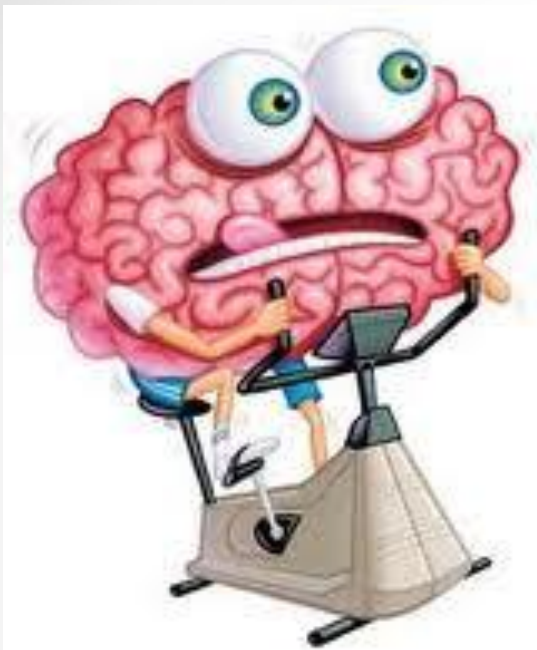
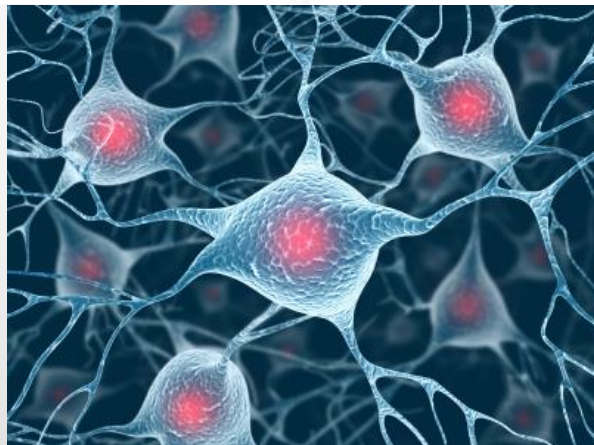




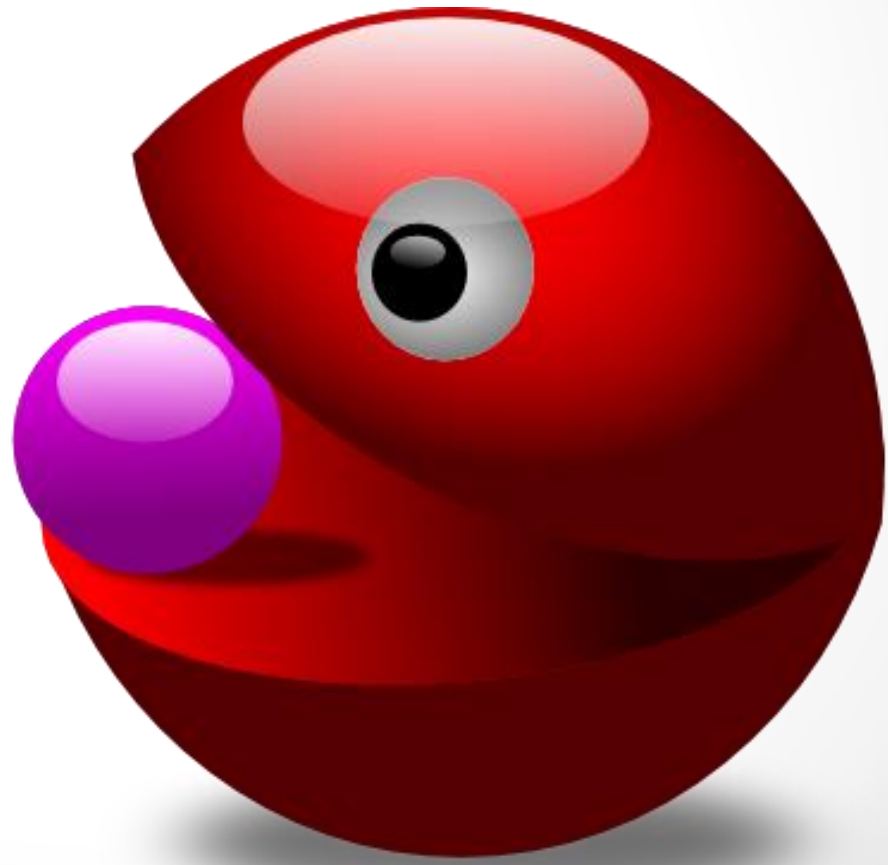
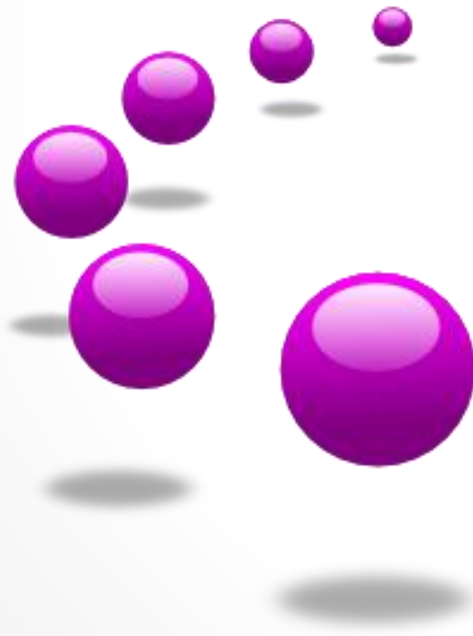
Nervous System



Do not get nervous
to nervous system 😊

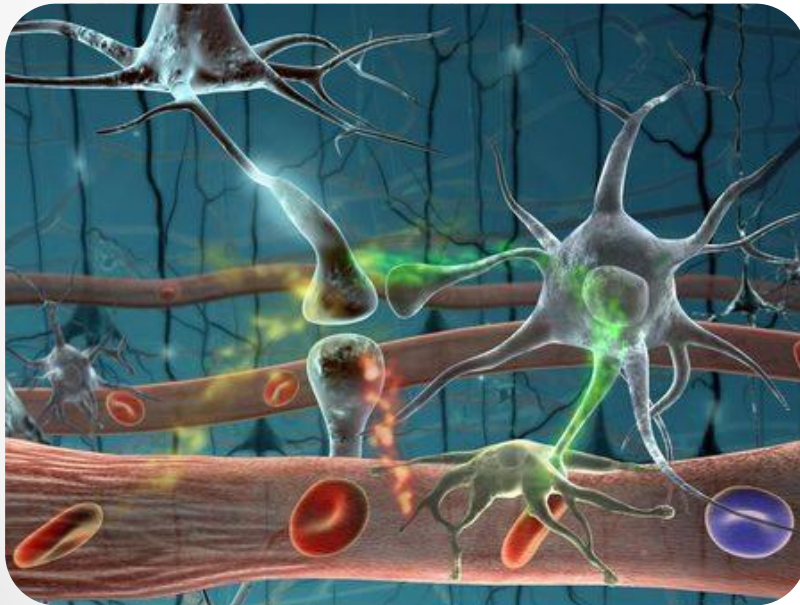
Dr. Banan Rakan Dabdoub

- **There are two systems that control homeostasis:**
- **1. Hormonal system**
- **2. Nervous system**



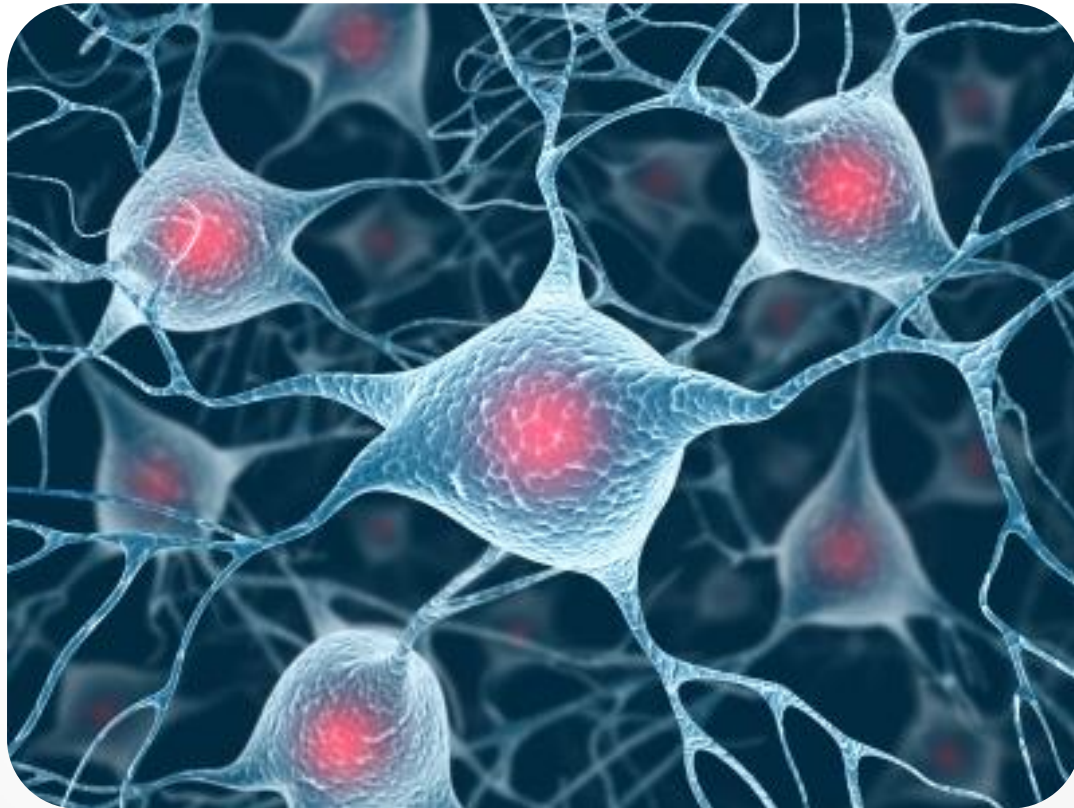
Nervous system

- Communication system of body
- Only animals have nervous systems, not plants



Neurons

- Neurons are specialized cells of nervous system.



Nervous system

- **Event**
- **Receptor-Sense**
- **Signal**
- **Neurons**
- **Effector organs**
- **Response**



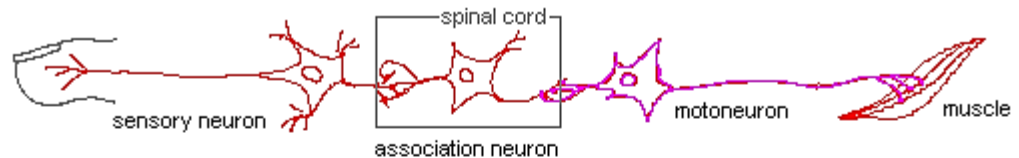
Nervous system

- The nervous system connects the receptors to the effectors, evaluates messages and transmits a suitable signal



Stages of nervous system

- Reception
- Transmission
- Interpretation
(translation)
- And response



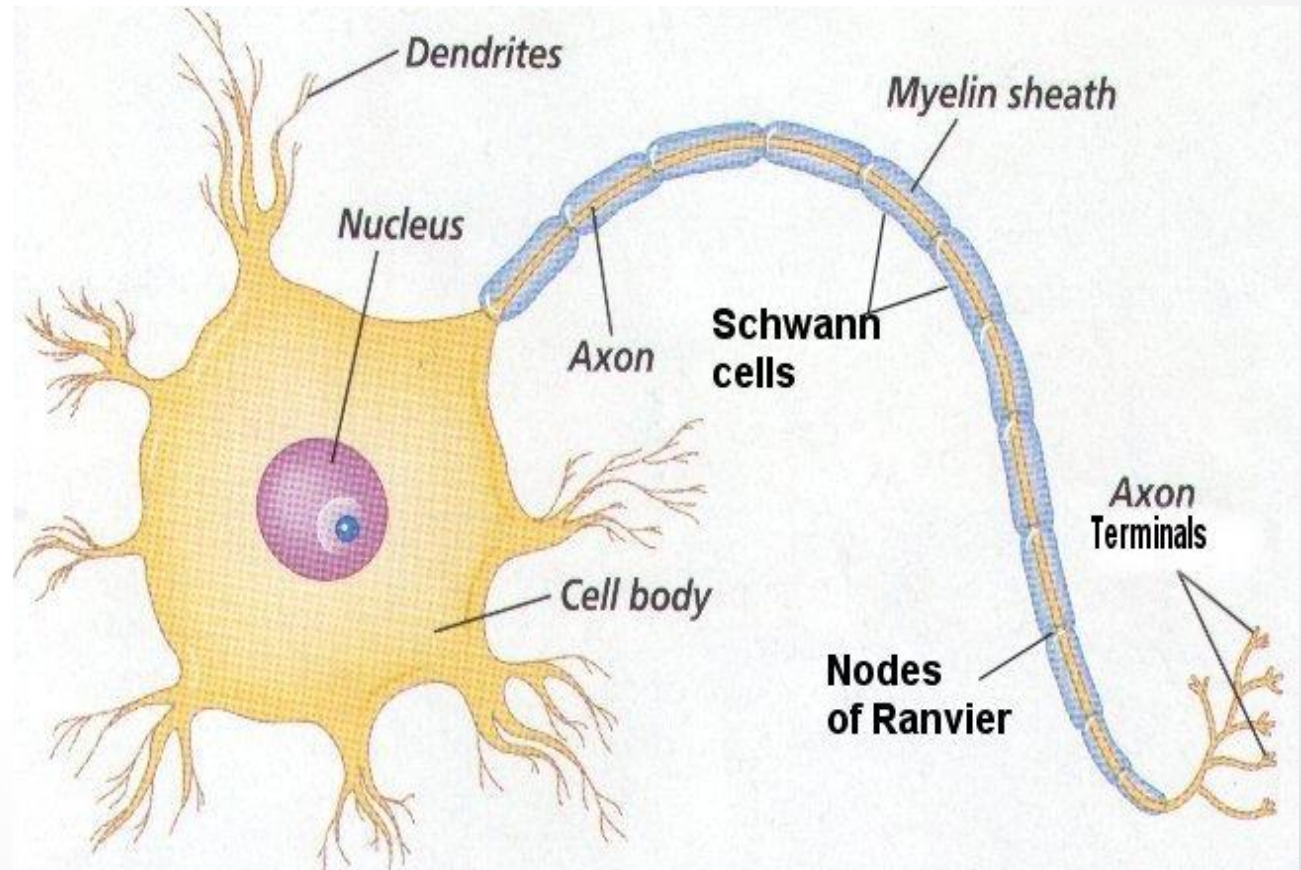
Neurons



Structure of Neurons

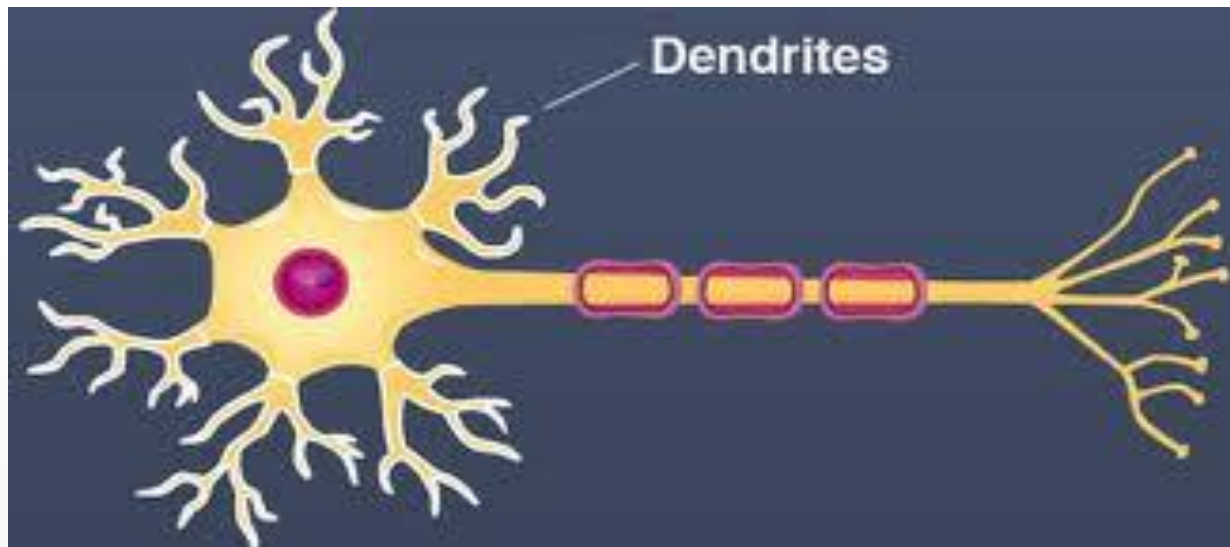
- A nerve cell is composed of following components:

- Dendrites
- Cell body
- Axon



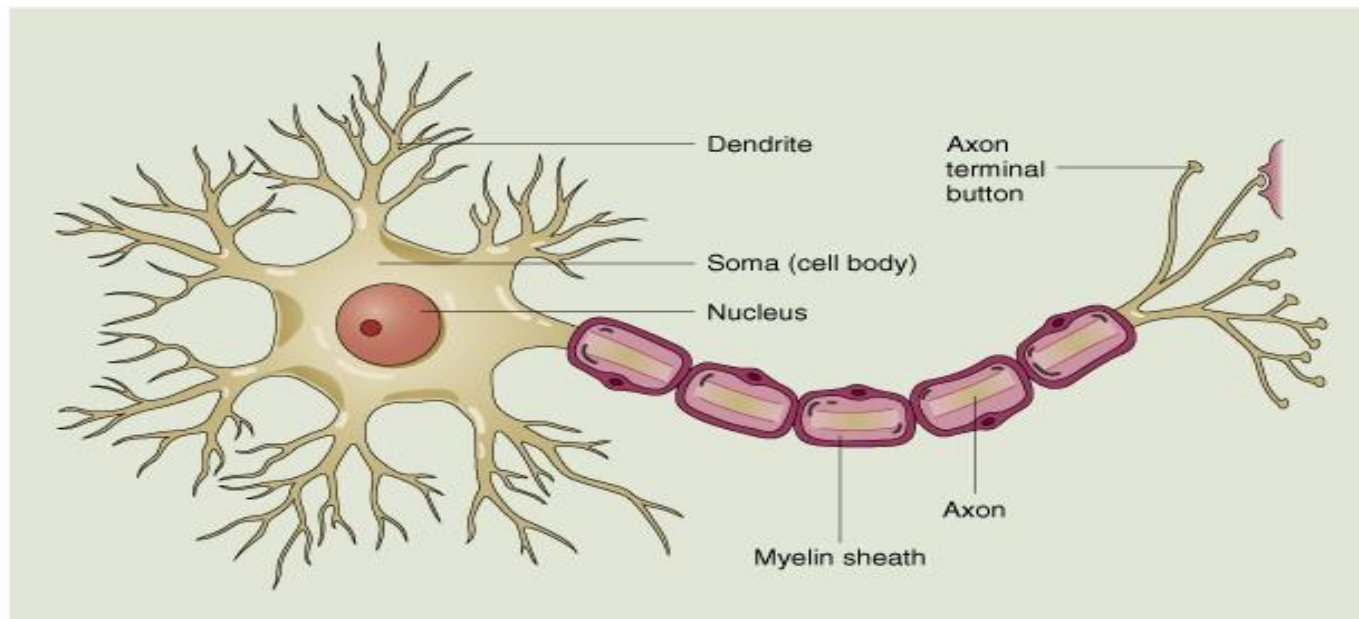
Dendrites

- They are short, thin projections extending from the cell body.
- Their function is to receive information from other neurons.



Cell body

- Largest part of neurons
- Cell body contains nucleus of the cell



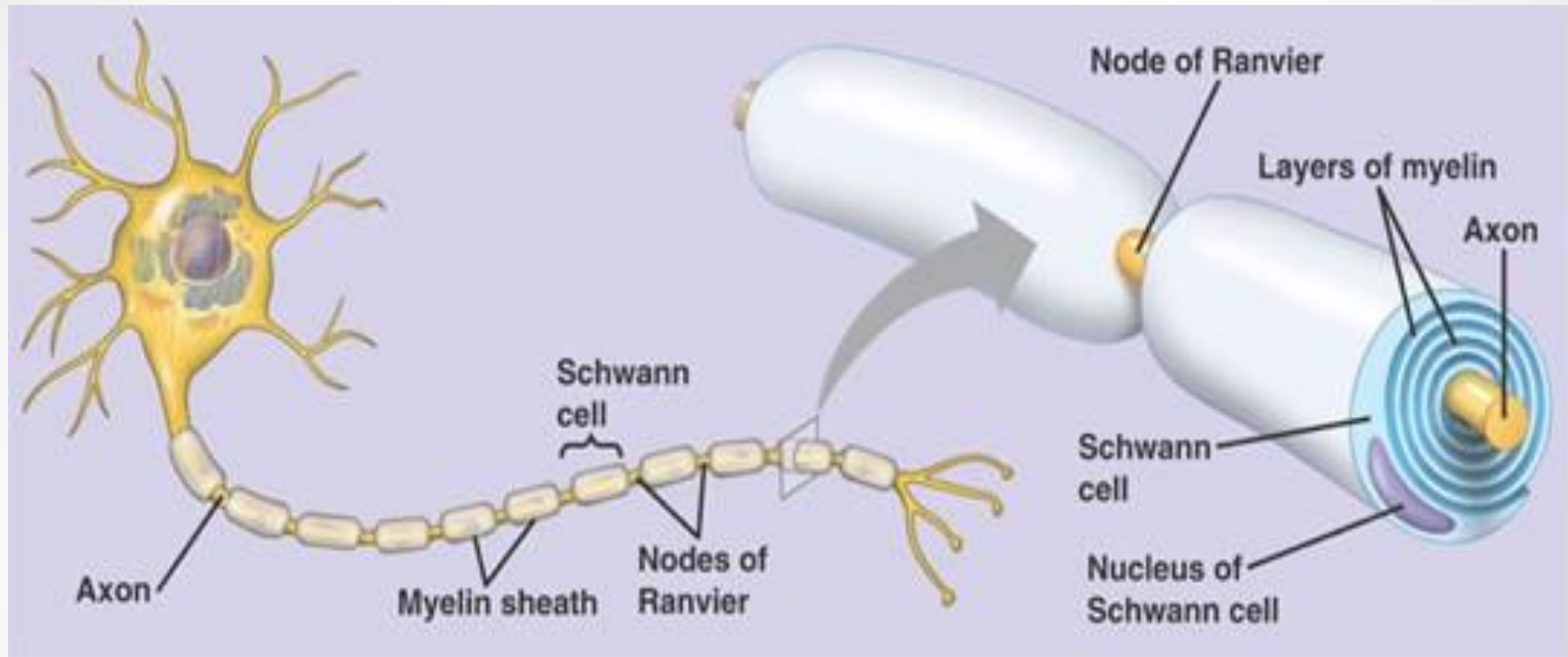
© 2000 John Wiley & Sons, Inc.

Axon

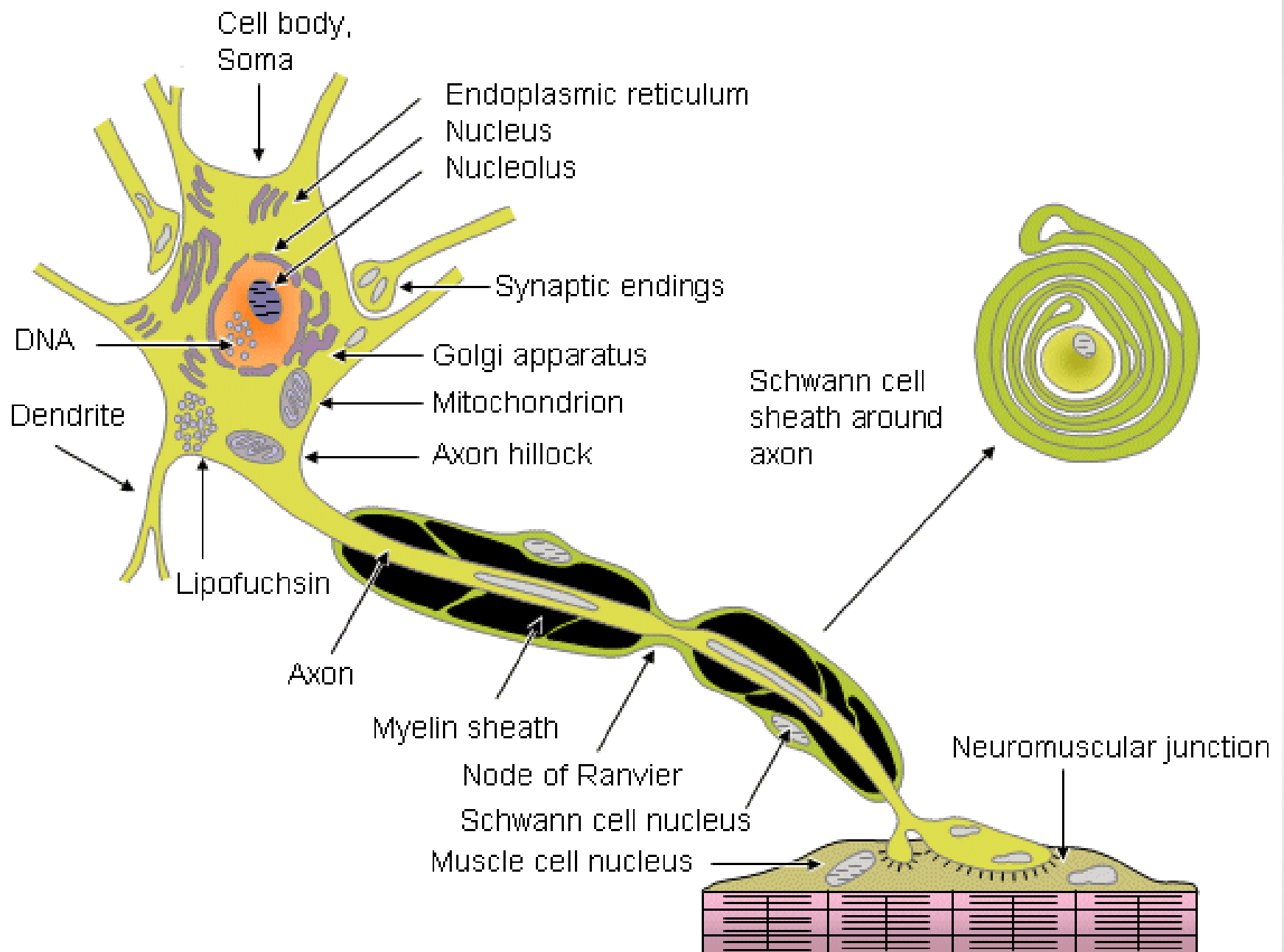
- Same to dendrite
- But it is single and long and thick.
- Length varies
- Axon of giraffe is 3 meters
- Axon of mouse is about 10-15 cm



Structure of an axon



- **Schwann cells:** surround axons and protects them
- **Myelin layer:** insulating material, contains neuroglial cell membrane
- **Nodes of Ranvier:** accelerate the speed of impulse transmission.



Myelin sheath

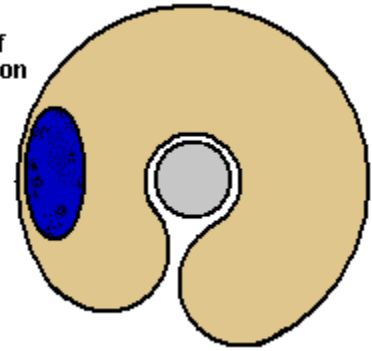
- Schwann Cell

- Galial cells wrap around the axons of nerves {PNS}

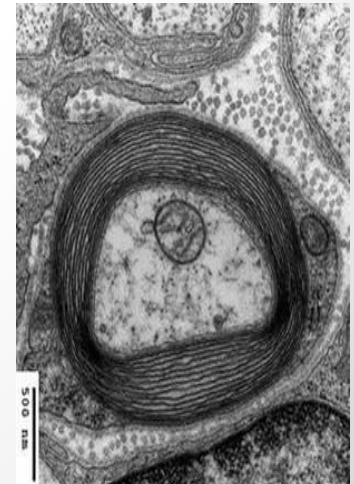
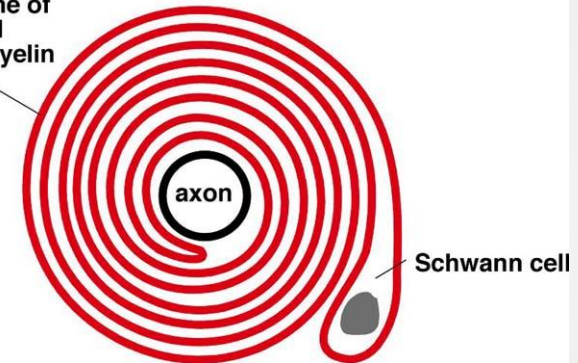
- forms myelin

- a fatty sheath
 - whitish in color
 - acts as an electrical insulator
 - increase the speed and efficiency at which nerve impulses may be transmitted

Myelination of a peripheral axon



cell membrane of Schwann cell containing myelin

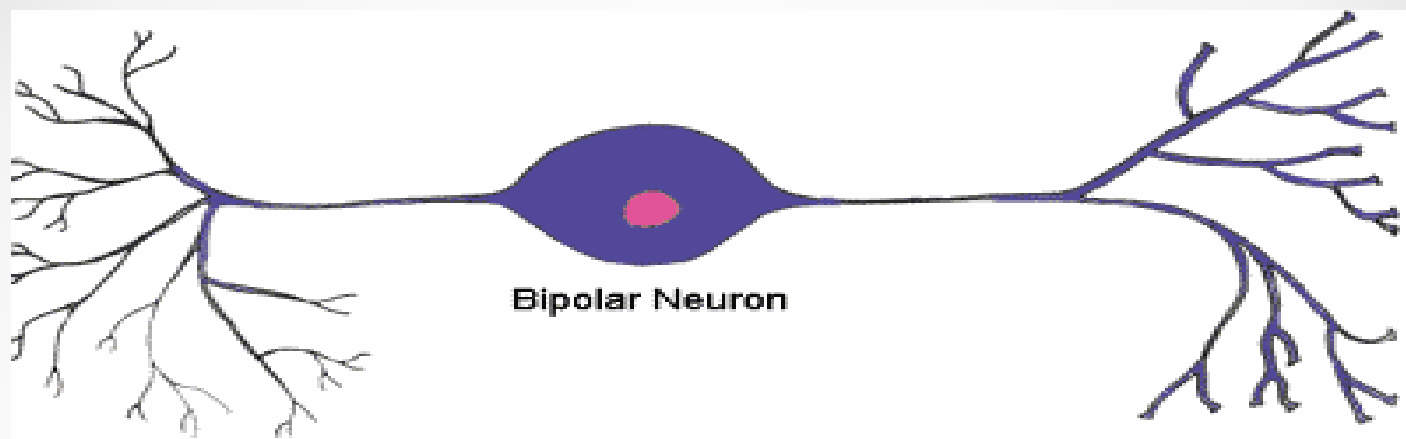


Classification of Neurons

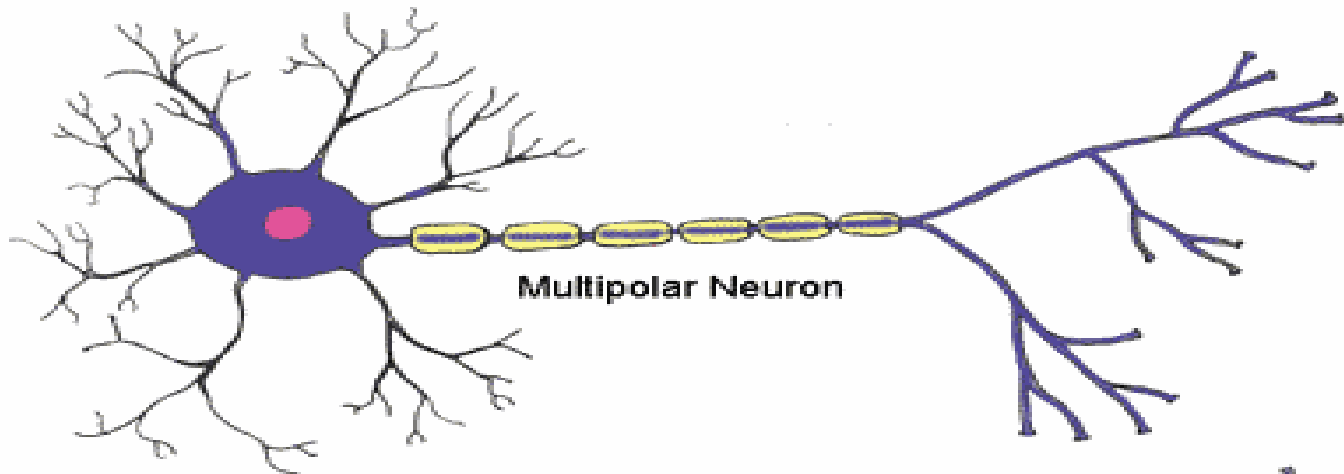
- 1. According to morphology (structure)
- 2. According to function

Structural classification

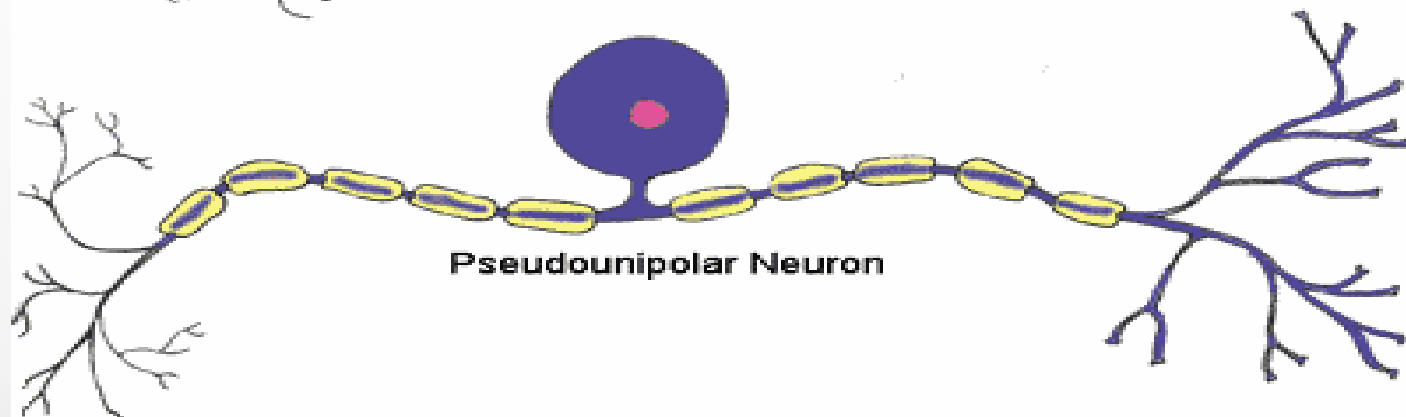
- **Unipolar neuron**: only one short projection extends from the cell body.
- **Bipolar neuron**: two parallel projections extend from the cell body. One is axon, the other is dendrite.
- **Multipolar neuron**: more than two projections extend. Generally only one axon is present.



Bipolar Neuron



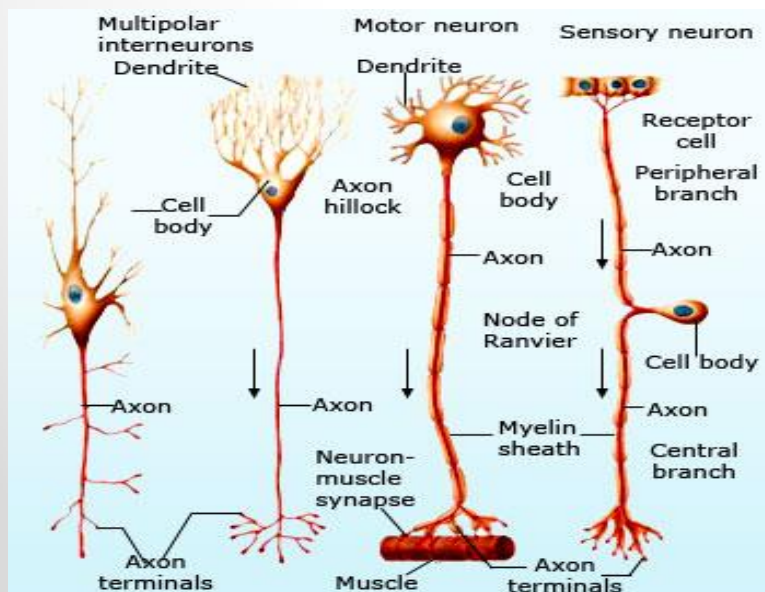
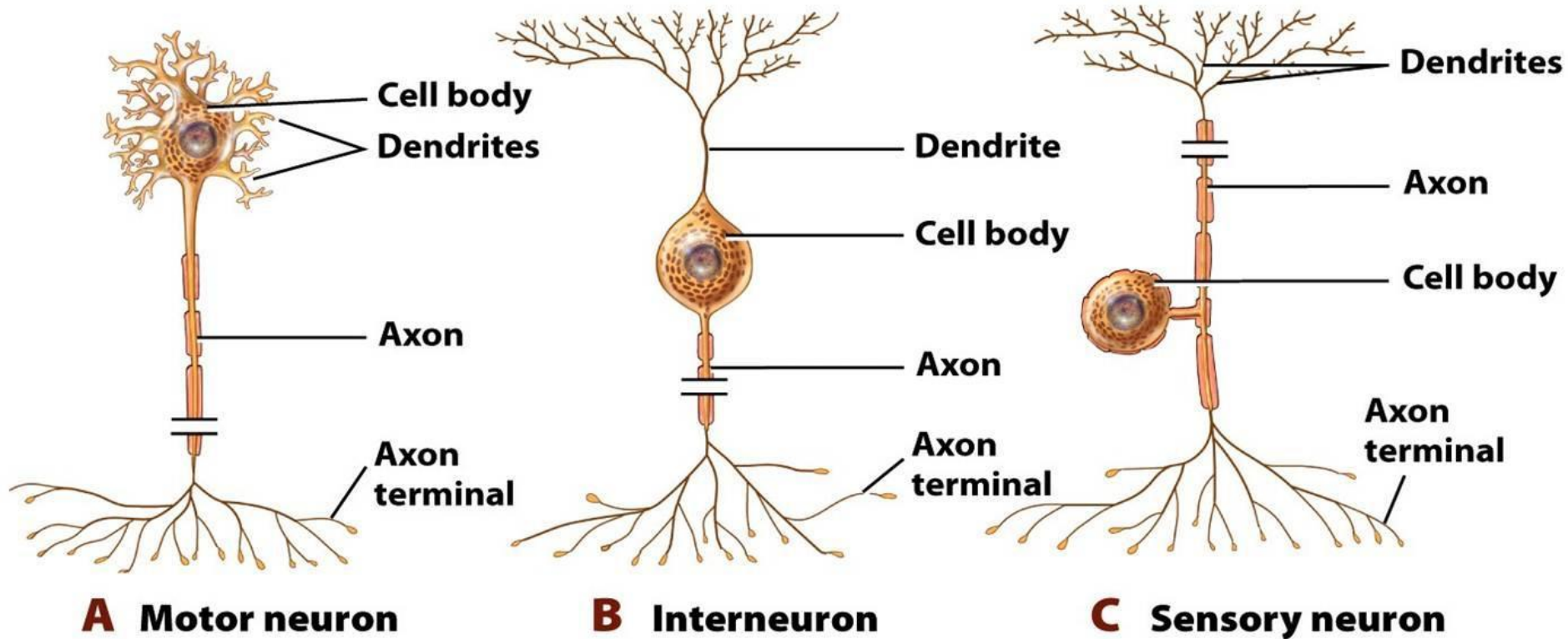
Multipolar Neuron



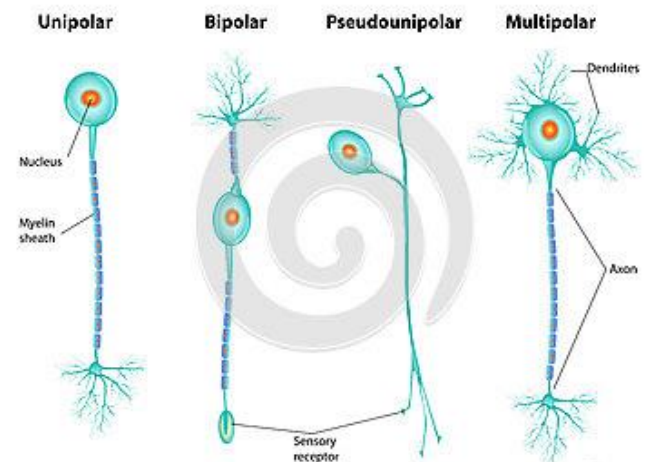
Pseudounipolar Neuron

Functional classification

- **Sensory neurons:** transmit stimuli from sensory organs to the CNS. They are unipolar or bipolar.
- **Inter neurons:** are commonly found in the CNS and interconnect sensory and motor neurons. Main function is interpretation (explaining) of information. They are multipolar in structure.
- **Motor neurons:** transmit the information from CNS to the muscles or glands. They are also multipolar in structure.

