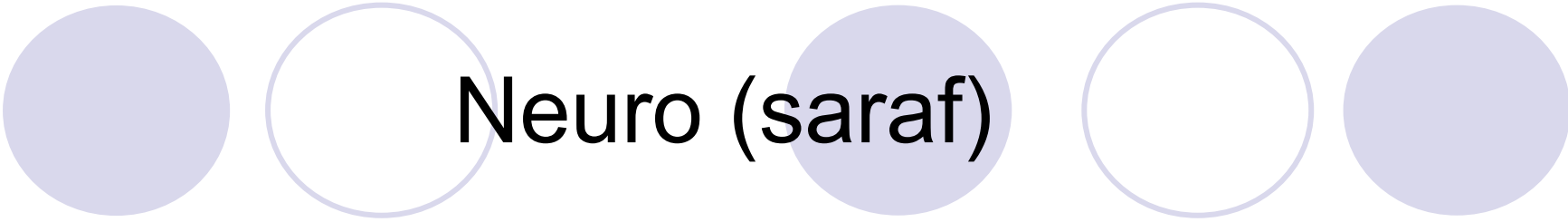
- Yang dimaksud adalah otak, otakkecil, batang otak, sumsum tulang belakang dan serabut saraf yang keluar masuk menuju tempat-tempat tertentu.
- Fungsi saraf adalah : penerima rangsang (sensor), penggerak (motoris), persepsi, pengatur dan fungsi psikologis lainnya.

Organization of the human nervous system



Generalized structure of a motor neuron





Neuro (saraf)

- Serabut saraf berfungsi sebagai pembawa rangsang baik tepi ke pusat atau sebaliknya.
- Fungsi otak kecil sebagai koordinasi rangsang baik dari pusat maupun tepi
- Motor kontrol (proses reaksi) : menerima rangsang, proses mengingat (berpikir), perintah yang rangsang ke otot lurik.
- Reaksi dapat dilatihkan = automatisasi



Kelainan Saraf

- ***Adiadocho phenomena***, tak mampu mealkuan gerak yang diikuti gerak yang berlawanan secara cepat.
- ***Decomposisi koordinasi gerak*** yang jelek gerakannya seperti robot: disertai dengan dysmetria (tak mampumengukur jarak)
- ***Rebound phenomena*** kemampuan melakukan gerak menahan apabila diberi gerakan yang berlawanan

Fungsi Receptor yang erat dengan gerak

- ***Proprioceptif*** ; kinestesi (indera perasa) yang ada di sendi, otot, dan tendo
- ***Labyrinth*** : rasa keseimbangan : alatnya berupa otolith dapat merasakan posisi tegak dengan bumi
- ***Penglihatan*** ; berguna untuk lebih memantapkan berdiri tegak.

Penampilan berhubungan dengan Neuro-muskuler

- ***Waktu reaksi*** : kualitas untuk menghasilkan gerak secepat mungkin dan benar
- ***Kecepatan gerak*** : kualitas yang memungkinkan gerak/melaksanakan gerak secepat mungkin.
- ***Kecepatan gerak ulang***

Penampilan berhubungan dengan Neuro-muskuler

- ***Velocity*** : kecepatan gerak umum dari satu tempat ke tempat lain
- ***Kebenaran Motorik*** : ketepatan gerak / koordinasi / lebih merupakan kearah fungsi neuro-muskuler
- ***Kebenaran badani*** : merupakan perasaan untuk mengetahui gambaran diri dan kepekaan kinetik.



CARDIORESPIRASI



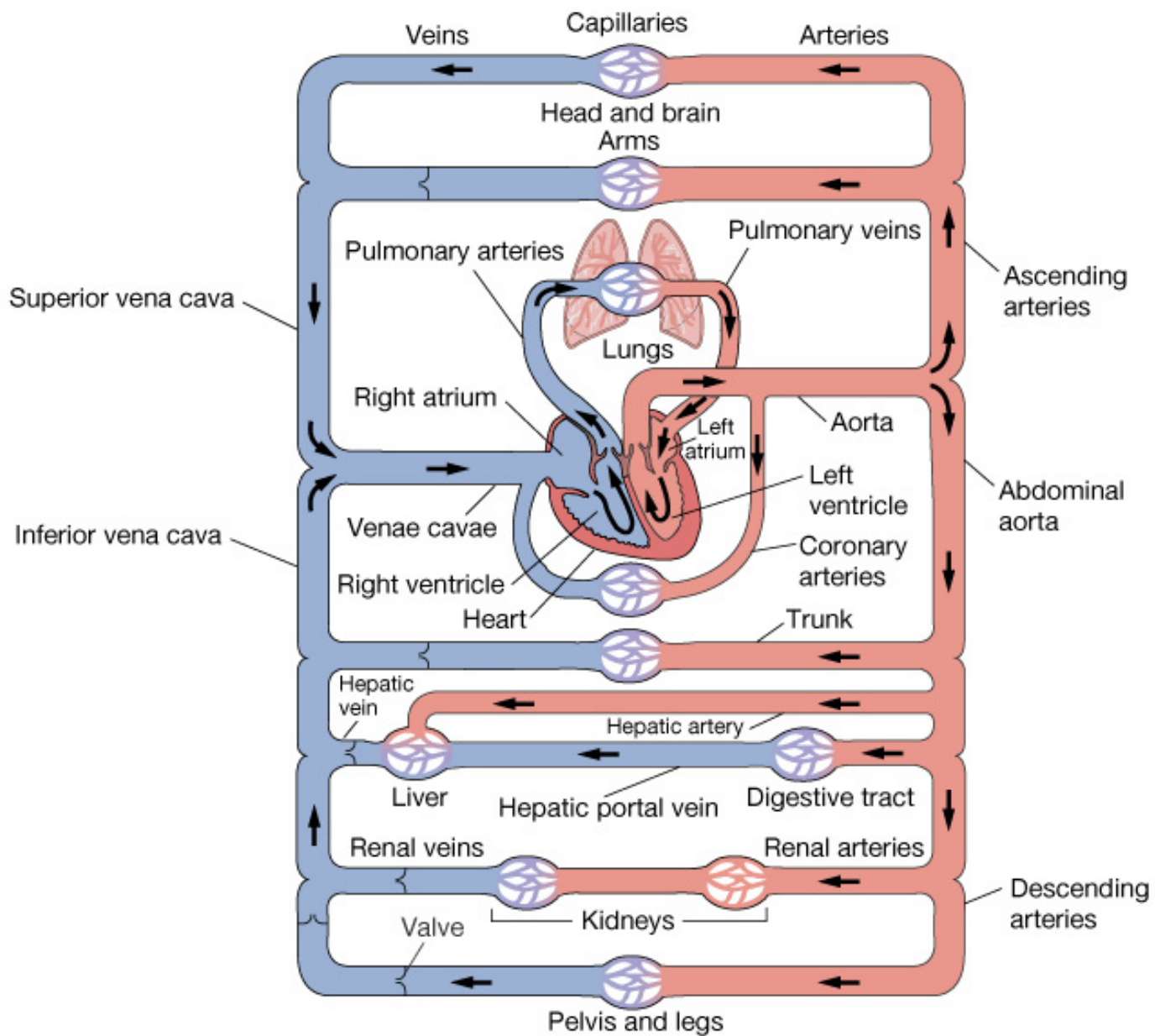
CARDIO-RESPIRASI

Konsep : Transportasi Oksigen (O₂), Karbon-dioksida (CO₂)
dan sari makanan.

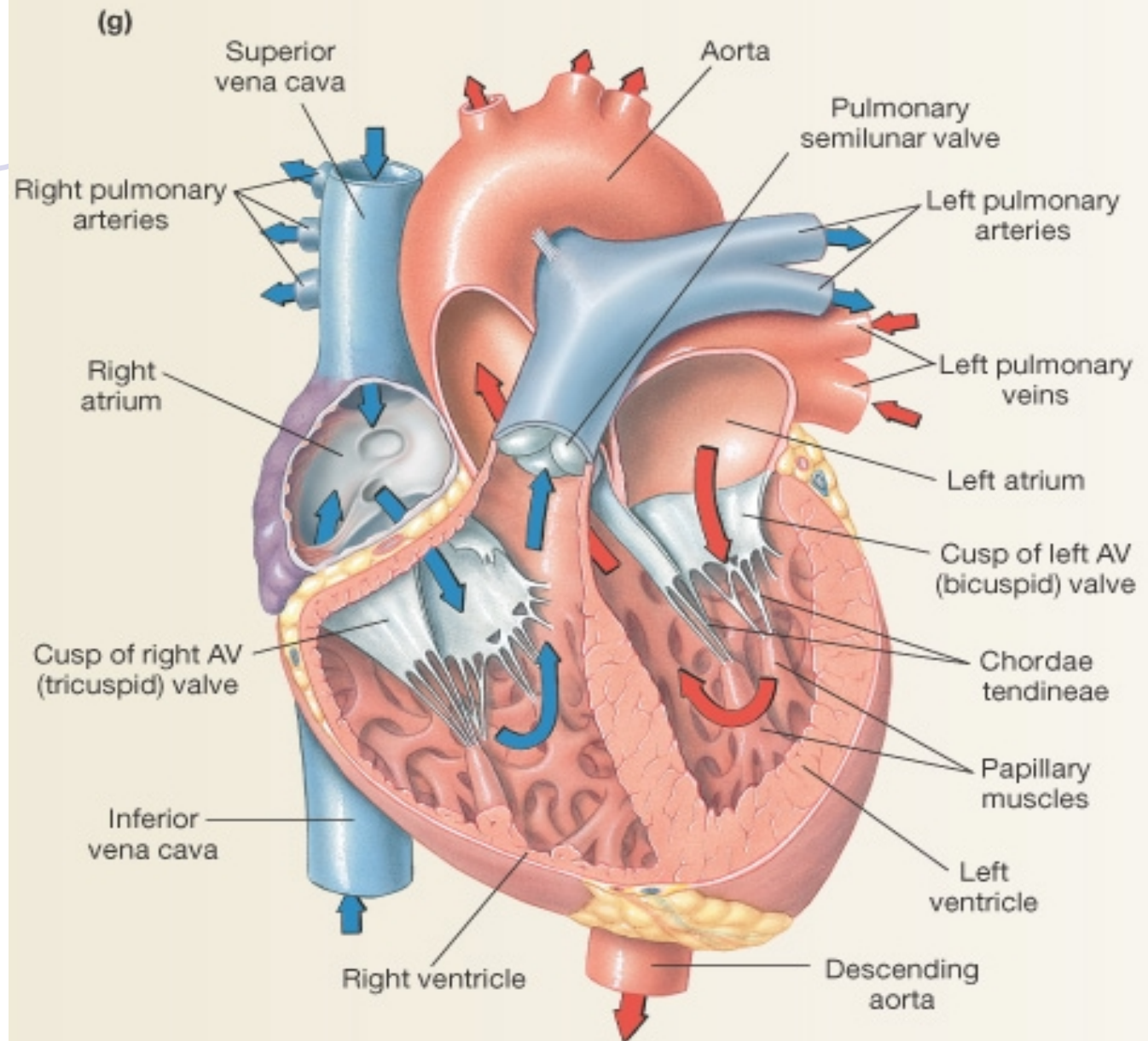
Sistem ini tidak dapat dipisah mengingat kedua sistem bekerja ber-Samaan dan bersifat serial → fungsi salah satu / bagian jelek, maka Seluruh fungsi akan jelek.

Dalam transportasi gas dimulai dari :

1. Jumlah O₂ di udara.
2. Masuknya udara kedalam alveoli
3. Proses bertukarnya gas di alveoli
4. Dibawa/diikat oleh HB
5. Diedarkan oleh jantung
6. Proses pertukaran di jaringan



Structure of the heart



One-way flow through the heart is ensured by two sets of valves.