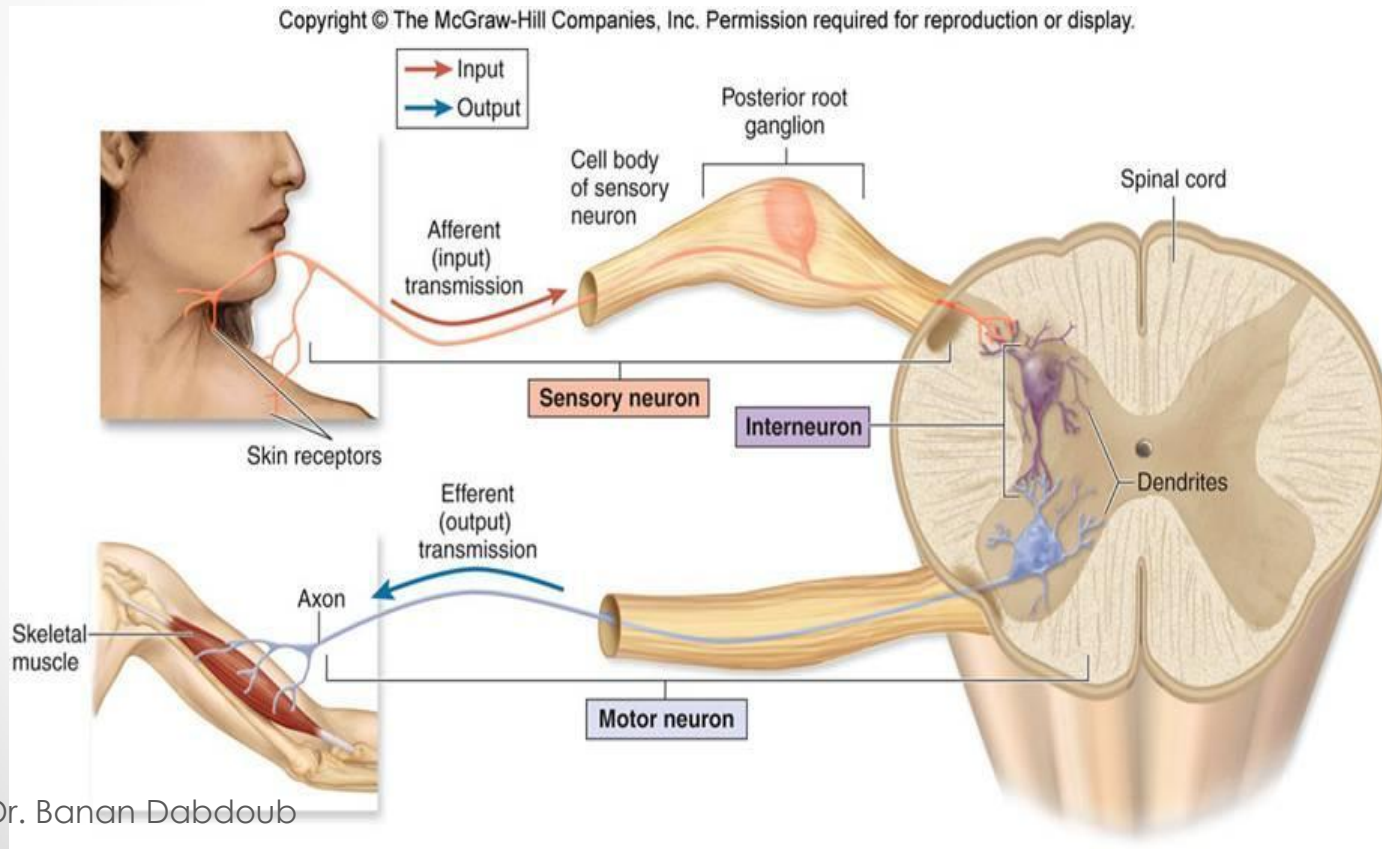


Different kinds of neurons

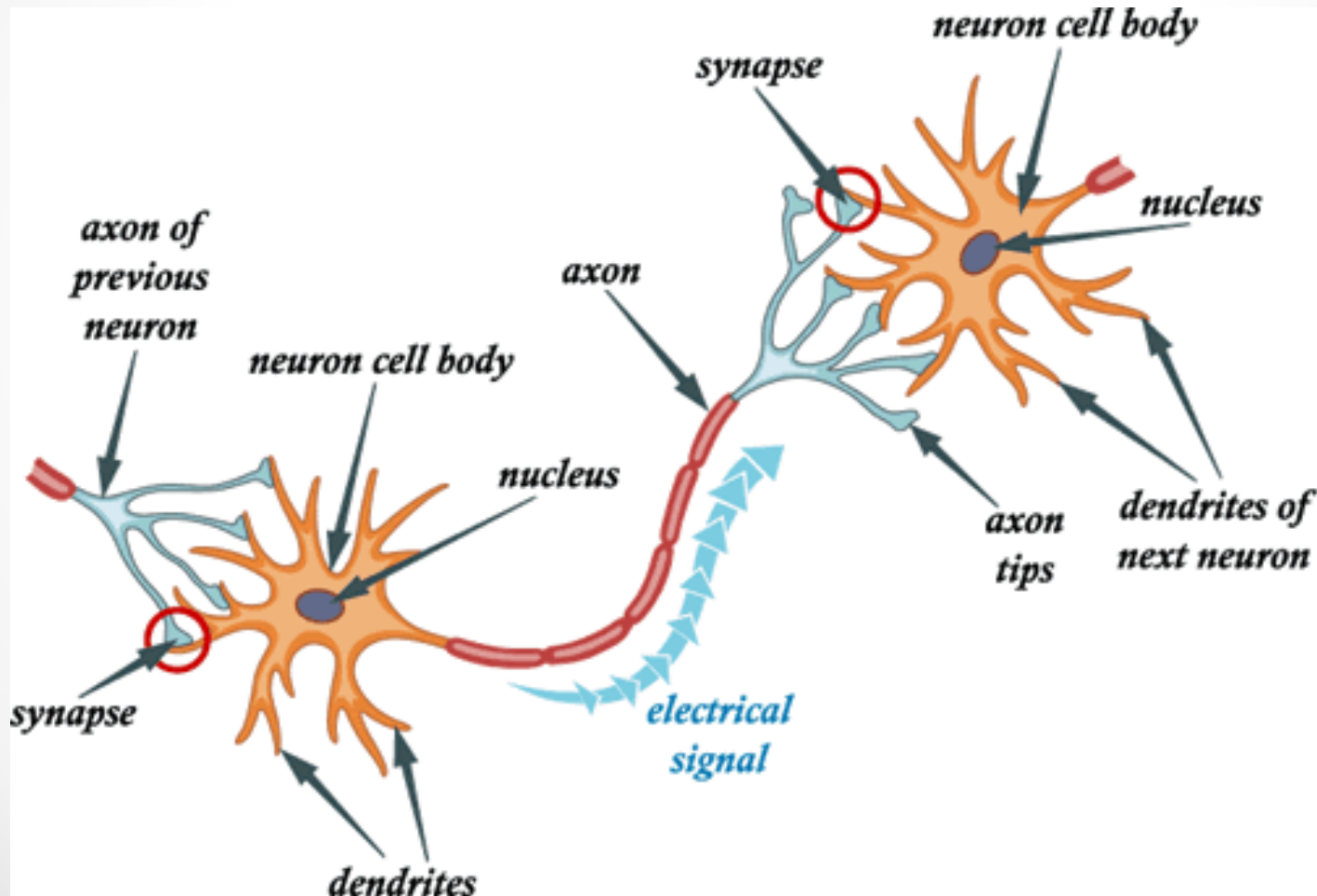


Transmission of impulse

- **Nerve impulses** are electrical signals produced by plasma membrane of a neuron.

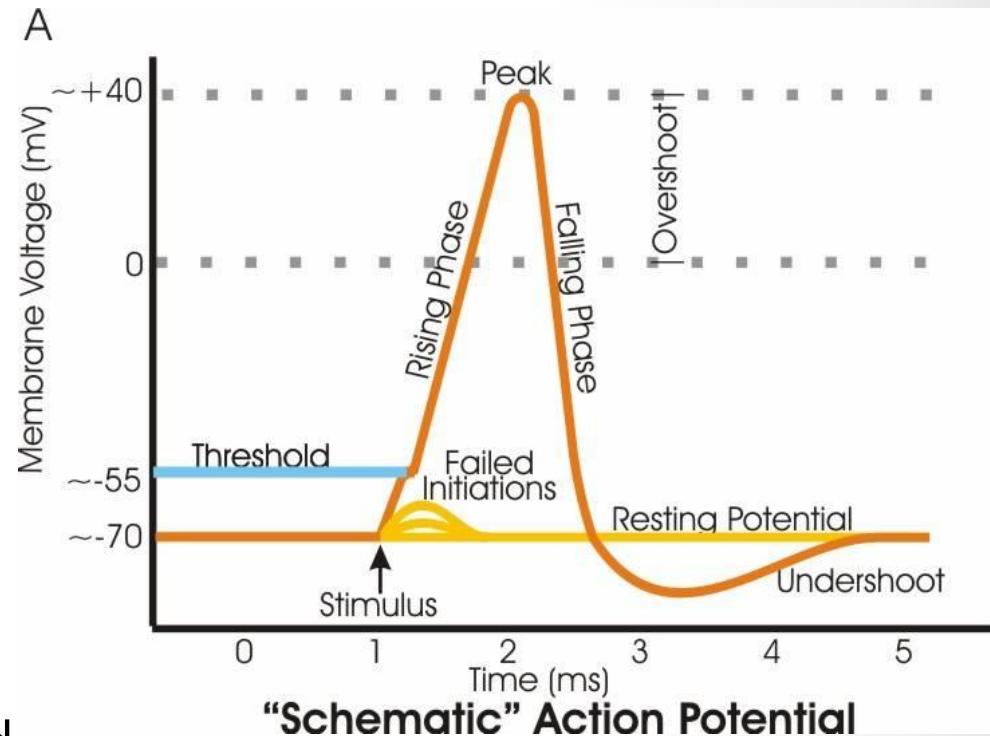


- Impulses are unidirectional.
From dendrites to axons.



Threshold level

- The impulse is generated if the voltage reaches a certain critical point, called **threshold level**.
- If signal is lower than threshold level, no impulse is generated. This is called **all-or-non law**.



Generation of nerve impulses

- Neurotransmitter is generated by a change in the degree of polarization in the neurotransmitter membrane, a change in the **electrical potential** on both sides of the membrane called **Resting Potential**.

Factors that generate Resting Potential

1. The difference in the degree of cell membrane exudes of some important ions ... is highly tolerant of potassium (**K⁺**) ions and is very low for sodium (**Na⁺**) and chlorine ions (**Cl⁻**).
2. The concentration of potassium ions is different in and out of the cell, since its concentration inside is greater than its concentration outside about 10 times.
3. The presence of negative organic ions in the cell with large size can not pass through the cell membrane such as proteins and organic acids.

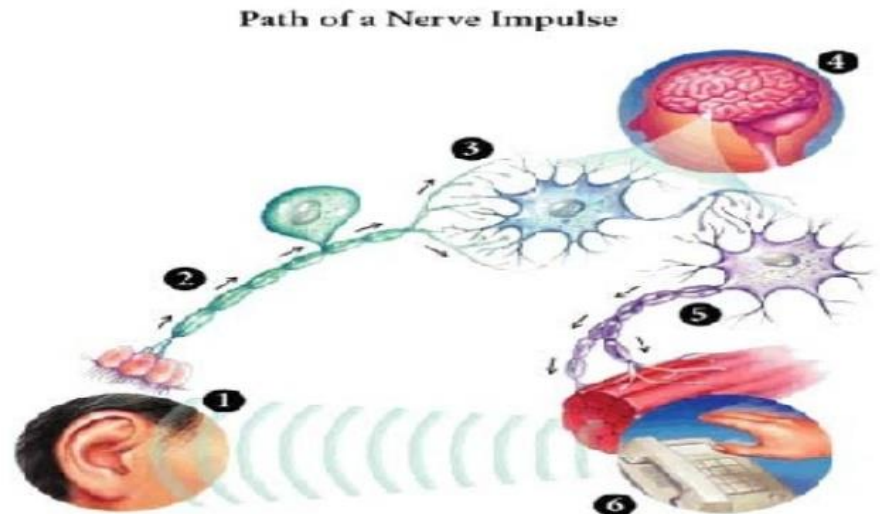
Generation of an impulse

- There are three phases:

1. Polarization
2. Depolarization
3. And repolarization

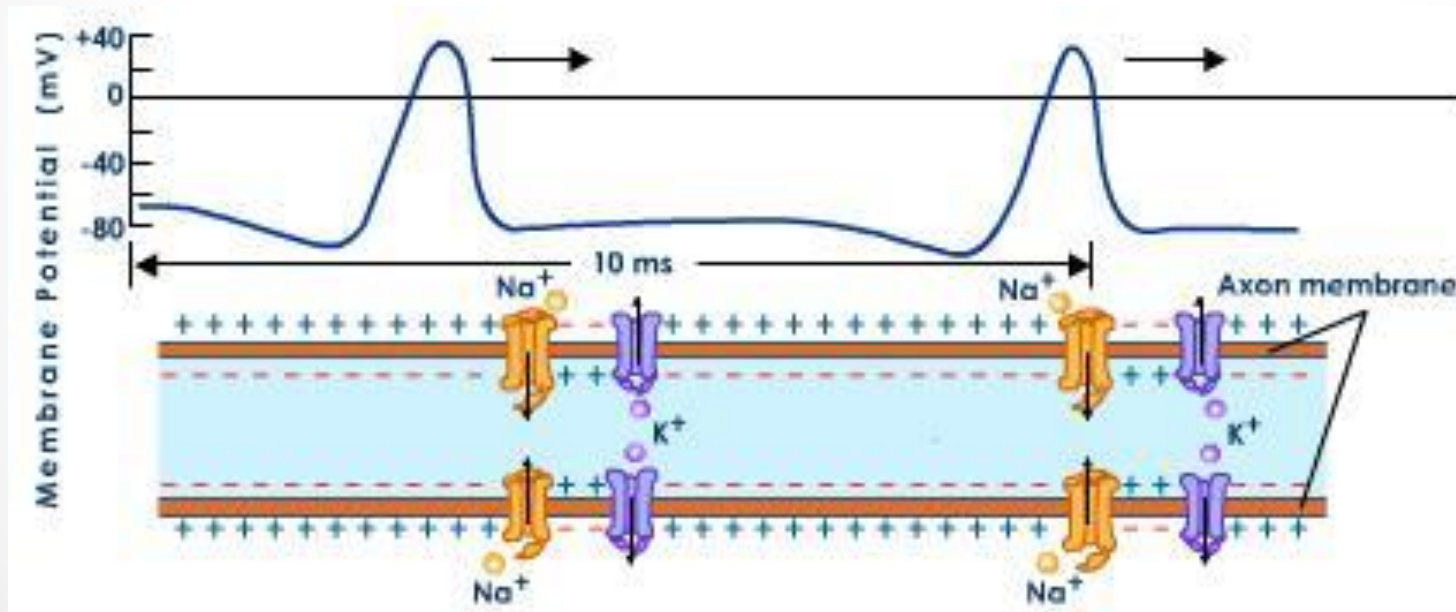
Nerve impulse

- Starter activity
- Explain the role of the 'nodes of ranvier'



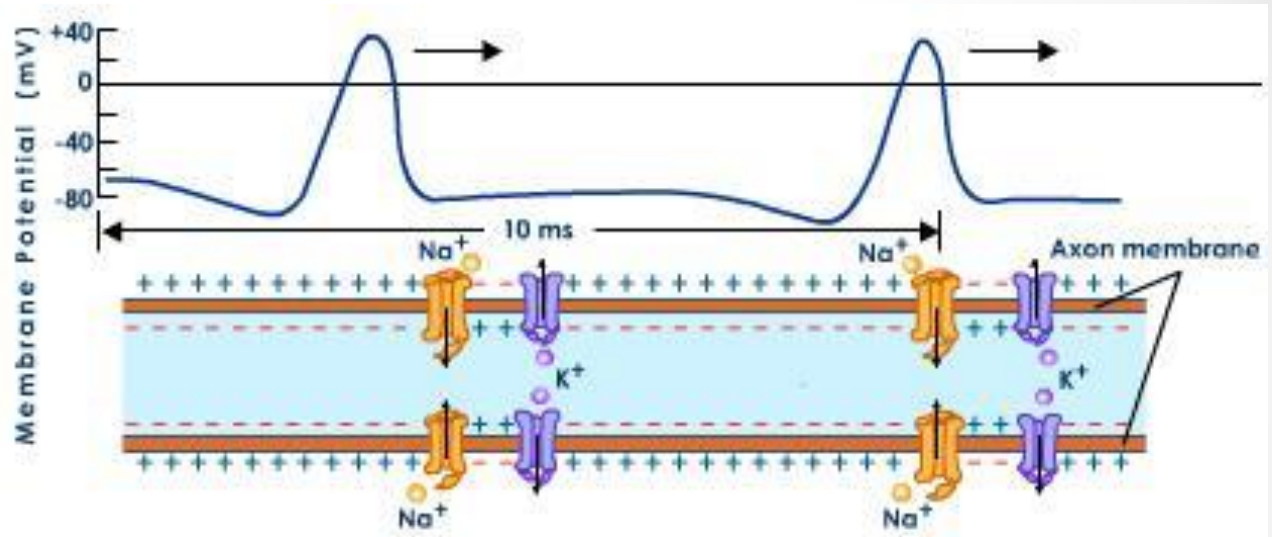
1. Polarization

- In a resting nerve, the outside of axon is positively charged, and inside is negatively charged. This situation is called polarization.



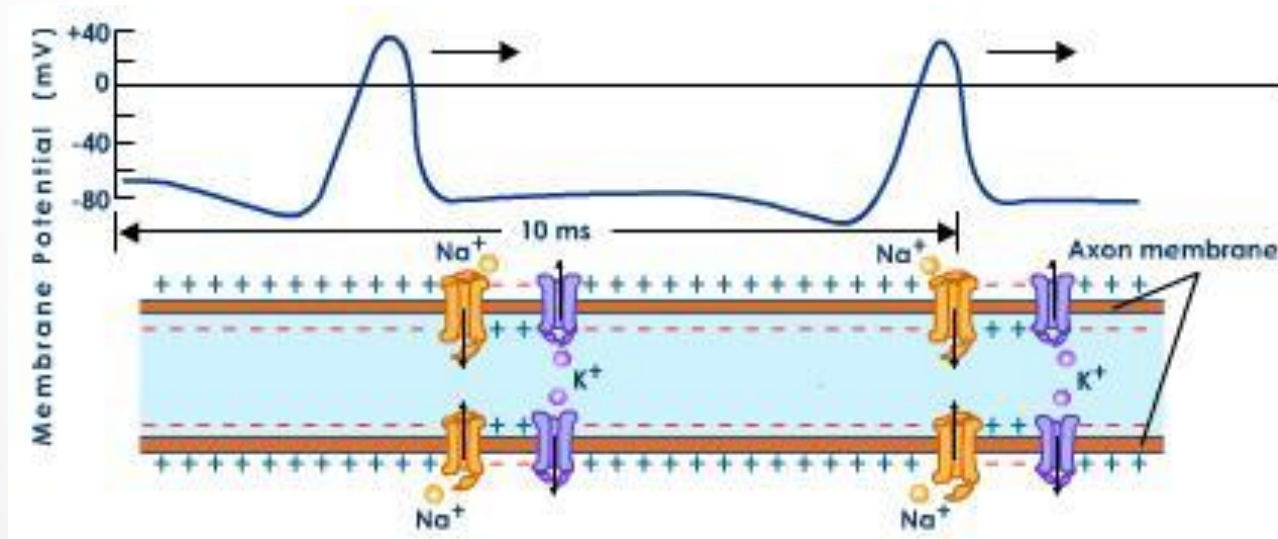
Gates

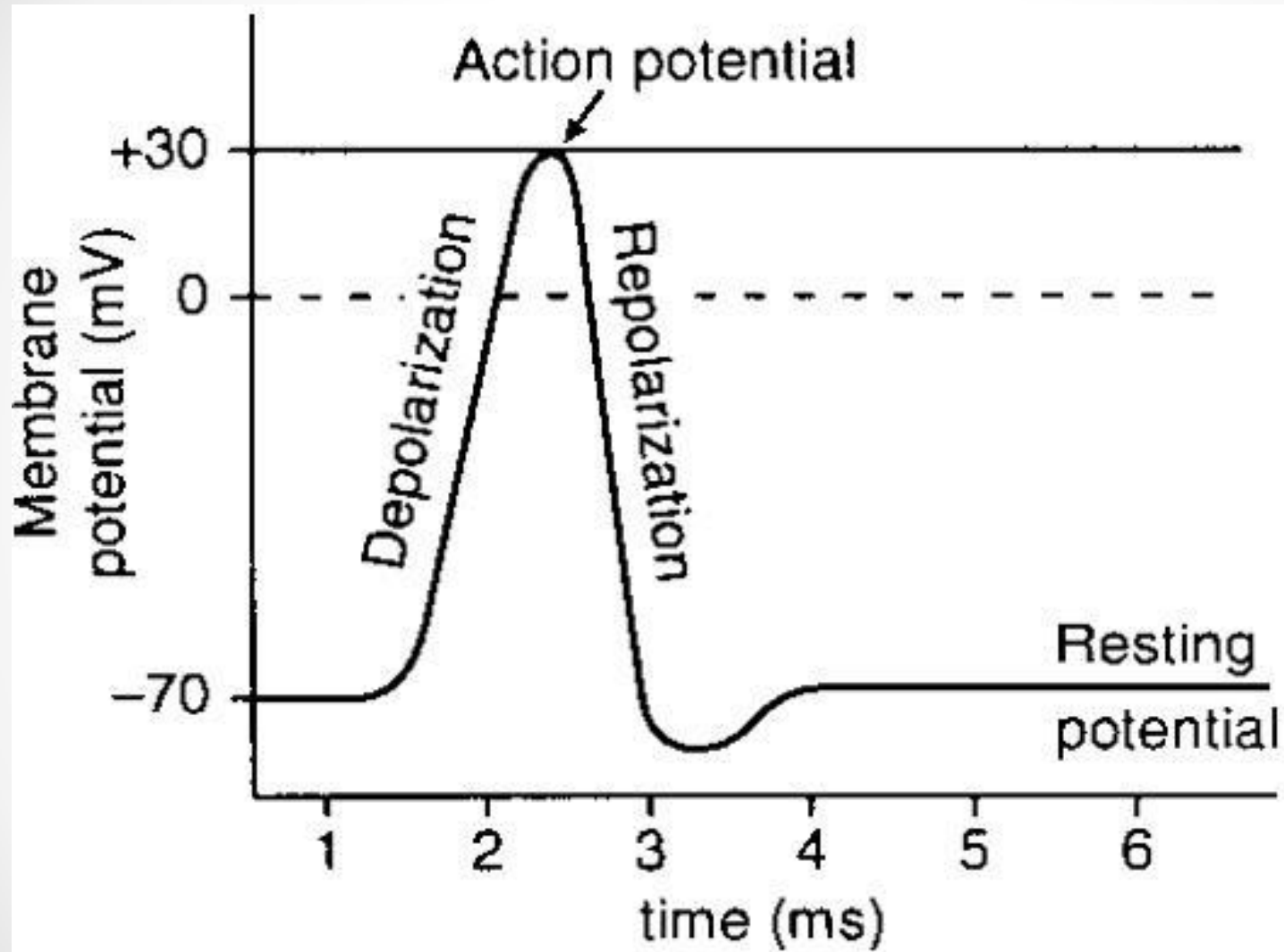
- Ion gates:
 1. Na gates
 2. K gates
- Na-K pump



2. Depolarization

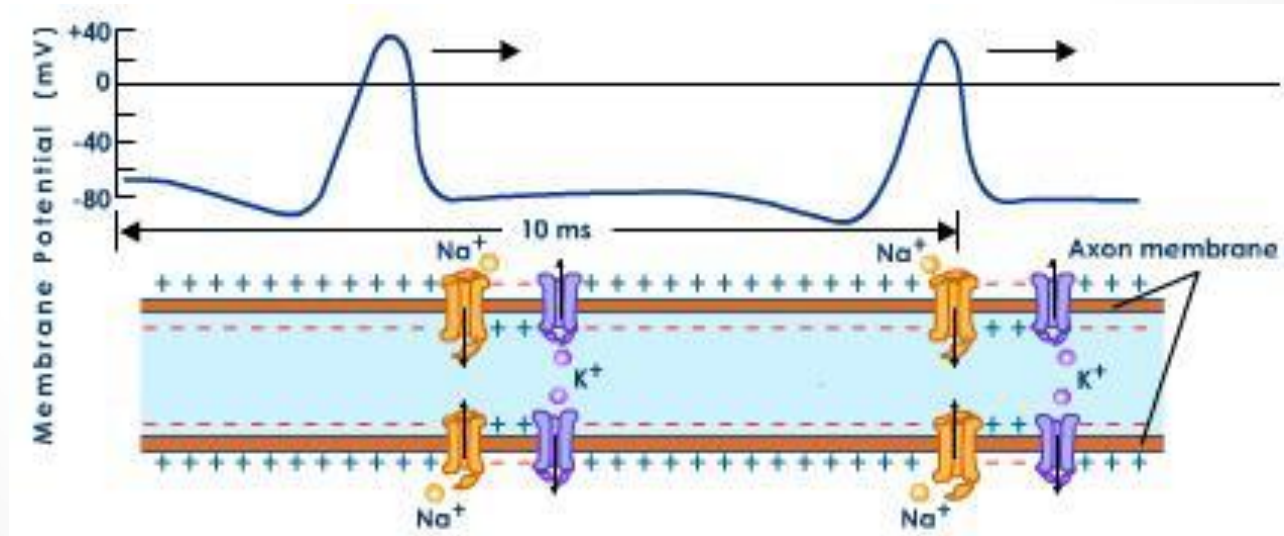
- A stimulus that reaches the threshold level opens the Na gates first.
- Na goes inside the axon.
- This is depolarization.

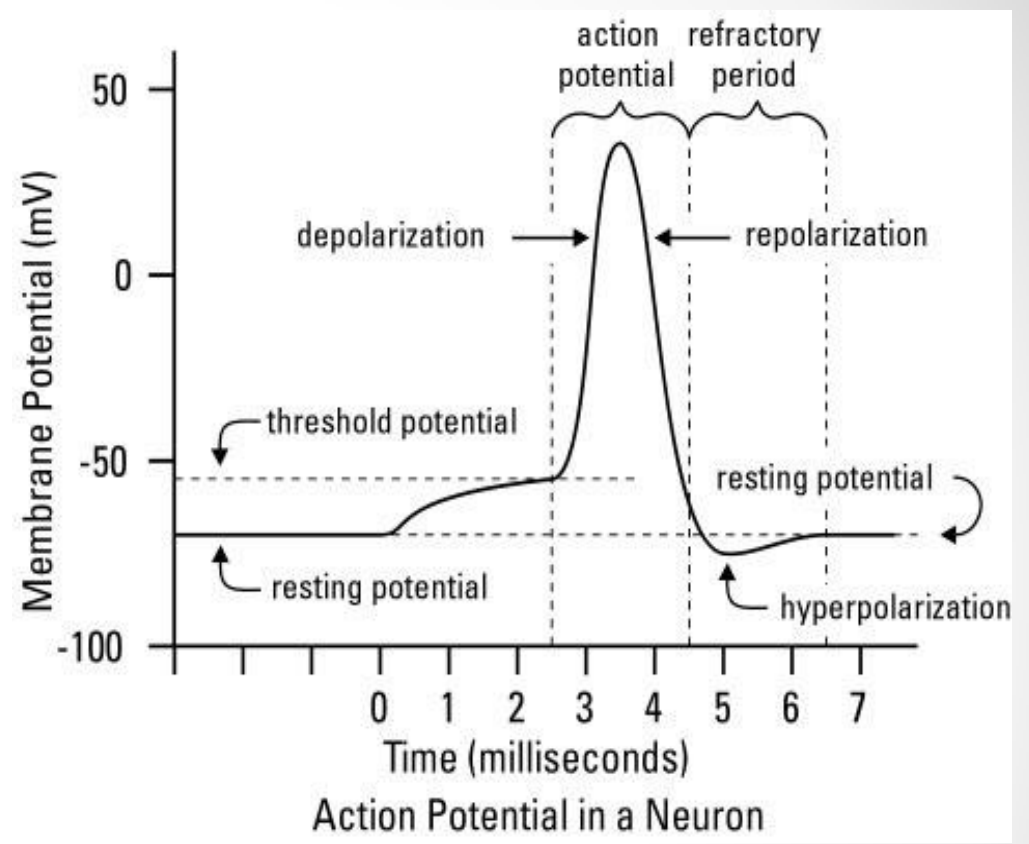
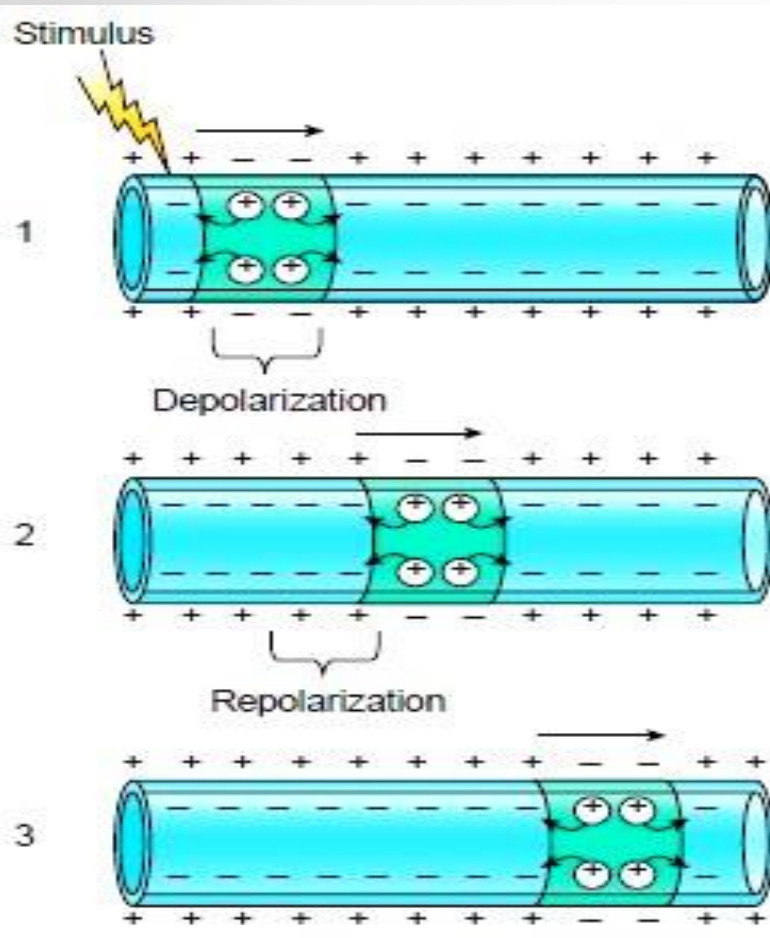




3. Repolarization

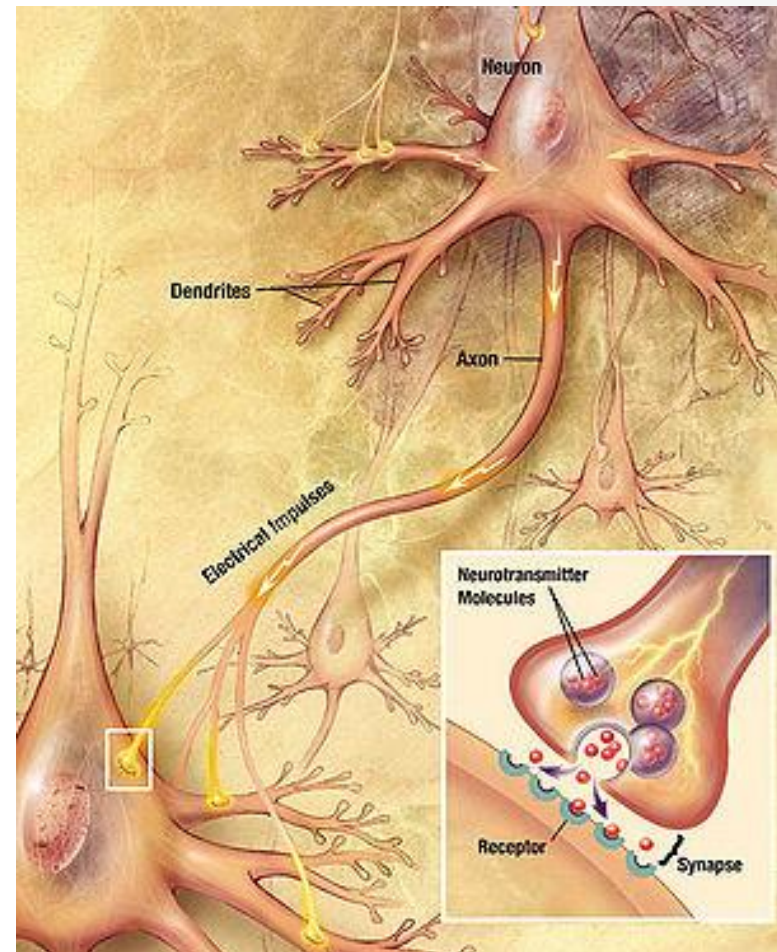
- Then, Na gates are closed and K gates are open.
- K goes out of the cell, so the action potential returns to the resting potential.





The Synapses

- In the nervous system, a **synapse** is a structure that permits a neuron to pass an electrical or chemical signal to another cell (neural or otherwise).



Neurotransmitters

1. **Presynaptic cell**: the neuron that carries the impulse to the synapse.
 2. **Postsynaptic cell**: the cell that receives impulse, and it is located after the signal.
 3. **Synaptic cleft**: a little gap between 1 & 2
- **Neurotransmitters** are chemicals that transmit signals from a neuron to a target cell across a synapse.

Synapses System

When an action potential, or nerve impulse, arrives at the axon terminal, it activates voltage-gated calcium channels in the cell membrane. Ca^{+2} which is present at a much higher concentration outside the neuron than inside, rushes into the cell. The Ca^{+2} allows synaptic vesicles to fuse with the axon terminal membrane, releasing neurotransmitter into the synaptic cleft.

The molecules of neurotransmitter diffuse across the synaptic cleft and bind to receptor proteins on the postsynaptic cell. Activation of postsynaptic receptors leads to the opening or closing of ion channels in the cell membrane. This may be **depolarizing** make the inside of the cell more positive or **hyperpolarizing** make the inside of the cell more negative depending on the ions involved.

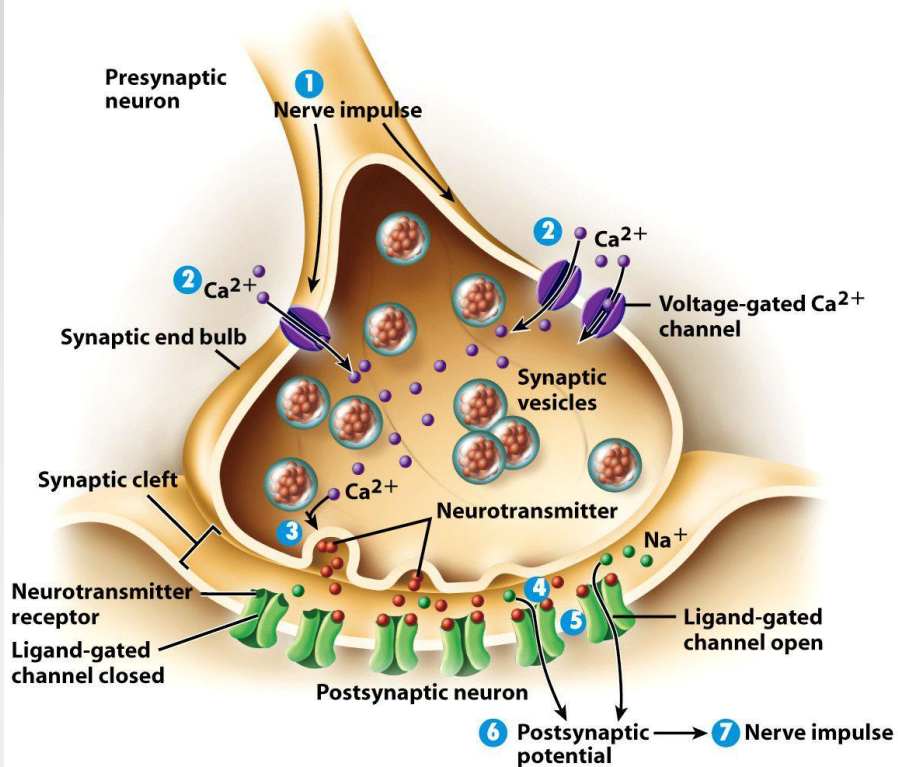
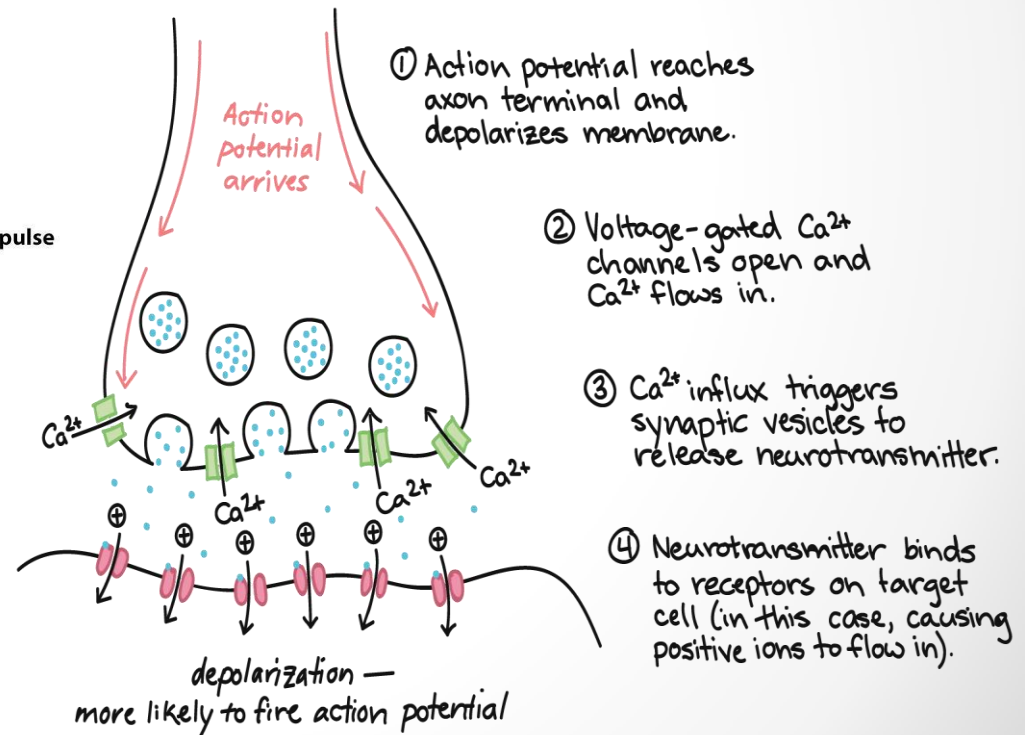


Figure 12-17 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons



الاشتباك العصبي

يسبب وصول السيالة العصبية الى الازرار النهائية التشابكية بزيادة نفاذية الغشاء قبل التشابكي لايونات الكالسيوم (Ca^{+2}) مما يؤدي الى دخولها عبر قنوات خاصة... تساعد ايونات الكالسيوم على التحام الحويصلات التشابكية بغشاء الزر النهائي التشابكي لتحرر محتويات الحويصلات من النواقل العصبية في الشق الاشتباكي.

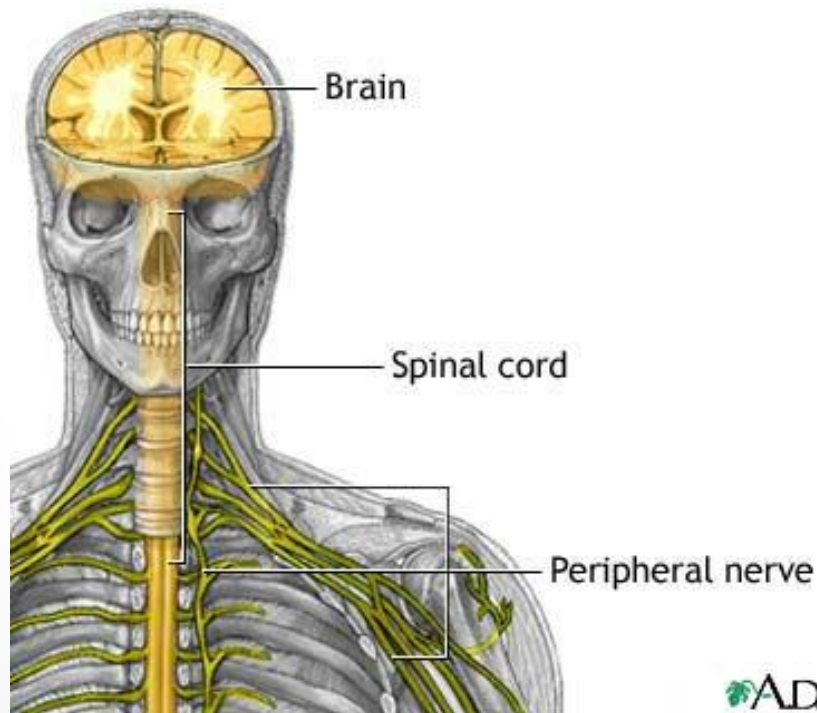
يرتبط الناقل العصبي بمستقبلات خاصة على الغشاء بعد التشابكي فتزداد نفاذية الغشاء بعد التشابكي لايونات الصوديوم فيؤدي لدخولها وتكوين جهد الفعل في الخلية العصبية التالية .

لايدوم ارتباط الناقل العصبي بمستقبلاته اذ تعمل اليات مختلفة في منطقة التشابك على تحطيمه بعد فترة قصيرة.

مثلا الناقل العصبي **استيل كولين** يحطمه **انزيم استيل كولين استريز** الى **حامض الخليك وكولين** الذي ينتقل بواسطة النقل الفعال الى الزر الاشتباكي لتكوين استيل كولين من جديد.

Human Nervous System

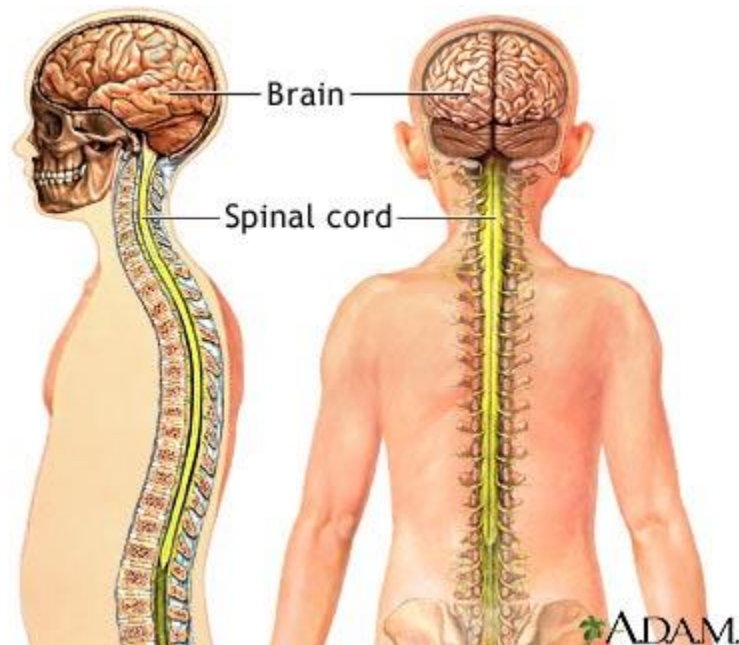
- Two main divisions:
 1. Central nervous system
 2. Peripheral nervous system



ADAM.

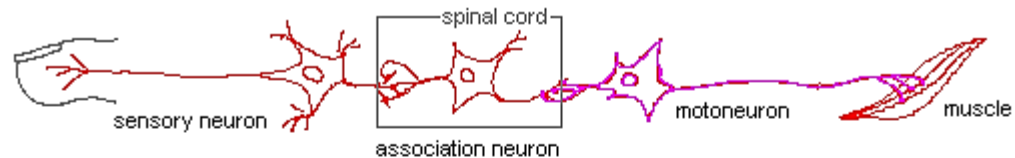
Central Nervous System

- It consists of the brain and spinal cord.
- These two structures are responsible for most the information processing.



Reflex

- Is a transmission of impulses, generated by receptors, to the target, where a sudden response is generated.
- **Reflex** is an automatic response to nerve stimulation.

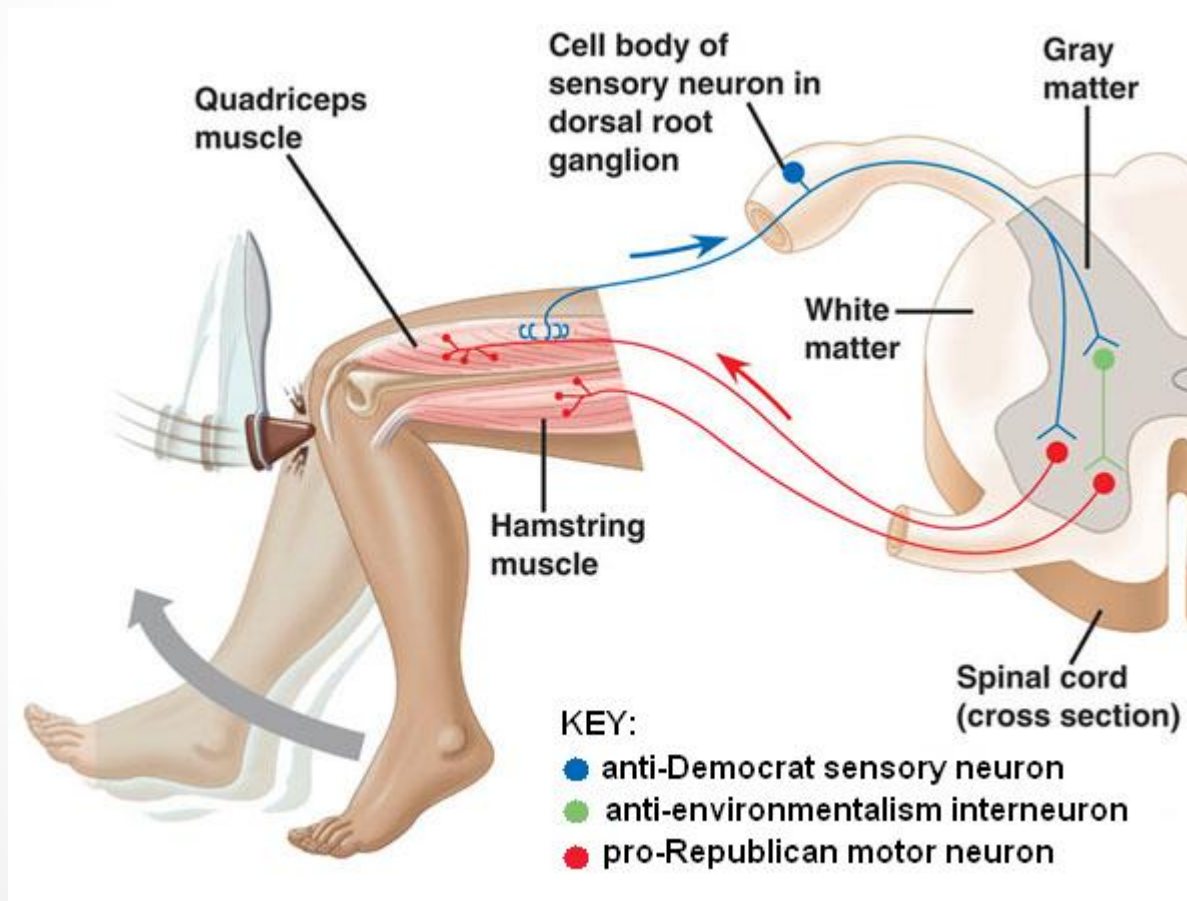


- Example

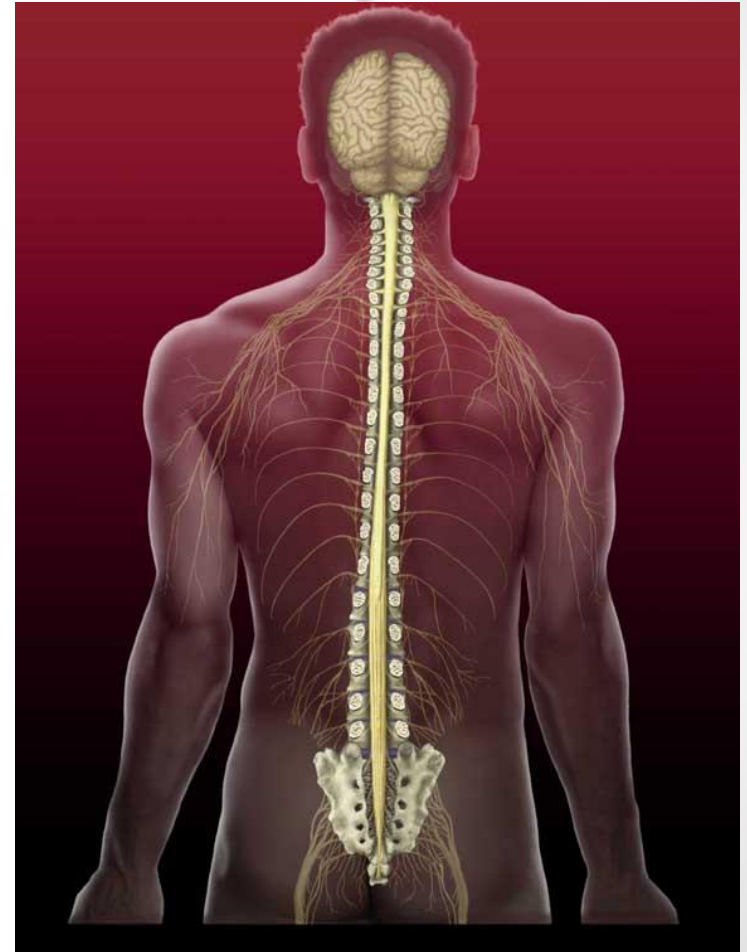
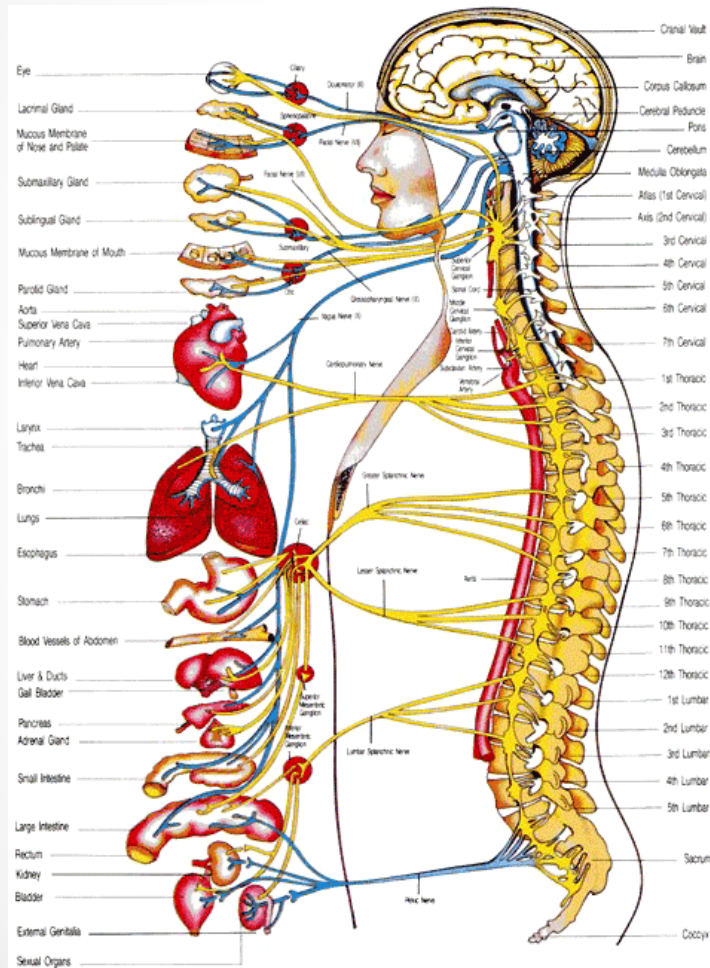


Reflex

- Knee-jerk reflex

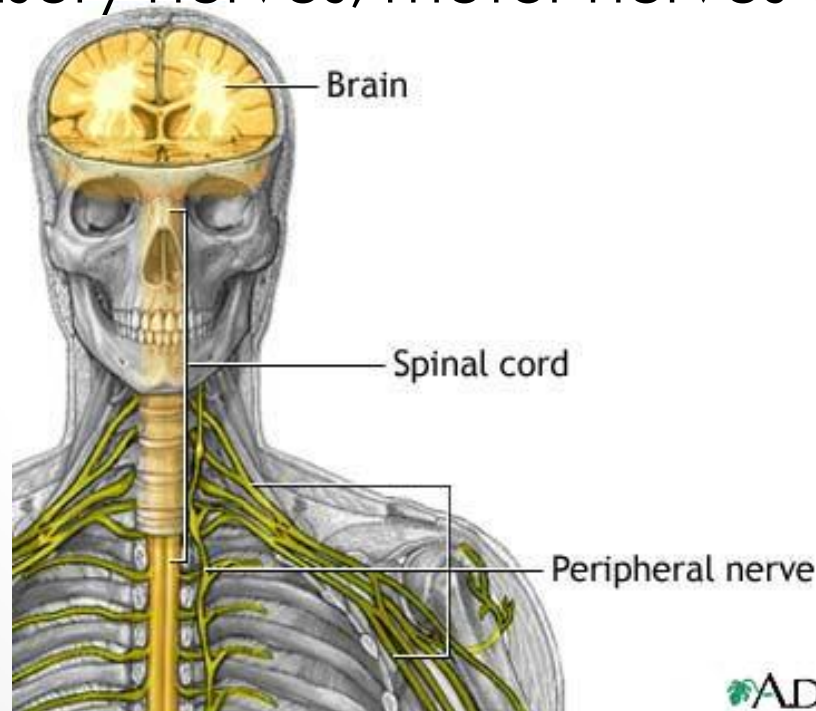


The Peripheral Nervous System

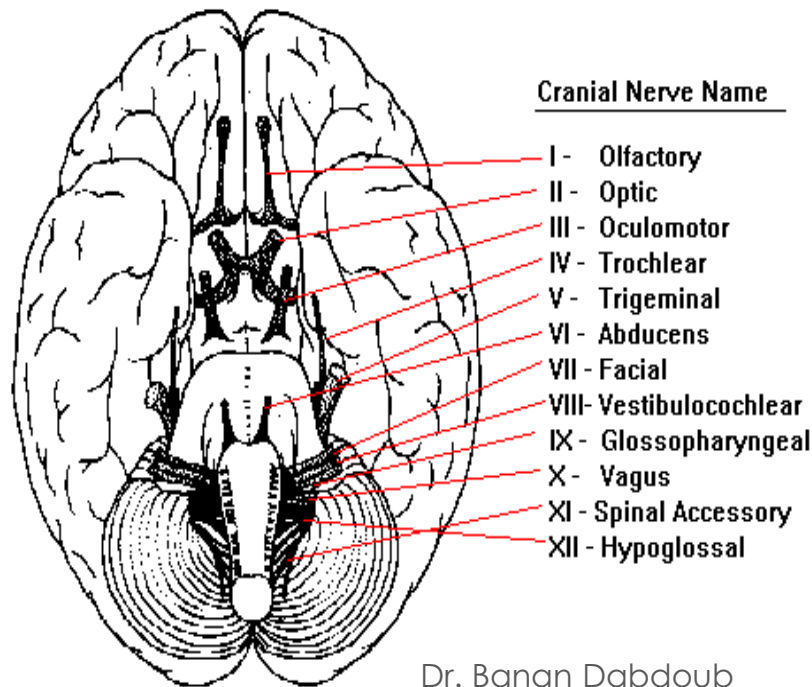


The Peripheral Nervous System

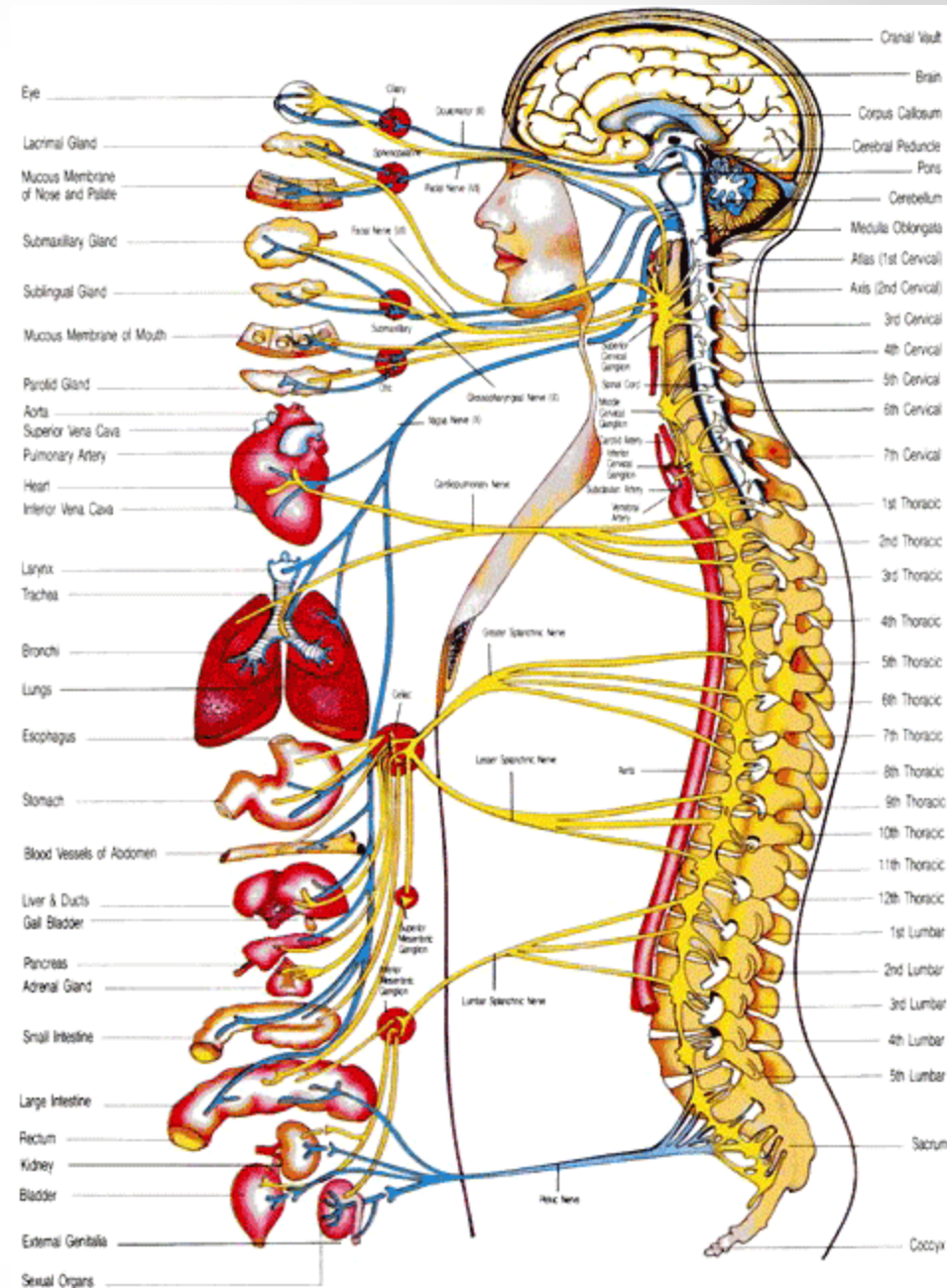
- PNS consists of nerves that connect the brain and spinal cord to the other organs of the body.
- It has sensory nerves, motor nerves and complex nerves.



- PNS originates from brain and spinal cord.
- It is composed of 12 pairs of **cranial** (coming from brain) and 31 pairs of **spinal** (coming from spinal cord) nerves.

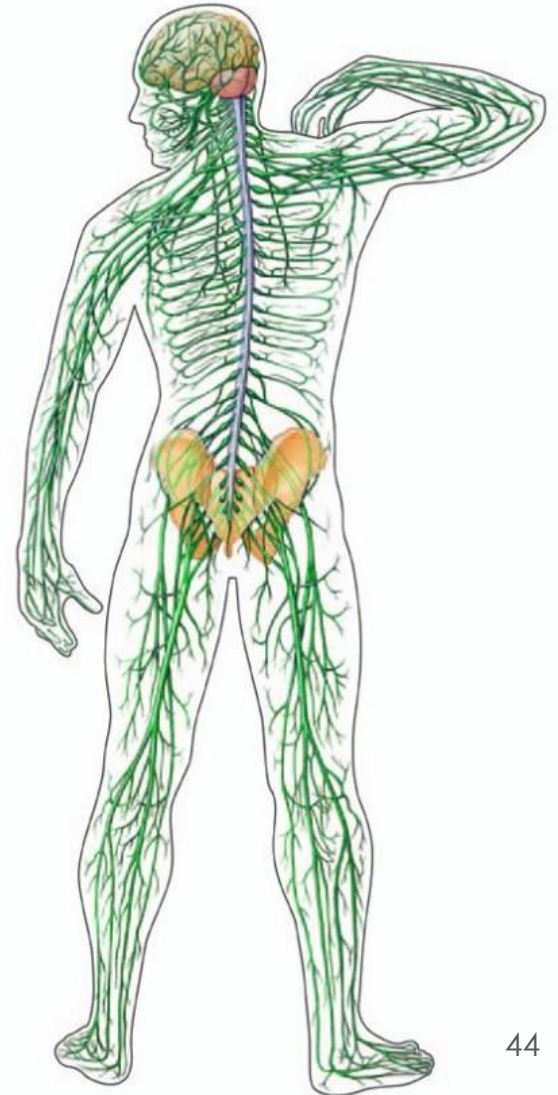


Dr. Banan Dabdoub



Classification of PNS

- It is divided into two systems:
 1. Somatic nervous system
 2. Autonomic nervous system

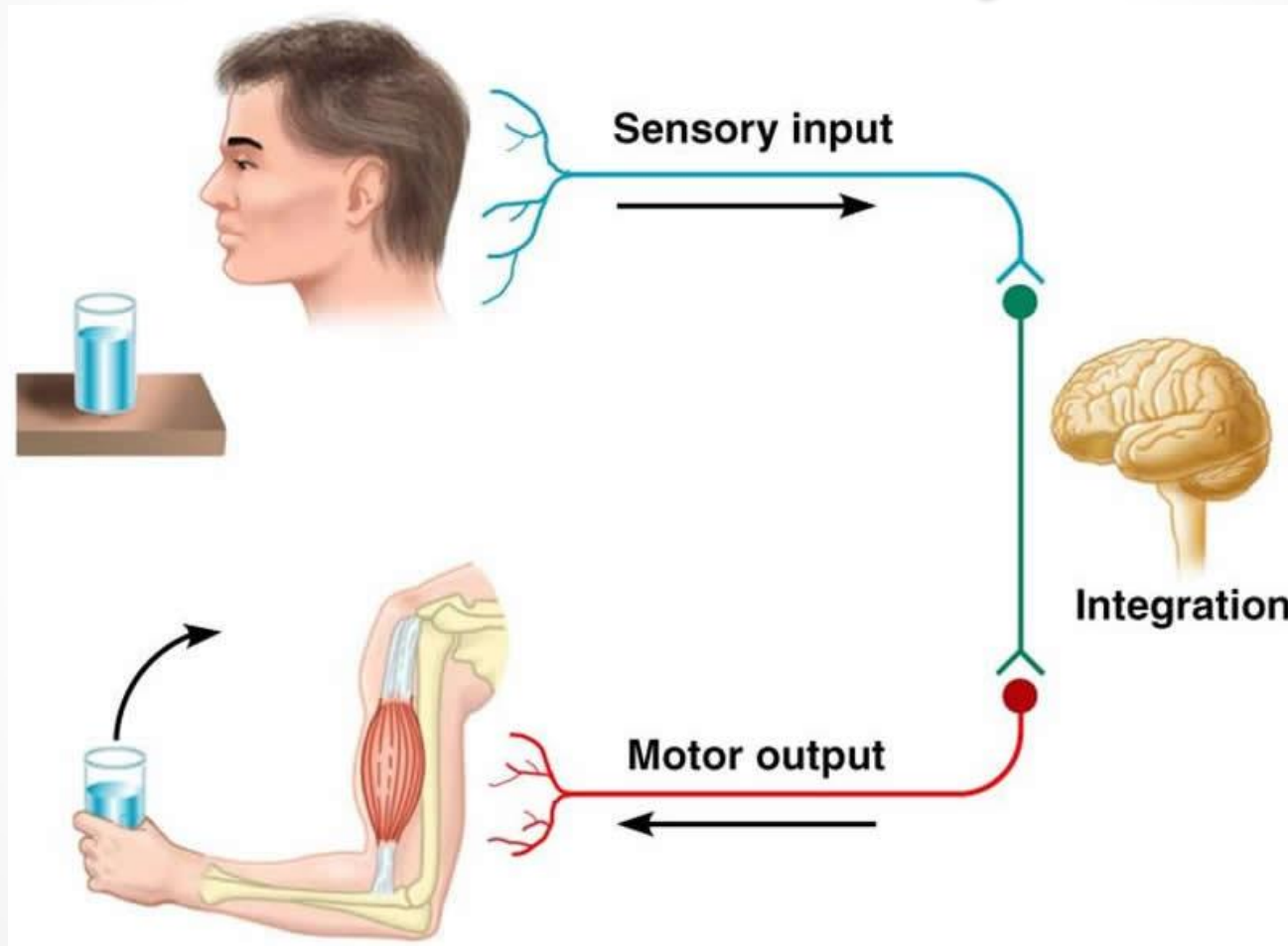


1. Somatic nervous System

- It consists of both motor and sensory nerves.
- This system controls and coordinates the voluntary **actions** of the body.
- Running
- Writing
- Talking
- Painting



1. Somatic nervous System

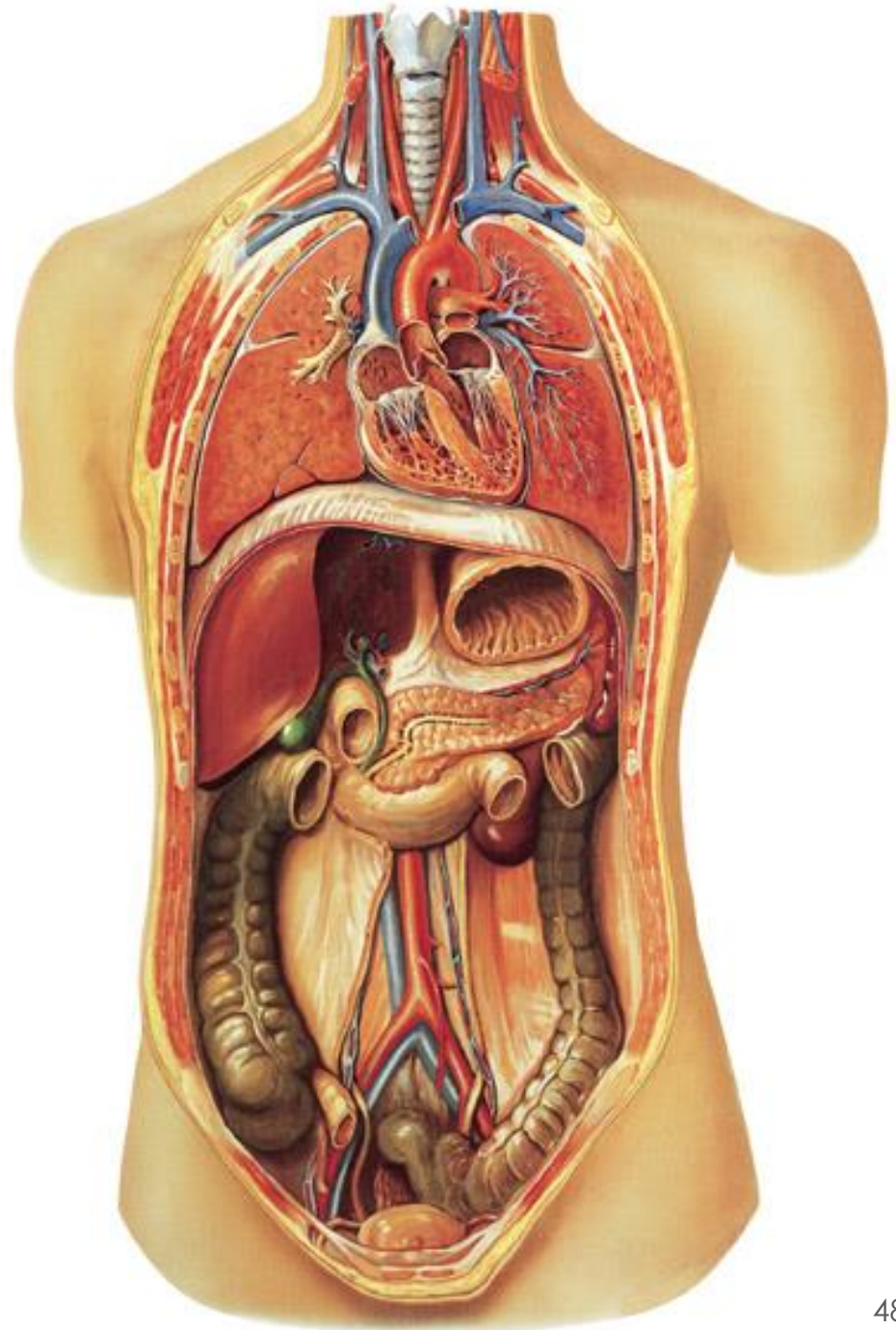


2. Autonomic nervous system

- It regulates the **involuntary** activities of internal organs and basically involved in the maintenance of homeostasis.
- Regulation of:
 - Respiration
 - Circulation
 - Excretion
 - Digestion
 - Nutrition
 - Reproduction
 - Adaptation



- The effector organs of ANS are smooth muscles of internal organs, cardiac muscles and glands.



Classification of ANS

1. The sympathetic system
2. The parasympathetic system

They function antagonistically.

Autonomic Nervous System
Sympathetic - "Fight or Flight"



Parasympathetic - "Rest and Digest"



Sympathetic NS

- It initiates the **fight-or-flight response**.
- It is especially important for emergency. It accelerates the heart beat and dilates bronchi.
- It inhibits the digestive activity. Because we do not need it in emergency
- The primary neurotransmitter is **epinephrine**.

FIGHT or FLIGHT



Parasympathetic NS

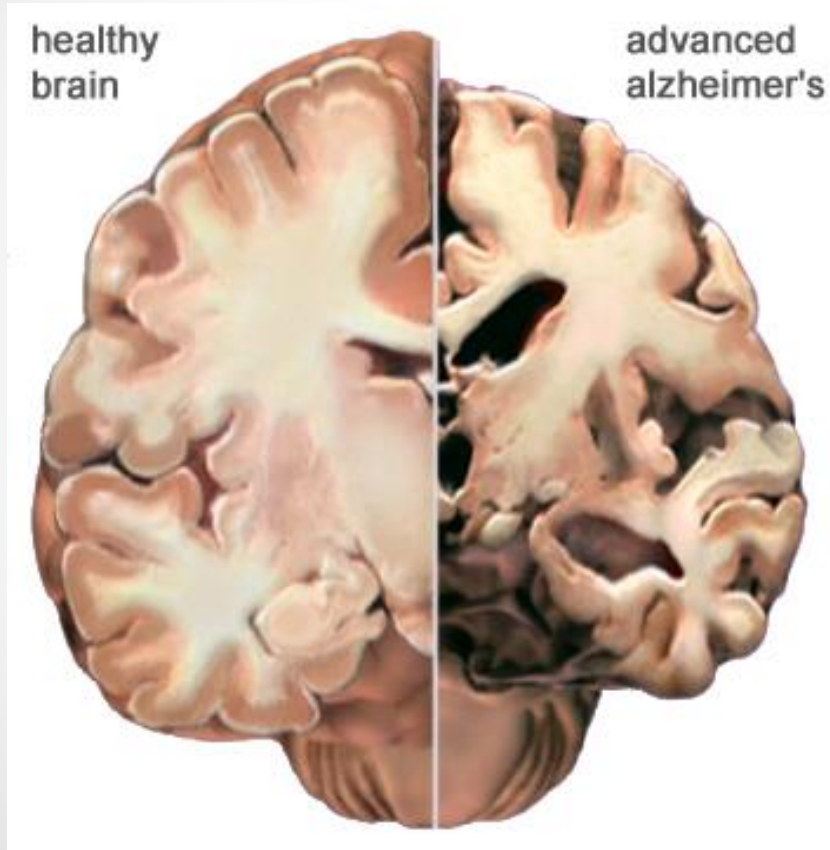
- It is called “**housekeeper system**”
- This system prepares the body to relaxation and digestion of food.
- Retards heartbeat.
- The main neurotransmitter is **acetylcholine**.



Nervous system disorders

- **akinesia** - no movement.
- **Alzheimer's disease** - A progressive, degenerative disease that occurs in the brain and results in impaired memory, thinking, and behavior.
- **ataxia** - loss of balance
- **athetosis** - slow, involuntary movements of the hands and feet.
- **stroke (also called brain attack)** - happens when brain cells die because of inadequate blood flow to the brain.
- **meningitis** - an inflammation of the meninges, the membranes that cover the brain.

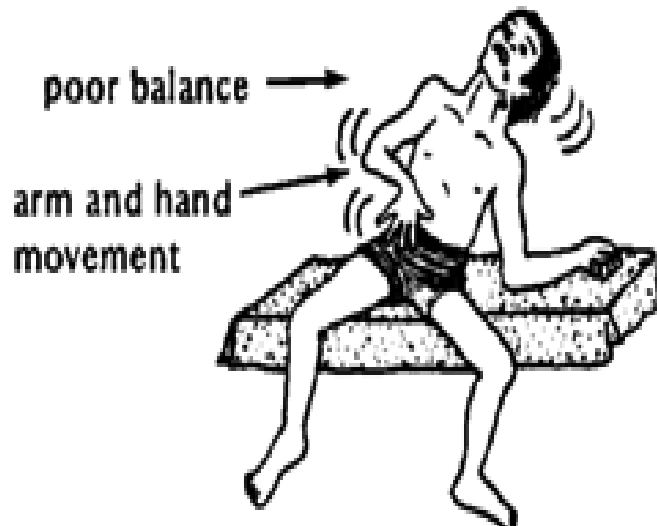
Alzheimer's disease



Akinesia



Athetosis

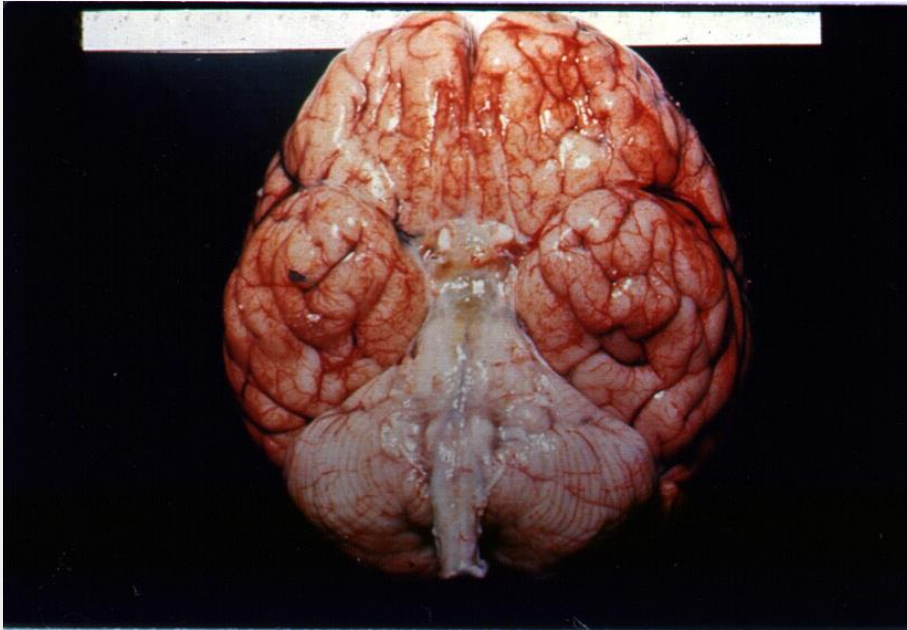


The child who learns to walk may do so in a stiff, awkward position, with the knees pulled together and bent. Feet often turn in.

Ataxia

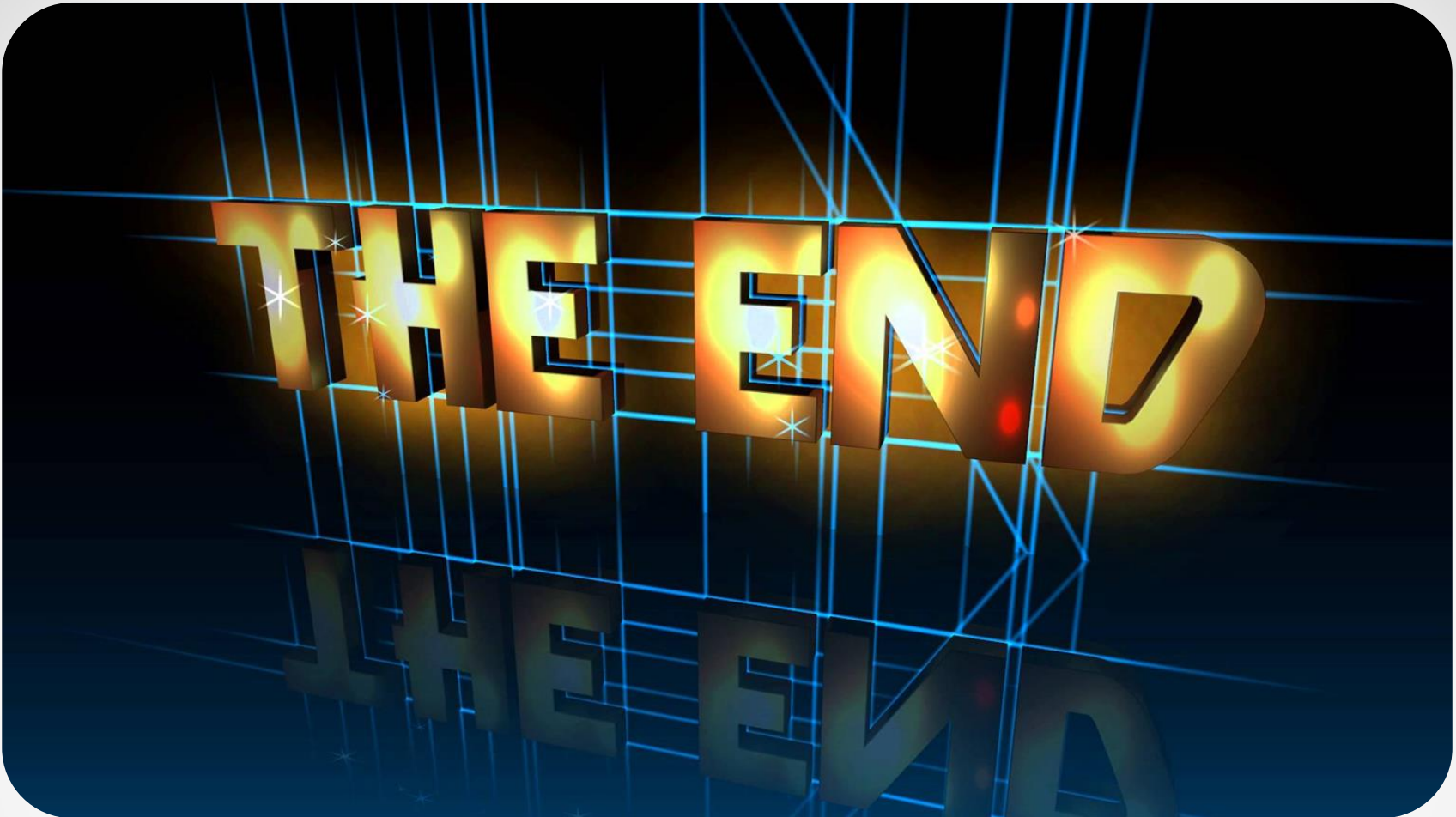


Meningitis



Stroke





THE END

Dr. Banan Rakan Dabdoub

Principles of Physiology

BLOOD : Composition and Functions

Dr. Banan R. Dabdoub
Aminal Physiology



Blood , , , , ILOS

- ☐ By the end of the lecture you should be able to:
- ☐ State the Function & composition of Blood
- ☐ State the function of red blood cells, Leukocytes and plasma
- ☐ State the function of macrophages and lymphocytes

Blood Function

- ❑ **Nutritional:** transport of digested food from gut to tissue.
- ❑ **Respiratory:** Transport O_2 and Co_2 between lung and tissue.
- ❑ **Excretory:** Carries waste (Co_2 , Urea and lactic acid) away from cells.
- ❑ **Regulatory:** Regulation of body PH. and Regulation of core body temperature.