Distribution of blood to the body organs

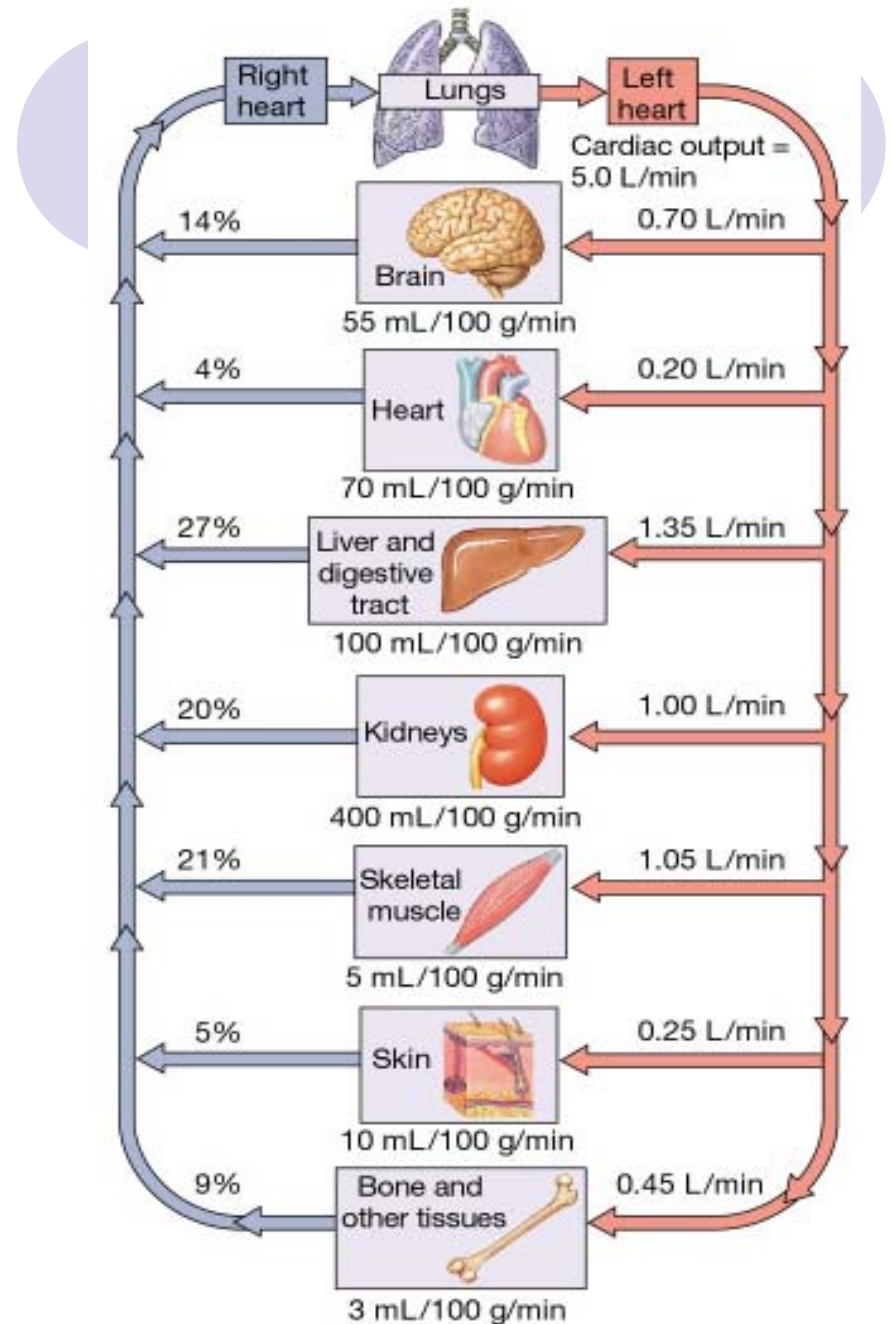


Figure 15-13: Distribution of blood in the body at rest

Blood vessel functions: overview

Strong and elastic arteries

Arterioles control blood flow and pressure

Caps: thin and with large area for diffusional exchange

Compliant, large, low R veins with valves assures blood return

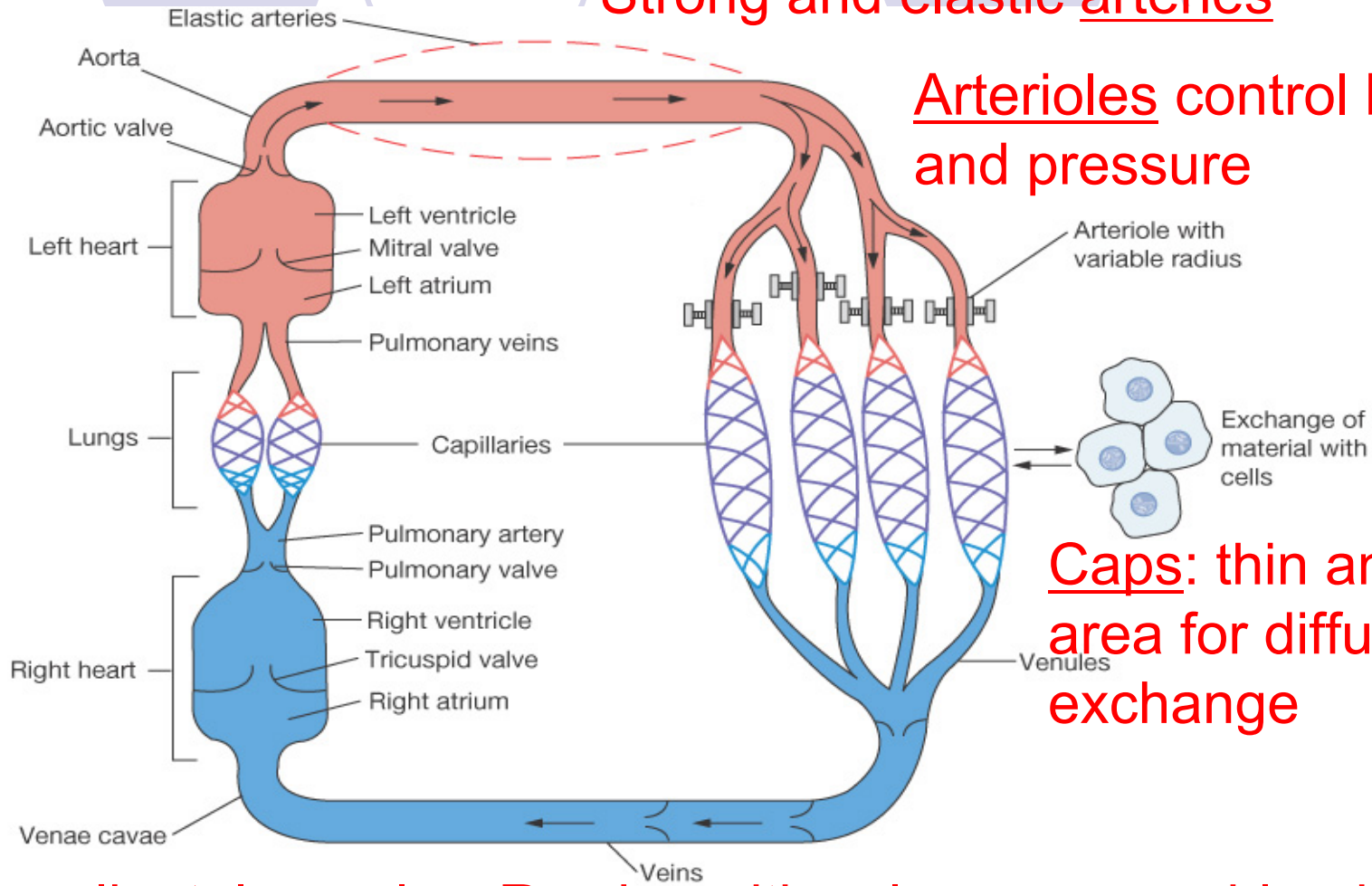



Figure 15-1: Functional model of the cardiovascular system



Aorta — accepts output of the left ventricle; first vessel of the systemic vasculature; sustains highest systolic pressure, ~140 mm Hg

Pulmonary artery — accepts output of the right ventricle; first vessel of the pulmonary vasculature; sustains peak pressure of ~25 mm Hg

Superior vena cava / inferior vena cava — largest vessels returning blood to heart (right atrium) from systemic vasculature

Pulmonary veins — largest vessels returning blood (oxygenated) to heart (left atrium) from pulmonary vasculature

Coronary arteries — supply blood to cardiac muscle tissue; branch from the aorta immediately above the aortic (semilunar) valve (heart gets no nutrients or O₂ from the blood in the atria and ventricles)

A series of five circles in a horizontal line. The first, third, and fifth circles are solid light purple. The second and fourth circles are hollow with a light purple outline.

Systole — contraction of ventricles (systolic P = peak pressure per heartbeat in major systemic arteries)

Diastole — relaxed filling of ventricles (diastolic P = lowest pressure per heartbeat in major systemic arteries)

First heart sound (lub) — sound of atrioventricular valves closing as ventricles start contracting

Second heart sound (dup) — sound of semilunar valves closing as ventricles stop contracting and ventricular pressure drops below pressure in the major arteries

Pulse pressure (PP) — systolic P - diastolic P

Mean arterial pressure (MAP) — diastolic P + $\frac{1}{3}$ PP

Stroke volume (SV) — vol. at end of diastole - vol. at end of systole; usually ~70 ml (= ~130 ml - ~60 ml)

Cardiac output (CO) — heart rate (HR) x SV

CO can increase by a factor of 6 or more, initially due to \uparrow HR & \uparrow SV; at higher CO, increase is mostly due to \uparrow HR.

Pulse and Mean Arterial Pressures

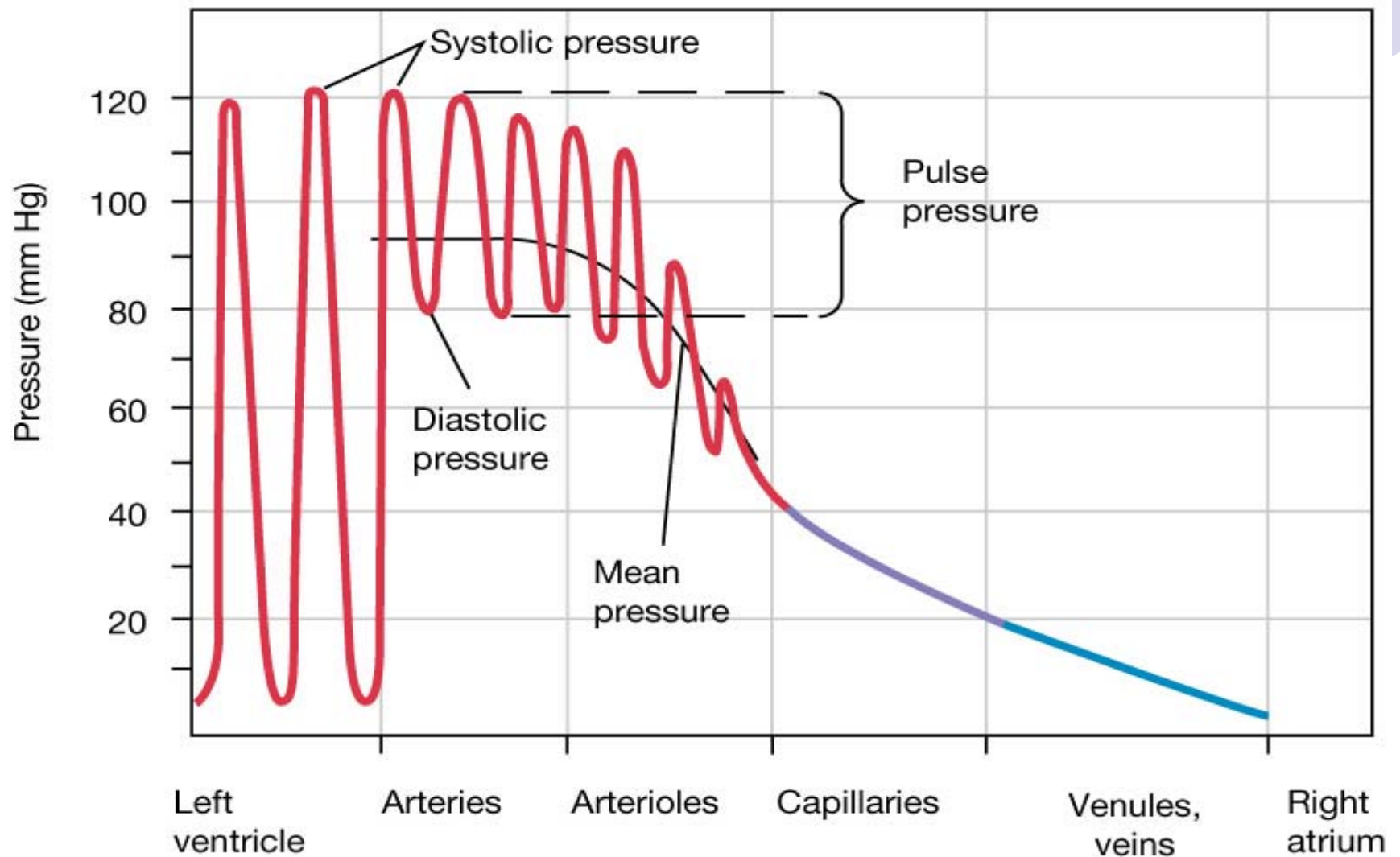
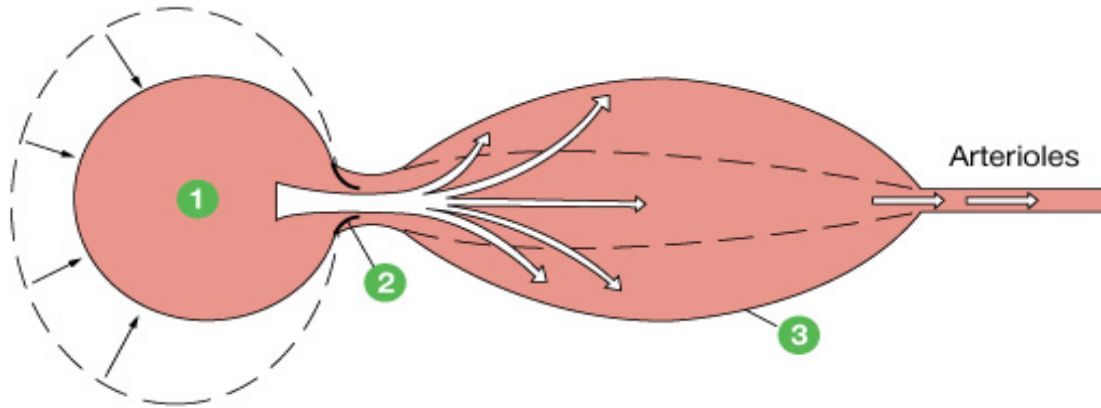


Figure 15-5: Pressure throughout the systemic circulation

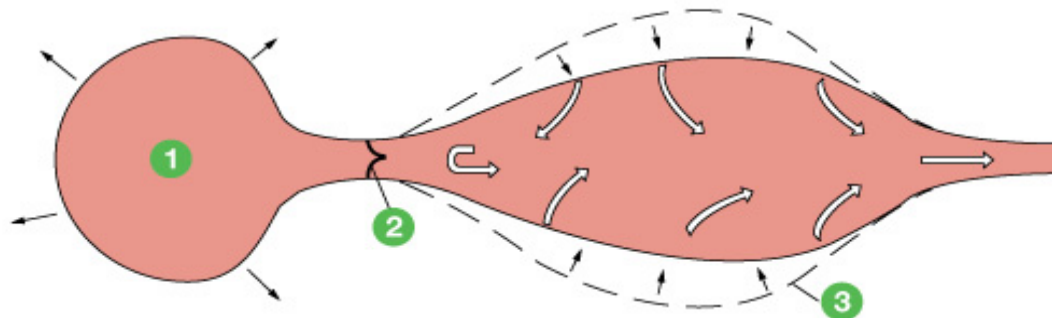
Large arteries: blood distribution and maintenance of blood pressure during diastole

(a) Ventricular contraction



- 1 Ventricle contracts.
- 2 Semilunar valve opens.
- 3 Aorta and arteries expand and store pressure in elastic walls.

(b) Ventricular relaxation

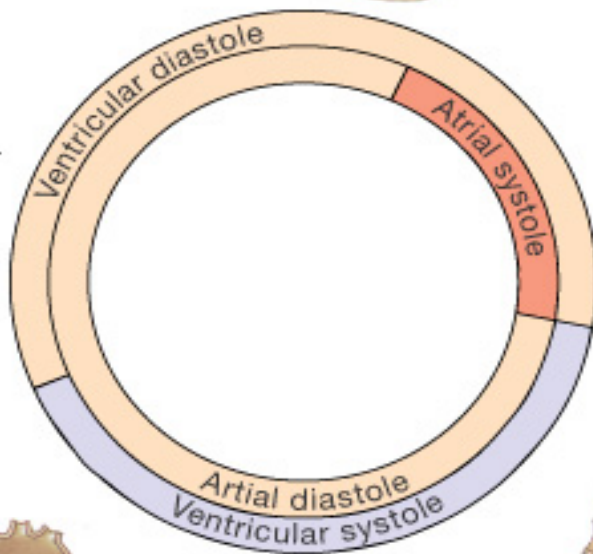


- 1 Isovolumic ventricular relaxation
- 2 Semilunar valve shuts.
- 3 Elastic recoil of arteries sends blood forward into rest of circulatory system.