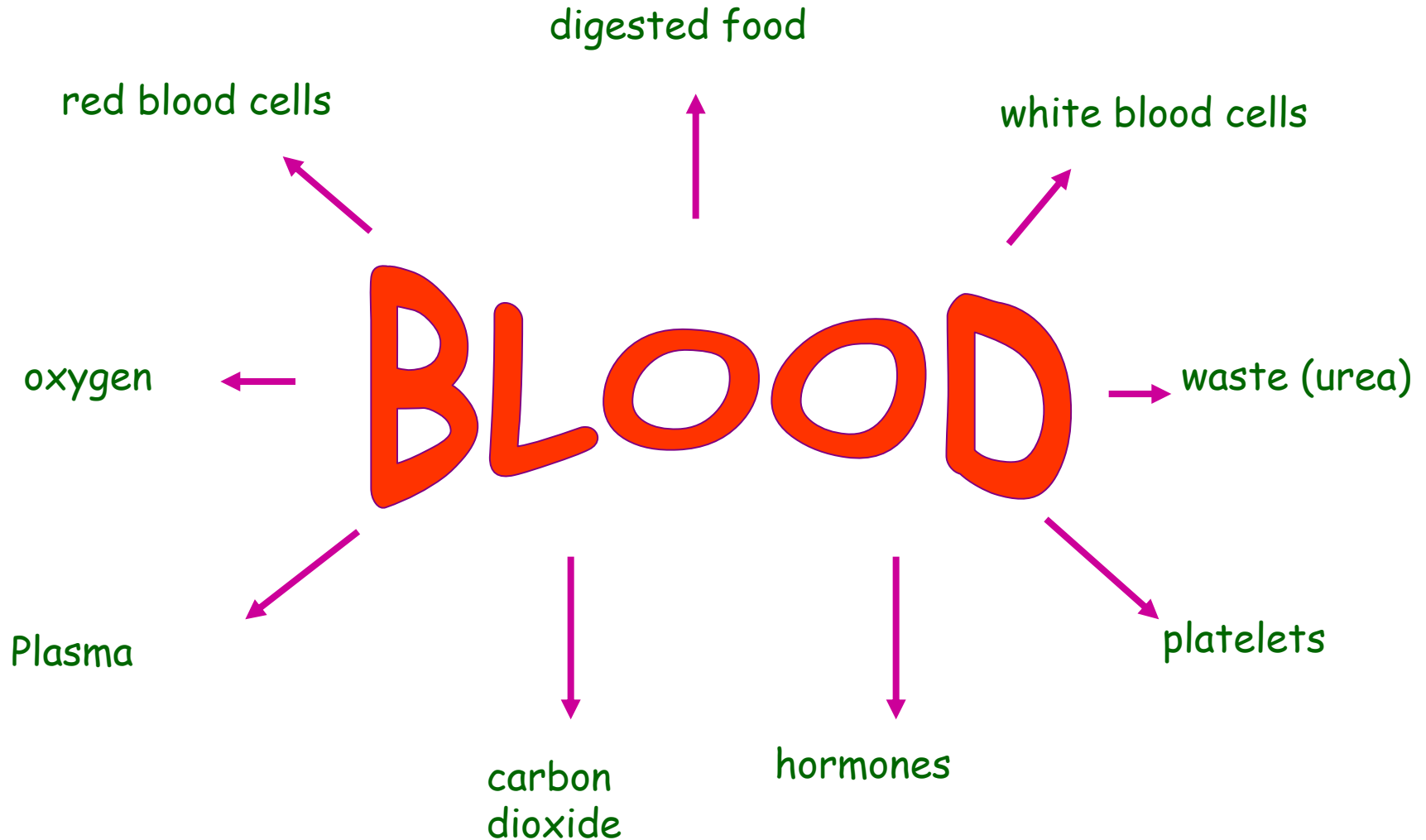
Blood Function

□ **Protective:**

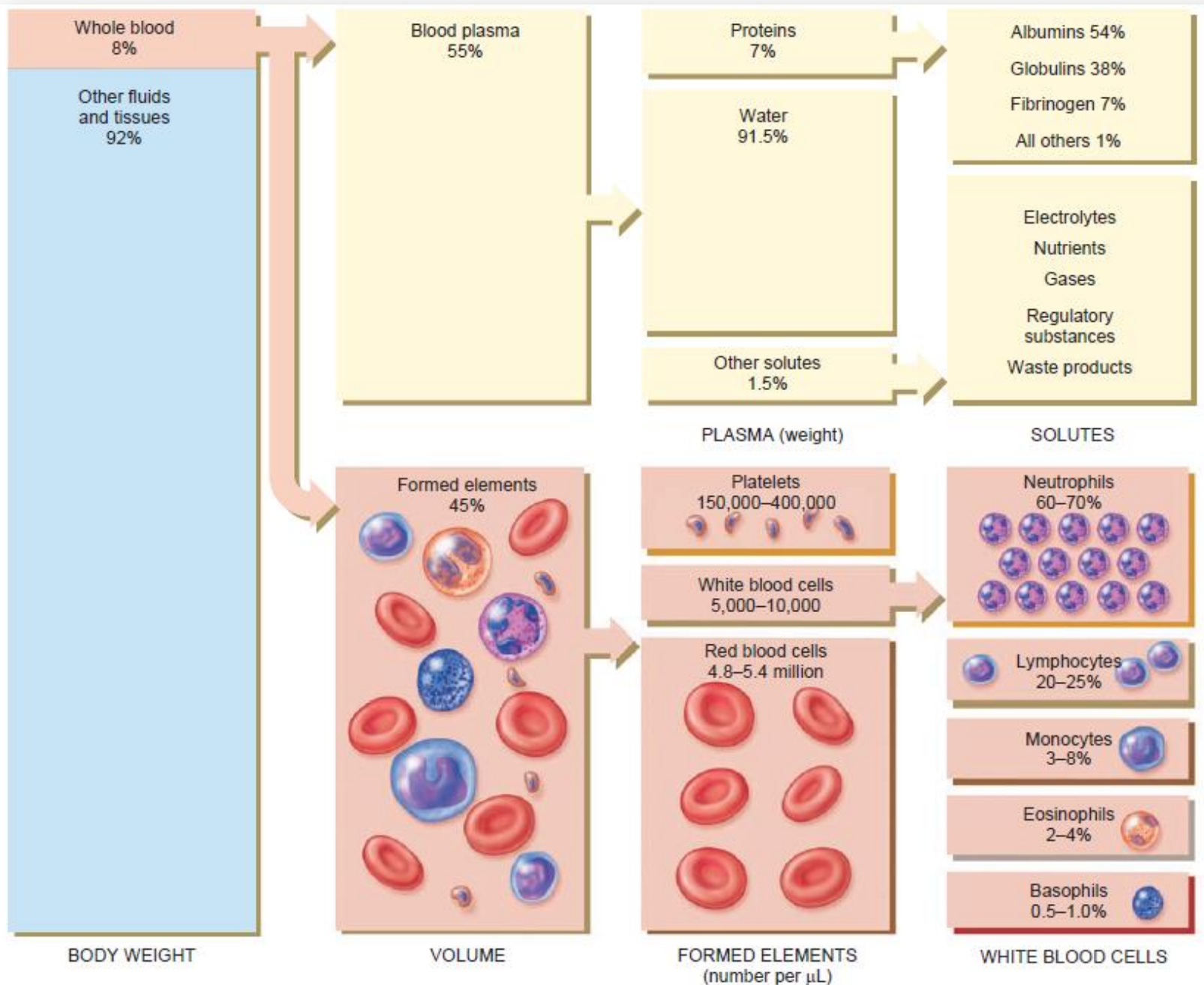
- Carries various disease-fighting cells such as the "white" blood cells.
- Part of the body's self-repair mechanism (blood clotting in order to stop bleeding - using 'Platelets')

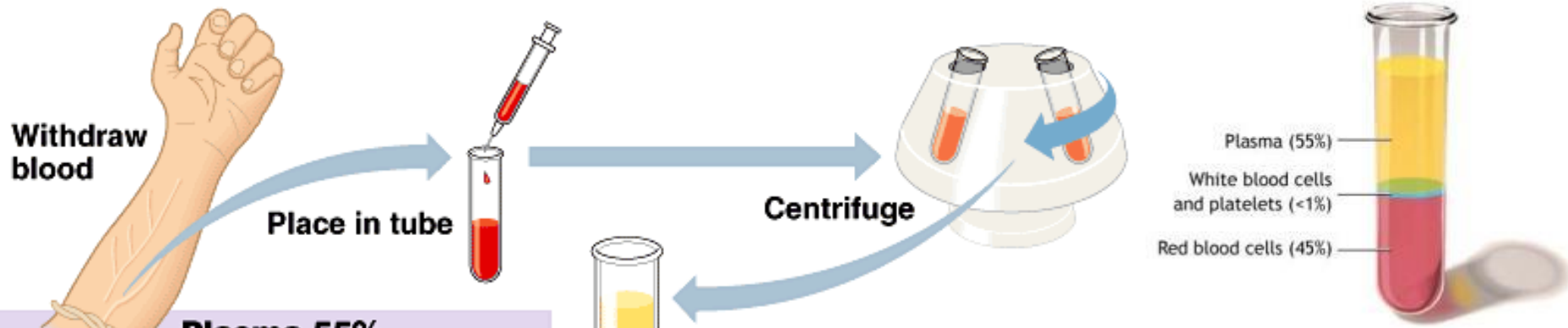
Dr. Banan R. Dabdoub

what's in



COMPOSITION OF BLOOD





Plasma 55%

Constituent	Major functions
-------------	-----------------

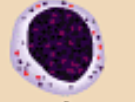
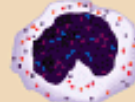
Water	Solvent for carrying other substances
-------	---------------------------------------

Ions Sodium Potassium Calcium Magnesium Chloride Bicarbonate	Osmotic balance, pH buffering, and regulation of membrane permeability
---	--

Plasma proteins Albumin Fibrinogen Immunoglobulins (antibodies)	Osmotic balance pH buffering Clotting Defense
---	--

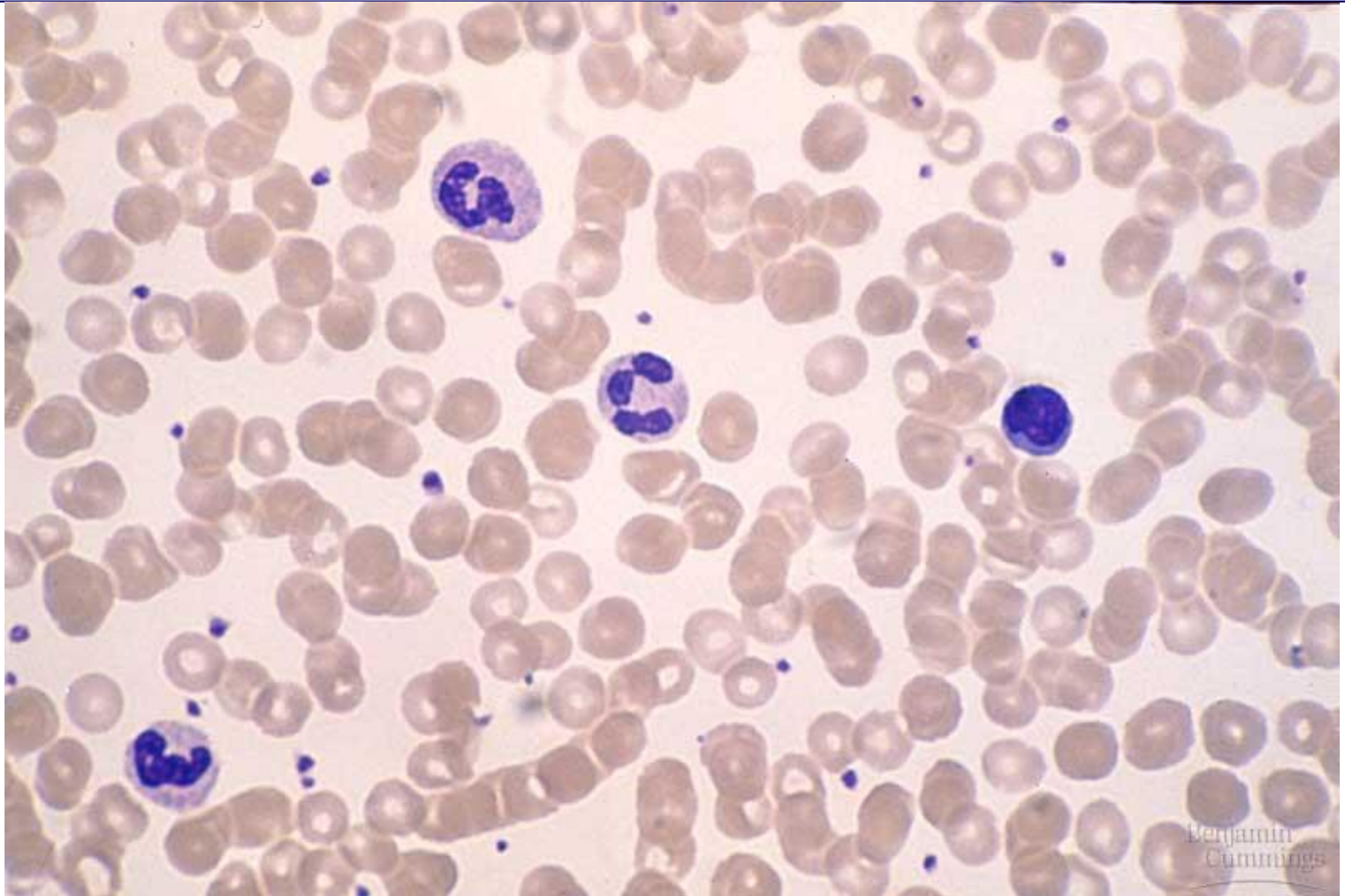
Substances transported by blood Nutrients (e.g., glucose, fatty acids, vitamins) Waste products of metabolism Respiratory gases (O ₂ and CO ₂) Hormones	
---	--

Cellular elements 45%

Cell type	Number (per mm ³ of blood)	Functions
Erythrocytes (red blood cells) 	5–6 million	Transport oxygen and help transport carbon dioxide
Leukocytes (white blood cells)    Basophil Eosinophil Lymphocyte   Neutrophil Monocyte	5000–10,000	Defense and immunity
Platelets 	250,000–400,000	Blood clotting

In average human has 5 litres of blood

Blood smear



Components of the Blood

- **Plasma** fluid part of blood made up of dissolved ions and various organic molecules

3 types of plasma proteins

- **Albumin** - creates osmotic pressure that moves water from interstitial fluid to capillaries
- **Globulins** - Alpha, beta, and gamma
- **Fibrinogen** - helps with clotting and converts to fibrin where the fluid serum is left after clotting

Components of the Blood

□ Formed elements

- **Erythrocytes** - Red Blood Cells that contain hemoglobin and transport oxygen
- **Leukocytes** - White Blood Cells that help with immunity and can be granular (eosinophils, basophils, and neutrophils) or agranular (lymphocytes and monocytes)
- **Platelets** - required for blood clotting

Important terms

- **Hematopoiesis** - formation of blood cells from stem cells in bone marrow and lymphoid tissue
 - **Erythropoiesis** - forms Red Blood Cells (RBCs)
 - **Leukopoiesis** - forms White Blood Cells (WBCs)

Plasma Proteins

- Constitute 7-9% of plasma
- Three types of plasma proteins: albumins, globulins, & fibrinogen
 - **Albumin** accounts for 60-80%
 - Creates colloid osmotic pressure that draws H₂O from interstitial fluid into capillaries to maintain blood volume & pressure
- **Globulins** carry lipids
 - Gamma globulins are antibodies
- **Fibrinogen** serves as clotting factor
 - Converted to fibrin

What is plasma and serum?

- **Serum** is the liquid part of blood AFTER coagulation (clots) , therefore devoid of clotting factors as fibrinogen.
- **Plasma** is the liquid, cell-free part of blood, that has been treated with anti-coagulants.

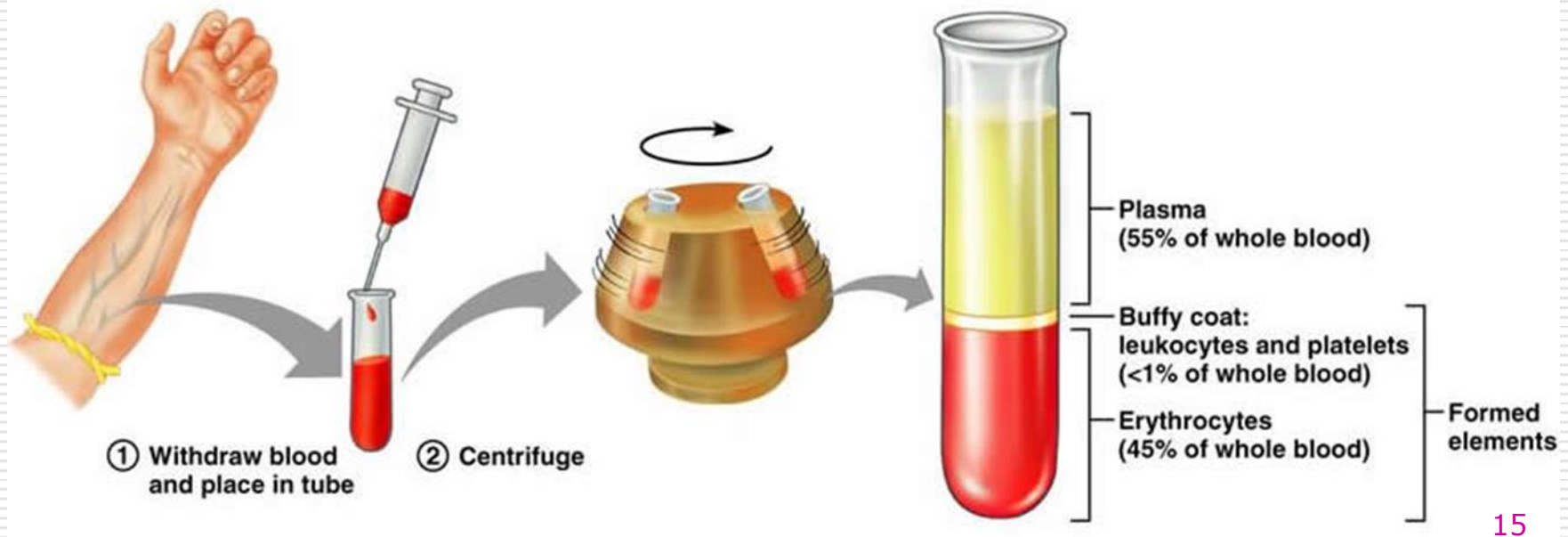
Function of plasma proteins

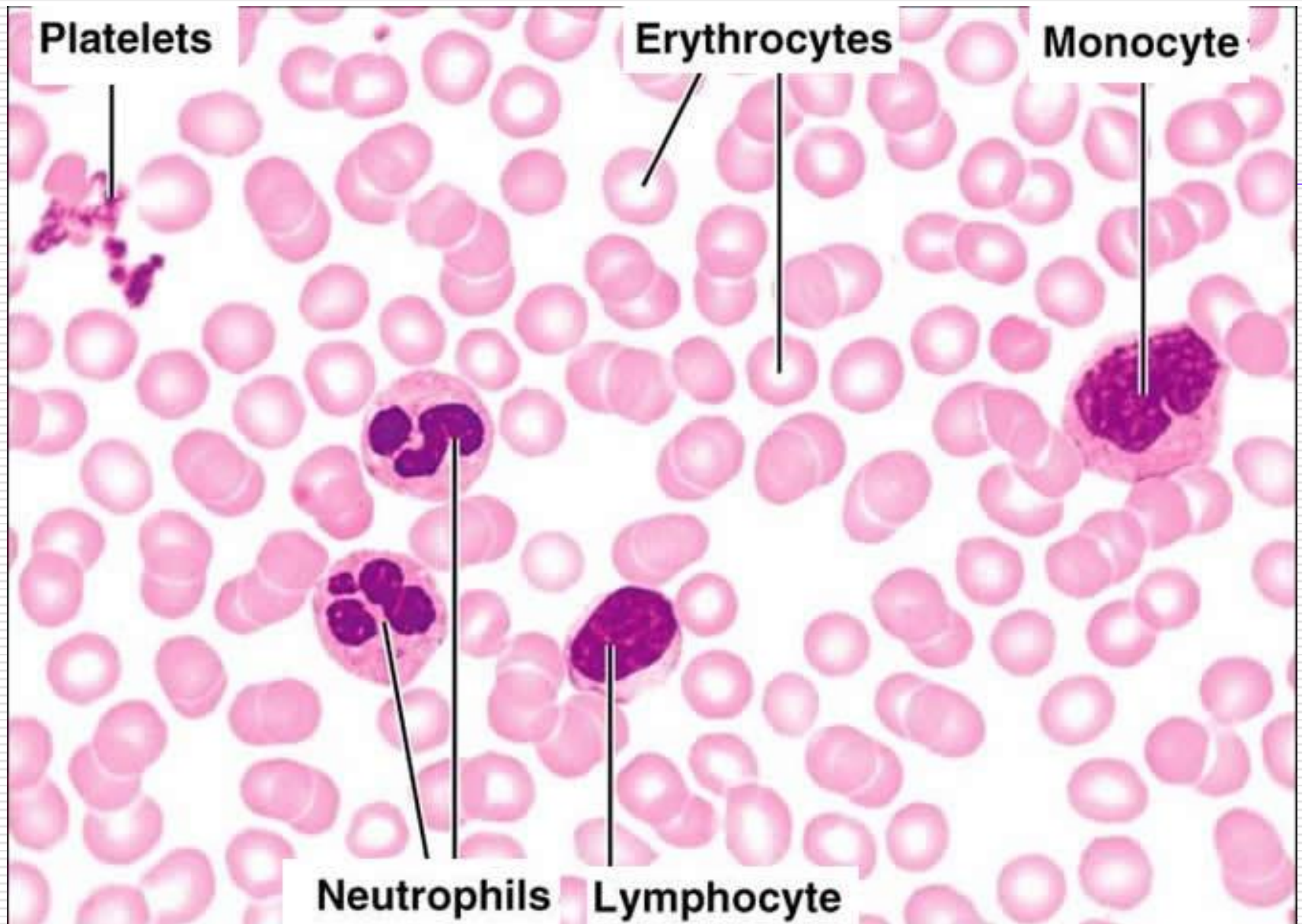
- ❑ Regulate blood osmotic pressure (albumin)
- ❑ Transport nutrients and hormones.
- ❑ Protection against infection (γ -globulin)
- ❑ Formation of blood clot (fibrinogen)

Blood

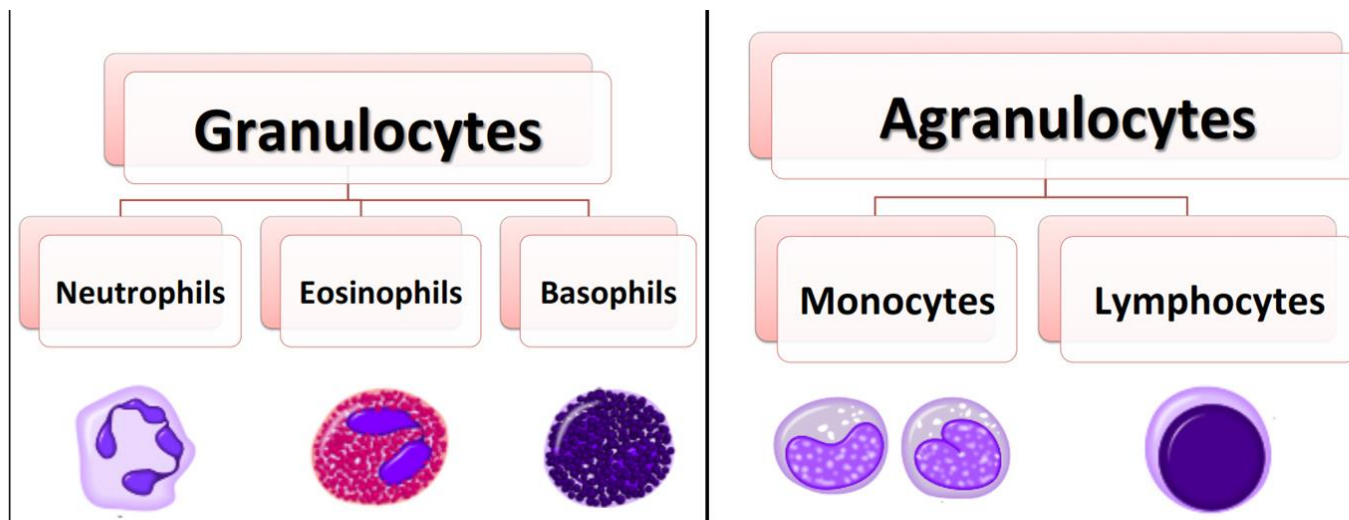
Physical Characteristics and Volume

- slightly basic ($\text{pH} = 7.35\text{--}7.45$)
- Normal blood volume in males is 5–6 liters, and 4–5 liters for females.





WBC



Dr. Banan R. Dabdoub

FORMED ELEMENTS

NAME AND APPEARANCE	NUMBER	CHARACTERSTICS*	FUNCTIONS
Red Blood Cells(RBCs) or Erythrocytes 	4.8 million/ μL in females 4.5 million/ μL in males	7-8 μm diameter, biconcave discs, without nuclei; live for about 120 days.	Hemoglobin within RBCs transports most of the oxygen and part of carbon dioxide in the blood.
White Blood Cells(WBCs) or Leukocytes	5000-10,000/ μL	Most live for a few hours to a few days. Some called T and B memory cells can live for many years.	Combat pathogen and other foreign substances that enter the body.
Granular Leukocytes Neutrophils 	60%-70% of all WBCs	10-12 μm diameter; nucleus has 2-5 lobes connected by thin strands of chromatin; cytoplasm has very fine, pale, lilac granules.	Phagocytosis. Destruction of bacteria with lysozymes, defensins and strong oxidants, such as superoxide anion, hydrogen peroxide, and hypochlorite anion.

*Colors are those seen using Wright's stain

Neutrophil Functions

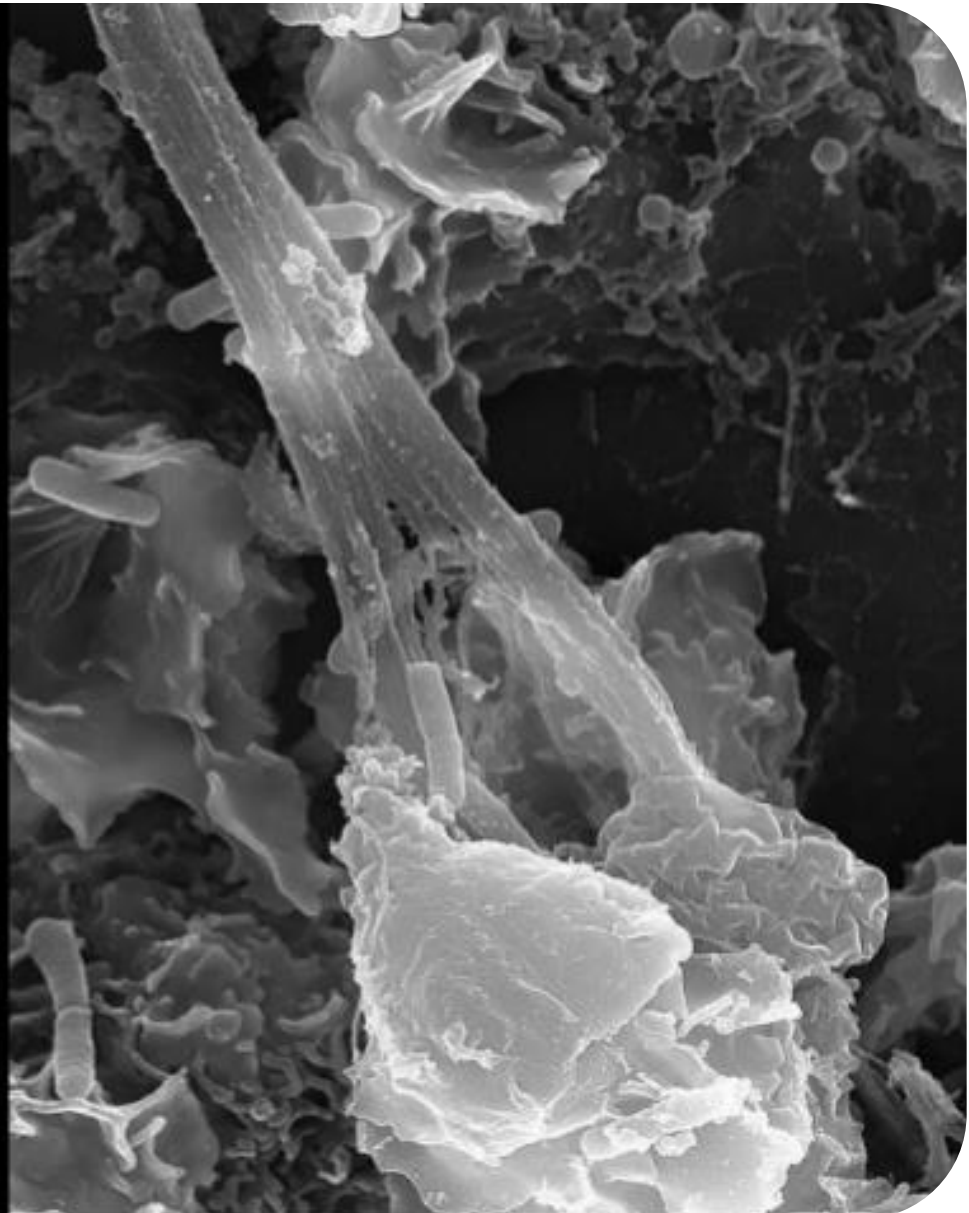
Fastest response
& emigration to
bacteria

Phagocytosis

Secrete
lysozymes

Contain **strong**
oxidants: O_2^- , H_2O_2 ,
 OCI^-

Contain
defensins



defensins
Contain

Eosinophils 	2-4% of all WBCs	10-12μm diameter; nucleus usually has 2 lobes connected by a thick strand of chromatin; large, red-orange granules fill the cytoplasm.	Eliminates parasites, such as worms which are too big to be phagocytosed; phagocytes antigen-antibody complexes & combat the effects of histamine in allergic reactions
Basophils 	0.5-1% of all WBCs	8-10μm diameter; nucleus has 2 lobes; large cytoplasmic granules appear deep blue-purple.	Liberate heparin, histamine and serotonin in allergic reactions that intensify the overall inflammatory response.
Agranular Leukocytes Lymphocytes (T cells, B cells & natural killer cells) 	20-25% of all WBCs	Small lymphocytes are 6-9μm in diameter; large lymphocytes are 10-14μm in diameter; nucleus is round or slightly indented; cytoplasm forms a rim around the nucleus that looks sky blue; the larger the cell, the more cytoplasm is visible.	Medium immune response, including antigen-antibody reactions. B cells develop into plasma cells, which secrete antibodies, T cells attack invading viruses, cancer cells, and transplanted tissue cells. Natural killer cells attach a wide variety of infectious microbes and certain spontaneously arising tumor cells.

Monocytes



3-8% of all WBCs

12-20 μ m diameter; nucleus is kidney shaped or horseshoe shaped. Cytoplasm is blue-grey and has foamy appearance.

Acts on the hypothalamus, causing the rise in body temperature with microbial infections; stimulates the production of some globulins by the liver; enhances the production of activated T-lymphocytes; Phagocytosis

Platelets(Thrombocytes)



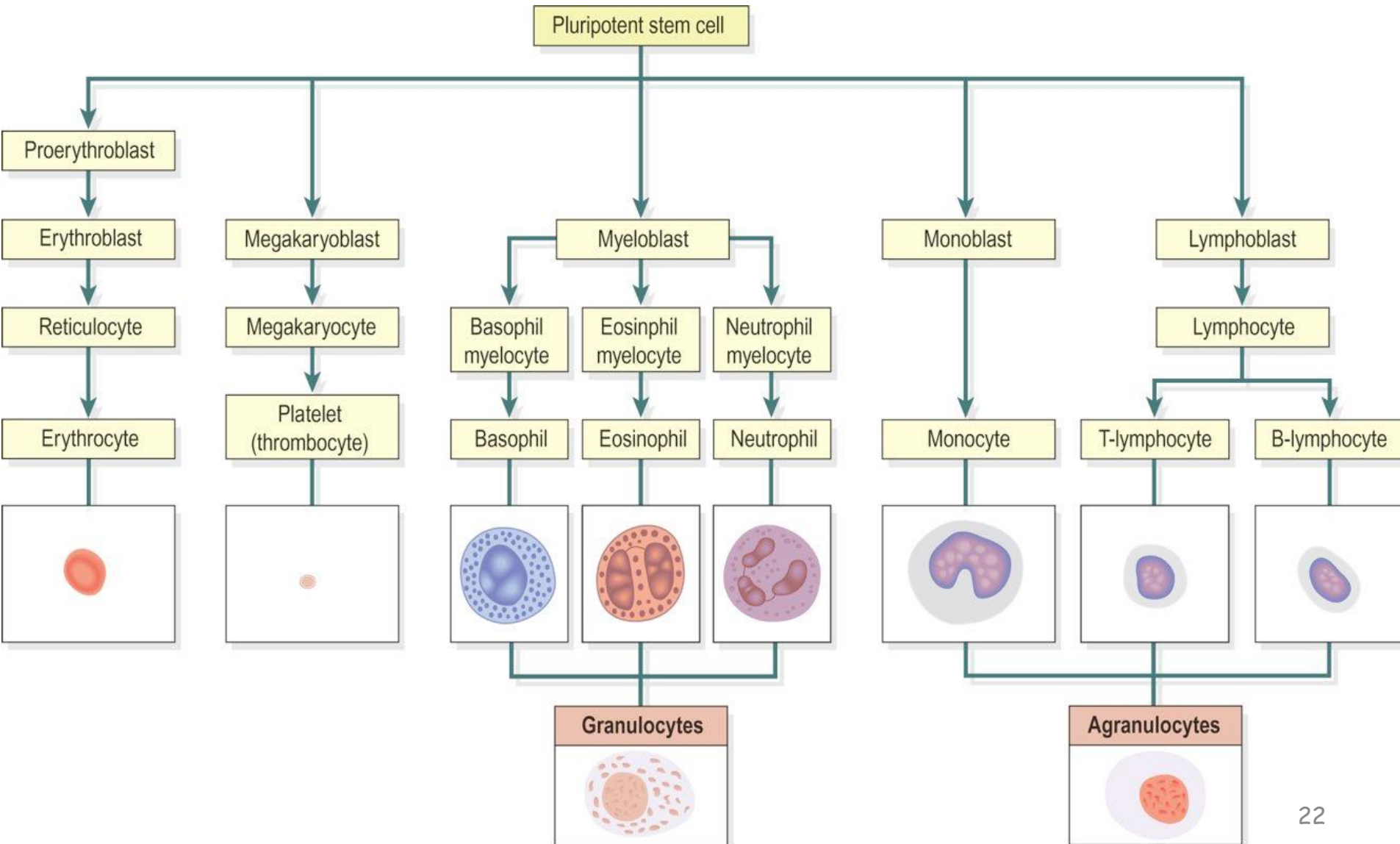
150,000-400,000/ μ L

2-3 μ m diameter cell fragments that live for 5-9 days; contains many vesicles but no nucleus.

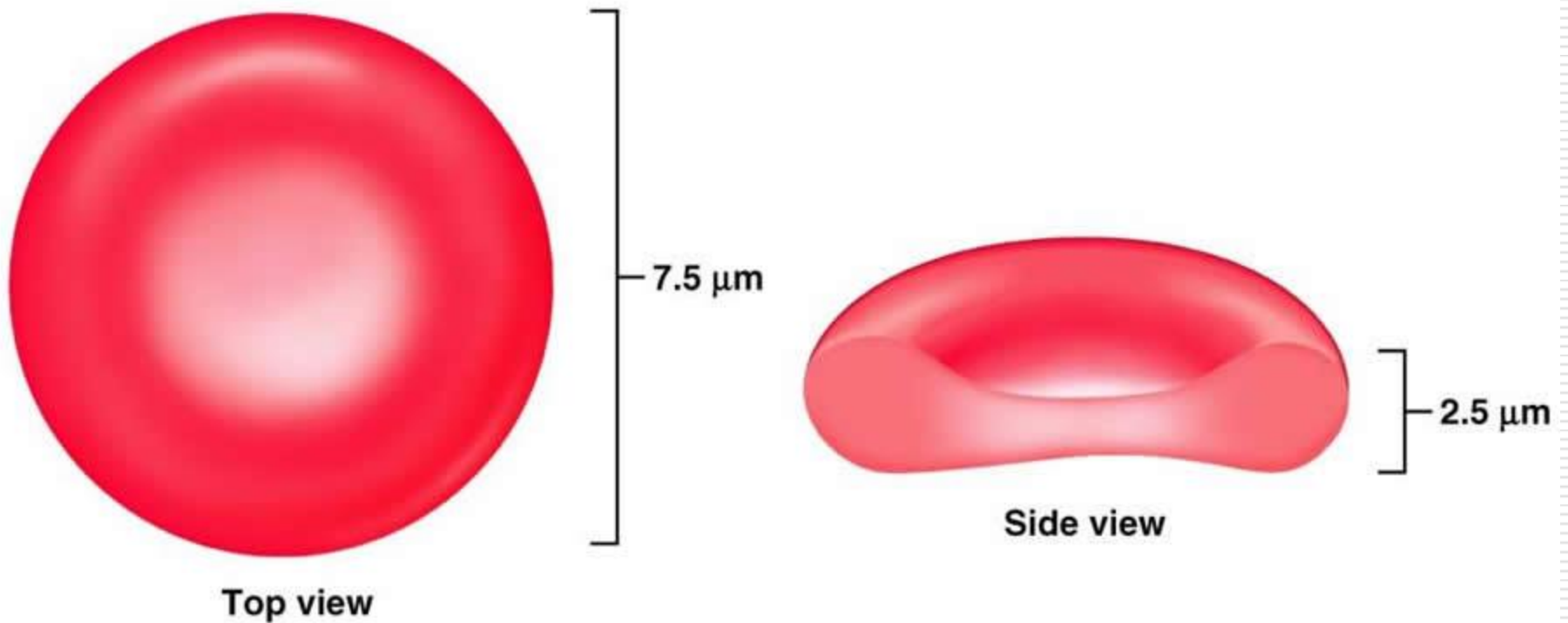
Form platelet plug in homeostasis; release chemicals that promote vascular spasm and blood clotting.

Haemopoiesis: Stages in the development of blood cells

Dr. Banan R. Dabdoub

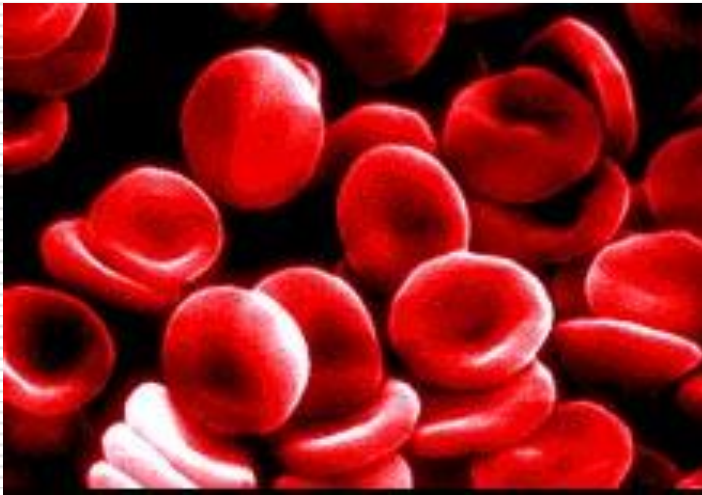


Erythrocytes



Red blood cells

1) Flattened & biconcave shape



increases the surface area so more oxygen can be carried

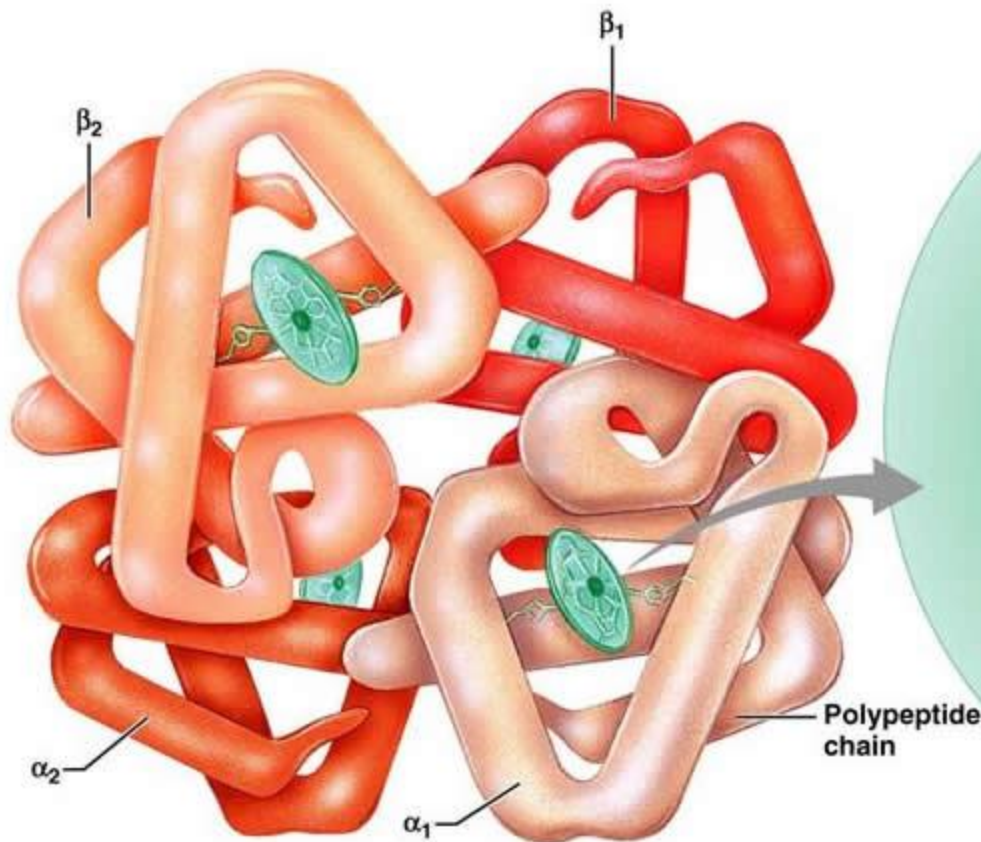
2) no nucleus & mitochondria
→ extra space inside

3) contain haemoglobin
→ the oxygen carrying molecule

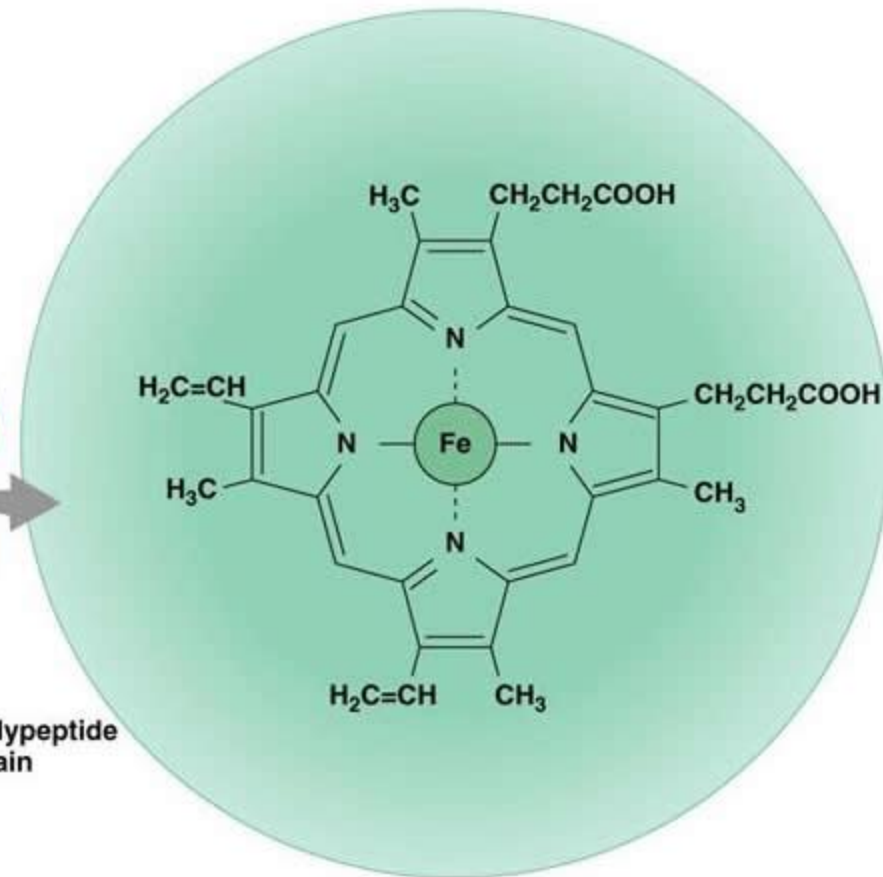
4) Count: 5-6 millions per mm³

Hemoglobin

Dr. Banan R. Dabdoub



(a) Hemoglobin



(b) Iron-containing heme group

Red Blood Cells

- Red blood cell production

In the embryo and fetus, red blood cell production occurs in the yolk sac, liver, and spleen; after birth, it occurs in the red bone marrow.

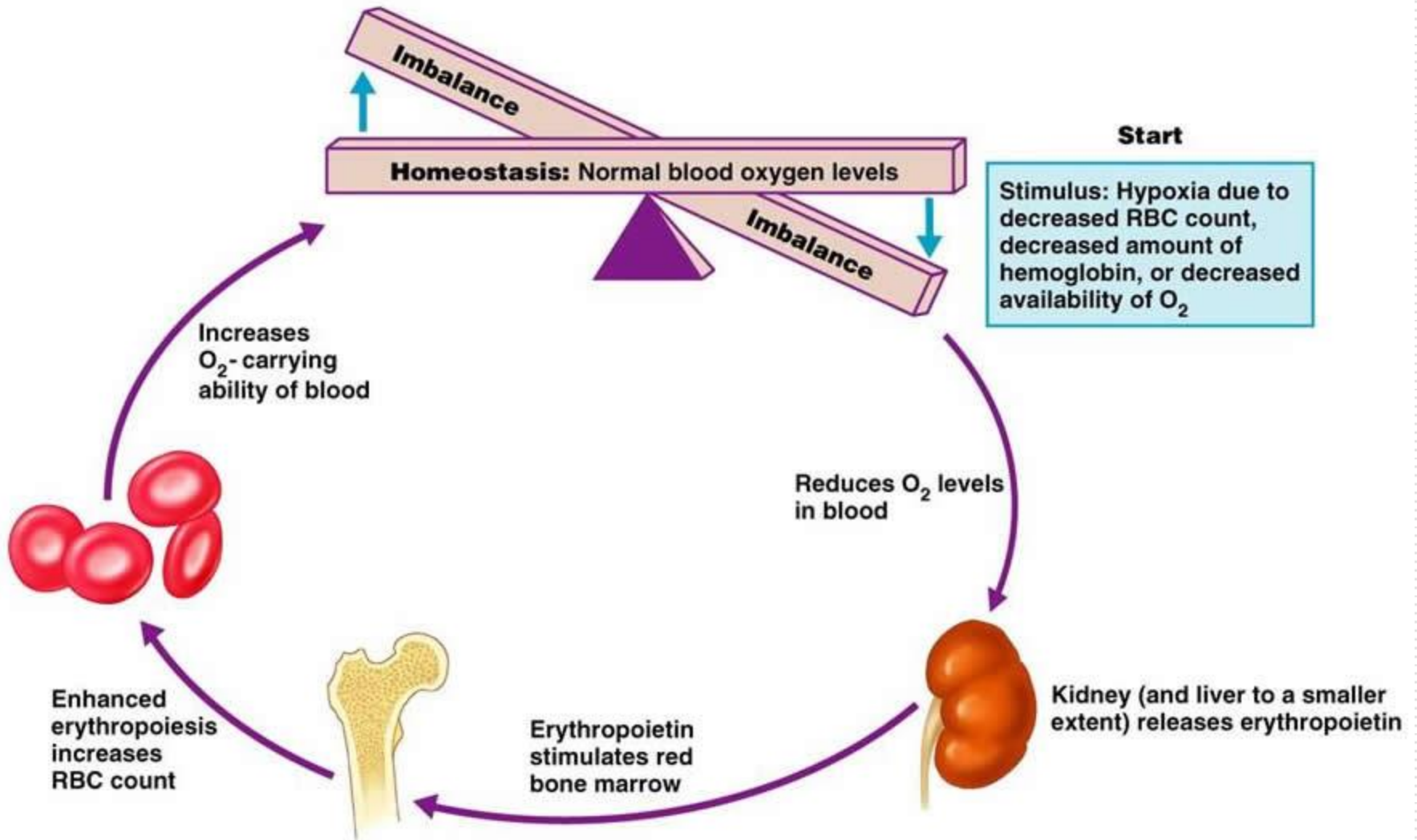
The average life span of a red blood cell is 120 days.

Erythrocyte Production

The total number of red blood cells remains relatively constant.. Why??
due to a negative feedback mechanism utilizing the hormone erythropoietin, which is released from the kidneys and liver in response to the detection of low oxygen levels.

Any thing else????

Erythrocyte Production



Erythrocyte Production

□ Any thing else????

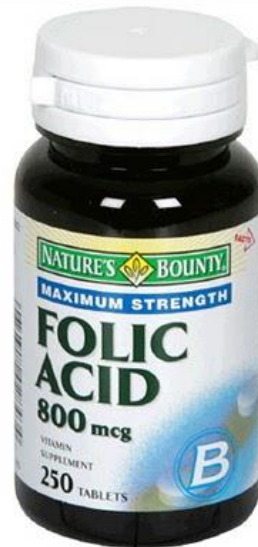


Erythrocyte Production

Vit B 9(Folic acid)
Vitamins B₁₂,
Iron (Fe)
are needed for
RBCs production

Iron

The best source of iron is lean red meat. Iron can also be found in chicken, turkey, eggs, and cereals.



Vitamin B₉ Folate

Food sources of folate include beans and legumes, citrus fruits and juices, whole grains, dark green leafy vegetables, poultry, pork, shellfish and liver



ADAM

Vitamin B₁₂

Food sources of vitamin B12:

Eggs, meat, poultry, shellfish, milk and milk products



Red Blood Cells

- **Red blood cell destruction**

With age, red blood cells become increasingly fragile and are damaged by passing through narrow capillaries.

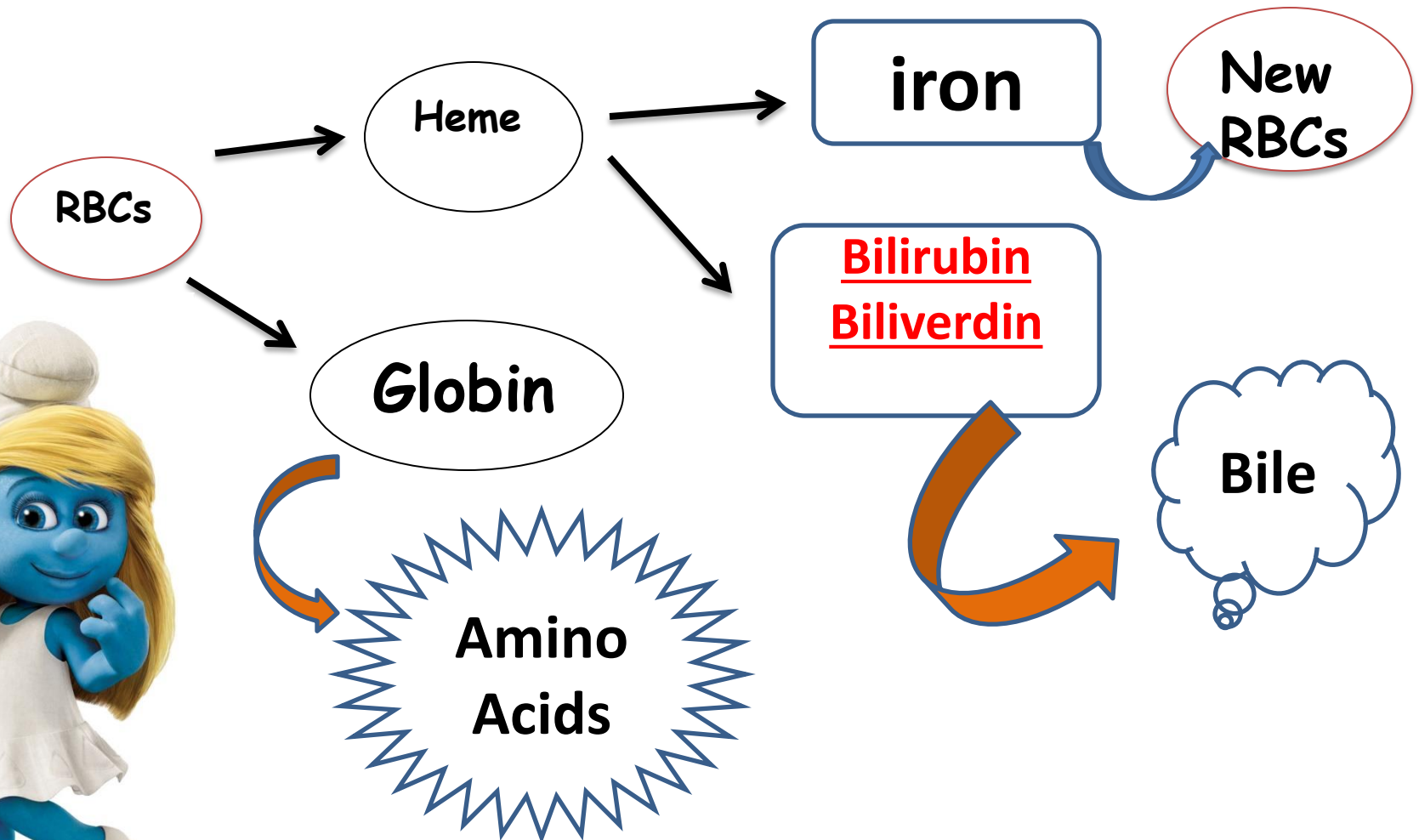
Macrophages in the liver and spleen phagocytize damaged red blood cells.

Red Blood Cells

Hemoglobin from the decomposed red blood cells is converted into **heme** and **globin**.

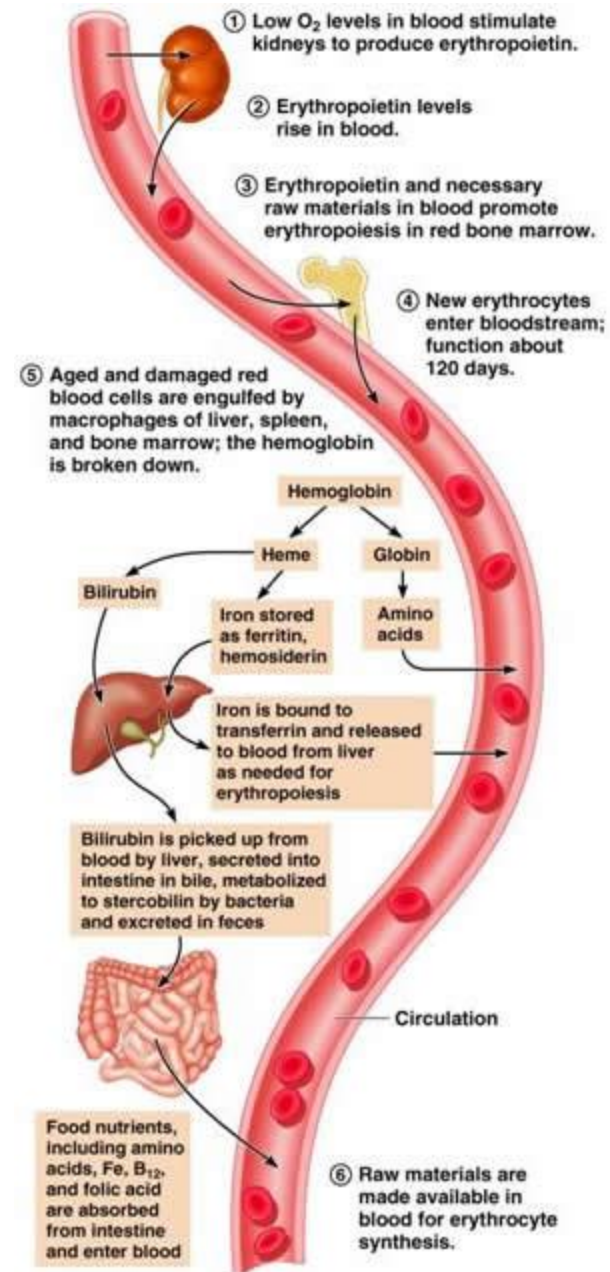
Heme is decomposed into **iron**, which is stored or recycled, and **biliverdin** and **bilirubin**, which are excreted in bile.

Fate of RBCs



“Every new day
is a chance
to change
your life.”

Dr. Banan R. Dabdoub





It's the
The Big Quiz

IQ:29⁵³  Stage 3/25 

Which room is the safest?

- 1> A 300°C burning room.
- 2> A room full of deadly poisonous snakes.
- 3> A room with lions that haven't eaten in 3 year
- 4> An empty room with no air.

IQ:29²³  Stage 3/25 

Tap to continue.

- 3> A room with lions that haven't eaten in 3 year

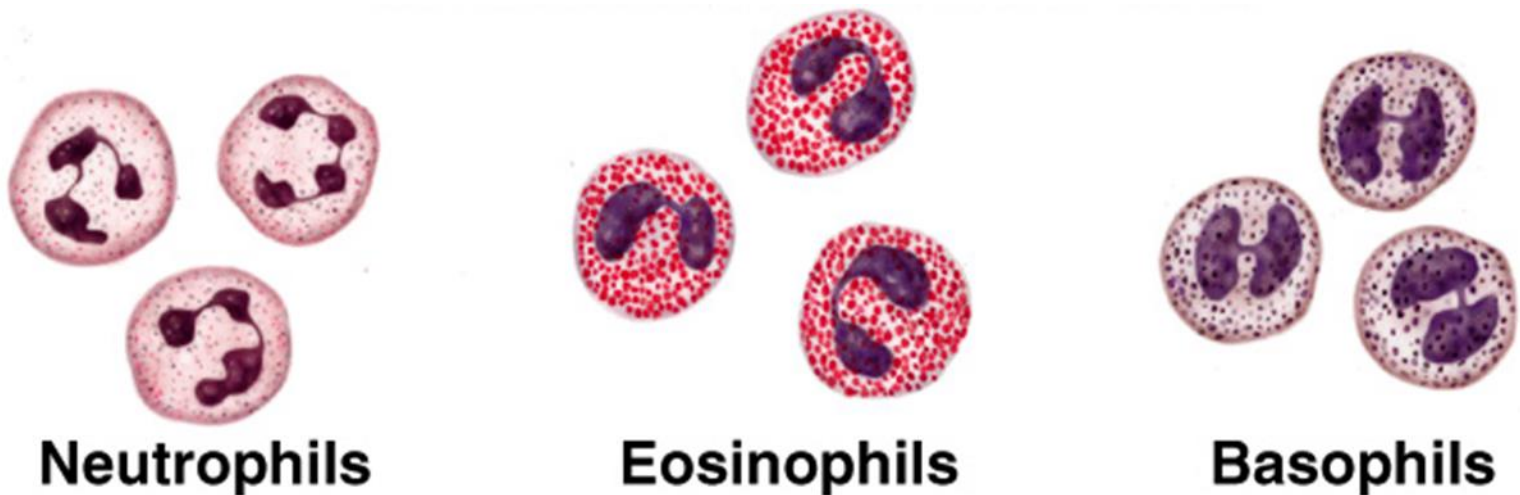
Because the lions will be starved to death by now.



Leukocytes

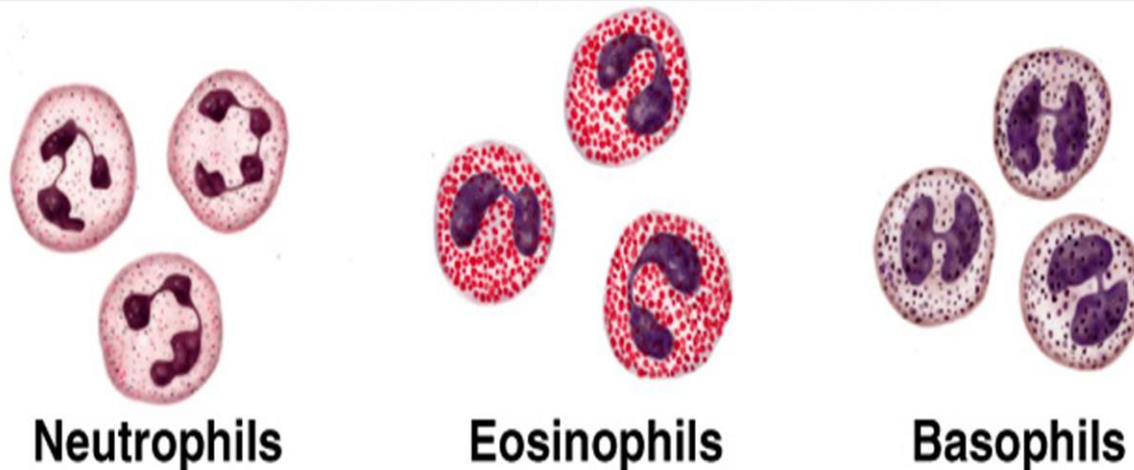
Dr. Banan R. Dabdoub

- Complete cells with nucleus & mitochondria
- Make up less than 1% of total blood volume
- Important for defense against disease.

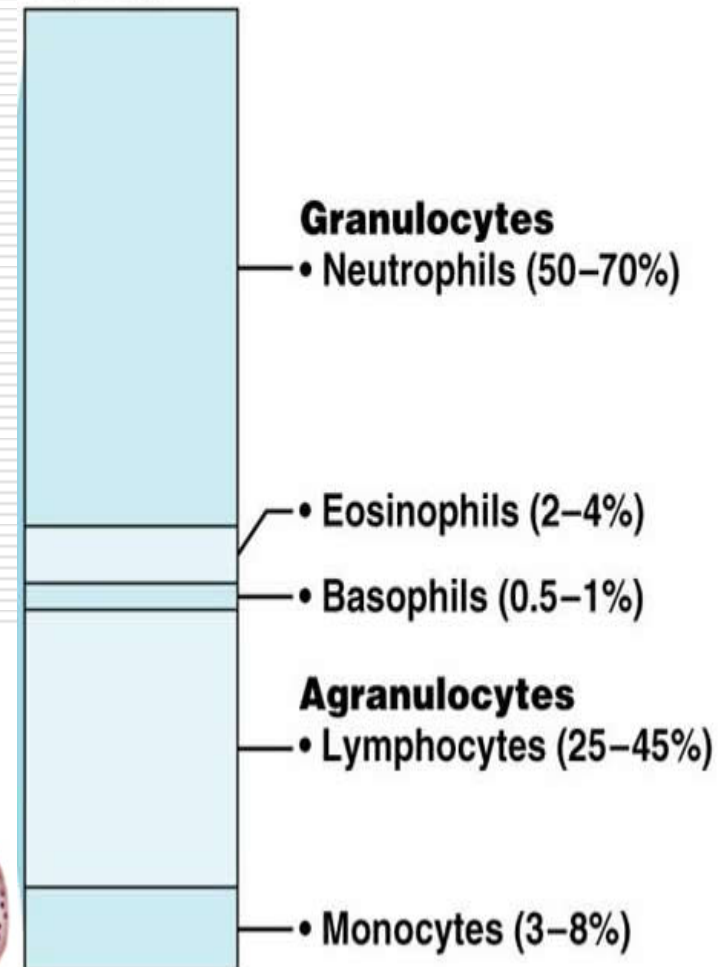


Granulocytes

- Main group of leukocytes
- Large cells with lobed nuclei.
- Cytoplasm contains visibly staining granules.
- All are phagocytic.



Differential WBC count
(All total 4800–10,800/ μ l)



Granulocytes

☐ **Neutrophils**

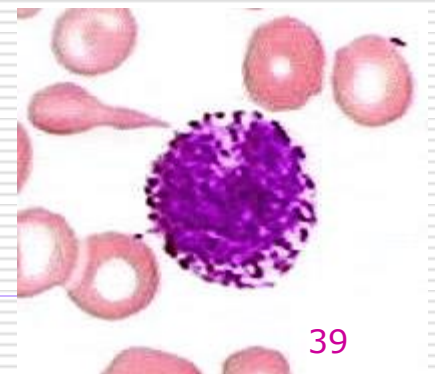
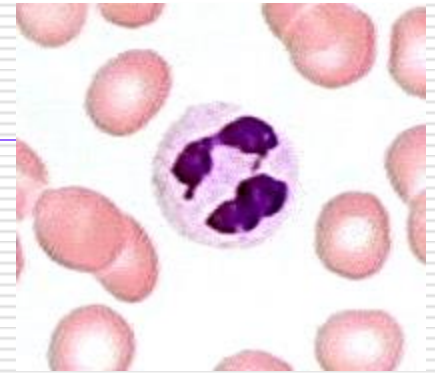
- The most numerous type of leukocyte.
- They are chemically attracted to sites of inflammation (chemotaxis)
- They are active phagocytes.

☐ b. **Eosinophils**

- relatively few
- attack parasitic worms.

☐ c. **Basophils**

- the least numerous leukocyte
- Release histamine to promote inflammation.



Agranulocytes

- The main group of lymphocytes without staining granules

- **Lymphocytes**

- **T lymphocytes**

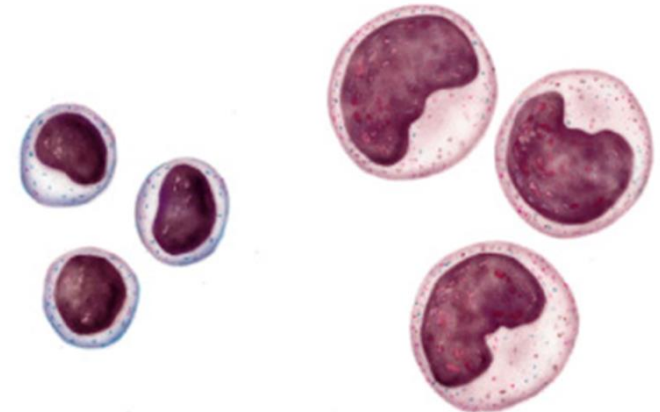
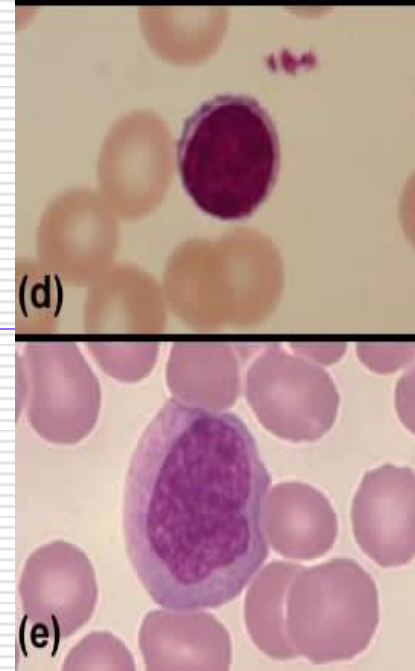
- directly attack viral-infected and tumor cells

- **B lymphocytes**

- produce antibody cells.

- **Monocytes**

- become macrophages
 - activate T lymphocytes.



Lymphocytes

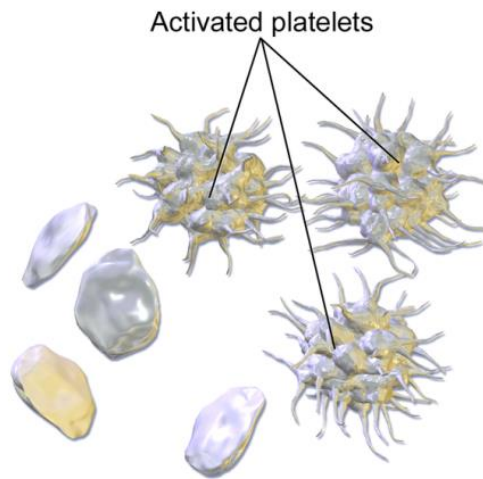
Monocytes

Platelets (thrombocytes)

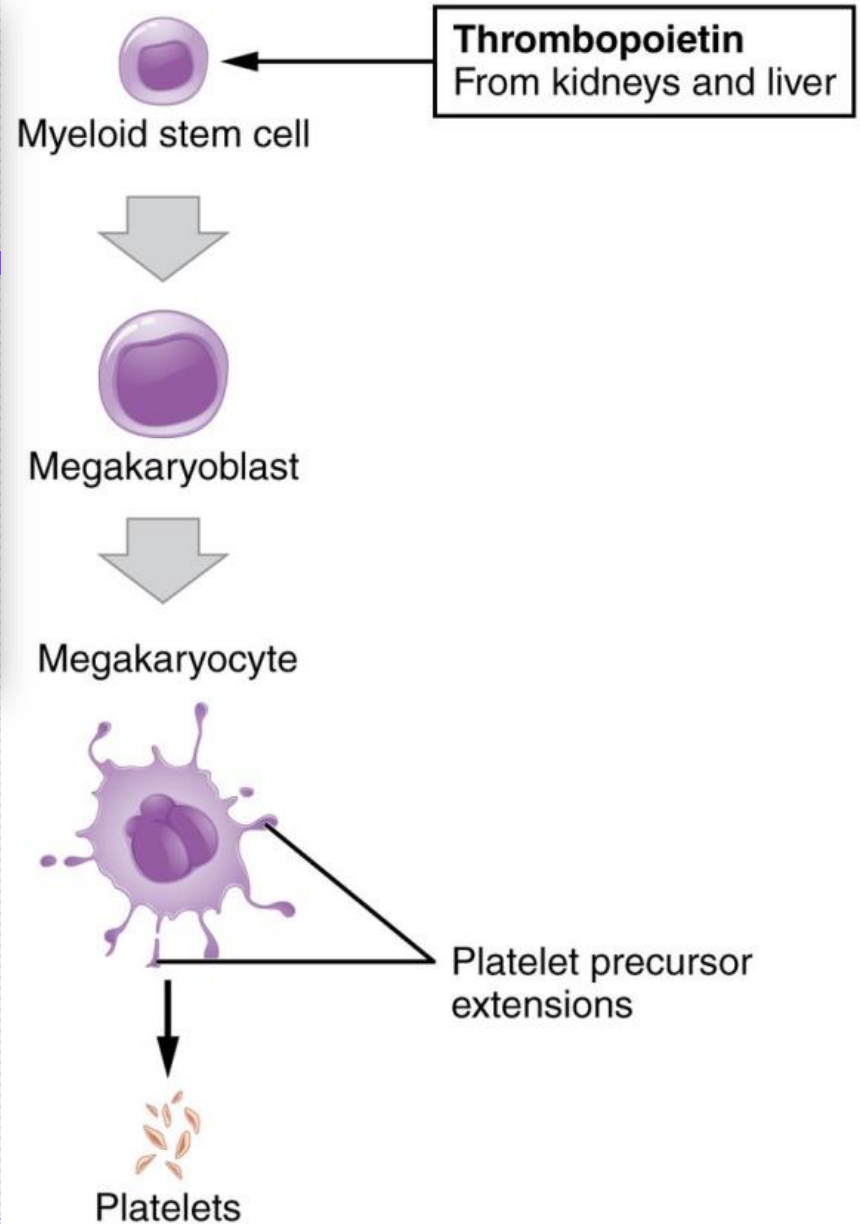
- ❑ The smallest of formed elements
- ❑ lack nucleus
- ❑ Are fragments of **megakaryocytes**; amoeboid
- ❑ Constitute most of mass of blood clots
- ❑ Release **serotonin to vasoconstrict** & reduce blood flow to clot area
- ❑ Secrete **growth factors** to maintain integrity of blood vessel wall
- ❑ Survive 5-9 days



Platelets

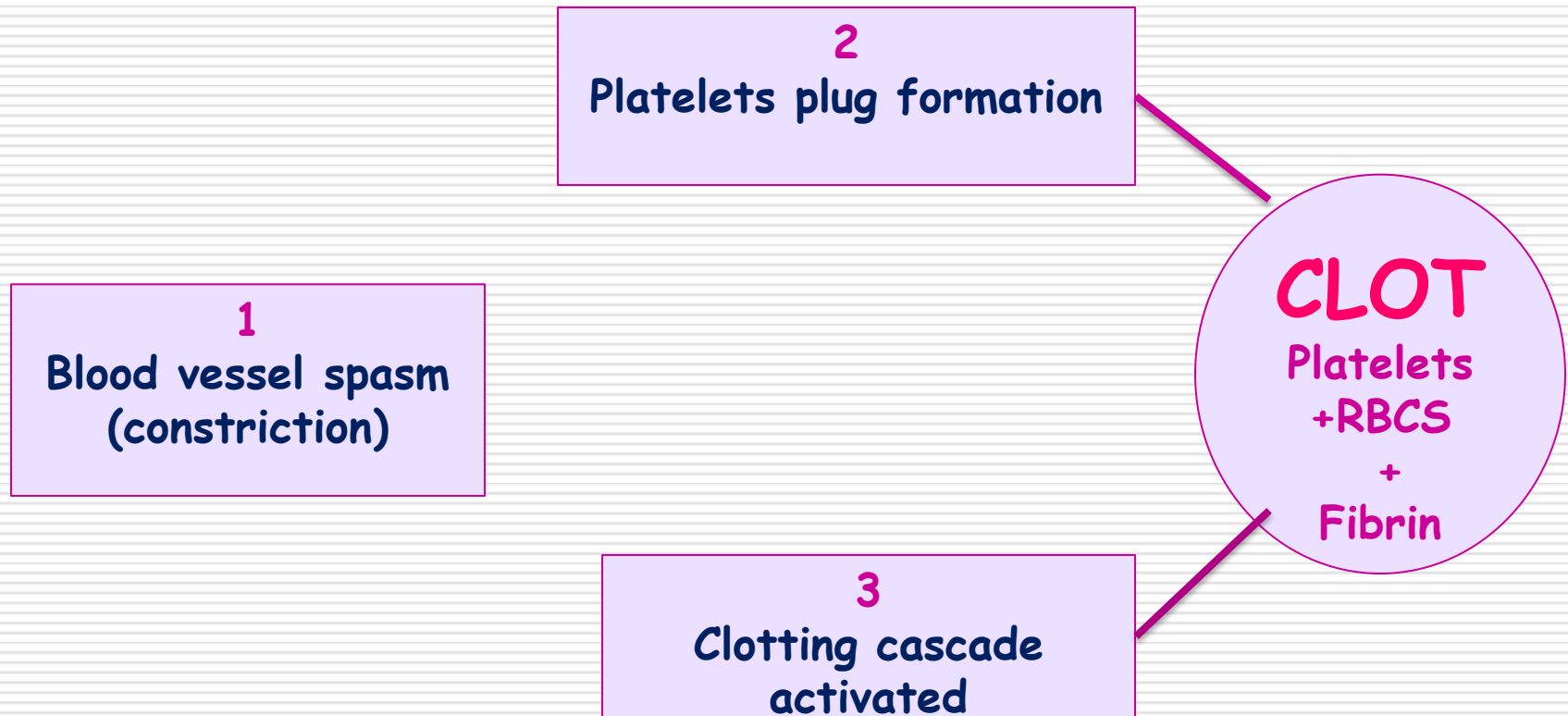
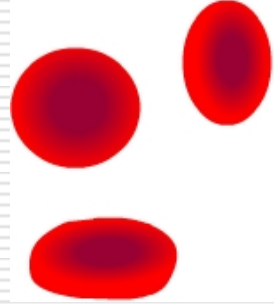


Platelets

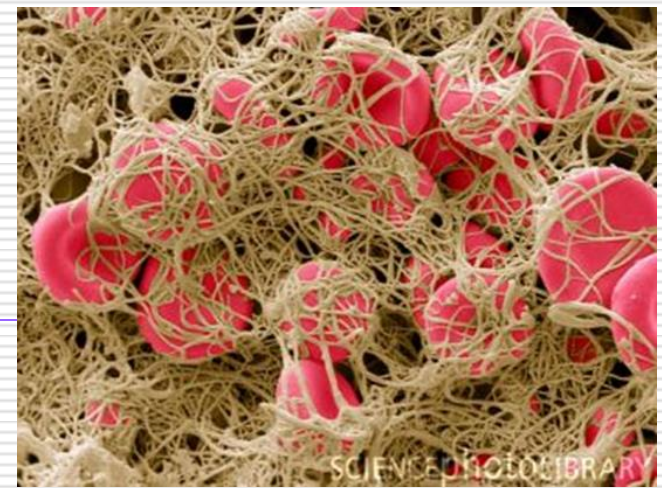


Haemostasis (stop bleeding)

Blood Clotting



Blood clotting



Prothrombin
Inactive enzyme



Thrombin
Active enzyme

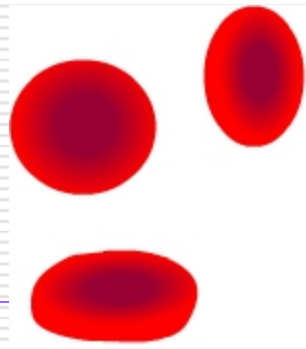


Fibrinogen
Soluble plasma
protein



Fibrin threads
Insoluble
Fibrous protein

CLOT
Platelets
+RBCS
+
Fibrin



Blood diseases

☐ Anemia

- **Decrease** in the number of RBCs or hemoglobin content (due to bleeding or Fe deficiency) **symptom**

☐ polycythemia

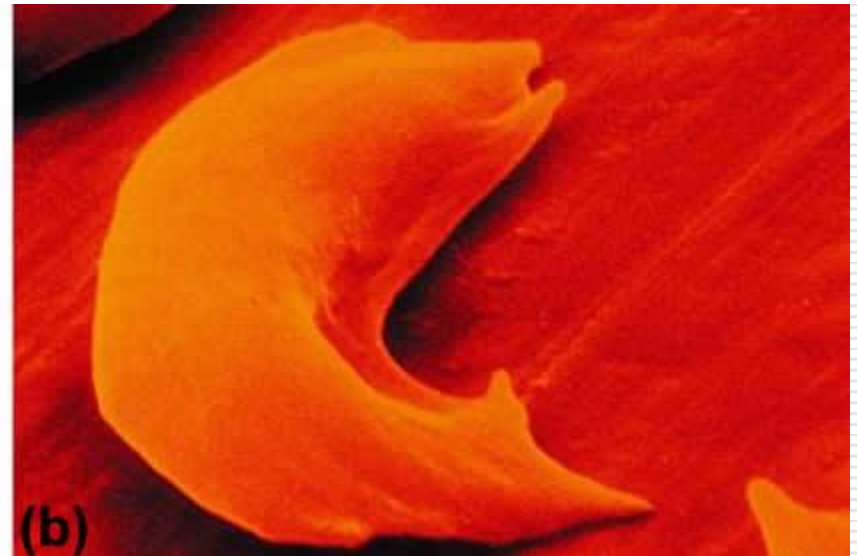
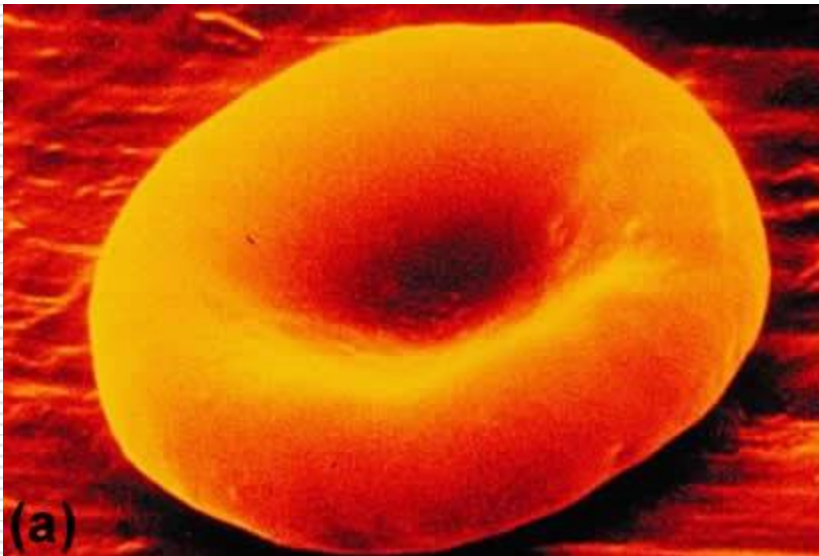
- **abnormal increase** in the number of RBCs in the blood (due to excess production of these cells by the bone marrow).

☐ Leukopenia

- **Decrease** in number of WBCs

☐ Leukemia

- **Abnormal increase** in the number of WBCs (due to bone marrow tumor) ... Blood Cancer

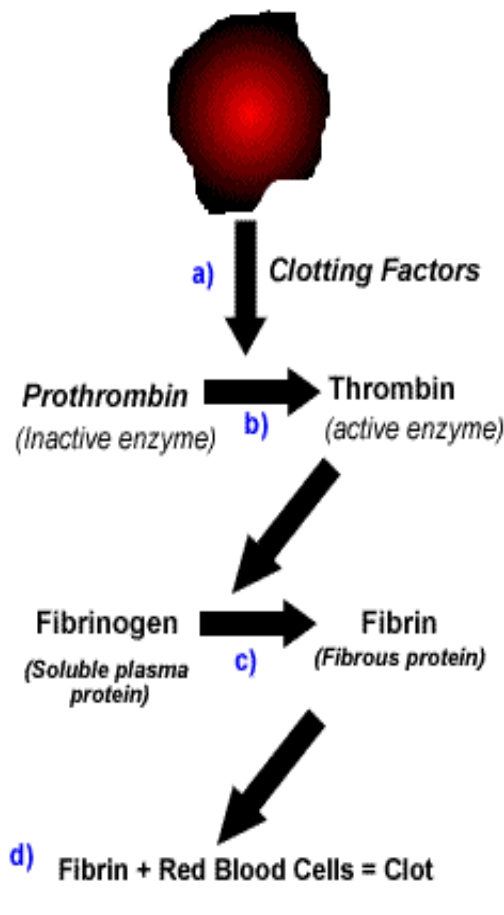


Sickle Cell Anemia

Clotting is the mechanism that prevents blood loss from broken blood vessels.

Dr. Banan R. Dabdoub

Mechanism



- **a)** Platelets or damaged cells release a group of proteins called clotting factors. These clotting factors are released into the plasma at a wound site.
- **b)** Clotting factors activate the enzyme **Thrombin** from its inactive form prothrombin
- **c)** Thrombin turns the soluble plasma protein **fibrinogen** into its insoluble fibrous form **Fibrin**.
- **d)** Fibrin binds together platelets and blood cells to form a solid 'plug' for the wound. This plug is called a **clot**.