START

① **Late diastole**—both sets of chambers are relaxed and ventricles fill passively.

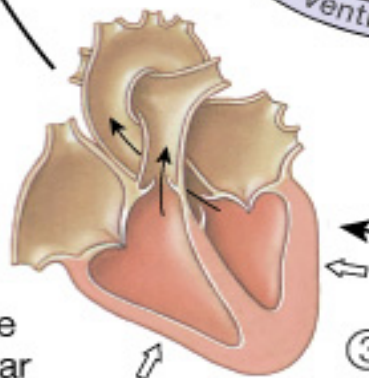
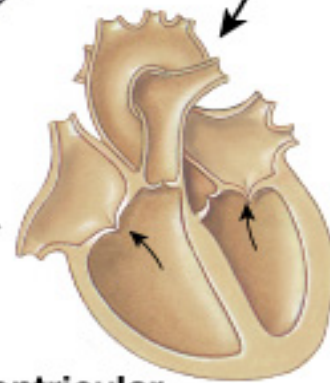
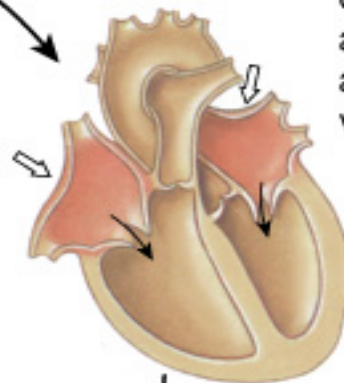
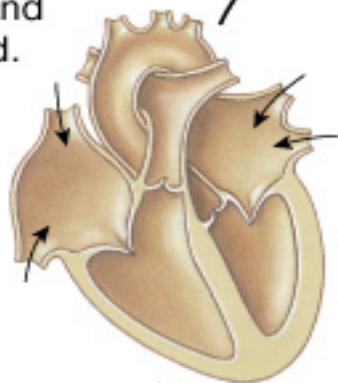
② **Atrial systole**—atrial contraction forces a small amount of additional blood into ventricles.

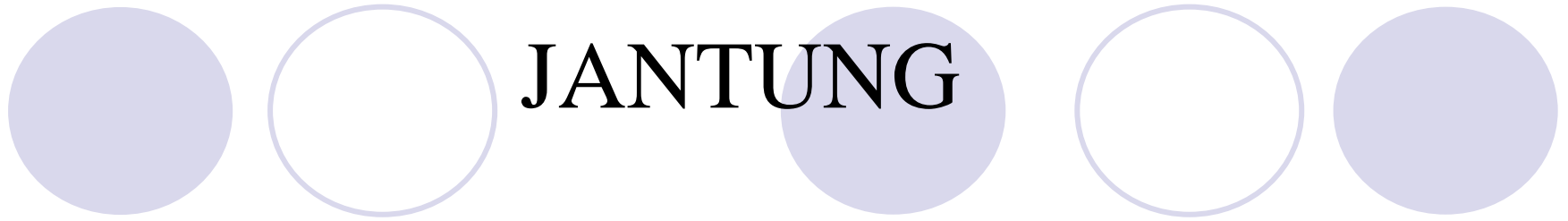


⑤ **Isovolumic ventricular relaxation**—as ventricles relax, pressure in ventricles falls, blood flows back into cups of semilunar valves and snaps them closed.

③ **Isovolumic ventricular contraction**—first phase of ventricular contraction pushes AV valves closed but does not create enough pressure to open semilunar valves.

④ **Ventricular ejection**—as ventricular pressure rises and exceeds pressure in the arteries, the semilunar valves open and blood is ejected.





Proses pemompaan Jantung tergantung sekali dari kembalinya
Darah ke Jantung, dan kuat tidaknya otot jantung berkontraksi

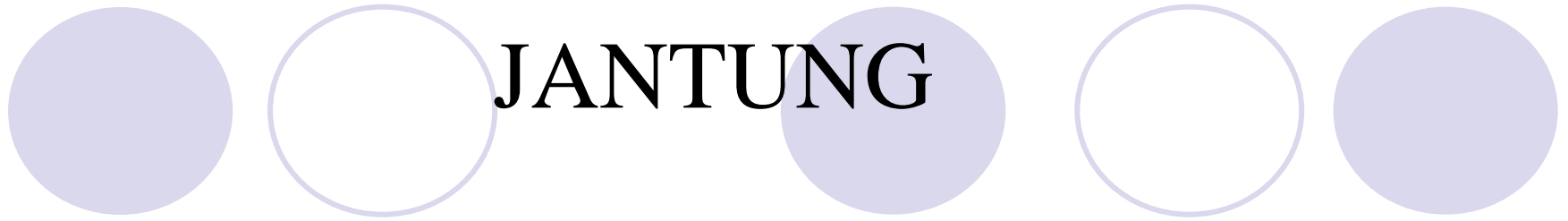
Darah kembali ke Jantung = Venus - Return

Pada olahraga yang tidak dinamis maka venus-return kecil

Pada olahraga yang dinamis jumlah darah yang diedarkan meningkat
Menjadi 10 kali lipat.

Disebabkan oleh : frekuensi DJ meningkat 2,5 kali.
volume sednyut meningkat 4 kali

Dalam keadaan istirahat frekuensi DJ pada olahragawan kecil



Pada olahragawan sering terjadi pembesaran jantung.
Dikarenakan otot jantung mengalami hipertropi
(istilahnya *cor bovinum*)

Pembuluh darah bersifat elastis, mampu melebar (vasodilatasi)
Dan mampu menyempit (vasokonstriksi)

Pada saat olahraga dinamis pembuluh darah pada otot mengalami
Vasodilatasi, hal ini menguntungkan aliran menjadi lancar →
Proses pertukaran gas berjalan lebih baik.



Pada Olahraga ada peningkatan jumlah butir darah

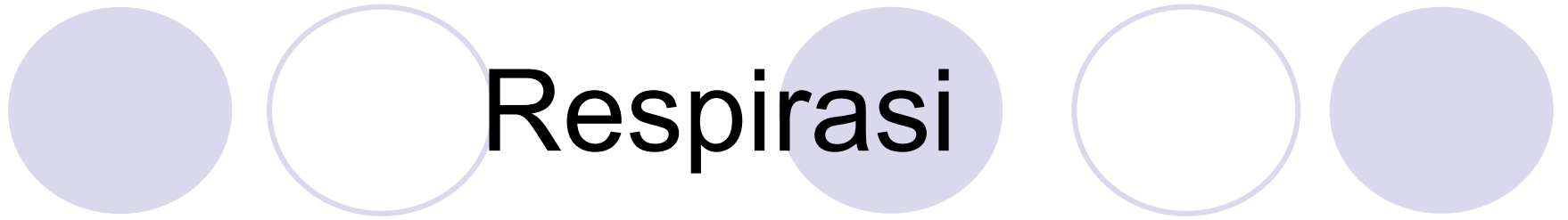
Kadar Haemoglobin juga meningkat.

Cadangan Alkali meningkat

Jumlah simpanan darah di lien cukup banyak

Jumlah keseluruhan darah yang beredar (total whole blood) meningkat 20 % dari normal

Circulasi darah ke otot normal 1-4 cc/100 gram otot pada saat Olahraga meningkat menjadi 30 cc / 100 gram otot



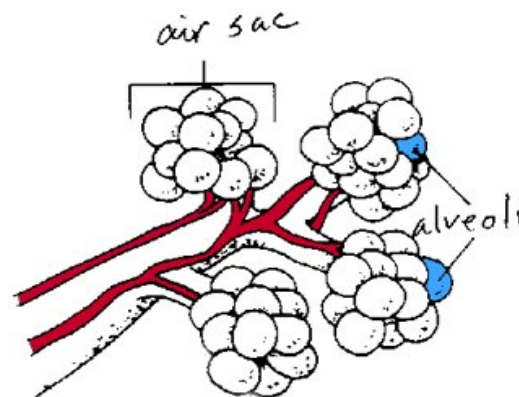
Respirasi

- Fungsi paru-paru memasukkan ke dalam alveoli.
- Besarnya alveoli dapat diukur dengan respirometer (kapasitas vital).
- Ukuran kapasitas vital tidak begitu diperhatikan tetapi yang lebih penting adalah kemampuan menarik/menghembus nafas selama 1 detik = FEV : force expired volume.

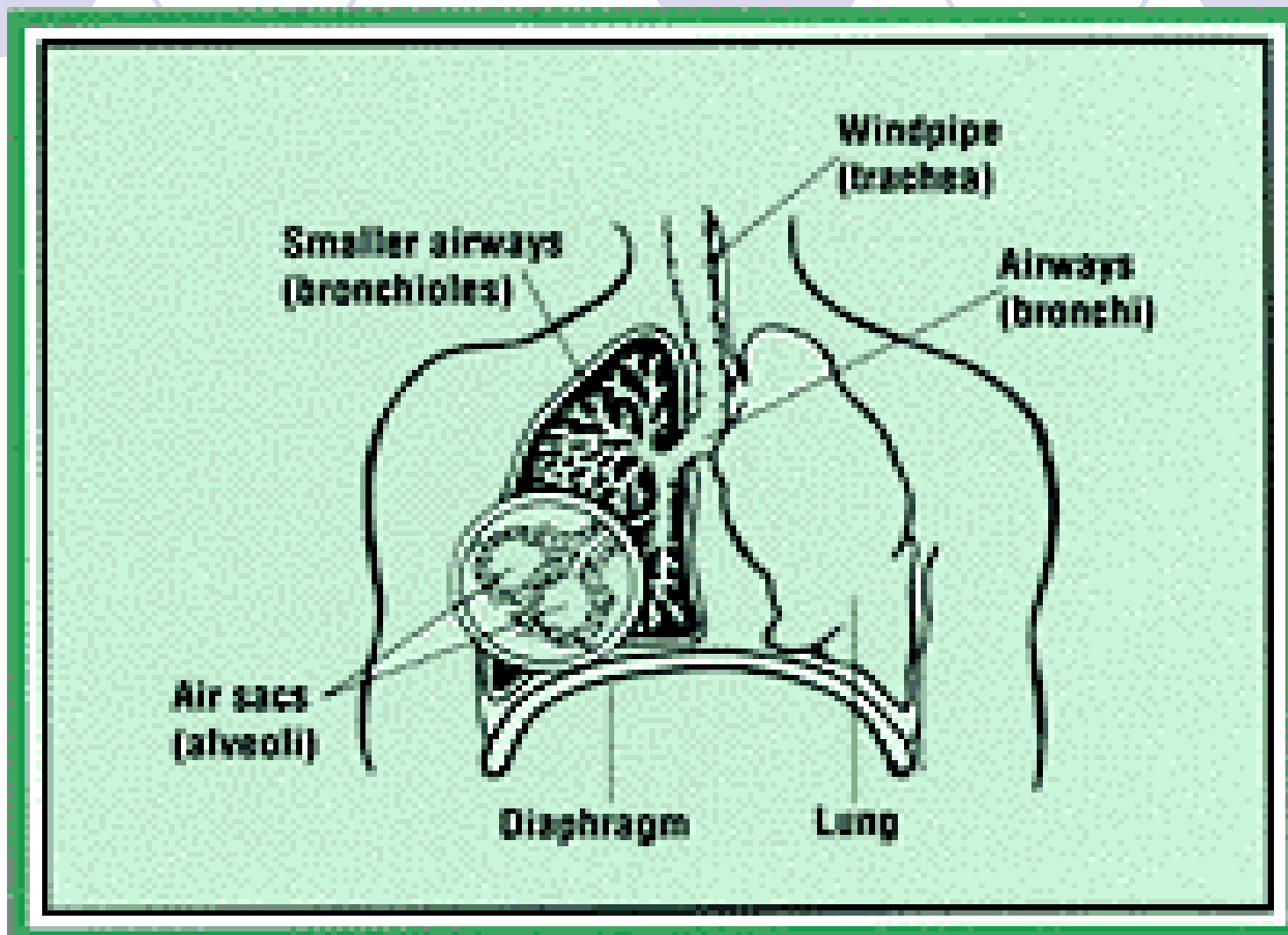


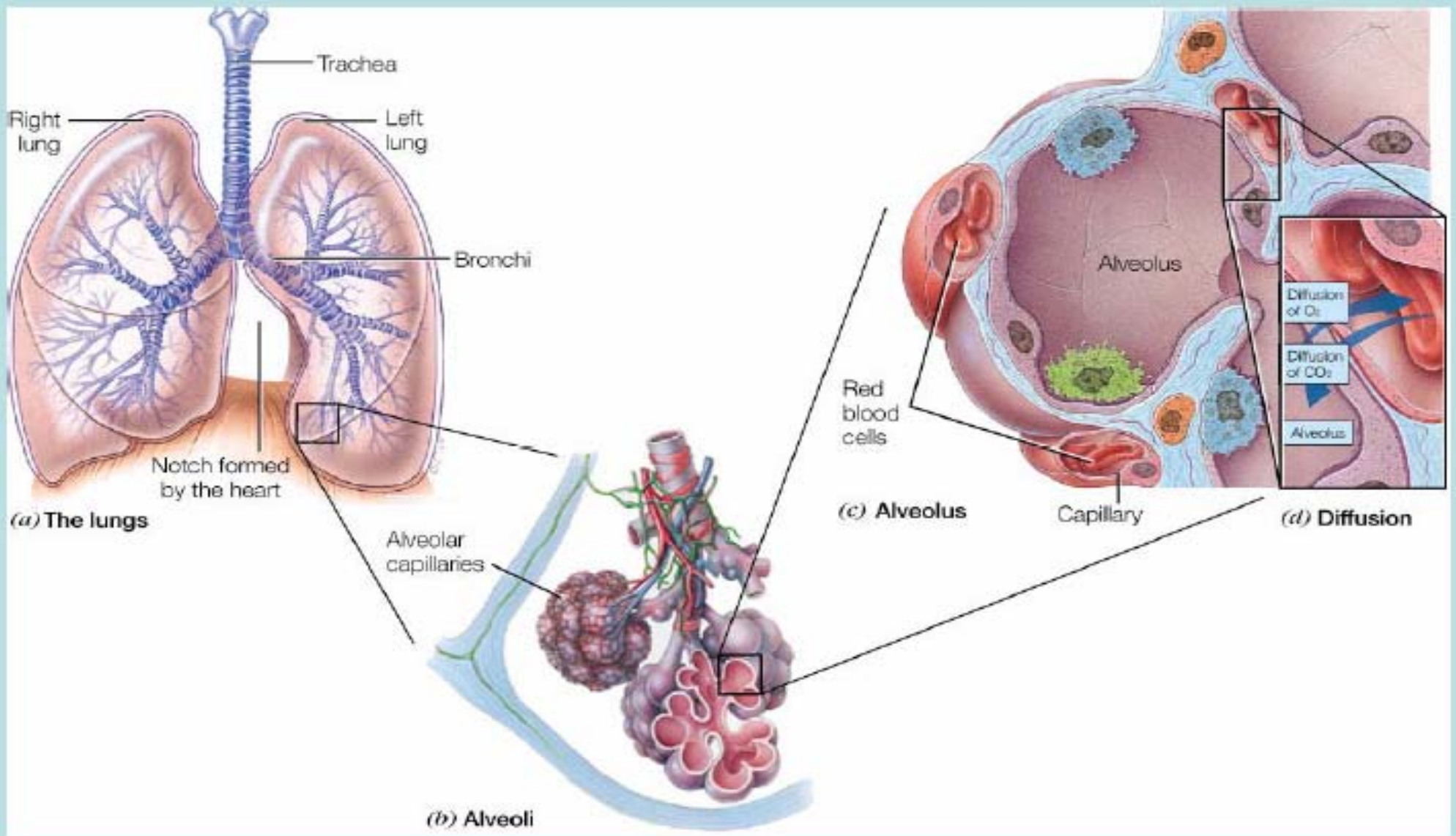
The Lungs-

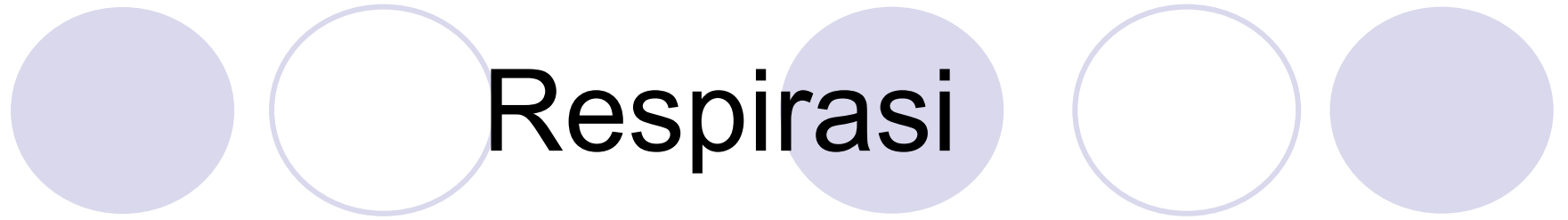
- Inside each of your sponge-like lungs, tubes, called *bronchi*, branch into even smaller tubes much like the branches of a tree. At the end of these tubes are millions of tiny bubbles or sacs called *aleoli*.
- They exchange the oxygen for waste products, like *carbon dioxide*, which the cells in your body have made and can't use.
- Once they receive the oxygen, red blood cells turn from *purple* to that beautiful red color as they start carrying the oxygen to all the cells in your body.



*The branching out of the aleoli creates more surface area which in turn allows for more oxygen to be absorbed.







Respirasi

- Penting menahan nafas
- Kalau kerja power full dan sesaat
- Saat membidik
- Kalau kadar CO₂ dalam darah tinggi maka kita tidak mampu menahan nafas dalam waktu yang lama.



SISTEM ENERGI



Sistem Energi

- Otot yang berkontraksi membutuhkan energi.
- Energi mengakibatkan actin dan myosin saling mendekat berakibat serabut otot memendek sehingga ototpun memendek pula
- Energi untuk kontraksi otot hanya energi dari pemecahan ATP menjadi ADP + P + energi
- Diperlukan enzim ATPase

Muscle at rest



ATP from metabolism + creatine \longrightarrow ADP + phosphocreatine

Working muscle



Phosphocreatine + ADP $\xrightarrow{\text{creatine kinase}}$ Creatine + ATP

needed for

- Myosin ATPase (contraction)
- Ca^{2+} -ATPase (relaxation)
- Na^{+} - K^{+} ATPase (restores ions that cross cell membrane during action potential to their original compartments)



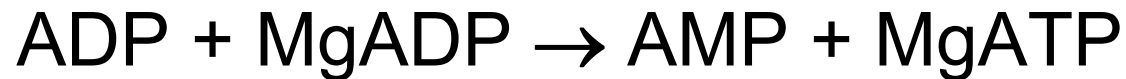
Mitochondria generate ~32 ATP from one glucose (slow, but efficient).

Glycolysis generates 2 ATP from one glucose (fast, but inefficient; lactate accumulates).

Creatine kinase reaction: (fastest)



Adenylate kinase reaction (fast; used when ATP levels are very low):





Sistem Energi

- Untuk membentuk ATP lagi dengan cara resyntesa ATP dari $ADP + P + \text{energi}$, energi untukl meresyntesa diambil dari pemecahan PC menjadi $P + C$. untuk resyntesa ini diperlukan enzym creatin kinase
- Untuk pembentukan PC kembali, terjadi pemecahan glycogen



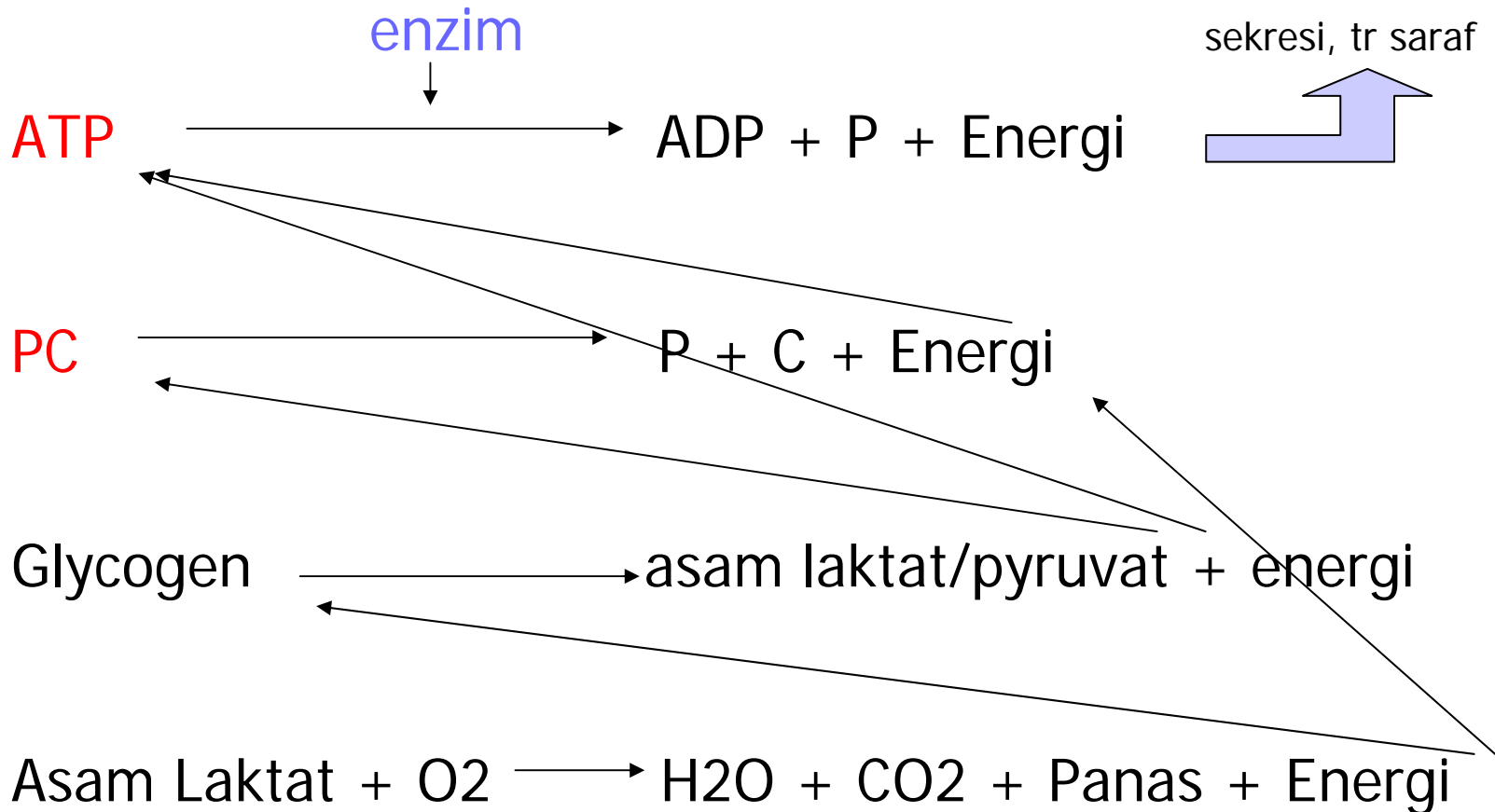
Sistem Energi

- Pembentukan glikogen perlu energi yang diambil dari proses oksidasi asam laktat menjadi $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Panas}$ – jumlah asam laktat hanya $\frac{1}{5}$, $\frac{4}{5}$ asam laktat diubah menjadi glikogen kembali
- Proses berjenjang tanpa O_2 disebut Anaerob, proses dengan O_2 disebut Aerob

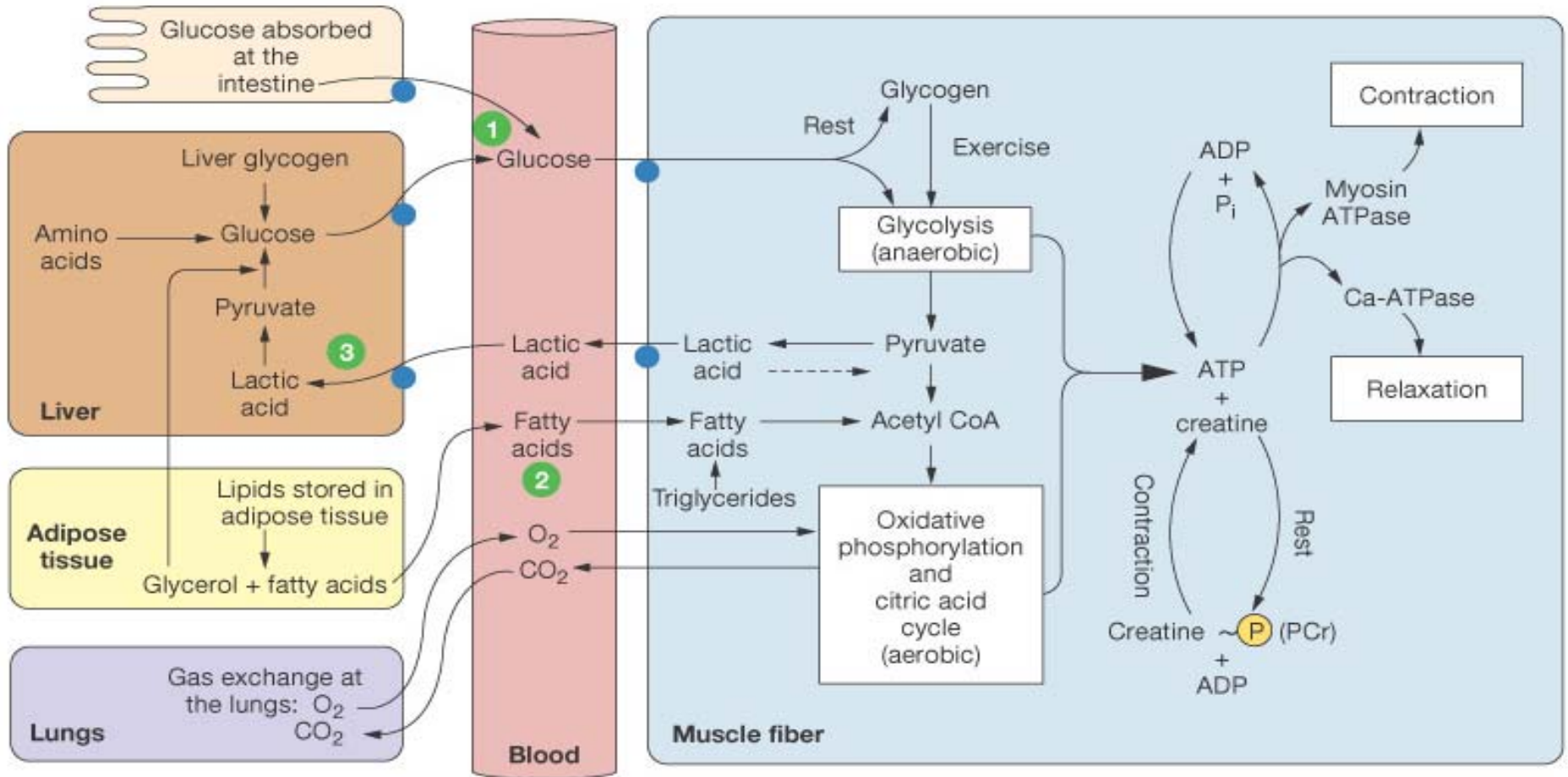
Sistem Energi

kontraksi otot (actin-myosin)

M
I
T
O
K
O
N
D
R
I
A



Integration of Metabolism: Review of Roles of Systems in Muscle Contraction



1 Glucose comes from liver glycogen or dietary intake.

2 Fatty acids can only be used in aerobic metabolism.

3 Lactic acid from anaerobic metabolism can be converted to glucose by the liver.

Figure 25-1: Energy metabolism in skeletal muscle

Energy for Skeletal Muscle Contraction

- ATP & ADP
- Phosphocreatine
- Aerobic paths
- Anaerobic paths
- (glycolytic metabolism)

Sustaining Muscle contractions: ATP Sources/Time

- Phosphocreatine: Short bursts at maximal effort
- Anaerobic: Intermediate duration intense effort
- Aerobic: Long duration at reduced effort