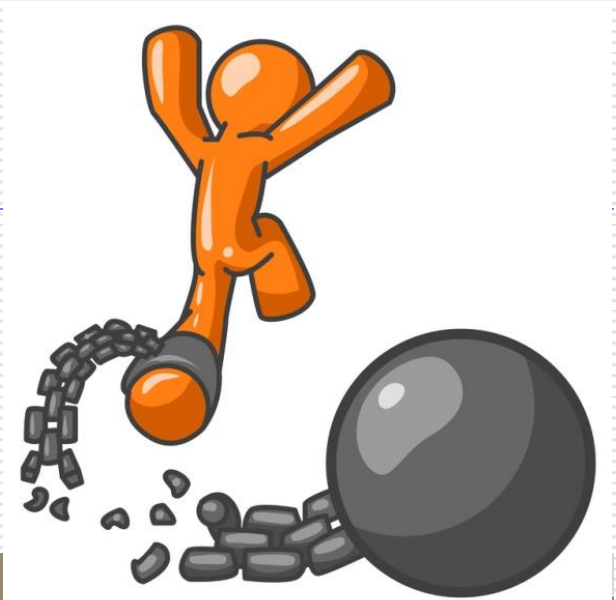
TABLE 17.2 Summary of Formed Elements of the Blood

CELL TYPE	ILLUSTRATION	DESCRIPTION*	CELLS/ μl (mm^3) OF BLOOD	DURATION OF DEVELOPMENT (D) AND LIFE SPAN (LS)	FUNCTION
Erythrocytes (red blood cells, RBCs)		Biconcave, anucleate disc; salmon-colored; diameter 7–8 μm	4–6 million	D: about 15 days LS: 100–120 days	Transport oxygen and carbon dioxide
Leukocytes (white blood cells, WBCs)		Spherical, nucleated cells	4800–10,800		
Granulocytes					
▪ Neutrophil		Nucleus multilobed; inconspicuous cytoplasmic granules; diameter 10–12 μm	3000–7000	D: about 14 days LS: 6 hours to a few days	Phagocytize bacteria
▪ Eosinophil		Nucleus bilobed; red cytoplasmic granules; diameter 10–14 μm	100–400	D: about 14 days LS: about 5 days	Kill parasitic worms; destroy antigen-antibody complexes; inactivate some inflammatory chemicals of allergy
▪ Basophil		Nucleus lobed; large purplish-black cytoplasmic granules; diameter 10–14 μm	20–50	D: 1–7 days LS: a few hours to a few days	Release histamine and other mediators of inflammation; contain heparin, an anticoagulant
Agranulocytes					
▪ Lymphocyte		Nucleus spherical or indented; pale blue cytoplasm; diameter 5–17 μm	1500–3000	D: days to weeks LS: hours to years	Mount immune response by direct cell attack or via antibodies
▪ Monocyte		Nucleus U or kidney shaped; gray-blue cytoplasm; diameter 14–24 μm	100–700	D: 2–3 days LS: months	Phagocytosis; develop into macrophages in the tissues
Platelets		Discoid cytoplasmic fragments containing granules; stain deep purple; diameter 2–4 μm	150,000–400,000	D: 4–5 days LS: 5–10 days	Seal small tears in blood vessels; instrumental in blood clotting

*Appearance when stained with Wright's stain.

Dr. Banan R. Dabdoub

thank you for your
listening



this is :(

...THE END...

Endocrinology



EAST TENNESSEE
Children's
Hospital

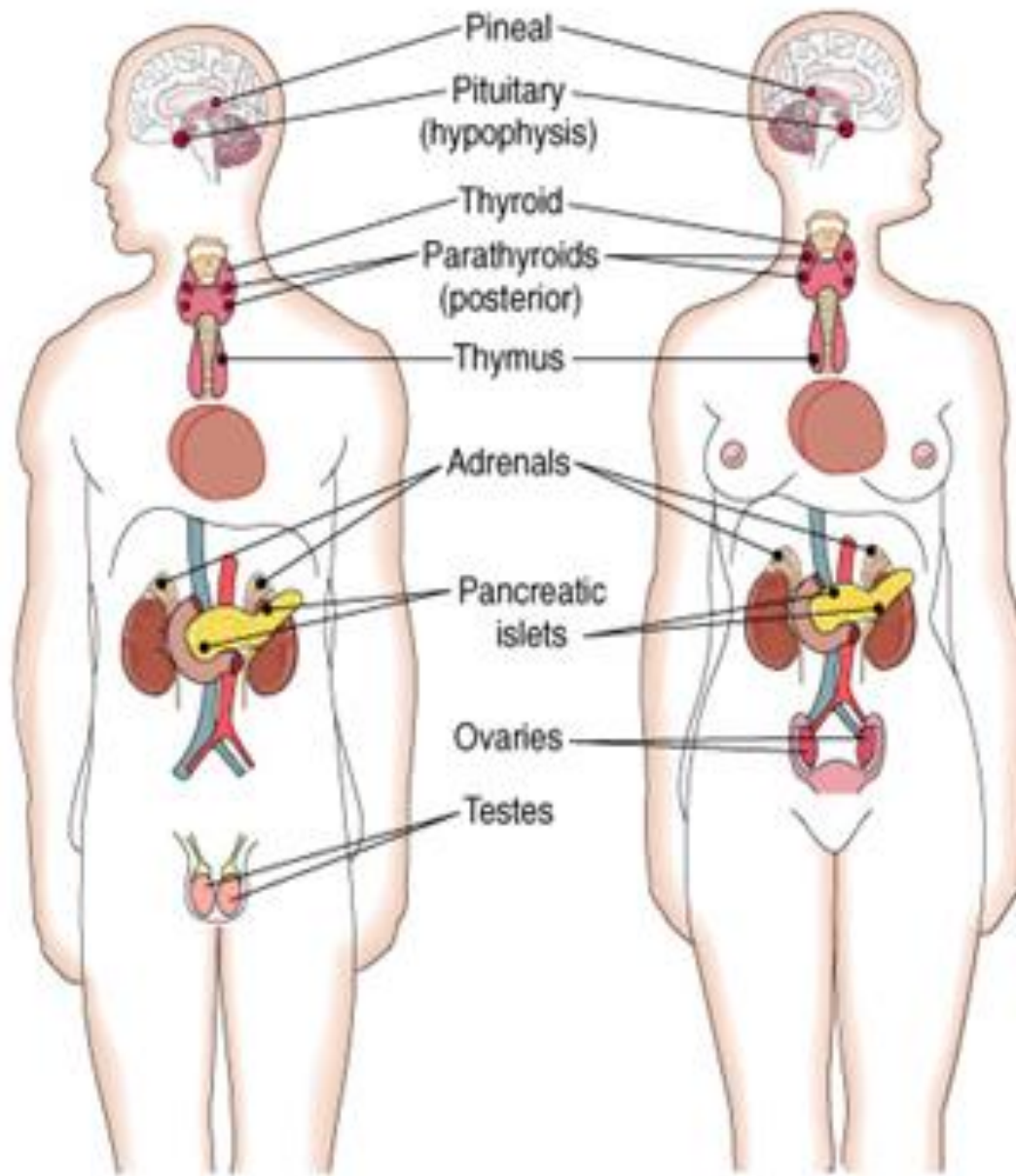
Hospital
Children's
EAST TENNESSEE



The Endocrine System

Dr. Banan R. Dabdoub

Animal physiology



The endocrine glands.



Function of Endocrine system

- Control the internal environment by regulating its chemical composition and volume.
- Respond to changes in the environmental conditions to help the body cope with emergency demands such as infection, trauma, emotional stress, dehydration, starvation, hemorrhage, and temperature extremes.
- Integration of growth and development.
- Contribute to the basic processes of reproduction.
- Help regulate organic metabolism and energy balance.



hormone

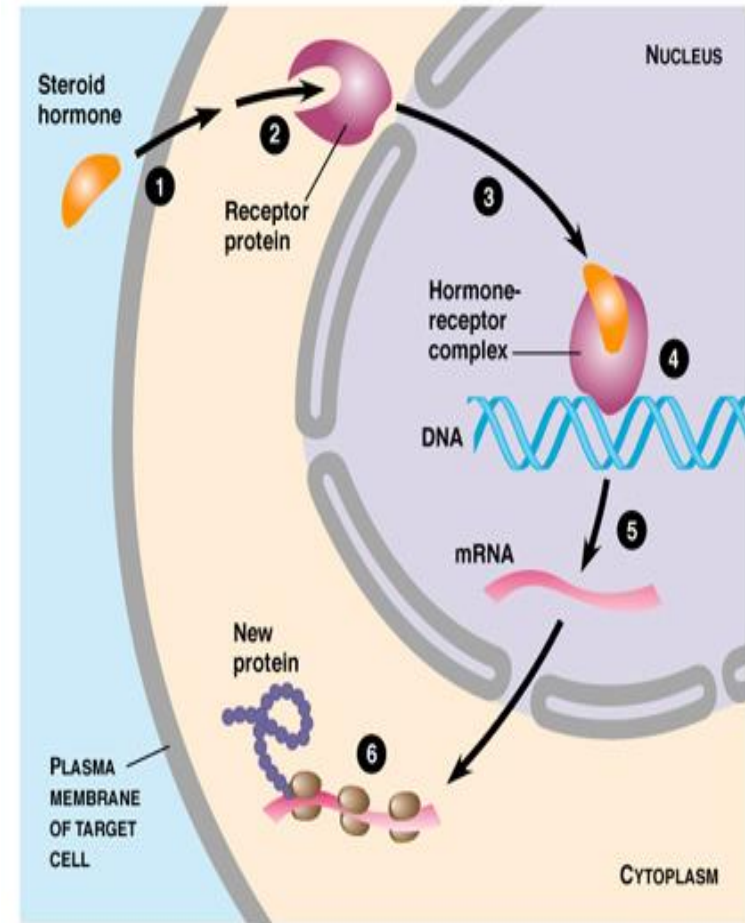
- A **hormone** is a chemical released by a cell or a gland in one part of the body and affect cells in other parts of the organism
- Controls the processes involved in body activities and physiological equilibrium
- Secretion of most hormones is regulated by a negative feedback system



Chemical Classification of Hormones

- **Steroid Hormones:**

- Lipid soluble
- Diffuse through cell membranes
- Receptors are found in the cell's cytoplasm or in its nucleus
- Endocrine organs
 - Adrenal cortex
 - Ovaries
 - Testes
 - Placenta

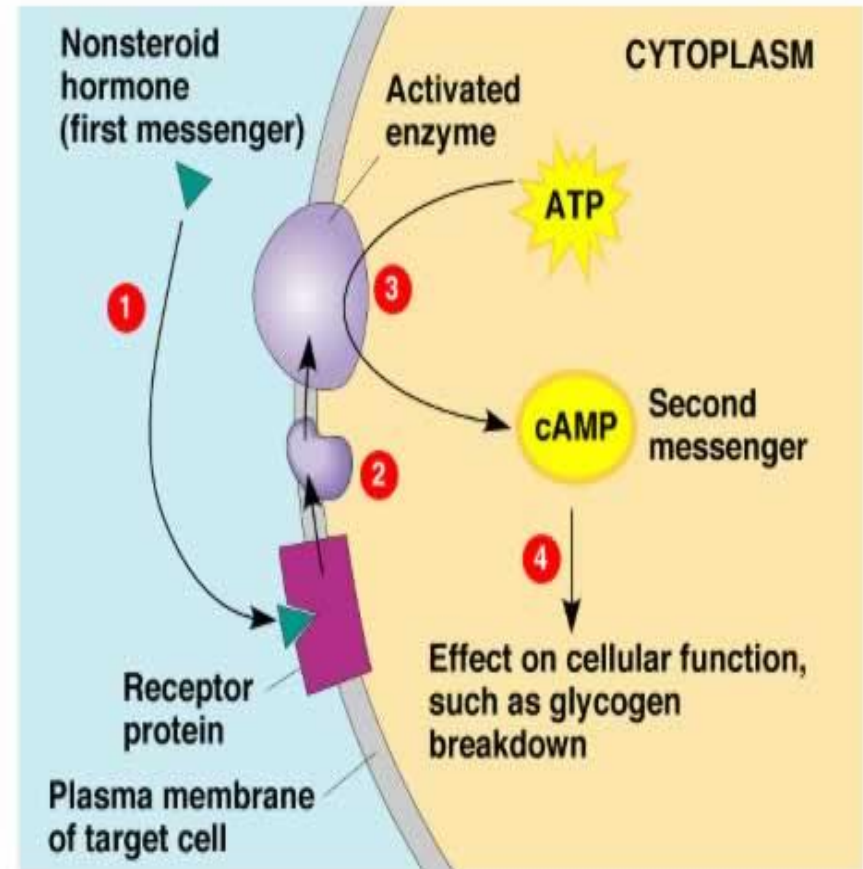


©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Chemical Classification of Hormones

- **Nonsteroid Hormones:**

- Not lipid soluble
- Received by receptors external to the cell membrane
- Endocrine organs
 - Thyroid gland
 - Parathyroid gland
 - Adrenal medulla
 - Pituitary gland
 - Pancreas



©Addison Wesley Longman, Inc.

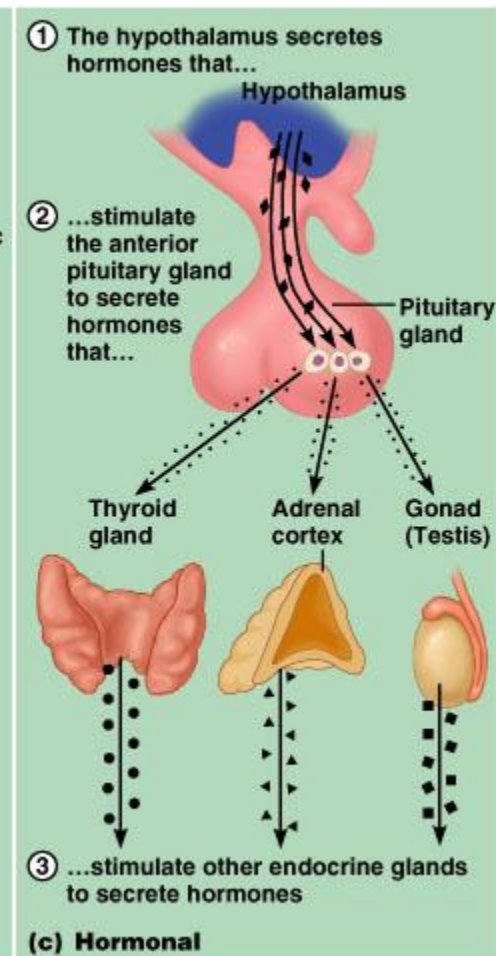
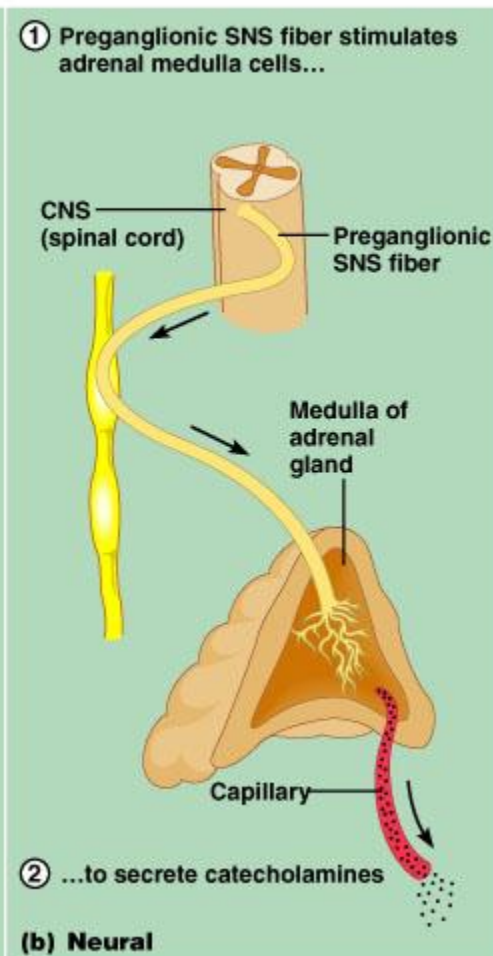
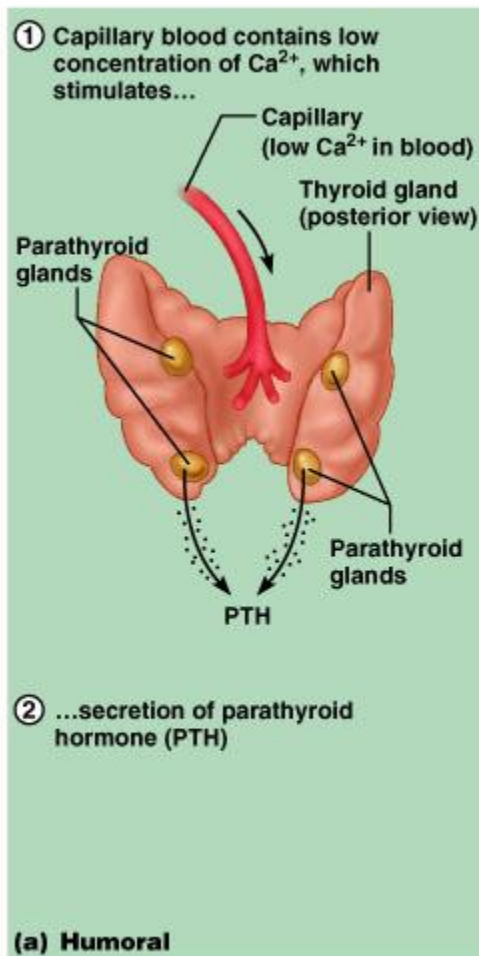
Nonsteroid Hormones

- **Derived from one amino acid**
 - Thyroid hormones
- **Peptides**
 - Antidiuretic hormones
- **Proteins**
 - Growth hormone



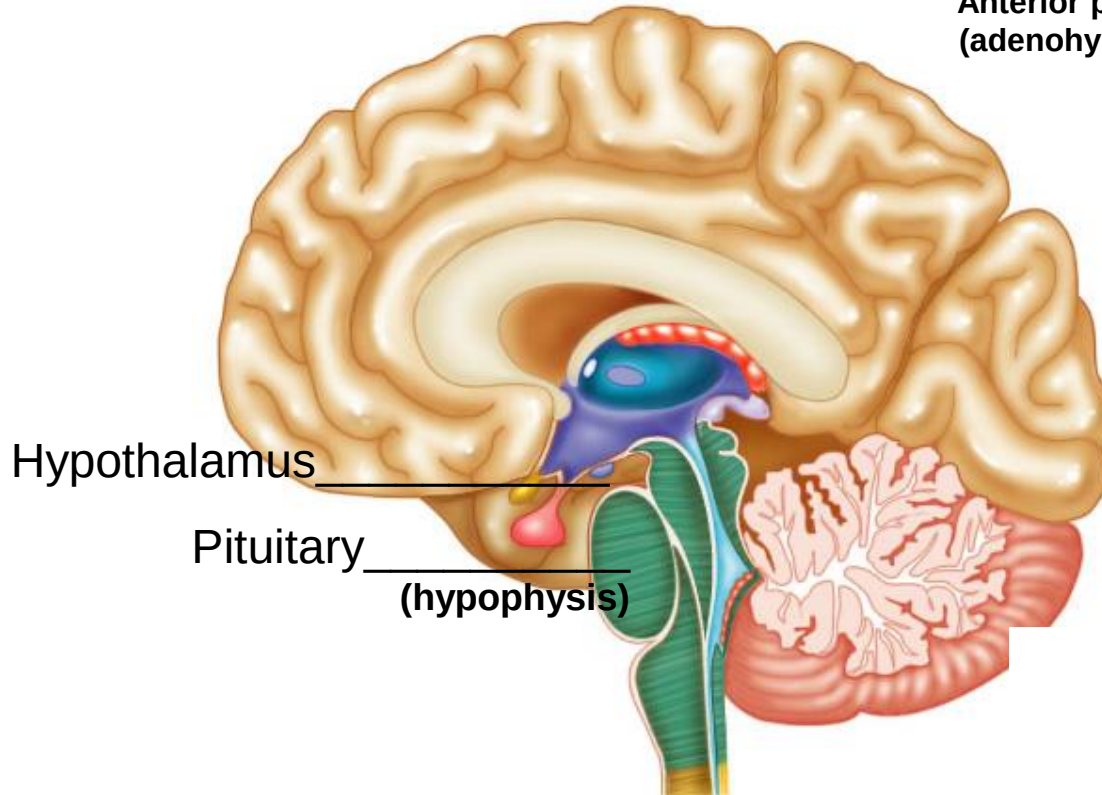
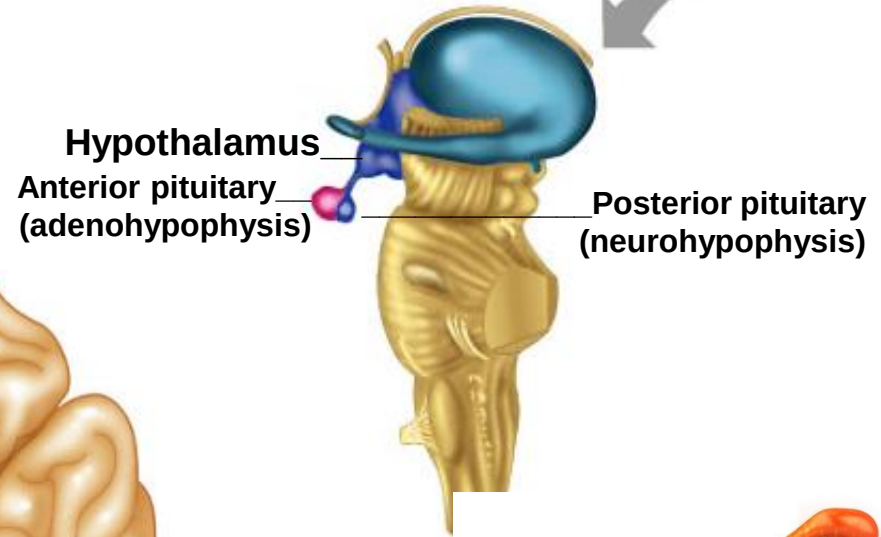
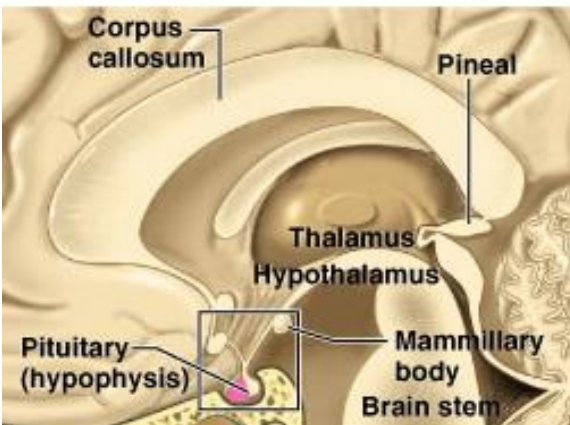
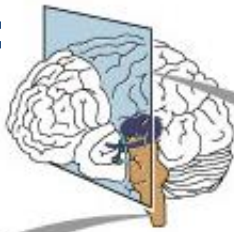
Mechanisms of hormone release

- (a) **Humoral**: in response to changing levels of ions or nutrients in the blood
- (b) **Neural**: stimulation by nerves
- (c) **Hormonal**: stimulation received from other hormones



Learn the 3 endocrine organs on this slide:

Hypothalamus
Pituitary (hypophysis)
Pineal



I Like it
Thanks Dr. Banan

Hormone Actions

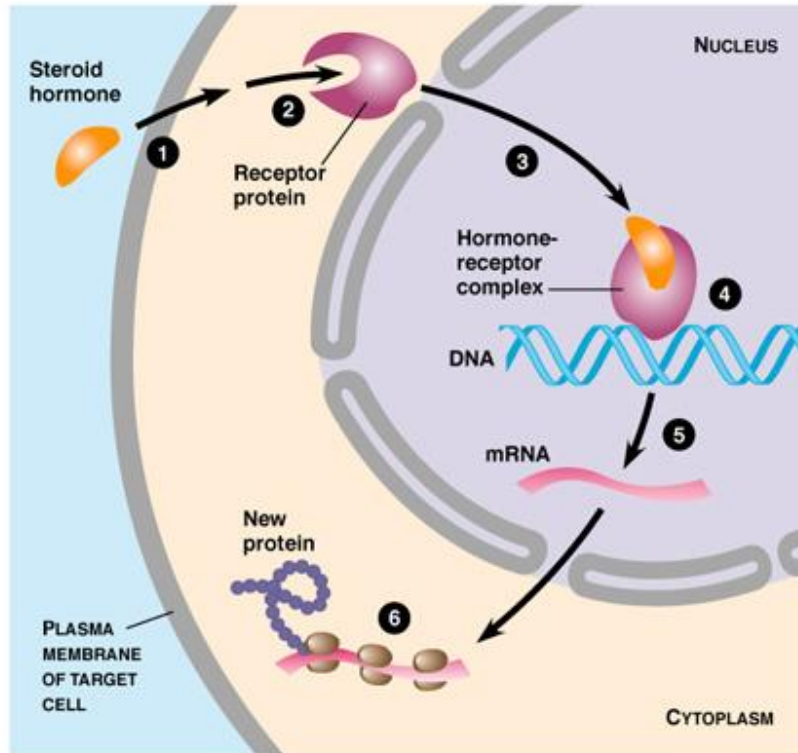
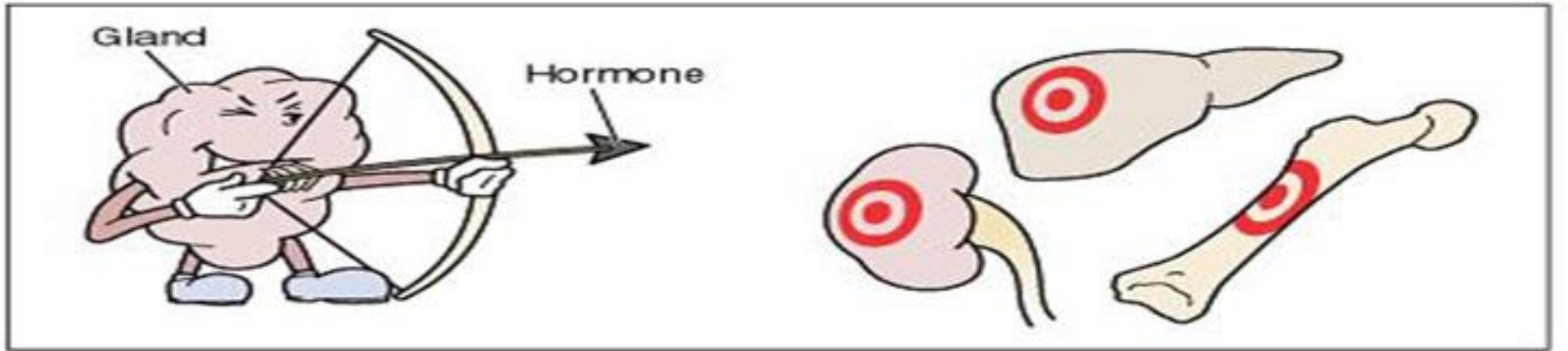
- “Lock and Key” approach: describes the interaction between the hormone and its specific receptor.
 - Receptors for non-steroid hormones are located on the cell membrane
 - Receptors for steroid hormones are found in the cell’s cytoplasm or in its nucleus

why do target cells only respond to specific receptors ?

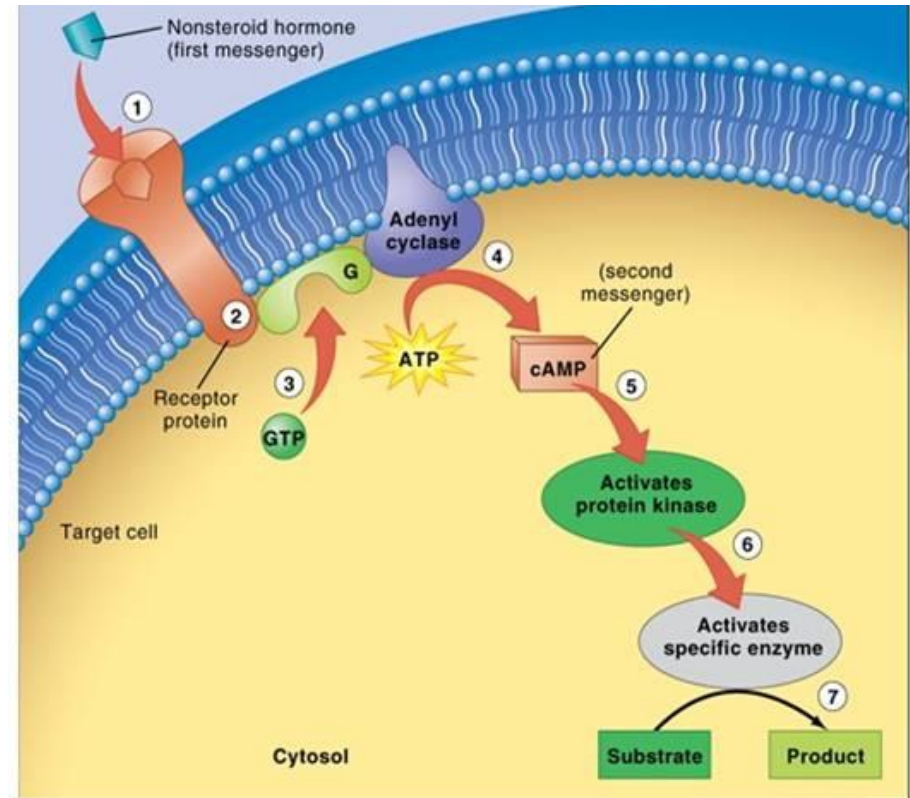
a hormone's target cells have specific receptors that other cells lack.
these receptors are proteins or glycoproteins with binding sites for a specific hormone.



Hormone Actions



©1999 Addison Wesley Longman, Inc.



Negative Feedback

- **Negative feedback** is the main mechanism by which endocrine system maintains **homeostasis**
- Secretion of a specific hormone is turned on or off by specific physiological changes
- **EXAMPLE:** plasma glucose levels and insulin response

IQ



Number of Receptors

- **Down-regulation**: is the decrease of hormone receptors which decreases the sensitivity to that hormone
- **Up-regulation**: is the increase in the number of receptors which causes the cell to be more sensitive to a particular hormone

The Endocrine Glands and Their Hormones

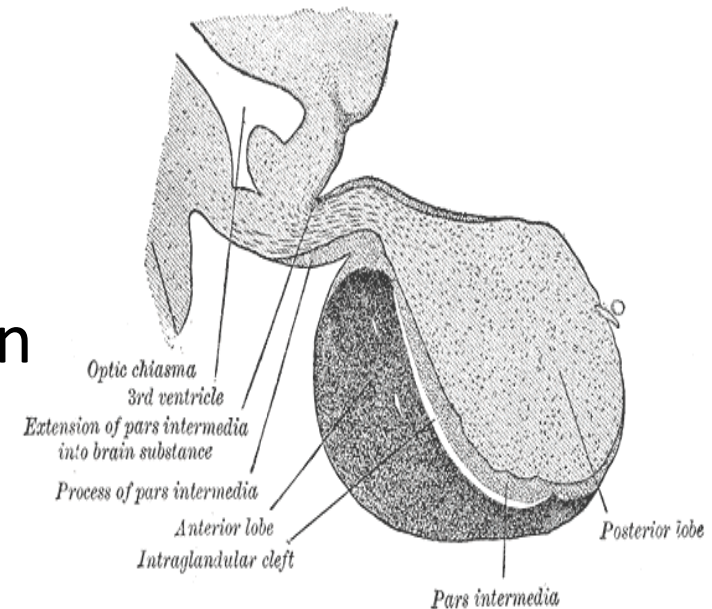
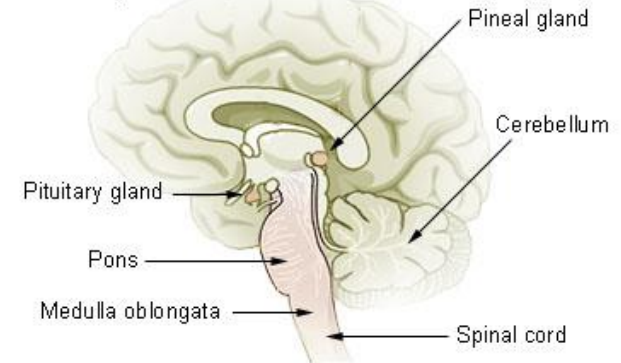
- **Pituitary Gland**

- Located at the base of the brain
- Controlled by the hypothalamus.

- **Posterior Lobe**

- **Antidiuretic hormone (ADH)**: responsible for fluid retention & excretion by kidneys
- **Oxytocin**: contraction of the uterus

Pituitary and Pineal Glands



The Endocrine Glands and their Hormones

- **Pituitary Gland**

- **Anterior Lobe**

- **Adrenocorticotropin (ACTH)**

- Control adrenal cortex

- **Growth hormone (GH)**

- Control growth

- Control metabolism

- **Thyroid stimulating hormone (TSH)(Thyrotropin)**

- Control thyroid gland

The Endocrine Glands and their Hormones

- **Pituitary Gland**

- **Anterior Lobe**

- **Gonadotropic Hormones**

- **Follicle-stimulating hormone (FSH)**

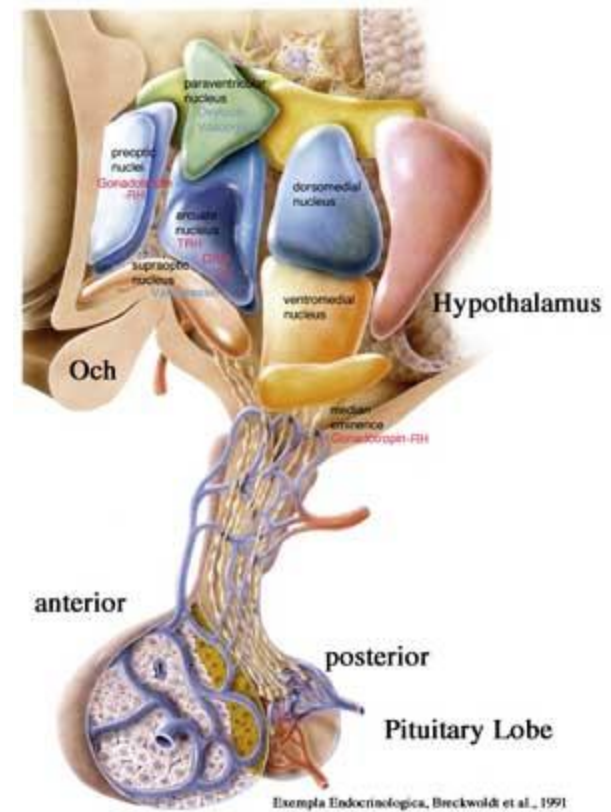
- » Gamete production,
 - » Sex hormone secretion

- **Luteinizing hormone (LH)**

- » Gamete production,
 - » Sex hormone secretion

- **Prolactin**

- Milk synthesis





المستوى الطبيعي لمعدل هرمون FSH

يختلف المستوى الطبيعي لمعدل هرمون FSH في الدم عند كل من الرجال والسيدات، حيث إنّ المستوى الطبيعيّ لهرمون FSH في الدم:

- عند الرجال يجب أن تكون أقل من (22 mlu/ml).
- عند المرأة.



- في غير أوقات التبويض النسبة الطبيعيّة لهرمون FSH أقلّ من (20 mlu/ml).
- وقت التبويض تكون النسبة الطبيعية لهرمون FSH أقلّ من (40 mlu/ml).
- بعد سن البلوغ تكون النسبة الطبيعية لهذا الهرمون (40 - 160 mlu/ml).
- مرحلة قبل البلوغ تكون النسبة الطبيعيّة لهرمون FSH أقلّ من (10 mlu/ml).

Hypothalamus controls anterior pituitary hormone release

- Releasing hormones (releasing factors)
Secreted like neurotransmitters from neuronal axons into capillaries and veins to anterior pituitary (adenohypophysis)

TRH-----turns on TSH

CRH-----turns on ACTH

GnRH (=LHRH)---turns on FSH and LH

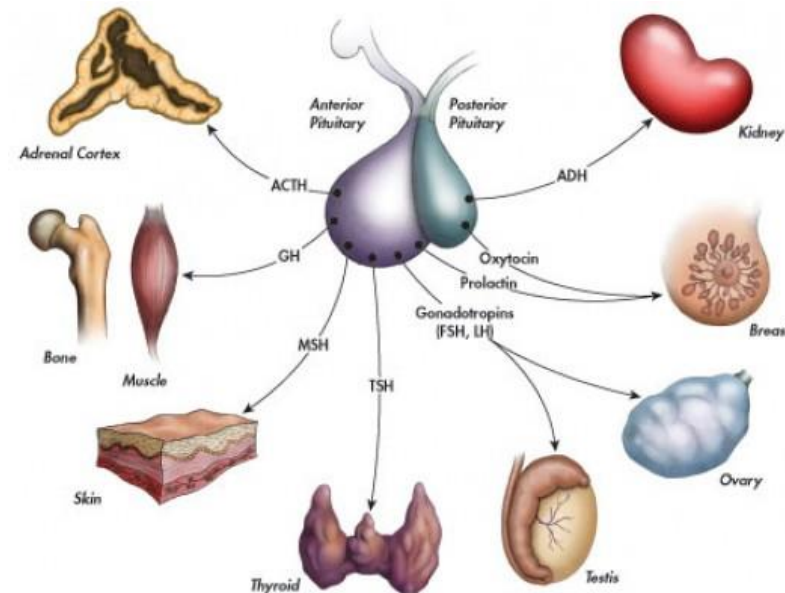
PRF-----turns on PRL

GHRH----turns on GH

- Inhibiting hormones

PIF-----turns off PRL

GH inhibiting hormone ---turns off GH



What the letters mean...

- Releasing hormones (releasing factors) of **hypothalamus**
Secreted like neurotransmitters from neuronal axons into capillaries and veins to anterior pituitary (adenohypophysis)
 - TRH (thyroid releasing hormone)** -----turns on* TSH
 - CRH (corticotropin releasing hormone)** -----turns on ACTH
 - GnRH (gonadotropin releasing hormone)** ---turns on FSH and LH
 - PRF (prolactin releasing hormone)** -----turns on PRL
 - GHRH (growth hormone releasing hormone)** ----turns on GH
- Inhibiting hormones of **hypothalamus**
 - PIF (prolactin inhibiting factor)** -----turns off PRL
 - GH (growth hormone) inhibiting hormone** ---turns off GH

The hypothalamus controls secretion of hormones which in their turn control the secretion of hormones by the thyroid gland, the adrenal cortex and gonads: in this way the brain controls these endocrine glands

*Note: “turns on” means causes to be released

So what do the pituitary hormones do?

The four tropic ones regulate the function of other hormones:

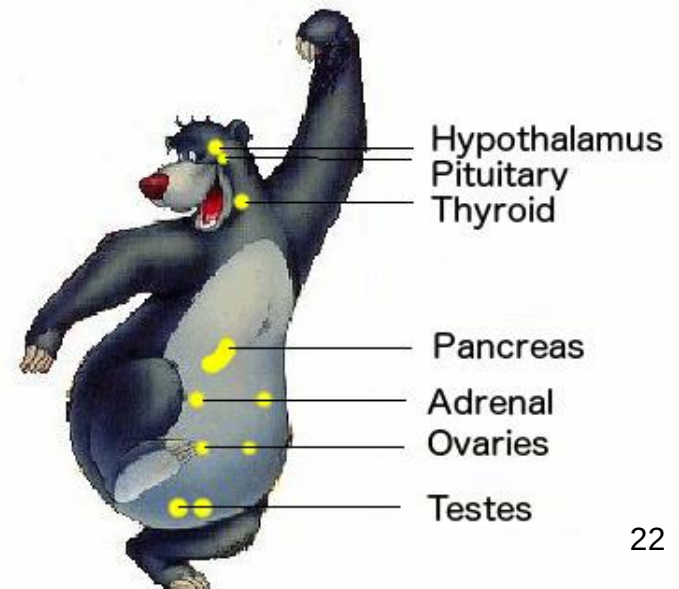
- TSH stimulates the thyroid to produce thyroid hormone
- ACTH stimulates the adrenal cortex to produce corticosteroids: aldosterone and cortisol
- FSH stimulates follicle growth and ovarian estrogen production; stimulates sperm production and androgen-binding protein
- LH has a role in ovulation and the growth of the corpus luteum; stimulates androgen secretion by interstitial cells in testes

The others from the anterior pituitary...

- GH (aka somatotrophic hormone) stimulates growth of skeletal epiphyseal plates and body to synthesize protein
- PRL stimulates mammary glands in breast to make milk
- MSH stimulates melanocytes; may increase mental alertness

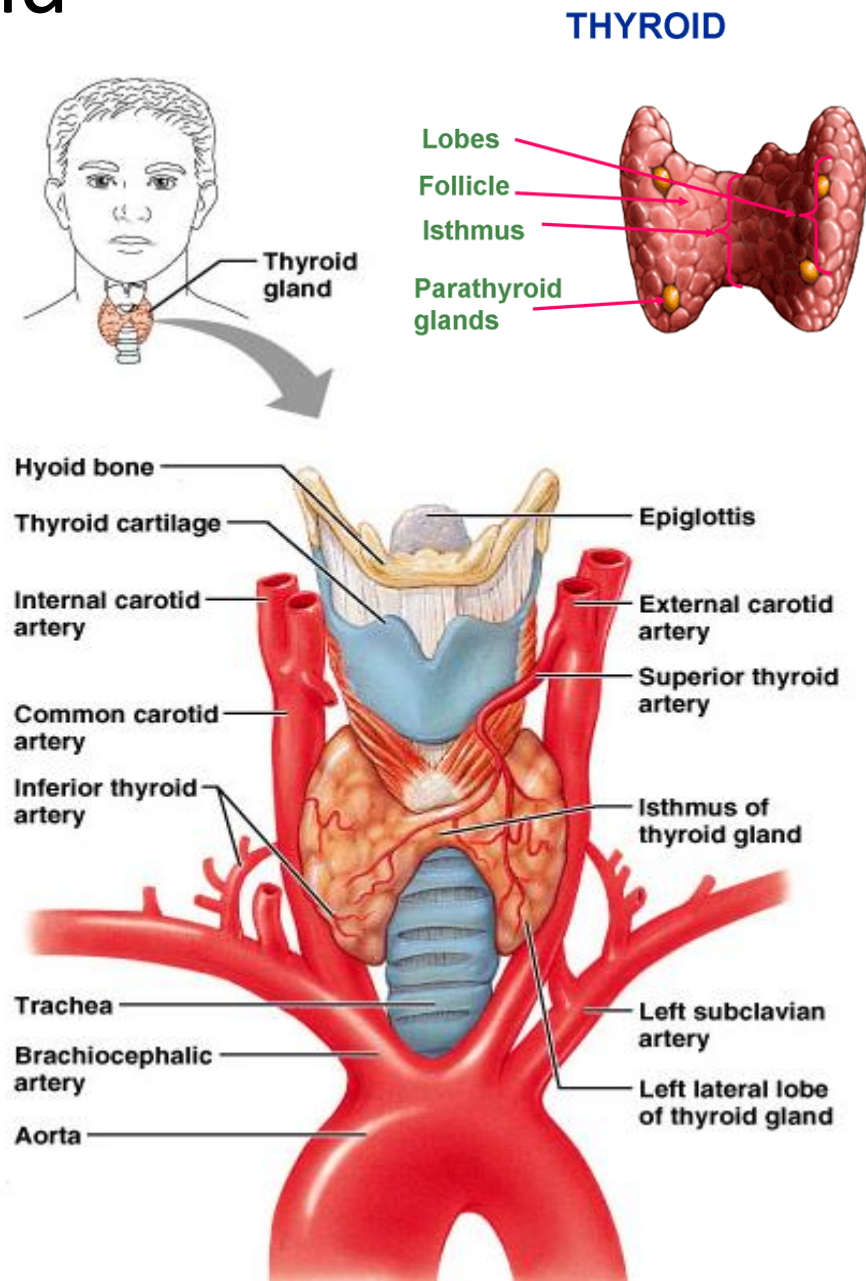
From the posterior pituitary (neurohypophysis) *structurally part of the brain*

- ADH (antidiuretic hormone AKA vasopressin) stimulates the kidneys to reclaim more water from the urine, raises blood pressure
- Oxytocin prompts contraction of smooth muscle in reproductive tracts, in females initiating labor and ejection of milk from breasts



The Thyroid Gland

- Anterior neck on trachea just inferior to larynx
- Two lateral lobes and an isthmus
- Produces two hormones
 - Thyroid hormone: tyrosine based with 3 or 4 iodine molecules (T4-T3: 20-1)
 - T4 (thyroxine) and T3
 - Calcitonin involved with calcium and phosphorus metabolism



Some Effects of Thyroid Hormone (Thyroxine)

- Increases the basal metabolic rate
 - The rate at which the body uses oxygen to transform nutrients (carbohydrates, fats and proteins) into energy
- Affects many target cells throughout the body; some effects are
 - Protein synthesis
 - Bone growth
 - Neuronal maturation
 - Cell differentiation



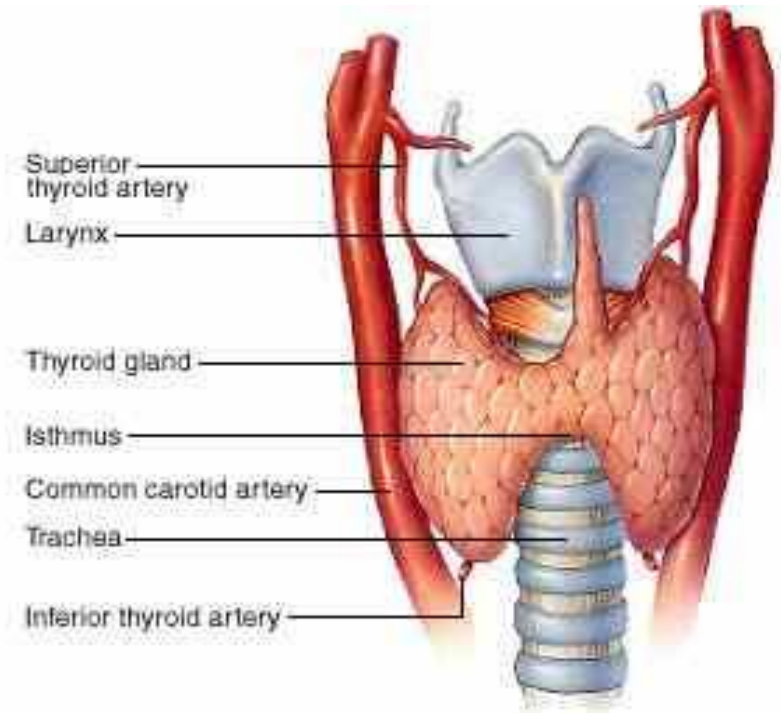
The Effects of Calcitonin

- Secreted from thyroid parafollicular (C) cells when blood calcium levels are high
- Calcitonin lowers Ca^{++} by slowing the calcium-releasing activity of osteoclasts in bone and increasing calcium secretion by the kidney
- Acts mostly during childhood



Thyroid Gland

- Thyroid hormone
 - Controls the rate at which glucose is “burned”
- Calcitonin
 - Decreases calcium levels in blood deposits on bone

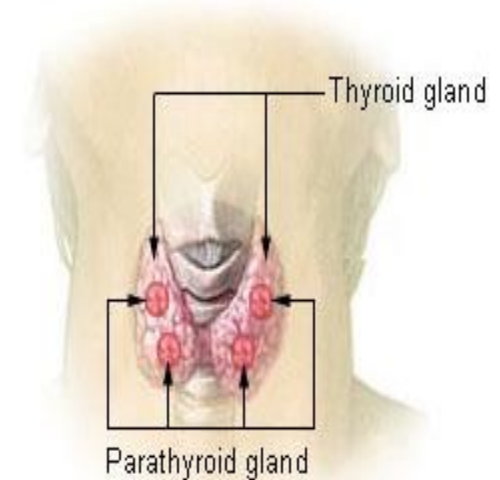


The Endocrine Glands and Their Hormones

- **Thyroid Gland**

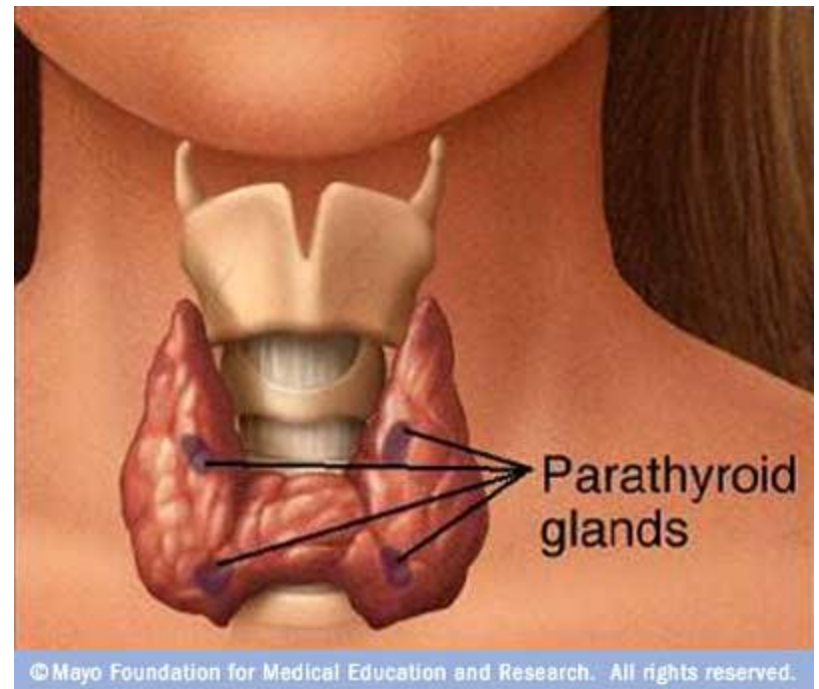
- Located along the midline of the neck
- Secretes two nonsteroid hormones
 - **Triiodothyronine (T3)**
 - **Thyroxine (T4)**
- Regulates metabolism
 - increases protein synthesis
 - promotes glycolysis, gluconeogenesis, glucose uptake

Thyroid and Parathyroid Glands



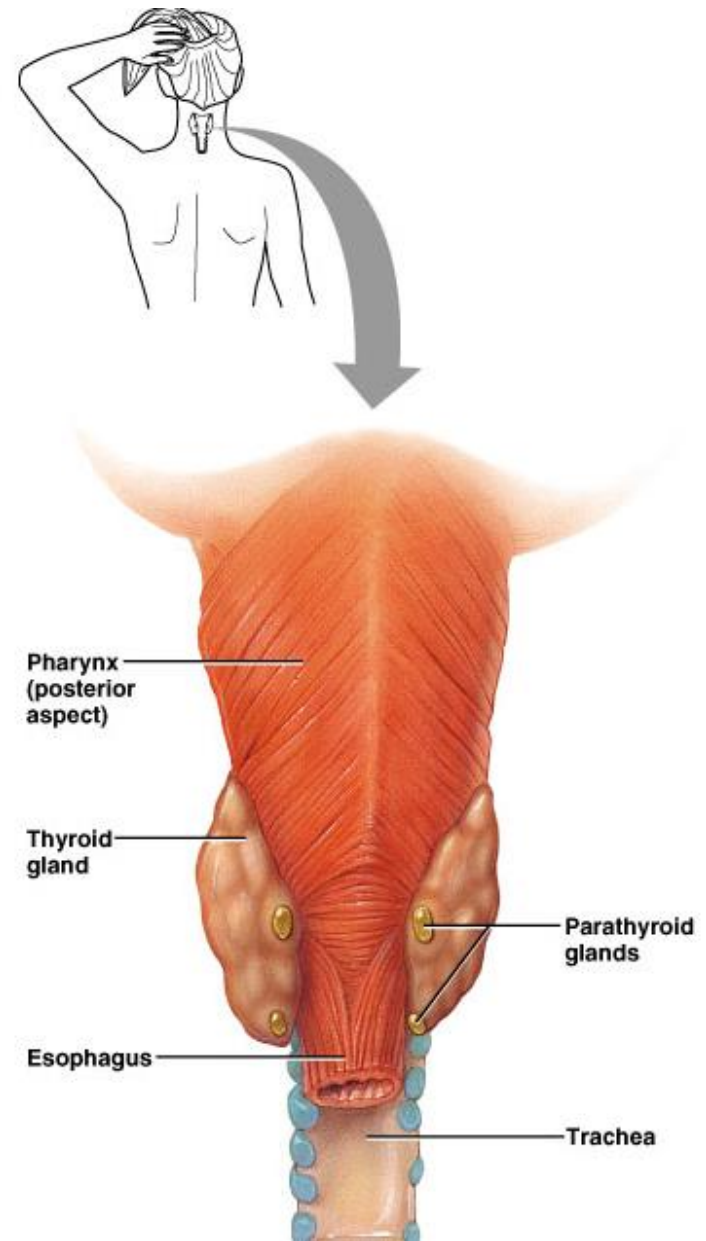
Parathyroid Gland

- Parathyroid hormone (PTH)- regulates Ca^{2+} in blood
 - If Ca^{2+} level drops bones is broken down



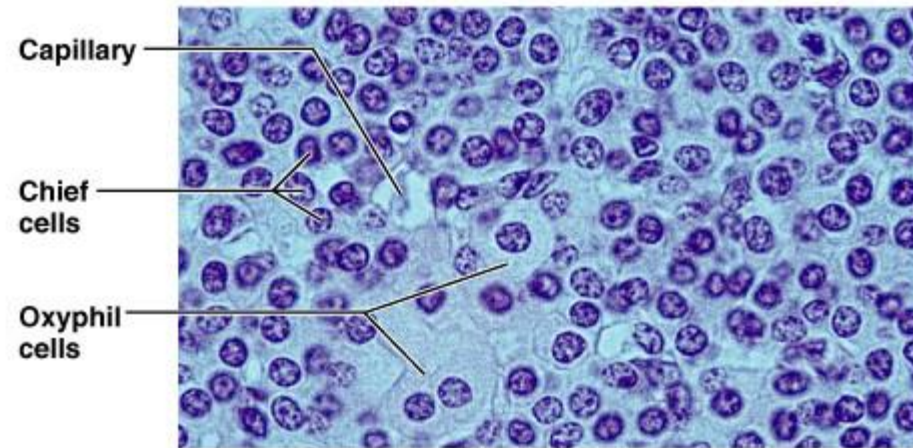
The Parathyroid Glands

- Most people have four
- On posterior surface of thyroid gland
(sometimes embedded)

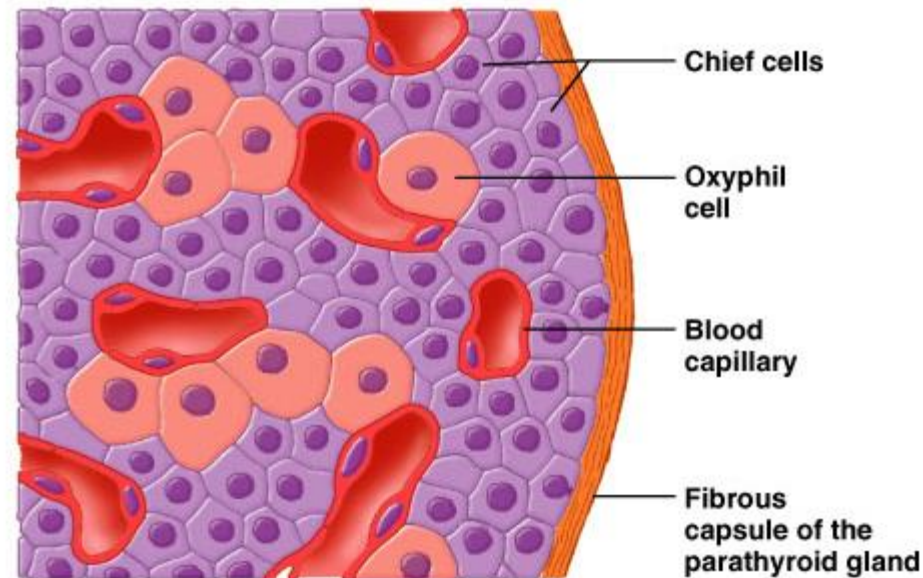


Parathyroids (two types of cells)

- Rare **Chief cells**
- Abundant **Oxyphil cells**
(unknown function)
- Chief cells produce PTH
 - Parathyroid hormone, or parathormone
 - A small protein hormone



(b)



(c)

Function of PTH

(parathyroid hormone or “parathormone”)

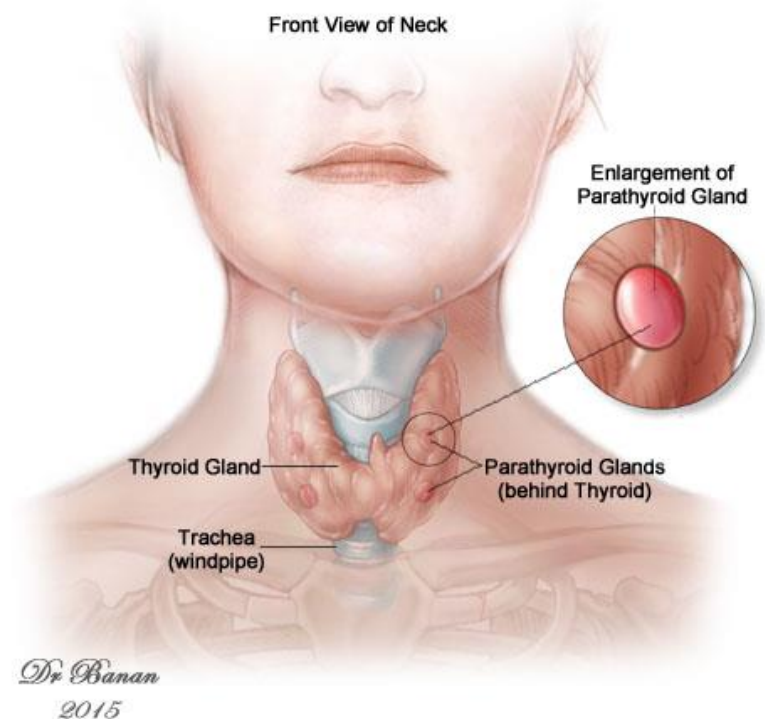
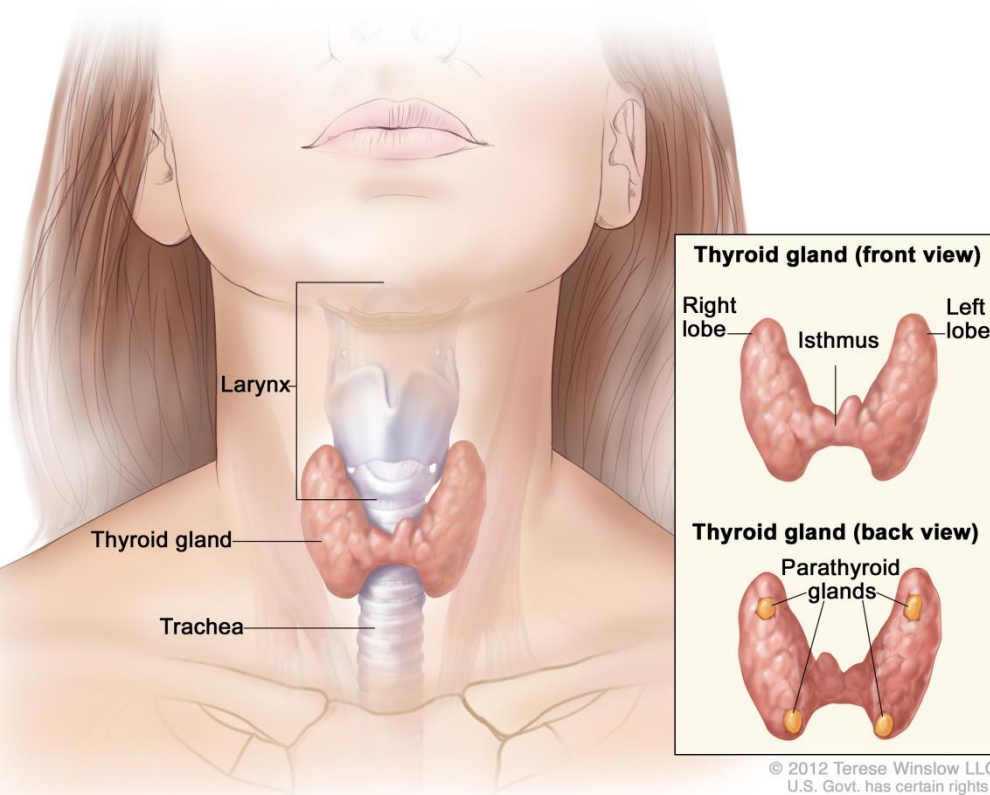
- ***Increases blood Ca^{++} (calcium) concentration when it gets too low***
- Mechanism of raising blood calcium
 1. Stimulates **Osteoclasts** to release more Ca^{++} from bone
 2. Decreases secretion of Ca^{++} by kidney
 3. Activates **Vitamin D**, which stimulates the uptake of Ca^{++} from the intestine
- **Unwitting removal during thyroidectomy was lethal**
- ***Has opposite effect on calcium as calcitonin (which lowers Ca^{++} levels)***



Parathyroid Glands

- Secretes **parathyroid hormone (PTH)**
 - regulates plasma calcium (osteoclast activity)
 - regulates phosphate levels

Anatomy of the Thyroid and Parathyroid Glands



The Endocrine Glands

- **Adrenal Medulla**

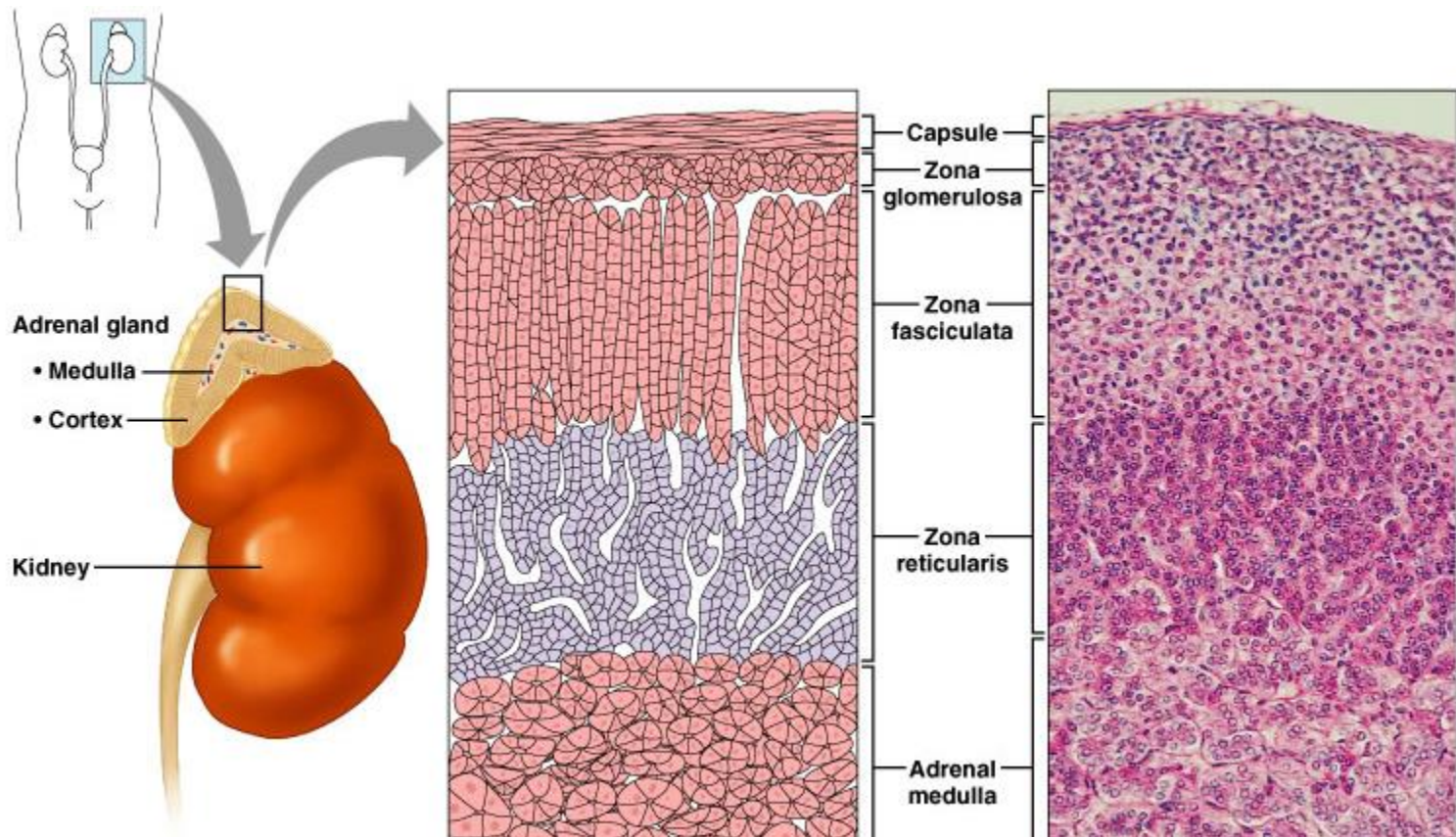
- Situated directly a top of each kidney and stimulated by the sympathetic nervous system
- **Secretes the catecholamines**
 - **Epinephrine: (Adrenaline)**
 - **responsible for a fight or flight response**
 - Increase H.R. and B.P.
 - Increase respiration
 - Increase metabolic rate
 - Increase glycogenolysis
 - Vasodilation
 - **Norepinephrine (NorAdrenaline)**
 - Housekeeping system



Adrenal (suprarenal) glands

("suprarenal" means on top of the kidney)

- Each is really two endocrine glands
 - Adrenal cortex (outer)
 - Adrenal medulla (inner)
- Unrelated chemicals but all help with extreme situations



Adrenal Gland

- Adrenal cortex
 - Secretes lipid-based steroid hormones, called “corticosteroids” – “cortico” as in “cortex”
 - MINERALOCORTICIDS
 - **Aldosterone** is the main one
 - GLUCOCORTICIDS
 - **Cortisol (hydrocortisone)** is the main one
- Adrenal medulla
 - Secretes epinephrine and norepinephrine

Aldosterone, the main **mineralocorticoid**

- Secreted by adrenal cortex in response to a decline in either **blood volume** or **blood pressure** (e.g. **severe hemorrhage**)
 - Is terminal hormone in renin-angiotensin mechanism
- Prompts distal and collecting tubules in kidney to reabsorb more sodium
 - Water passively follows
 - Blood volume thus increases

Cortisol, the most important *glucocorticoid*

(Glucocorticoid receptors are found in the cells of most vertebrate tissues)

- It is essential for life
- Helps the body deal with stressful situations within minutes
 - Physical: trauma, surgery, exercise
 - Psychological: anxiety, depression, crowding
 - Physiological: fasting, hypoglycemia, fever, infection
- Regulates or supports a variety of important cardiovascular, metabolic, immunologic, and homeostatic functions including water balance

People with adrenal insufficiency: these stresses can cause hypotension, shock and death: must give glucocorticoids, eg for surgery or if have infection, etc.

Cortisol, continued

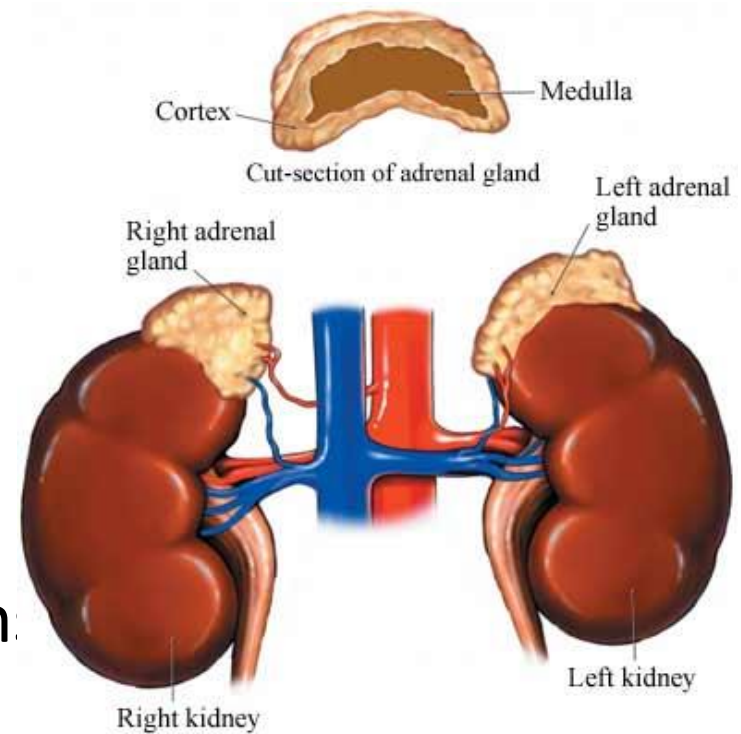
- **Keeps blood glucose levels high enough to support brain's activity**
 - Forces other body cells to switch to fats and amino acids as energy sources
- **Catabolic: break down protein**
- **Redirects circulating lymphocytes to lymphoid and peripheral tissues where pathogens usually are**
- **In large quantities, depresses immune and inflammatory response**
 - Used therapeutically
 - Responsible for some of its side effects

The Endocrine Glands

- **Adrenal Cortex**
- Secretes (corticosteroids)
 - **Mineralocorticoids**
 - Aldosterone: maintains electrolyte balance (Na^+ , K^+)
 - **Glucocorticoids**
 - **Cortisol:**
 - Stimulates gluconeogenesis
 - Mobilization of free fatty acids
 - Glucose sparing
 - Anti-inflammatory agent
 - **Gonadocorticoids**
 - testosterone, estrogen, progesterone

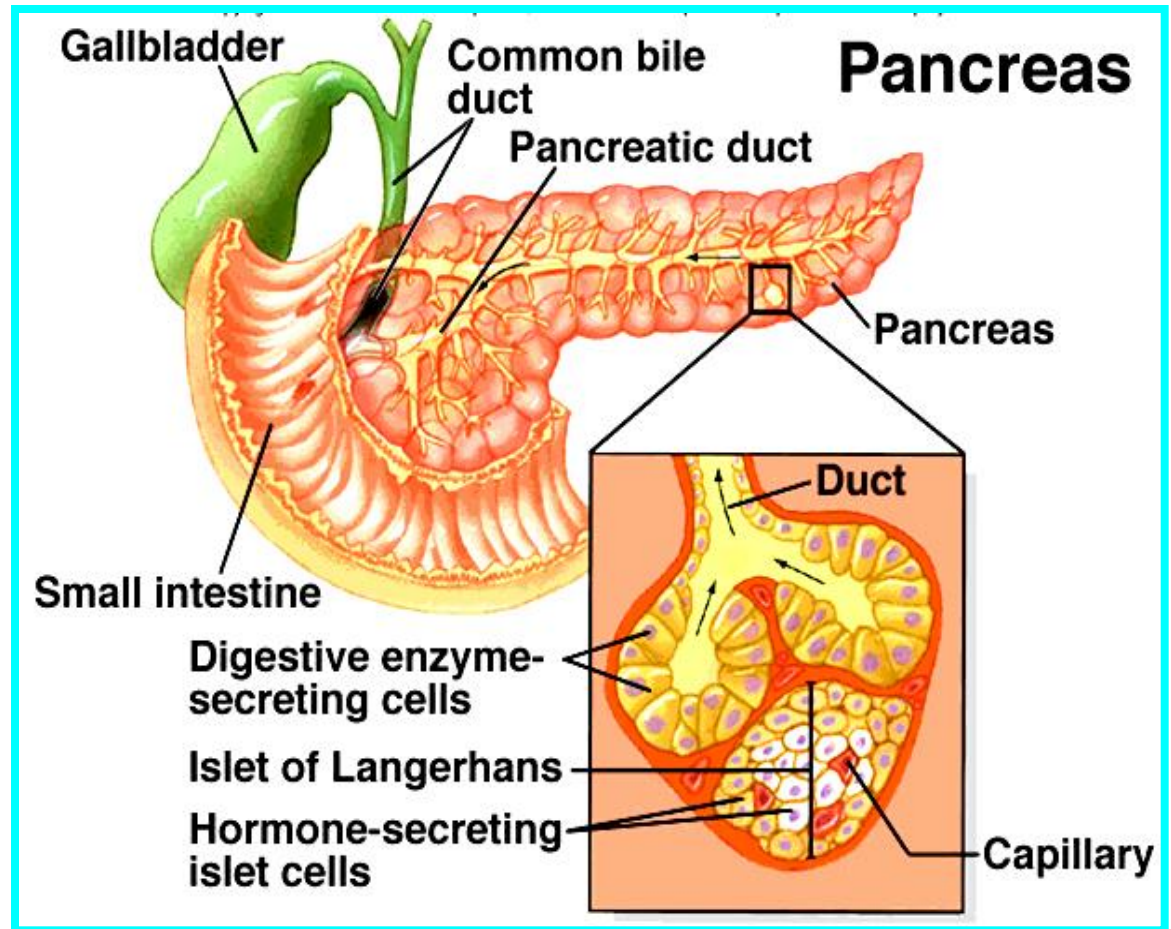
Adrenal Gland

- Adrenal Cortex
 - Releases hormones that regulate mineral content in blood
- Adrenal Medulla
 - Produces epinephrine and norepinephrine
 - Helps with stressful situation



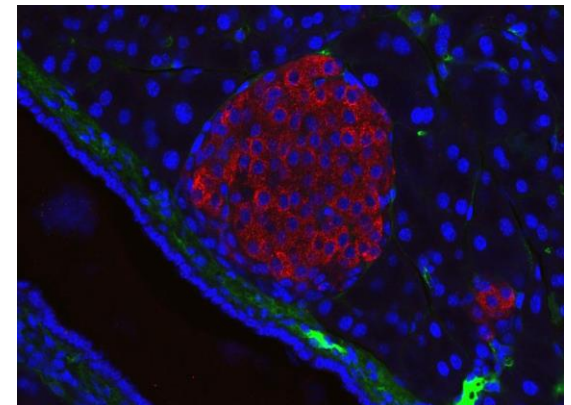
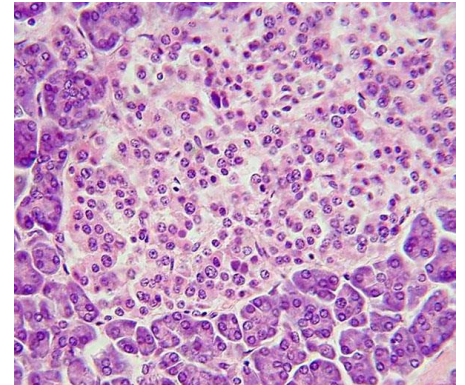
The Endocrine Glands

- **Pancreas:**
Located slightly behind the stomach



The Endocrine Glands

- islets of Langerhans
- Insulin:
 - reduces blood glucose
 - Facilitates glucose transport into the cells
 - Promotes glycogenesis
 - Inhibits gluconeogenesis
 - muscle development and maturity
- **Glucagon:**
- increases blood glucose



The Endocrine Glands

- **Islets of Langerhans** are the regions of the pancreas that contain its endocrine
 - Alpha cells producing glucagon (15–20% of total islet cells)
Glucagon is a peptide hormone, produced by alpha cells of the pancreas. It works to raise the concentration of glucose in the bloodstream. Its effect is opposite to that of insulin, which lowers the glucose
 - Beta cells producing insulin and amylin (65–80%)
The primary function of a beta cell is to **store and release insulin**. **Insulin** is a hormone that brings about effects which reduce blood glucose concentration. Beta cells can respond quickly to spikes in blood glucose concentrations by secreting some of their stored insulin.
Amylin, is a peptide hormone. It is consecrated with insulin from the pancreatic β -cells in the ratio of approximately 100:1. Amylin plays a role in glycemic regulation by slowing gastric emptying and promoting satiety, thereby preventing after eating a meal spikes in blood glucose levels

-Delta cells producing somatostatin (3–10%)

Somatostatin, also known as growth hormone–inhibiting hormone (GHIH), is a peptide hormone that regulates the endocrine system and affects neurotransmission and cell proliferation via interaction with G protein-coupled somatostatin receptors and inhibition of the release of numerous secondary hormones. Somatostatin inhibits insulin and glucagon secretion.

-PP cells producing pancreatic polypeptide (3–5%)

The function of **PP** is to self-regulate pancreatic secretion activities (endocrine and exocrine); it also has effects on hepatic glycogen levels and gastrointestinal secretions.

Its secretion in humans is increased after a protein meal, fasting, exercise, and acute hypoglycemia and is decreased by somatostatin and intravenous glucose..

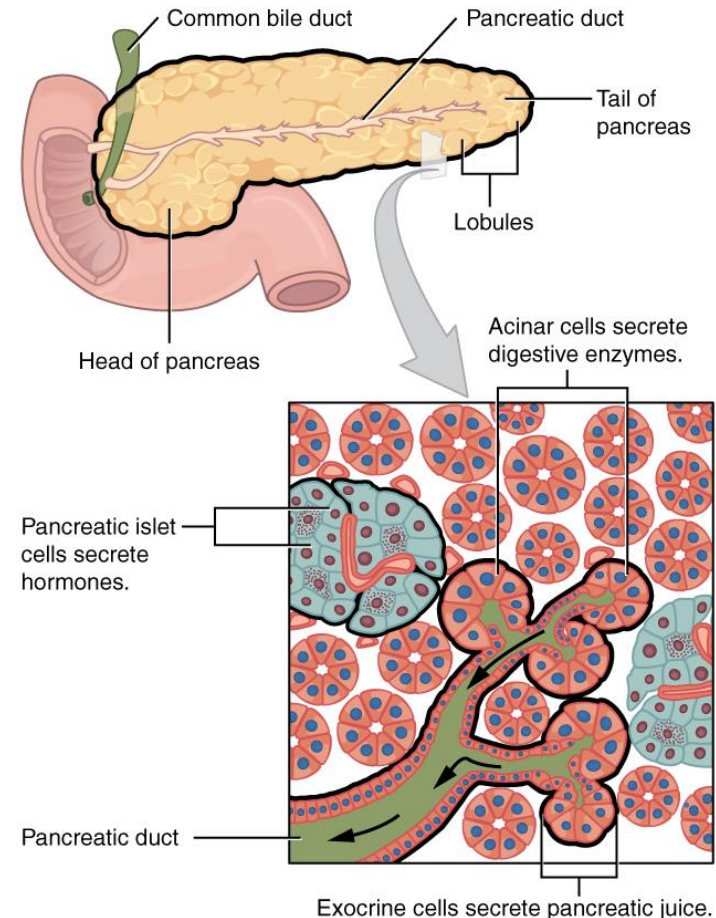
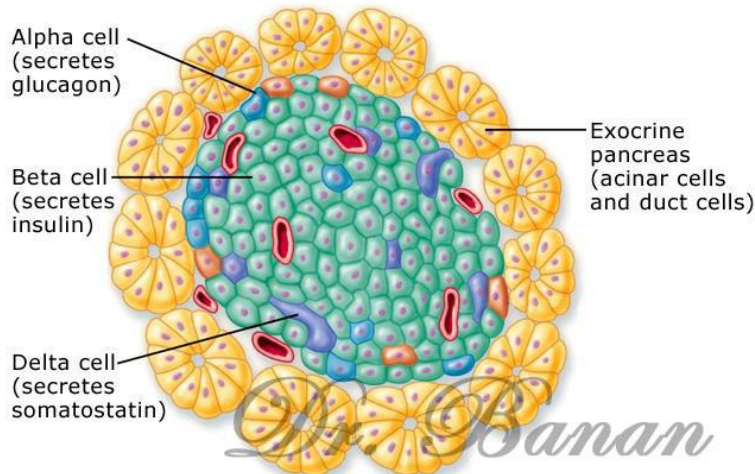
-Epsilon cells producing ghrelin (<1%)

When the stomach is empty, **ghrelin** is secreted. When the stomach is stretched, secretion stops. It acts on hypothalamic brain cells both to increase hunger, and to increase gastric acid secretion and gastrointestinal motility to prepare the body for food intake

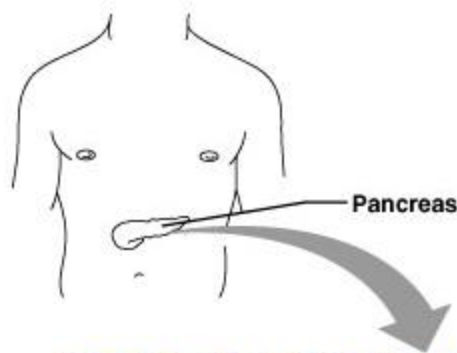
The Pancreas

Exocrine and endocrine cells

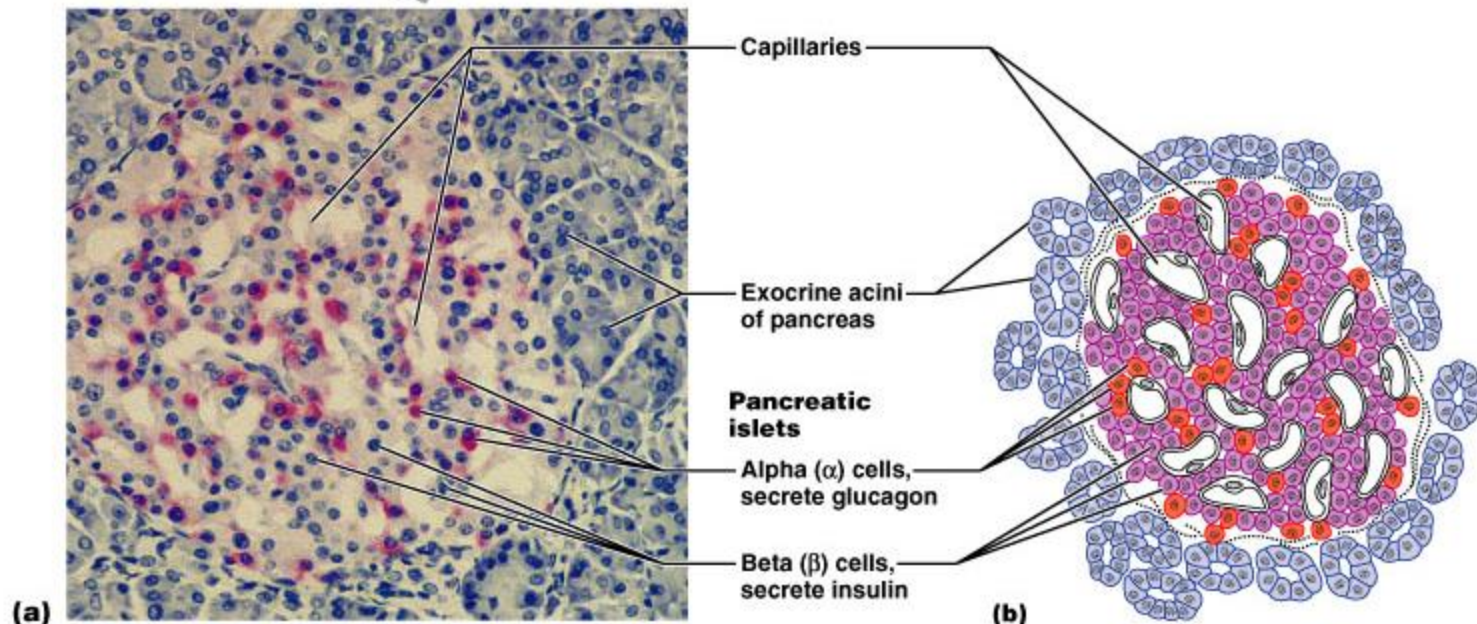
- **Acinar** cells (forming most of the pancreas)
 - *Exocrine* function
 - Secrete digestive enzymes
- **Islet** cells (of Langerhans)
 - *Endocrine* function