Sustaining Muscle contractions: ATP Sources/Time

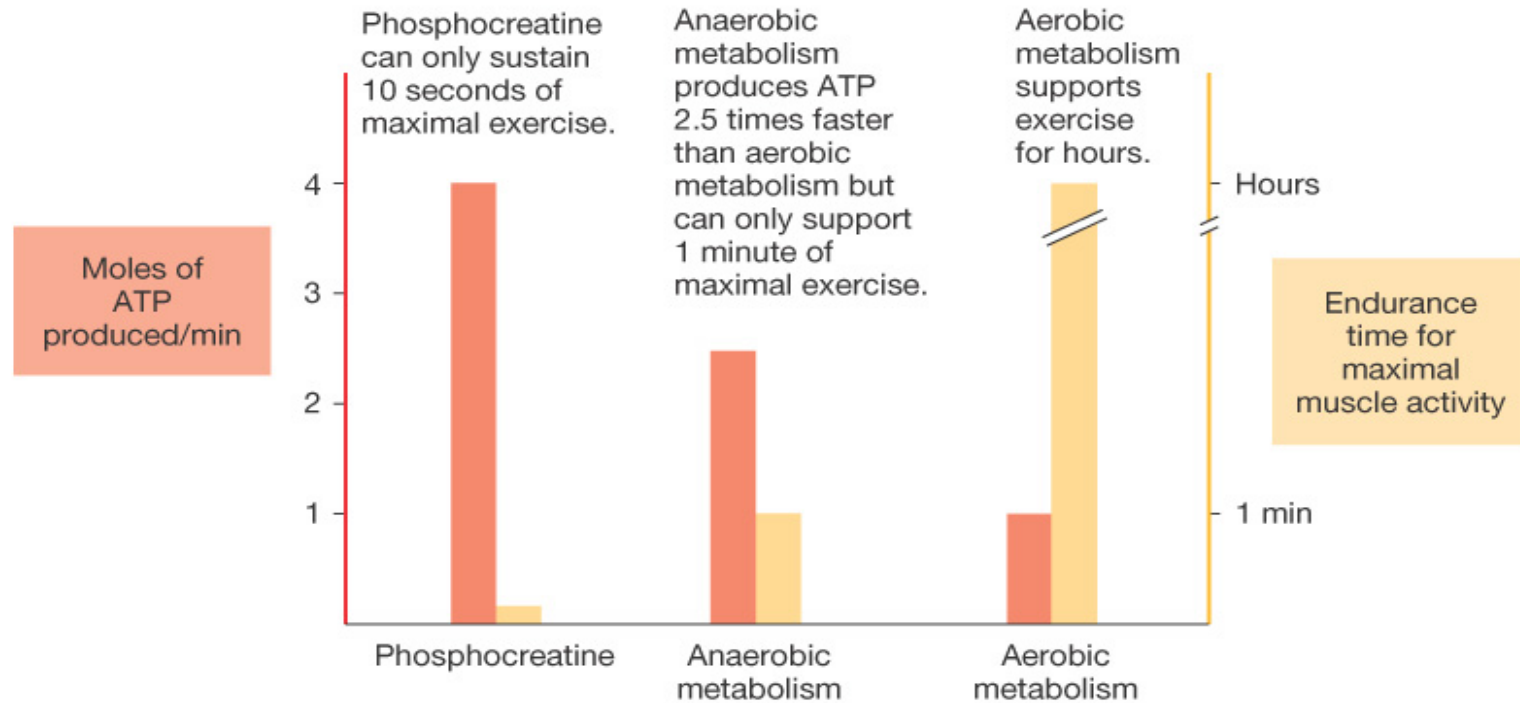


Figure 25-2: Speed of ATP production compared with ability to sustain maximal muscle activity

Hormonal regulation of Energy Source for ATP Production

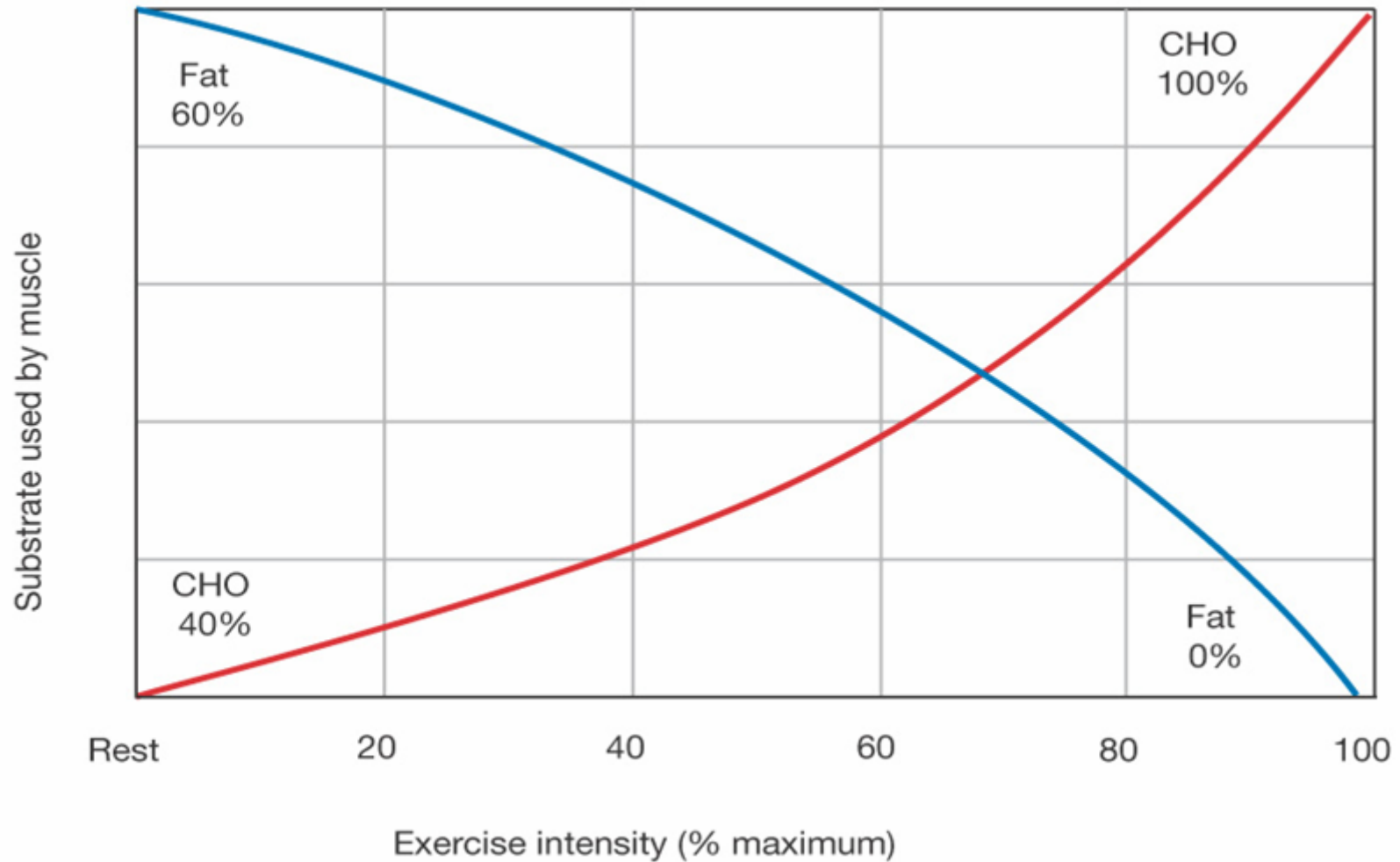


Figure 25-3: Use of carbohydrates and fats with increasing exercise

Oxygen Consumption: Factors Sustaining or Limiting Exercise

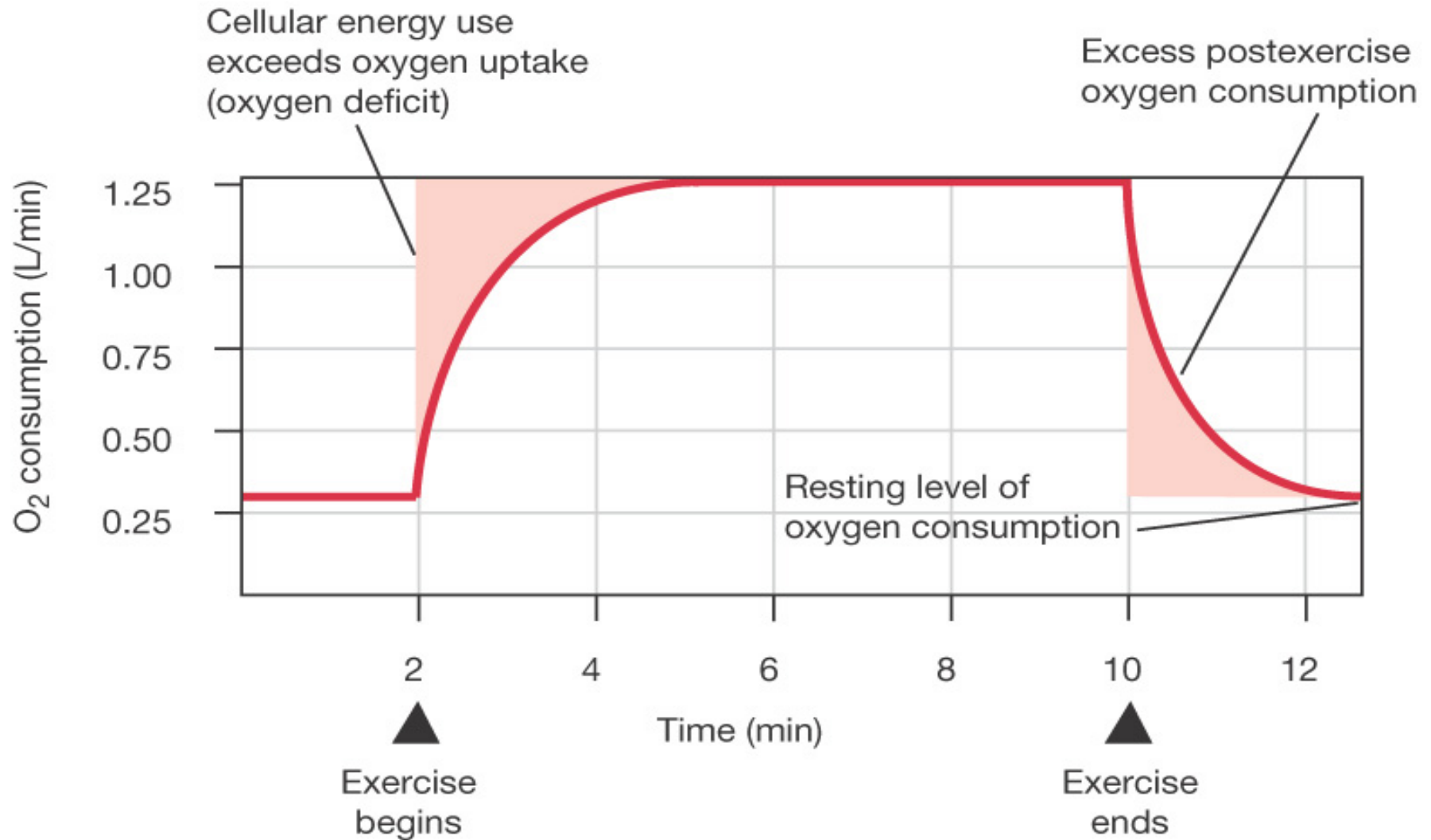


Figure 25-4: Changes in oxygen consumption during and after exercise

Respiratory Ventilation: Exercise Induced hyperventilation

- Feed forward Reflex: CNS
- Feedback reflexes:
 - Motor sensors
 - Joint movement
 - Muscle contraction
 - Chemo sensors
 - O₂ & CO₂ levels
- Synchronized w/ cardiac output
- Plasma: [O₂], [CO₂] & [pH]

Respiratory Ventilation: Exercise Induced hyperventilation

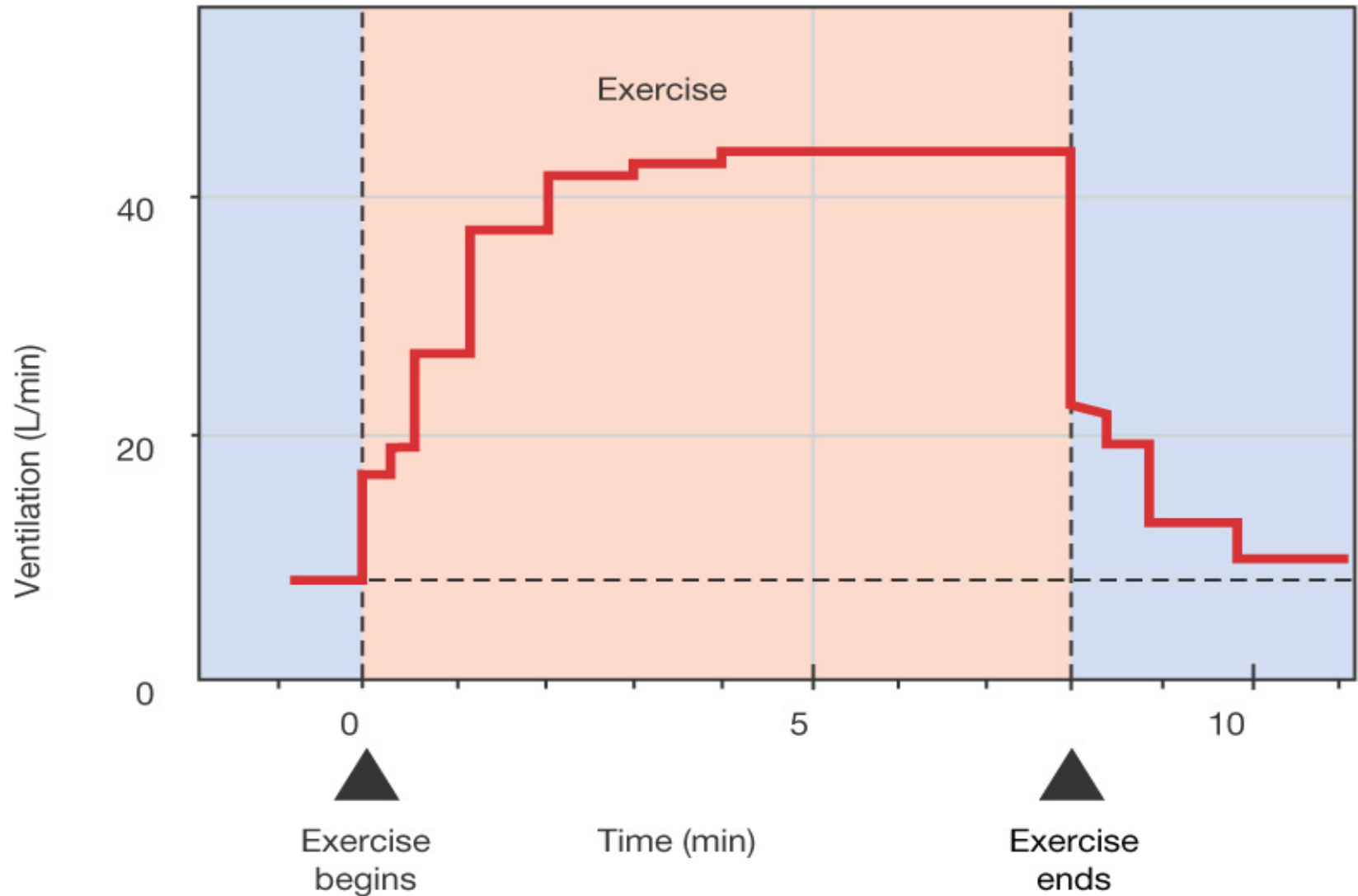


Figure 25-5: Changes in ventilation with submaximal exercise

Respiratory Ventilation: Exercise Induced hyperventilation

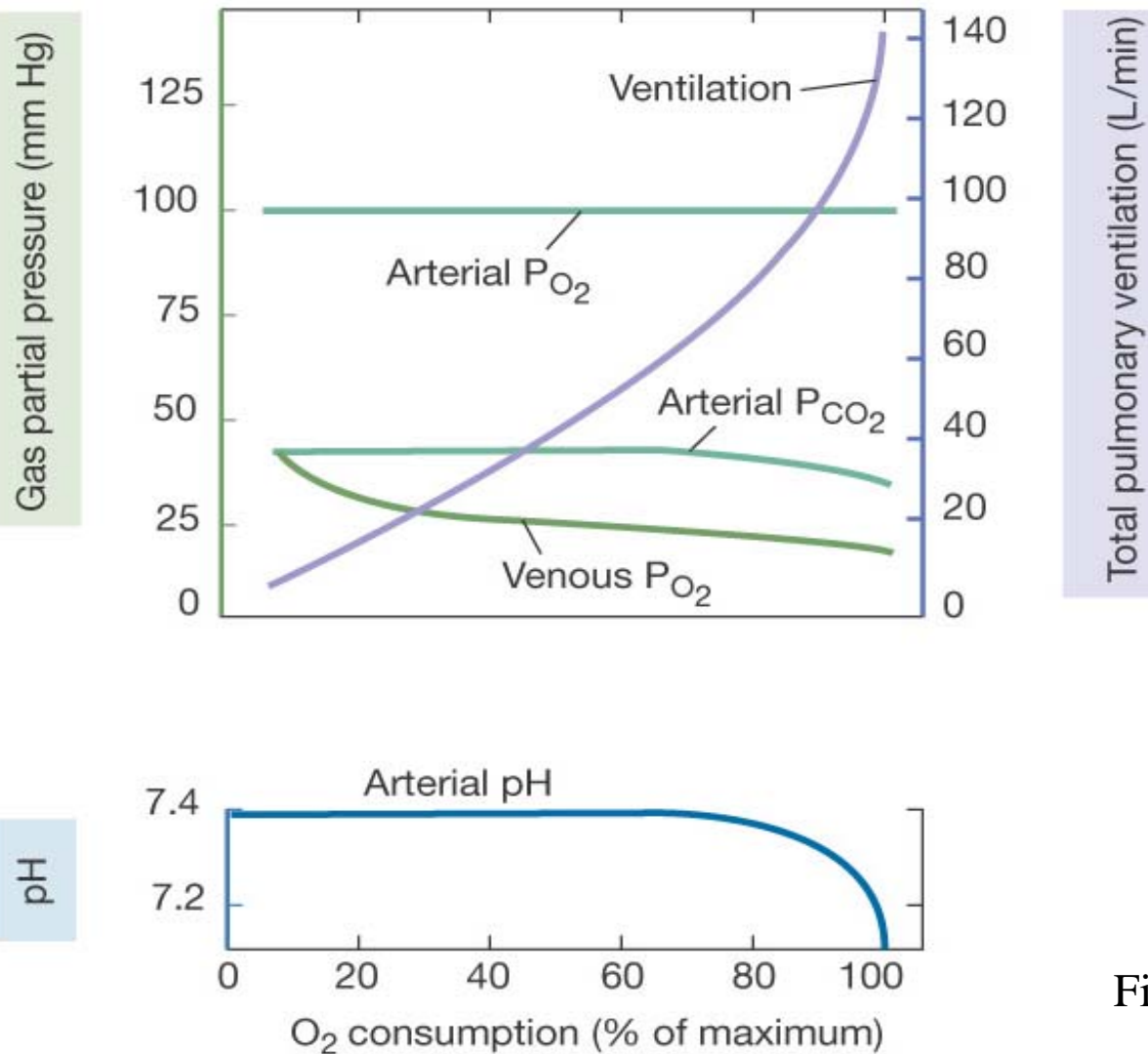


Figure 25-6: Changes in blood gas, partial pressures, and arterial pH with exercise

Cardiovascular Response to Exercise

- **Cardiac output**
 - ↑ 5 to 35 L/min
 - Rate ↑ 2-3 X
- **Blood distribution**
 - ↑ muscles to 88% of all blood
 - ↓ other tissues (except brain)

Cardiovascular Response to Exercise

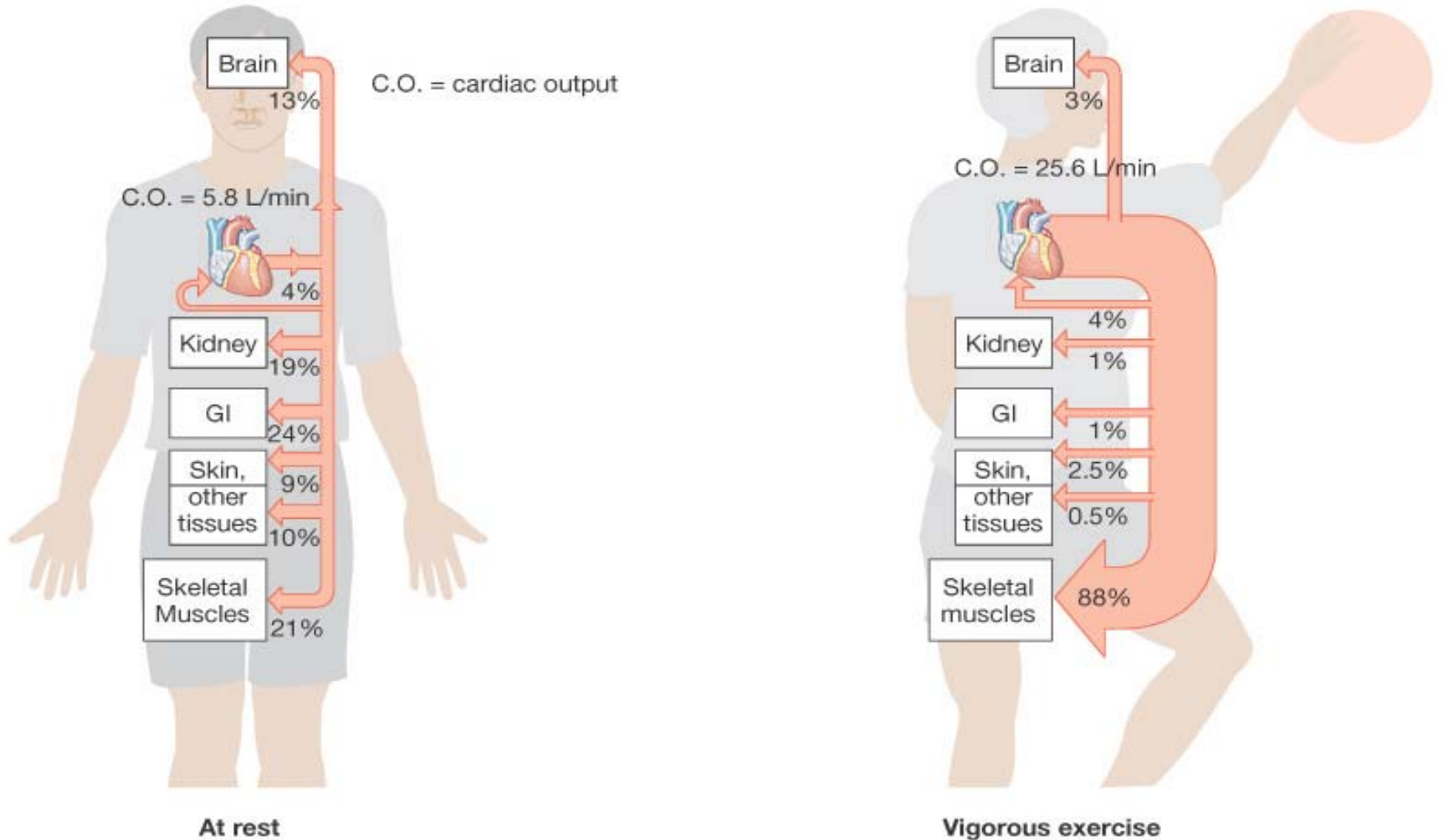


Figure 25-7: Distribution of cardiac output at rest and during exercise

Homeostatic Balancing of Exercise: “Controlled Disruption”



- Feed-forward reflexes
 - Anticipate ↑ demand
 - Heart & lungs
- Protective reflexes
 - Stretch damage
 - Temperature ↑
 - sweating
 - ↑ peripheral
 - blood flow
 - redistribution
- Blood pressure \approx constant

Homeostatic Balancing of Exercise: “Controlled Disruption”

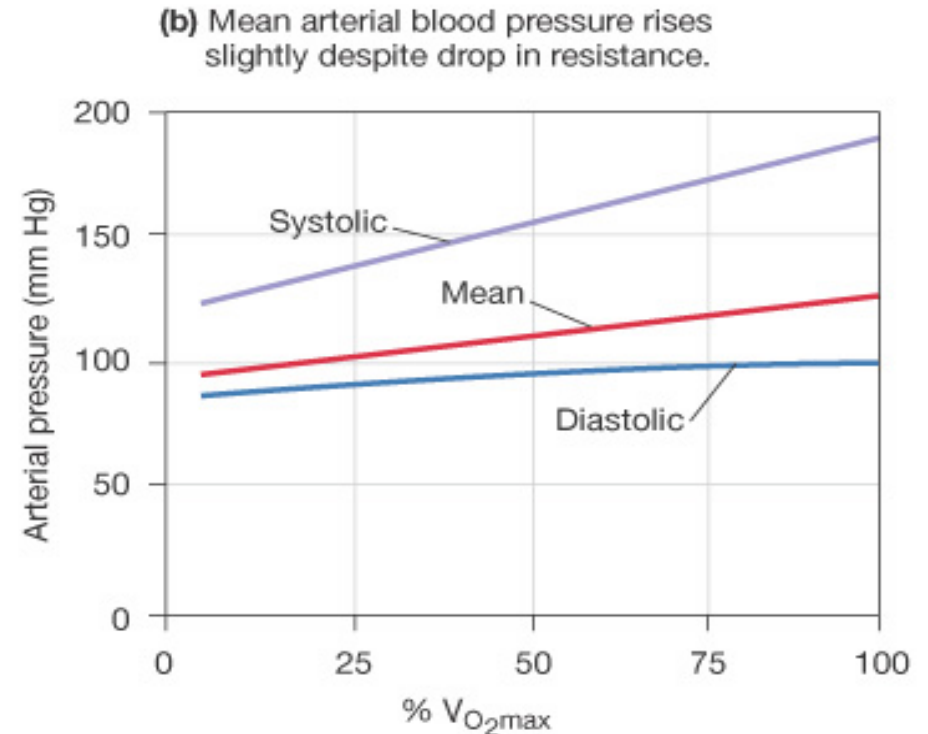
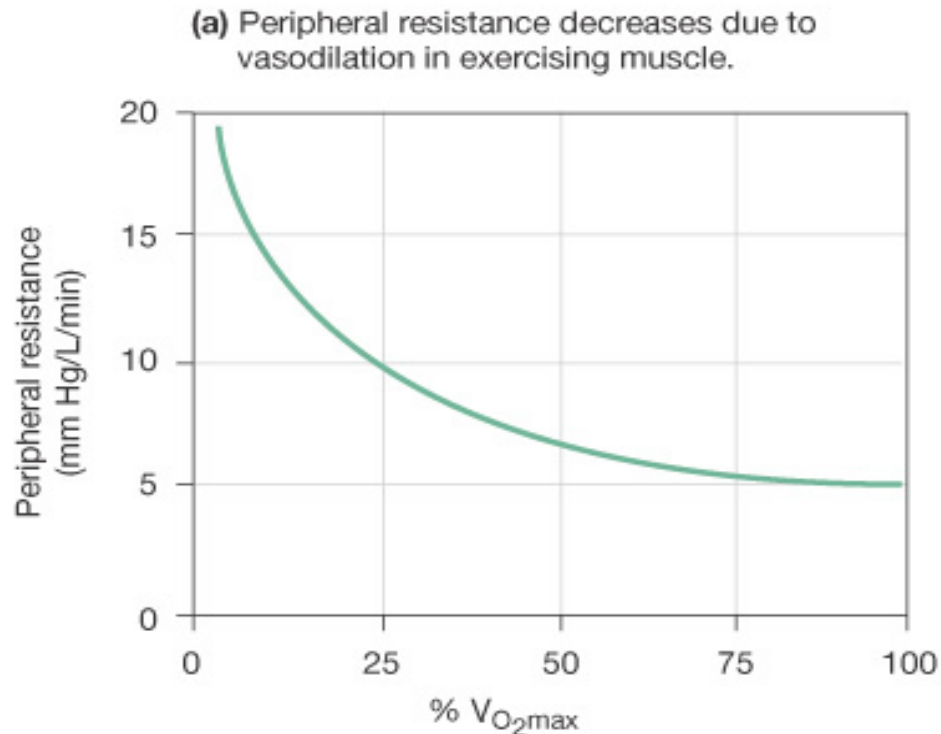


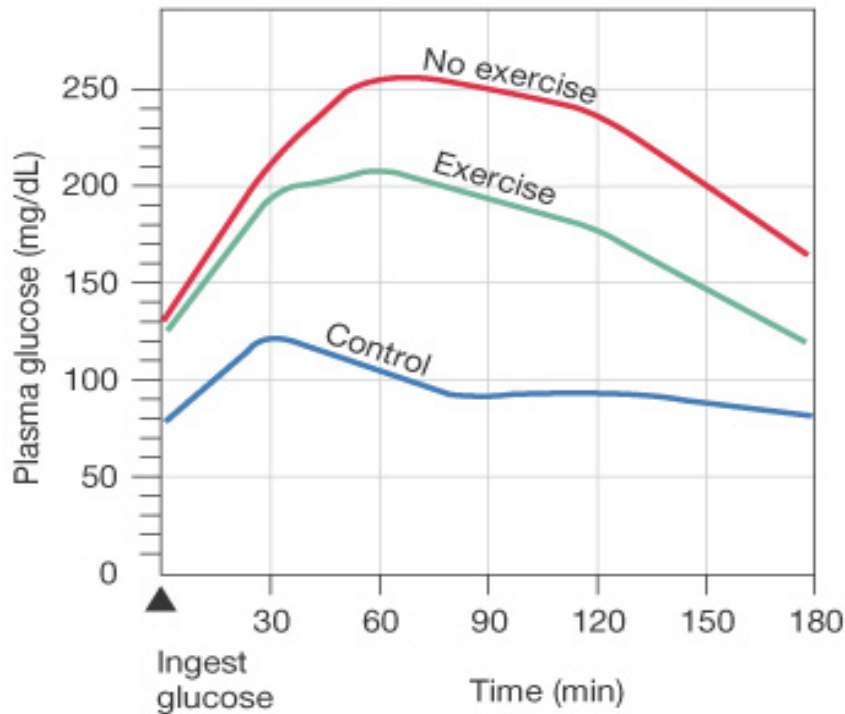
Figure 25-8: Peripheral resistance and arterial blood pressure during exercise

Health Advantages of Regular Exercise: Quality of Life

- ↓ Cardiovascular disease risks: heart attack, stroke, high BP
 - ↓ blood pressure
 - ↓ LDL & triglycerides
 - ↑ HDL ↓ risks for diabetes
 - ↓ obesity
- ↓ stress association
- ↑ immune function
 - (to a point)

Health Advantages of Regular Exercise: Quality of Life

(a) Plasma glucose during glucose tolerance test



(b) Plasma insulin during glucose tolerance test

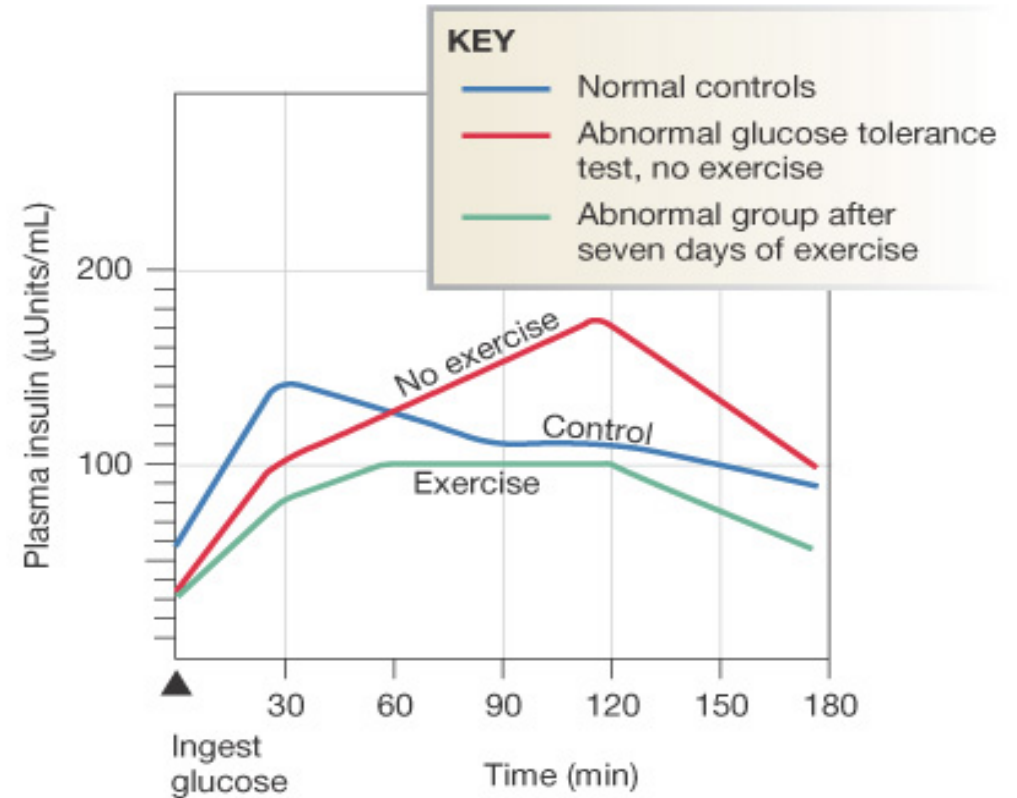


Figure 25-9b: The effect of exercise on glucose tolerance and insulin secretion

Health Advantages of Regular Exercise: Quality of Life

Moderate exercise enhances immunity, but strenuous exercise is a form of stress that depresses immunity.

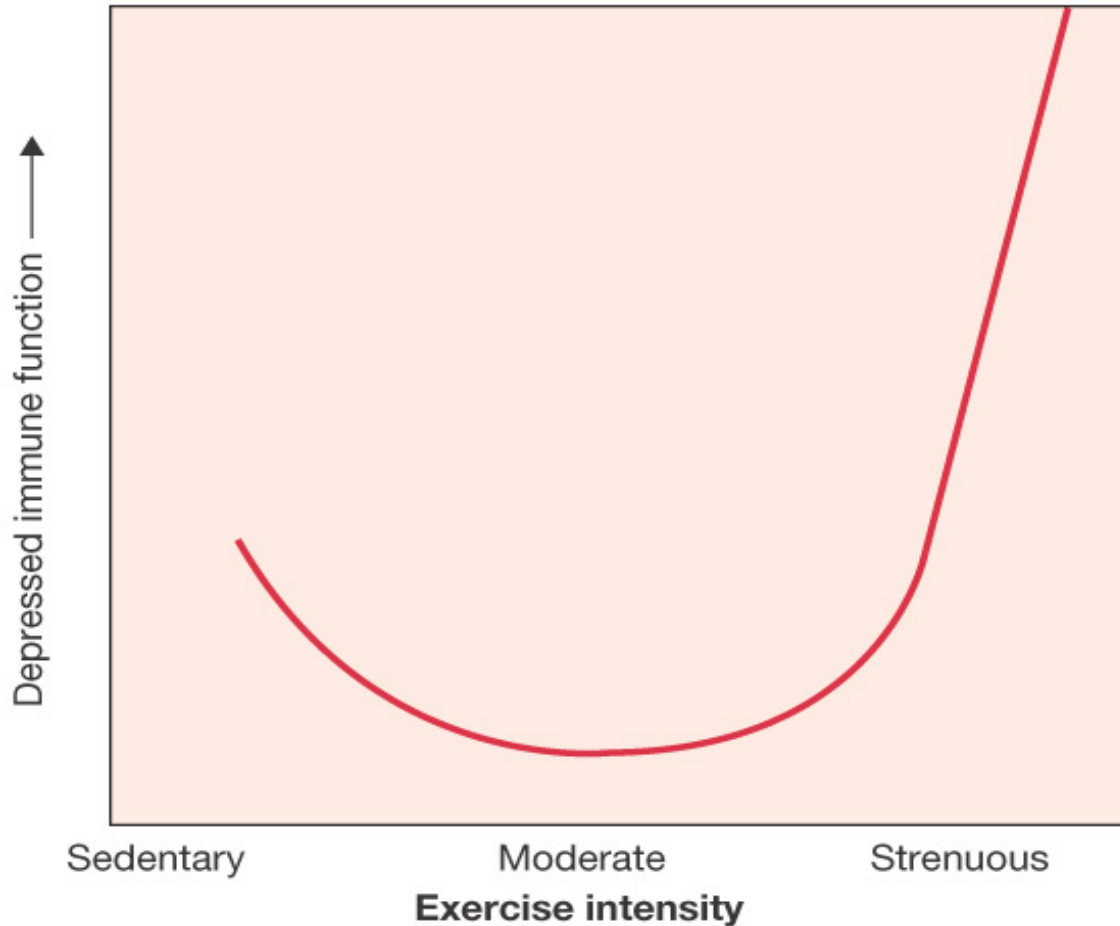


Figure 25-10: Immune function and exercise



Fatigue:

Central — involving central nervous system

may involve such factors as dehydration, \uparrow osmolarity, low blood sugar, and may precede physiological fatigue of actual muscles.

Peripheral — in or near muscles

accumulation of lactate and \downarrow pH, especially in fast-twitch fibers

\uparrow inorganic phosphate — may increasingly inhibit cleavage of ATP in the crossbridge cycle or in the sequestering of Ca^{2+} .



FATIGUE

>>> **as. Lactat** → lelah/nyeri/blokade rangsang ke motor & plate

Terjadi bila:

1. Tak sempat dioksidasi / oksigen ↓
2. Cadangan alkali (NaHCO_3) << → fungsi: mengikat as. laktat
→ pada dehidrasi

2 MACAM REAKSI KIMIA :

1. Tanpa O_2 : pecahnya ATP, PC, glykolysis **anaerob**
2. Dengan O_2 : oksidasi as. Laktat / lemak **aerob**

Kemampuan tubuh untuk mengambil oksigen disebut O_2 UPTAKE (VO_2) → VO_2 max ?

→ Steady State ?

Lactate
mMol/L

4

2

3

4

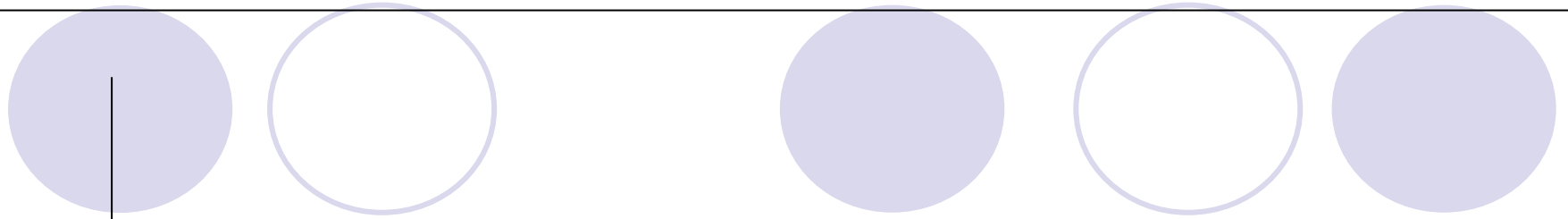
5

6

meter/sec.

running pace

Gambar batas ambang anaerobik pada seseorang periode awal latihan dan periode 3 bulan latihan



Tingkat kerja \uparrow \rightarrow \uparrow as. Laktat (batas 4mmol/L) \rightarrow penampilan \downarrow

Batas tersebut disebut *ambang anaerobik* (***anaerobic threshold***), yaitu seberapa persen dari $VO_2\text{max}$, ia mampu melakukan kerja tanpa rasa lelah yang berarti.

Normal: non atlet : 65 % $VO_2\text{max}$

atlet terlatih : 80-86 % $VO_2\text{max}$

Makin terlatih, ambang anaerobiknya mendekati $VO_2\text{max}$.

KERJA \longrightarrow as. Laktat \longrightarrow dioksidasi oleh O_2

Tingkat kerja dapat dihitung dari besarnya kebutuhan O_2 / O_2 intake (1L $O_2 \approx$ 5 Kkal)

PENGUKURAN VO₂MAX (cc / kg BB / menit)

- LANGSUNG :

Dengan **tabung *Douglas*** (O₂ diukur waktu kelelahan).
(kadar O₂ masuk – kadar O₂ udara ekspirasi).

Estimasi VO₂max = 133,61 – (13,89 x waktu lari_(menit))

- TAK LANGSUNG :

- tes lari
- harvard step test
- lari 1,6 km, dll.

Predominant system energy

- sehubungan dengan pemakaian energi selama penampilan
- Bila saat penampilan relatif memakai energi aerobik
→ predominan energi aerobik
- Tujuan: mencari metode melatih yang tepat



THERMOREGULATOR



Thermo-Regulator

- **Thermo-Regulator = Pengaturan Panas**
- **Pengaturan panas secara alami (reflek) tapi juga dapat diatur oleh kehendak**
- **Tubuh panas → berkehendak dingin**
- **Tubuh dingin → berkehendak panas**
- **Jaringan khususnya otot memerlukan suhu tertentu supaya optimal kerjanya (39.5° Celcius)**



Produksi Panas

- Produksi Panas : ***tergantung pada Basal metabolisme, tingkat kerja dan efisiensi kerja.***
- Tingkat kerja semakin besar = produksi panas semakin besar.
- Atlet terlatih : efisiensi kerja 37 %
- Tidak terlatih : efisiensi kerja 25 %



Pembuangan Panas

- Kehilangan panas paling besar lewat kulit (87%)
- Panas hilang melalui : radiasi, konduksi, konveksi dan evaporasi.
- Radiasi (pemancaran) : tergantung suhu sekitar
- Konduksi : semakin dingin benda yang bersinggungan maka semakin besar kehilangan panas.



Pembuangan Panas

- Konveksi : proses mengganti udara sekitar dengan udara baru (konduksi + angin)
- Evaporasi : penguapan cairan yang ada dikulit (tergantung kelembaban udara sekitar) semakin kecil kadar uap air maka proses evaporasi akan meningkat.



Keuntungan Suhu tubuh ↑↑

- Frekuensi jantung meningkat
- Pertukaran cairan dan gas meningkat
- Mamacu pusat nafas, sehingga ventilasi meningkat
- Kerja otot optimal



Akibat Suhu Tubuh ↑↑

- Vasodilatasi kulit → pembuangan panas meningkat
- Secresi (excreasi) keringat bertambah
- Vasokontraksi pada alat-alat dalam.
- Produks panas dapat mencapai 700 Kcal/jam → pembuangan panas normal hanya 600 Kcal/jam.



CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Pengaturan Cairan & Elektrolit

- Cairan tubuh berkisar antara 50–70 %, tergantung orang itu gemuk atau tidak (banyak mengandung air).
- Semakin orang itu gemuk maka semakin kecil prosentase cairan tubuh.
- Macam cairan : Intra-sellulair 41 %, Extra-sellulair 13 %, Intertitial 4 %



Cairan Tubuh

- Intertitial ada dalam saluran darah berupa plasma darah
- Cairan tubuh berkurang maka berkurangnya seluruh tiga komponen tadi.
- Dampak yang paling terasa adalah pada cairan intertitial.



Cairan tubuh

- Kekurangan cairan pada intertitial → darah menjadi pekat akan mempengaruhi kerja jantung semakin berat. → sirkulasi menjadi turun
- Kekurangan cairan berakibat → organ tubuh bekerja tidak optimal.
- Antara yang masuk dan yang keluar harus seimbang.



Cairan Tubuh

- Cairan masuk : lewat makan dan minum 2200 cc, oksidasi dalam tubuh 300 cc.
- Pembuangan cairan : penguapan keringat 1000 cc, pernafasan (uap air) 350 cc, urine 1000 cc, faeces 150 cc.
- Normal pembuangan dan pemasukan cairan sehari normalnya 2500 cc



Kehilangan Cairan

- Dehidrasi = kehilangan cairan
- Tingkat dehidrasi 1 – 2 % → tidak ada perubahan ditubuh kita.
- Tingkat dehidrasi 2 – 3 % → penurunan kapasitas aerobik
- Tingkat dehidrasi 3 – 5 % → penurunan kapasitas anaerobik



Kehilangan Cairan

- Dehidrasi biasanya diikuti juga kehilangan elektrolit
- Penurunan prestasi tidak hanya karena kehilangan cairan tapi juga kehilangan elektrolit. Misal kehilangan calcium akan menyebabkan otot mudah terangsang.
- Elektrolit yang penting dalam tubuh : Na, K, Ca, Mg, P, Cl, Fe



Aklimatisasi

- Aklimatisasi = Proses adaptasi terhadap iklim
- Iklim = suhu, humidity, angin, gravitasi, ketinggian, bawah air, dan tempat atau perbedaan waktu.
- Perbedaan waktu → mempengaruhi “Jam tubuh” (jet leg)

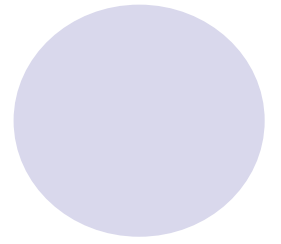
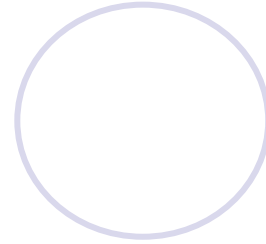
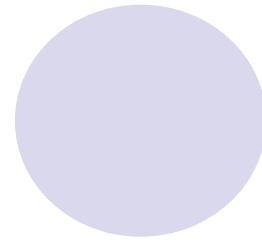
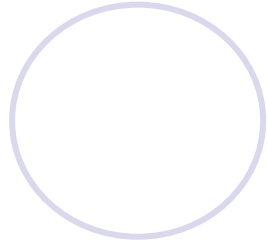
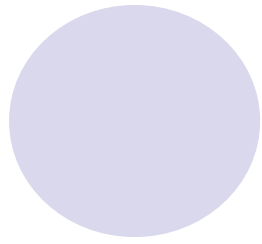


Aklimatisasi


- Ketinggian → udara O_2 tipis , orang yang latihan lama diketinggian biasanya Hb nya meningkat.
- Bawah air → tekanan pada tubuh meningkat
- Humidity → proses penguapan air
- Angin → proses pembuangan panas

Perbedaan Waktu (Jet Leg)

- Tempat akan menyebabkan perbedaan waktu
- Orang datang dari timur yang jauh akan merasakan pagi ditempat baru sebagai siang hari, siang hari sebagai malam hari
- Penurunan Penampilan
- Kepekaan untuk mengetahui waktu karena tubuh memiliki jam tubuh.



LATIHAN



Proses Latihan

- Latihan → aktivitas rutin dengan metoda yang memiliki tujuan.
- Latihan berbeda tujuan dan fungsi pada tingkatan usia
- Pada usia dini perlu dipikirkan perkembangan mentalnya
- Pada usia dini jangan memaksa untuk perkembangan otot



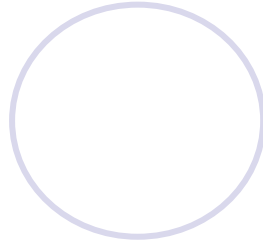
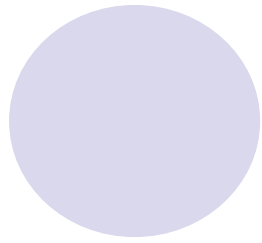
Proses Latihan

- Latiah → bertujuan untuk memelihara, rekreasi dan prestasi
- Dalam latihan dikenal prinsip Specific Adaptation to Imposed Demand (SAID)
- Latihan tertentu akan menyebabkan hasil latihan tertentu
- Contoh Latihan beban berat akan menyebabkan kekuatan otot meningkat

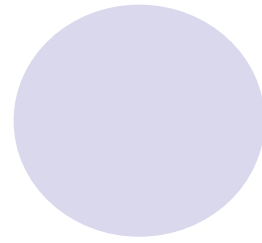
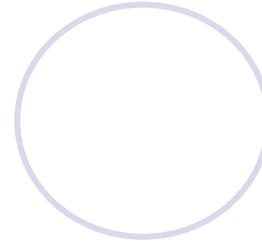
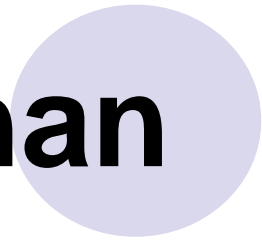


Proses Latihan

- Untuk meningkatkan penampilan tidak sederhana memerlukan suatu proses dengan tahapan yang makin meningkat (super kompensasi)
- Latihan fisik paling tidak harus ada istirahat minimal 24 jam kalau kurang dari itu kemungkinan super kompensasi sukar terjadi



Latihan



- Latihan yang baik minimal 3 kali / minggu
- Hasil latihan dapat dipantau lewat evaluasi baik penampilan fisik maupun penampilan ketrampilan

Perubahan Latihan

- Perubahan fisiologis akibat latihan 3 macam :
- Dalam waktu pendek
- Dalam waktu sedang dan
- Dalam waktu lama
- Perubahan jangka pendek tidak menetap

Perubahan Latihan

- Pada waktu pendek terjadi perubahan yang bersifat sesaat dan kembali lagi pada keadaan semula
- Latihan yang terukur teratur dan dalam jangka waktu yang lama → akan menyebabkan perubahan yang bersifat menetap.



Perubahan Latihan

- Pertumbuhan bagi anak yang sedang tumbuh akan optimal.
- Sistem saraf, terjadi peningkatan kecepatan rangsang, koordinasi, pola pikir.
- Sistem otot : peninmgkatan kekuatan otot, massa otot bertambah, simpanan glycogen, myoglobin, ATP dan jumlah mitochondria serta fleksibilitas bertambah.



Perubahan Latihan

- Jantung : volume sedenyut bertambah, frekuensi menurun, otot jantung menebal.
- Vasculer bertambah elastis
- Darah jumlah totalnya bertambah
- Paru-paru kapasitas dan FEV bertambah.
- Status psikologis menjadi baik



Komponen Dasar

- ***Kekuatan*** : kemampuan mengangkat beban berat secara maksimal.

Kekuatan otot tergantung : panjang otot sebelum kontraksi, beban sebelum kontraksi, macam otot, masa otot dan kemauan

- ***Kecepatan*** : seberapa cepat otot berkontraksi



Komponen Dasar

- **Power** : kemampuan otot untuk menghasilkan kerja eksplosif. Merupakan hasil kali kekuatan dan kecepatan.
- **Fleksibilitas** : kualitas yang memungkinkan segmen (bagian tubuh)m, bergerak semaksimal mungkin menurut kemungkinan gerak.

Fleksibilitas *tergantung* : keluasaan gerak dan keadaan sendi (range of movement), jarungan ikat sendi, elastisitas otot dan jaringan lain diluar sendi

Komponen Dasar

- ***Daya tahan*** : ada dua macam → dayatahan aerobik dan dayatahan anaerobik.

Aerobik adalah kualitas yang membuat atlit mampu bekerja terus menerus dalam keadaan aerobik. Prinsipnya adalah kebutuhan O₂ tidak boleh melebihi kemampuan pengambilan O₂.

Daya tahan Anaerobik adalah kualitas yang membuat atlit mampu bekerja terus menerus dalam keadaan Anaerobik

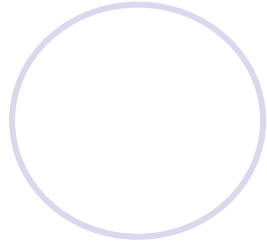
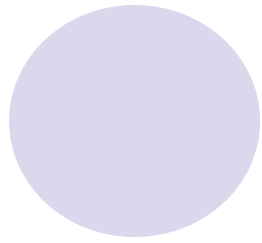


Komponen Dasar

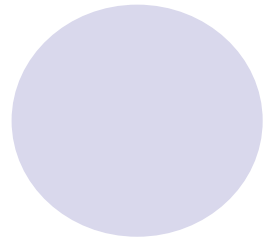
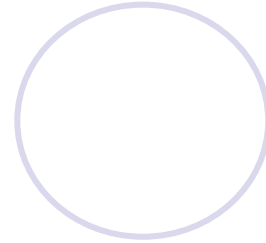
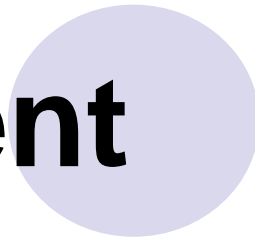
Prinsip adalah hutang O₂ (oksigen debt).

Dayatahan anaerobik ini tergantung pada :
kemampuan buffer asam laktat, tingkat kerja.

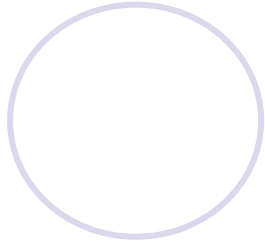
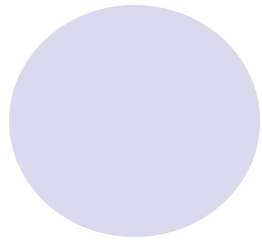
- ***Kelincahan*** : kemampuan mengubah gerak dengan cepat dan benar. Kelincahan lebih merupakan gabungan antara power dan fleksibilitas.



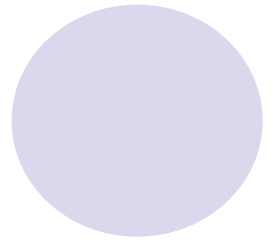
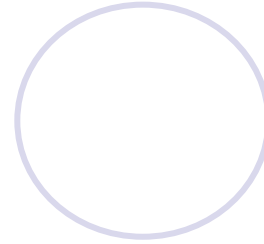
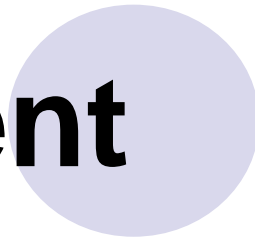
Talent



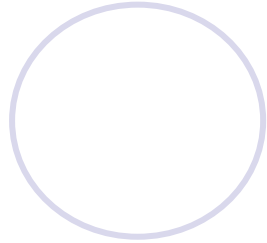
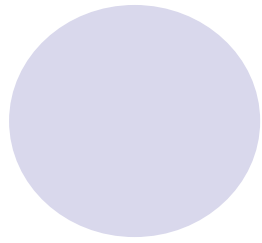
- Talent berarti bakat. Seseorang berbakat bila dalam waktu relatif singkat ia memiliki kemampuan yang baik.
- Talent dapat dari : Anatomis, Fisiologis, Kemampuan motorik, ketrampilan, emosional, dan itelegensia.
- Talent secara fisiologis : Fungsi organ tubuh



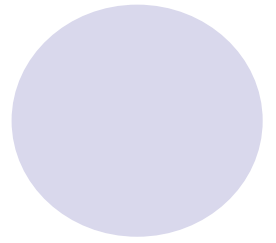
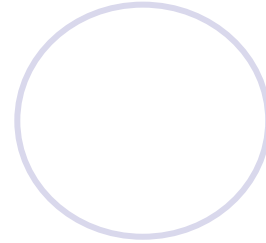
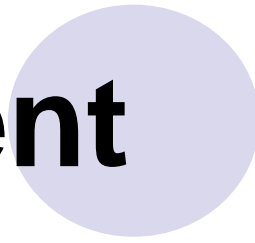
Talent



- Otak dan fungsinya : secara garis besar maka fungsi otak adalah :
 - Percepsi : fungsi penerima rangsang
 - Motoris : sebagai penggerak
 - Motor skill : berkaitan dengan fungsi dari otak kecil
 - Memori, analisa, program dan fungsi psychis



Talent



- Otot dan Fungsinya : fungsinya adalah memendek / mengekstrut / kontraksi.
- Pertumbuhan : bertambahnya tinggi seseorang.
- Penampilan
- Komponen dan bentuk tubuh



- Doping → pemakaian atau penggunaan dari suatu bahan asing bagi tubuh, oleh seorang atlet, dengan cara atau jalan apapun, dengan tujuan utama meningkatkan kemampuan sebelum atau pada waktu pertandingan, secara artificial dan tidak adil.



- Doping → sebagai bahan dan metoda yang dilarang.
- Bahan terlarang dikelompokkan dalam enam Klas : Stimulan, narkotik, anabolik, penghalang beta, diuretika dan peptida hormon.
- Metoda dilarang : doping darah dan manipulasi urin melalui farmokologi, kimia dan fisik.



- Stimulan : stimulan terdiri dari bermacam-macam obat yang meningkatkan kewaspadaan, mengurangi kelelahan dan mungkin meningkatkan rasa bersaing dan sikap bermusuhan. Contoh obat : caffeine (bila dikonsentrasi darah > 12 mg/liter, dalam urine > 12 mcg/ml, cocaine, ephedrine, strychnine)



- Narkotik – Analgetik : untuk menghilangkan rasa nyeri. Nama-nama obat : alfarrodine, buprenorphine, codeine, diamorphine, ethylmorphine, methadone, morphine.
- Steroid Anabolik : steroid istilah biokimia yang mempunyai arti metabolisme konstruktif. Anabolik androgenik steroid berarti hormon yang mempunyai efek maskulinisasi. Pengaruh dari obat ini adalah untuk mempercepat pertumbuhan otot. (dengan diimbangi latihan).



Efek dari obat ini : kemandulan, wanita menjadi kelaki-lakian, kerusakan hati, mudah cidera. Kemungkinan terjadinya cedera pada ligamen. Nama obatnya : bolasterone, clostebol, nandrolone, stanozolol, testosterone



- Penghalang beta : menghalangi fungsi reseptor adregenik. (nama obat : acebutolol, clenbuterol, labetalol, metaprolol, nadolol, pindolol dll)
- Diuretika : obat untuk mengurangi berat badan, mencuci obat lain yang termasuk doping (nama obat : acetazolamid, amiloride, bumetanide, canrenone, diclofenamide dll)



- Peptida Hormon : sebagai pengatur berbagai organ termasuk kelenjar edokrin. (nama obat : andrenocorticotropic hormone, gonadotropin, growth hormon dll)

Wanita dan Olahraga

- Masalah Khas Wanita
 - Ginekologi : Haid (Menstruasi), Kehamilan (Graviditas), Proses Melahirkan (Partus), Cedera pada sistem reproduksi.
- Haid : Menarche (haid Pertama), Amenorrhoea (haid yang berkurang), Dismenorrhoea (Nyeri haid)



Menarche

- Terunda pada atlit sebab :
Latihan → hormon prolaktin meningkat, →
menarche tertunda
- Tertundanya menarche mengakibatkan :
tungkai panjang, panggul ramping, berat
badan turun, lemak tubuh menurun. Sehingga
tinggi maksimum tercapai
- Maturasi dini cocok untuk perenang.



Amenorrhoea

- Timbul karena latihan berat
- Angka kejadian pada wanita : late onset menarche, belum pernah hamil, pemakai pil KB.
- Pada olahragawan Amenorrhoea bersifat sementara “Transient”



Dysmenorrhoea

- Nyeri perut bagian bawah
- Olahraga menguntungkan :
 Mengurangi dan mencegah
 dysmenorrhoea