Pancreatic islet endocrine cells

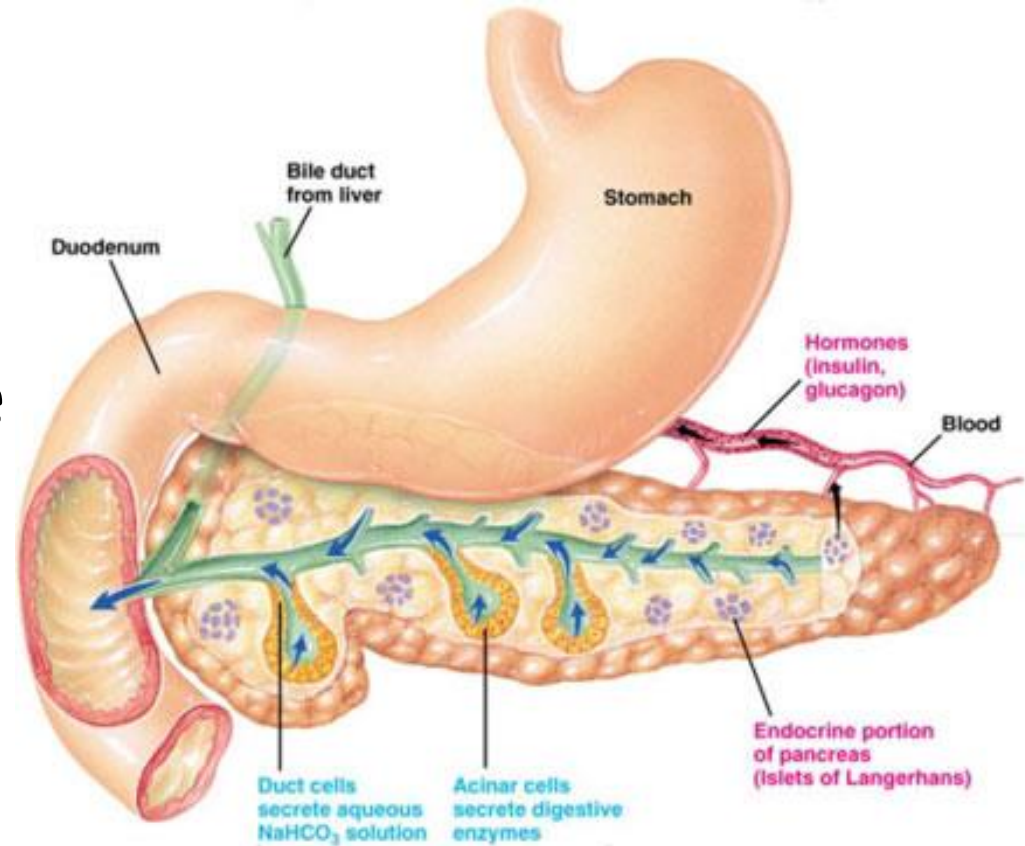


Alpha cells: secrete **glucagon**
raises blood sugar
mostly in periphery
Beta cells: secrete **insulin**
lowers blood sugar
central part (are more abundant)
Also rare Delta cells: secrete
somatostatin
inhibits glucagon

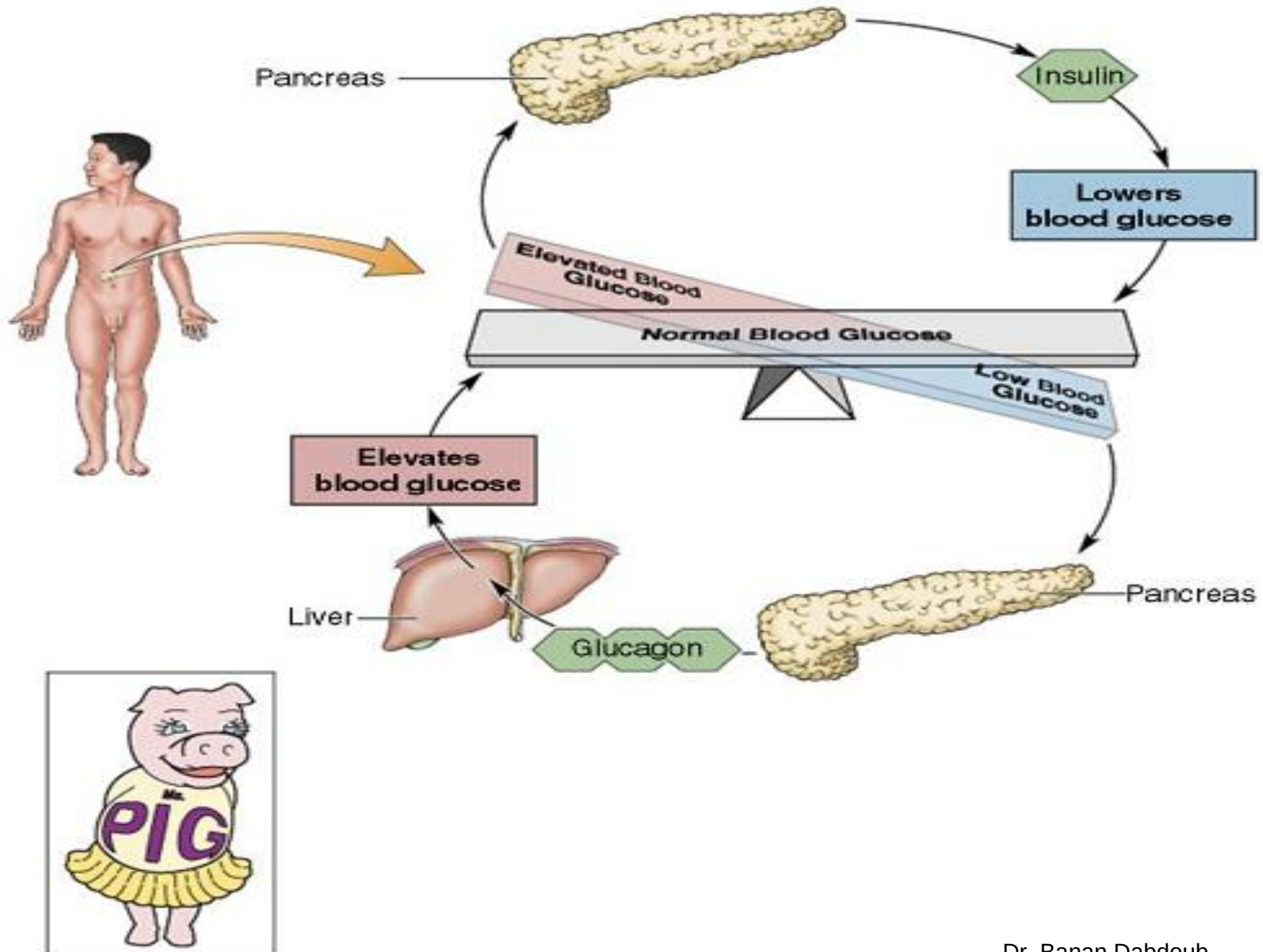


Pancreas

- Insulin- increases glucose uptake into cells and stores in liver
- Glucagon- stimulates breakdown of glucose stores in the liver



Pancreas: Islets of Langerhans



The Endocrine Glands

- **Gonads**

- **testes** (testosterone) = sex characteristics

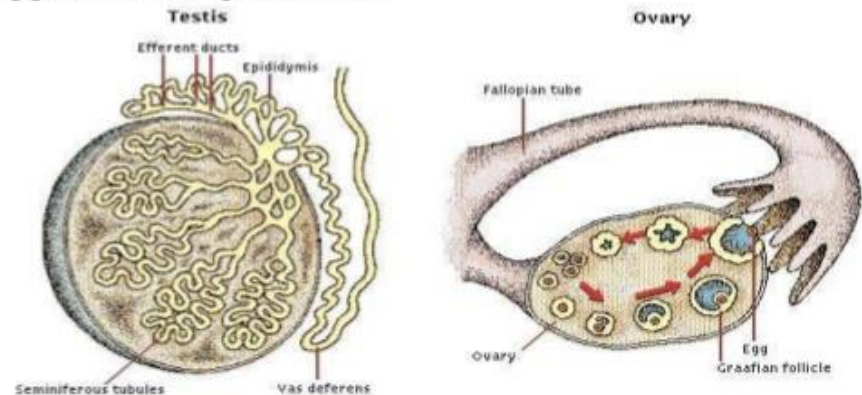
- muscle development
and maturity

- **ovaries** (estrogen) =
sex characteristics

- maturity and coordination

Gonads

- The **gonad** is the organ that makes gametes. The gonads in males are the testes, and the gonads in females are the ovaries. The product, gametes, are haploid germ cells. For example, spermatozoon and egg cells are gametes.



The Gonads (testes and ovaries)

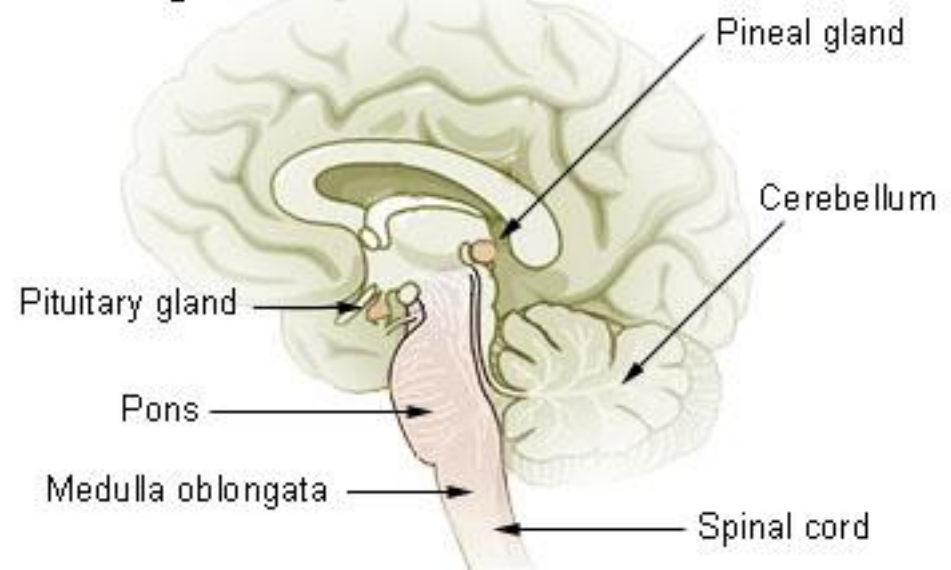
main source of the steroid sex hormones

- Testes
 - Interstitial cells secrete androgens
 - Primary androgen is **testosterone**
 - Maintains secondary sex characteristics
 - Helps promote sperm formation
- Ovaries
 - **Androgens** secreted by thecal folliculi (Theca cells are a group of endocrine cells in the ovary made up of connective tissue surrounding the follicle that has many diverse functions during folliculogenesis)
 - Directly converted to **estrogens** by follicular granulosa cells
 - Granulosa cells also produce **progesterone**
 - Corpus luteum (الجسم الأصفر) also secretes **estrogen and progesterone**

The Endocrine Glands

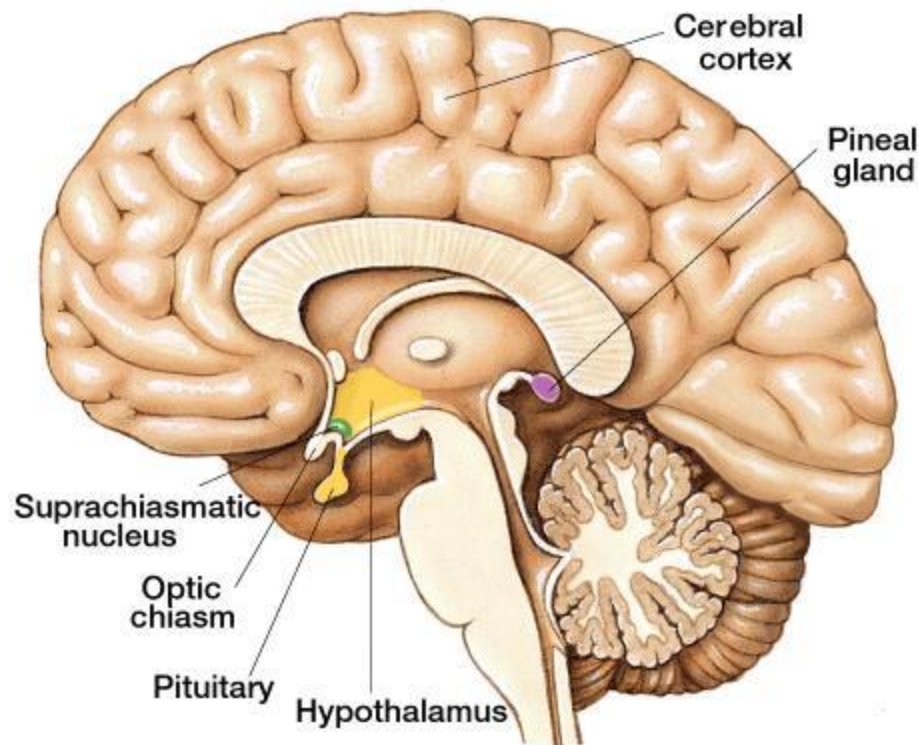
- **Pineal Gland (pineal body) secretes melatonin**
 - regulates biological clock (**Circadian clock**)
 - Antioxidant

Pituitary and Pineal Glands



Pineal Gland

- Melatonin
 - Establishes body's day/ night cycle

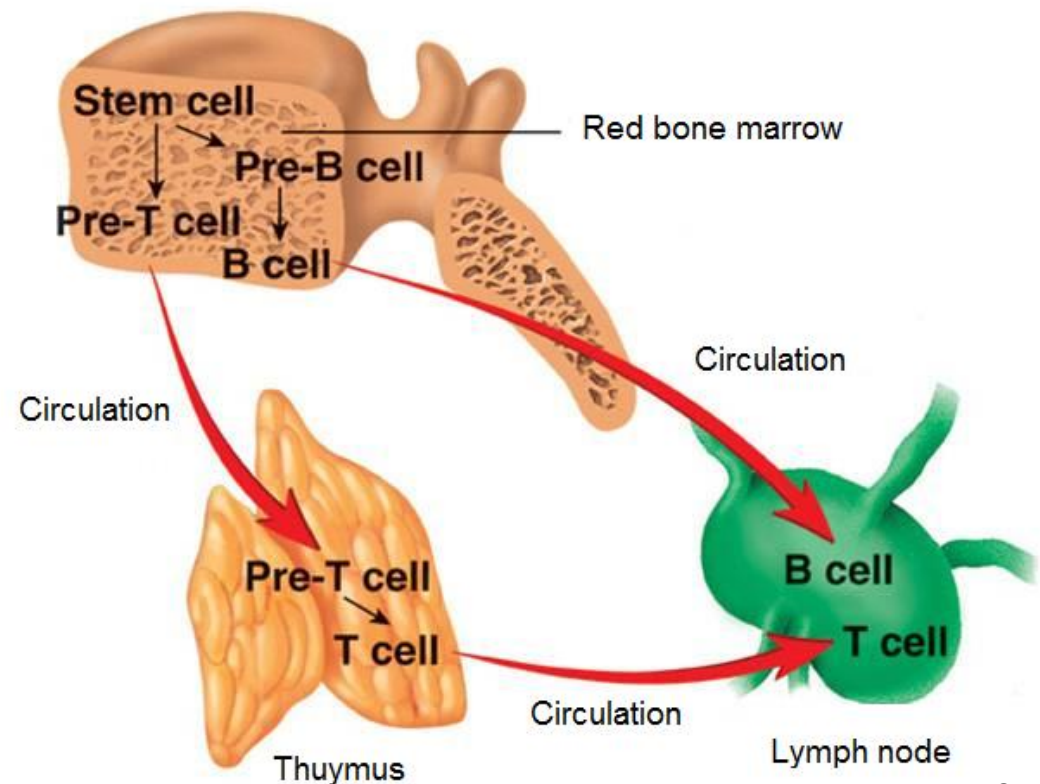
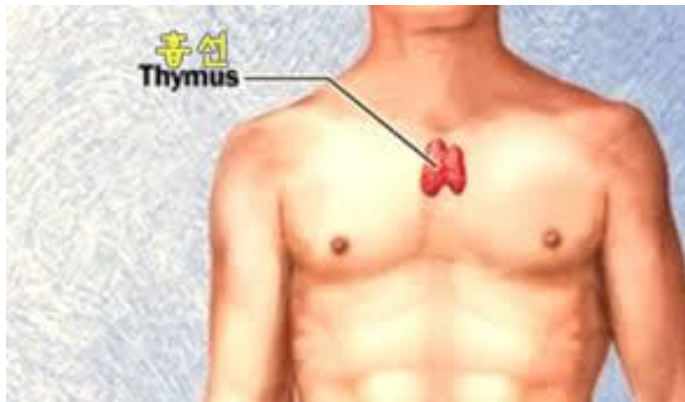


The Pineal Gland

- At the end of a short stalk on the roof of the diencephalon
- Pinealocytes with dense calcium particles
Can be seen on x-ray (because of Ca^{++})
- Melatonin helps regulate the circadian rhythm
 - The biological clock of the diurnal (night/day) rhythm
 - Complicated feedback via retina's visual input

The Endocrine Glands

- **Thymus** secretes thymosin
 - regulates immune system



Endocrine cells in various organs

- **The heart:** atrial natriuretic peptide (ANP)
 - Stimulates kidney to secrete more salt
 - Thereby decreases excess blood volume, high BP and high blood sodium concentration
- GI tract (**gastrointestinal tract**) & derivatives:
Diffuse neuroendocrine system (DNES)

Endocrine cells in various organs continued

- The placenta secretes steroid and protein hormones
 - Estrogens, progesterone
 - CRH
 - HCG
- The kidneys
 - Juxtaglomerular cells secrete renin
 - Renin indirectly signals adrenal cortex to secrete aldosterone
 - Erythropoietin: signals bone marrow to increase RBC production
- The skin
 - Modified cholesterol with uv exposure becomes Vitamin D precursor
 - Vitamin D necessary for calcium metabolism: signals intestine to absorb Ca^{++}



Pathology

- Pituitary

- Gigantism – too much GH in childhood
- Acromegaly – too much GH in adulthood
- Pituitary dwarfs – too little GH in childhood
- Diabetes insipidus – too much ADH (antidiuretic hormone)

- Pancreas

- Diabetes mellitus – one type of insulin (not enough)

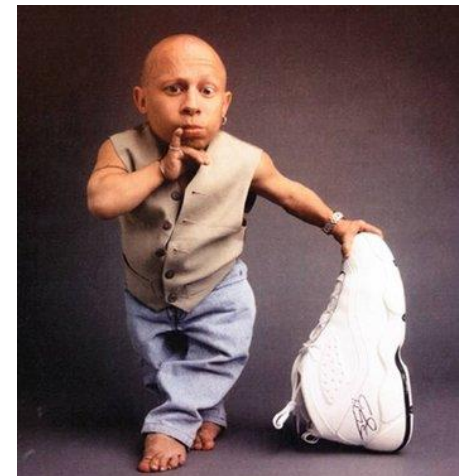
- Thyroid

- Hyperthyroidism, commonest is **Grave's disease** (autoimmune)

Graves' disease, also known as toxic diffuse goiter, is an autoimmune disease that affects the thyroid

- Hypothyroidism

- In childhood leads to cretinism
- Endemic goiter from insufficient iodine in diet
- Adult hypothyroidism (myxedema): autoimmune





(a)

Exophthalmos of Grave's disease



(b)

Enlarged thyroid (goiter) from iodine deficiency

Hypothyroidism (myxedema)



Pathology, continued

- Adrenal gland

- Cushing's syndrome (see next pic)

- Usually caused by an ACTH (Adrenocorticotrophic hormone)-secreting pituitary tumor
 - Rarely by tumor of adrenal cortex
 - Iatrogenic (induced inadvertently by a physician or surgeon or by medical treatment or diagnostic procedures)

- Addison's disease

- Hyposecretion (under secretion) of adrenal cortex
 - Usually involves cortisol and aldosterone: low blood glucose and sodium, severe dehydration, fatigue, loss of appetite, abdominal pain

Before and after onset of Cushing's disease



(a)

Before

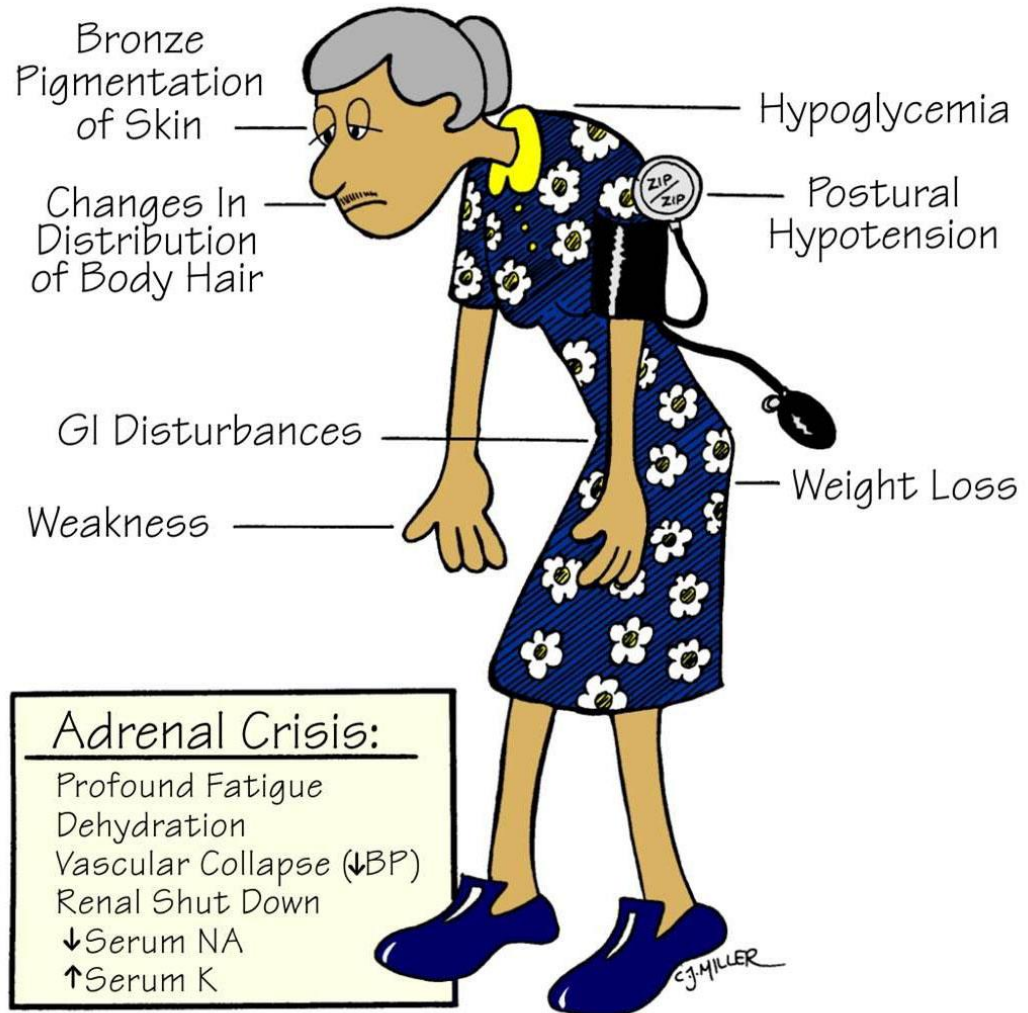


(b)

After

Addison's disease

ADDISON'S DISEASE





Goodbye
It is the END

فسلجة العضلات Muscles Physiology

تعد الحركة واحدة من اهم مميزات الاحياء وتقرن عادة في عالم الحيوان بتقلص العضلات وبخاصة تلك المرتبطة باللواحق التي تمكن الحيوان من الانتقال في الوسط الخارجي لاغراض شتى، مثل الحصول على الغذاء او الدفاع عن النفس او الابتعاد عن الخطر او لاغراض التكاثر وكلها نشاطات تسهم في ديمومة الفرد وبقاء النوع.

انواع العضلات: في الفقريات تقسم العضلات الى ثلاثة انواع :

1. العضلات الهيكلية **Skeletal Muscles**: يمتاز هذا النوع من العضلات بالقدرة على التقلص القوي

والسريع ولكنها في مقابل ذلك تتعب بسرعة ومن صفاتها الاخرى انها تجهز باعصاب السبيل القشري - الشوكي Cerebro-Spinal Tract وهذا يعني انها تقع تحت سيطرة المراكز القشرية الدماغية ،لذا يطلق عليها العضلات الارادية. غير ان ذلك لايمنعها من التقلص من دون تدخل ارادي كما يحدث في المنعكسات الشوكية او عند تقلص العضلات التنفسية اثناء النوم. وفي كل الاحوال لا يمكن الاستغناء عن التزود العصبي وبهذه الصفة تختلف عن العضلات الاخرى في الجسم مثل عضلة القلب وعضلات الاحشاء واكثر من ذلك تصاب بالشلل والضمور عند قطع اعصابها او تلفها بسبب المرض ويرجع ذلك الى عدم تمتعها بخاصية التقلص الذاتي ولهذا يوصف تقلصها بكونها تقلصا عصبي المنشأ Neurogenic.

2. العضلات القلبية **Cardiac muscles** : وهي عضلات لا ارادية تقلصها عضلي المنشأ Myogenic

وتتصف بخاصيتين هما : النسقية Rhythmicity، اي انها تقلص وتنبسط بالتعاقب ، والتوصيل Conductivity ويعني ذلك ان اليافاها المتفرعة والمتشابكة تيسر انتقال جهود الفعل فيما بينهما انتقالا كهربائيا ليعم النشاط الكهربائي في العضلة باكملها. يستغرق تقلص العضلات القلبية وقتا اطول من الوقت الذي يستغرقه تقلص العضلات الهيكلية حيث يبلغ في القلبية (ثانية) اما في الهيكلية (0.1) ثانية تقريبا .ومن مميزات عضلة البطين ان جهد الفعل الذي يسبق تقلصها يختلف عن جهد الفعل في الليف العصبي او الليف العضلي الهيكلي، فهو يستمر لفترة طويلة نسبيا تقدر بمئات الملي ثوان في طور النزول من الذروة الى نشوء جهد الراحة. وتمكن هذه الفترة الطويلة نسبيا العضلة من التقلص بكامل اليافاها، وعندئذ يتقلص البطين قطعة واحدة . ويتبع كل جهد فعل للعضلة القلبية للبطين فترة عصيان Refractory period طويلة نسبيا تبلغ عدة مئات من

الملي ثوان تجعل البطنين بعيدا عن الوقوع في حالة التقلص المستمر التي تسمى التكرز Tetanus ويتيح له الفرصة ليمتلئ بالدم من جديد وتستريح العضلة نتيجة هذا الارخاء. بينما تكون فترة العصيان في العضلات الهيكلية قصيرة نسبيا لا تتجاوز بضع ملي ثوان ،وفترات العصيان تكون على نوعين:

a-فترة العصيان المطلقة Absolute Refractory period: والتي تمتنع العضلة خلالها من الاستجابة مهما كانت شدة المنبه .

b-فترة العصيان النسبي Relative Refractory period: التي يمكن ان تستجيب العضلة خلالها عندما يكون المنبه الثاني اقوى بكثير من الاول.

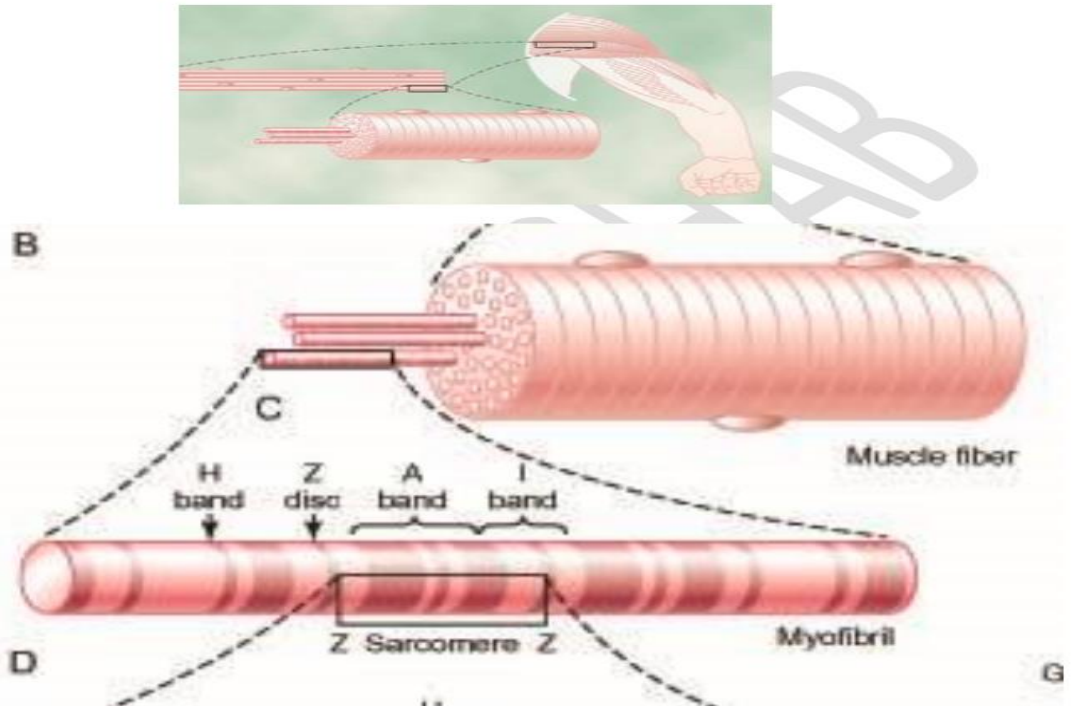
ان العضلات القلبية مزودة بأعصاب ذاتية مهمتها تحوير تقلصها حسب ما تقتضيه الحالة الفسيولوجية. **العضلات الملساء Smooth Muscle:** تدخل العضلات الملساء في بناء جدران الكثير من الاوعية والاعضاء وهي على نوعين:

- أ. **العضلات الملساء الوحودية (unitary smooth muscle) أو الاحشائية (visceral)** تدخل في بناء جدران الاعضاء المجوفة في الاحشاء مثل القناة الهضمية والحالبين والمثانة والرحم، وهي عضلات لا ارادية تجهز بأعصاب من الجهاز العصبي الذاتي ولذلك لا تقع تحت السيطرة الارادية.
- ب. **العضلات الملساء متعددة الوحدات multi-unit smooth muscle.** والتي تتقلص بتنبيه من الاعصاب مثل العضلات الملساء في جدران الاوعية وعضلات قزحية العين ، اي ان تقلصها ذو منشأ عصبي Neurogenic .

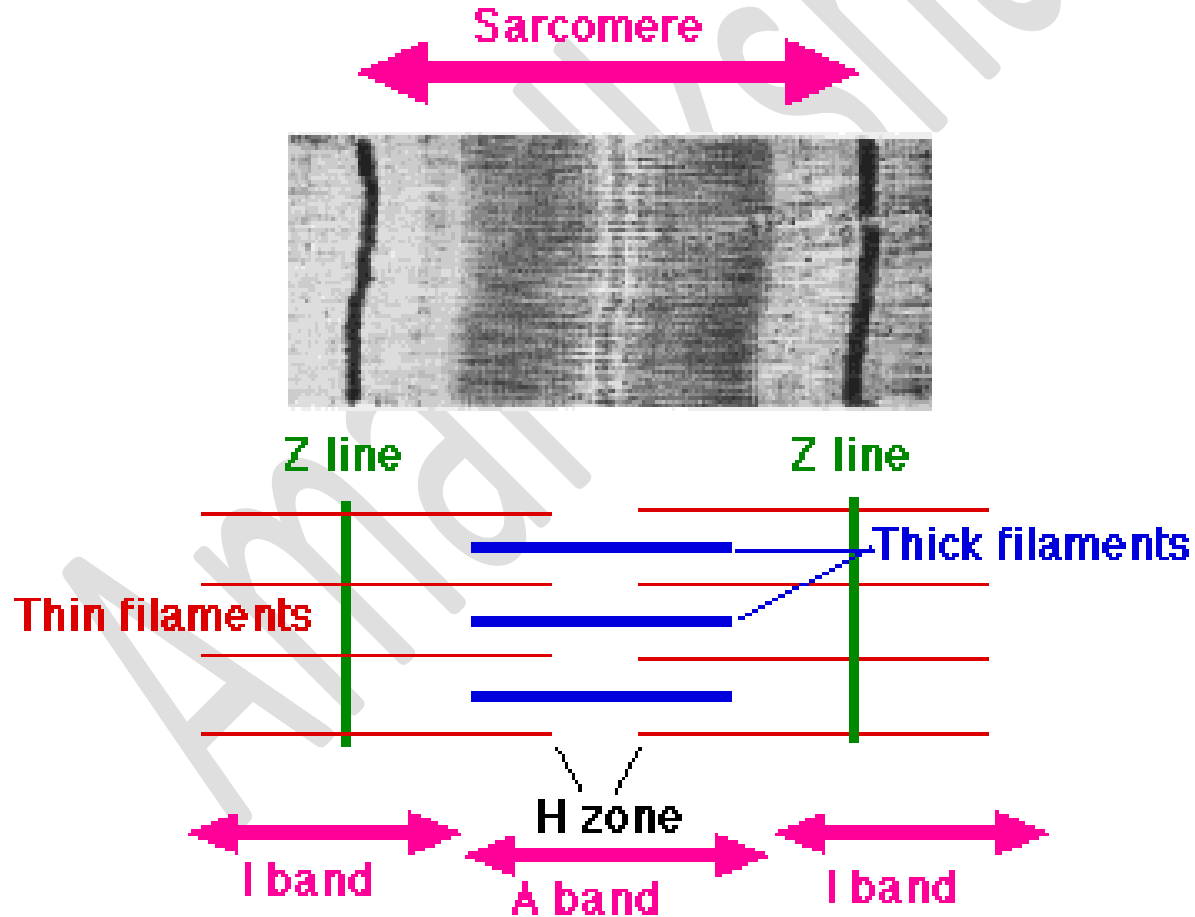
في كلا النوعين يستغرق التقلص وقتا طويلا نسبيا وتتمتع الياف العضلات الملساء الاحشائية بخاصيتي النسقية والتوصيل كما هو الحال في العضلات القلبية، ويقتصر دور الاعصاب التي تجهزها على تحوير نشاطها اما بزيادة او نقصان.ولا يؤثر قطع هذه الاعصاب على تركيب العضلات او قابليتها على التقلص خلافا للعضلات الهيكلية.

التركيب الدقيق للخلايا العضلية

تتألف العضلة الهيكلية من آلاف من الألياف العضلية Muscle fibers الاسطوانية الشكل، يحيط الليف العضلي غشاء رقيق يدعى Sarcolemma وهو مملوء بمادة هلامية هي الساركوبلازم Sarcoplasm، الحاوي خيوط بروتينية تتموضع طوليا بموازاة محور الليف وتتجمع في حزم قطر الحزمة الواحدة (1-2) مايكروميتر تسمى اللييفات العضلية Myofibrils وعند فحص الألياف العضلية الهيكلية بواسطة المجهر الضوئي يمكن مشاهدة مناطق داكنة وأخرى فاتحة على طول الليف العضلي وهذا الشيء يعطي الليف العضلي صفة التخطيط العرضي Cross striation وتختلف المناطق الداكنة عن المناطق الفاتحة في خواصها الضوئية لذا تدعى المناطق الداكنة (غير متجانسة ضوئيا) بالأحزمة A-bands (Anisotropic bands) والمناطق الفاتحة (متجانسة ضوئيا) بالأحزمة I bands (Isotropic bands)، ونقسم كل حزم I الى نصفين بواسطة غشاء يدعى الخط Z (Z-line or Z-disk) وبذلك يقسم الليف العضلي الى عدد من الوحدات تدعى Sarcomeres والساركومير الواحد هو ذلك الجزء من الليف العضلي الواقع بين خطين من خطوط Z اما الحزام A فتتم في وسطه منطقة افتح لونا تدعى حزام هنزن او حزام H (Hensen band, H-band).



اظهر فحص الليف العضلي بالمجهر الالكتروني إن الساركومير يحتوي على نوعين من التراكيب الخيطية تدعى الخيوط السميكة Thick filaments يبلغ قطر الواحد منها 100 انكستروم والخيوط الرفيعة Thin filaments يبلغ قطر الواحد منها 40-50 انكستروم ونهايات هذه الخيوط لا تلتقي بل توجد فسحة بين كل خيطين متقابلين، وكل خيط دقيق محاط بثلاثة خيوط غليظة بينما يحاط الخيط الغليظ بستة خيوط دقيقة، كما تبين ان الحزم A (الداكنة) يحتوي على الخيوط السميكة والرفيعة بينما الحزم I فيحتوي على خيوط رفيعة فقط، أما الخط H فيحتوي على خطوط سميكة فقط . كما وجد ان هنالك نوع ثالث من التراكيب الخيطية تمتد من الخيوط السميكة إلى الخيوط الرفيعة وبمسافات منتظمة تسمى الجسور العرضية Cross bridges تساهم في عملية التقلص.



الشكل: انتظام الخيوط الغليظة والدقيقة في القطعة العضلية

الجهاز العضلي الانيبوبي Sarcotubular System : يحتوي الساركوبلازم على منظومة من النبيبات تمثل الشبكة البلازمية الداخلية للخلية العضلية ، تحورت لتكون في الليف العضلي ما يسمى ب **الجهاز العضلي الانيبوبي** هو عبارة عن سلسلة من الحويصلات والانيبوبات الغشائية المحيطة بالليفات العضلية ويتكون هذا الجهاز من جزئين:

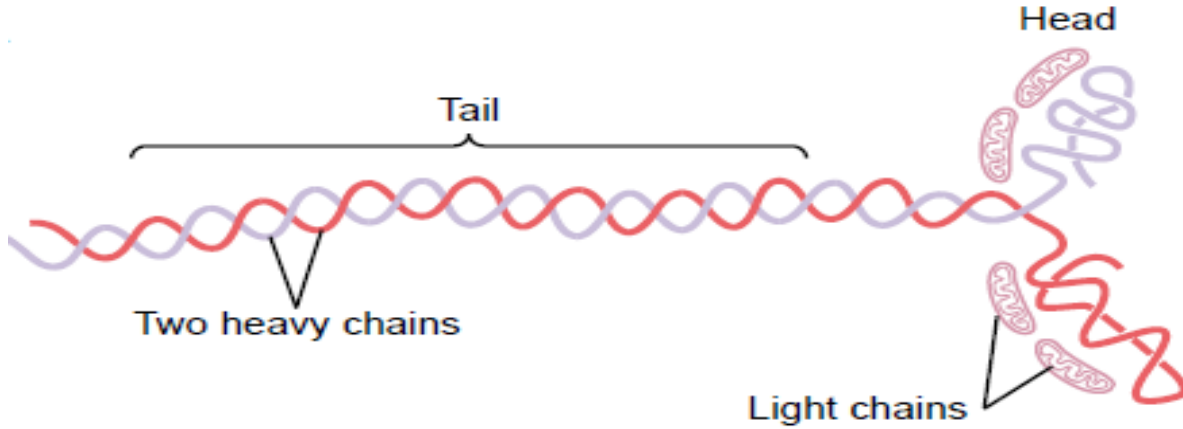
1. **جهاز T Tubule System** هو عبارة عن انيبوبات مستعرضة تتصل بغشاء الليف العضلي ووظيفة هذا الجهاز هو نقل فعل جهد الغشاء من غشاء الليف العضلي الى الليفيات الموجودة في الالياف العضلية.
 2. **الشبكة الساركوبلازمية Sarcoplasmic Reticulum**: تحوي هذه الشبكة على اكياس لخزن ايونات Ca^{++} ال تدعى بالاكياس النهائية Terminal cisternae، كما يوجد فيها بروتين (انزيم) له القدرة على تجزئة ATP وتحرير الطاقة اللازمة لنقل ايونات Ca^{++} .
- الخصائص الكيميائية للعضلة:** تحتوي العضلة في طور الراحة في الفقريات نسبة عالية من البروتينات 15-20% من الوزن الطري ويشكل الماء 72-80% من وزنها وما تبقى يشمل مواد صلبة منها الاملاح اللا عضوية والاحماض الامينية والكرياتين والكلايوجين كما موضح في الجدول ادناه. تعد الليفة من اهمها لعلاقتها في فهم اساس الية النقص .

المادة	النسبة
ماء	72-87%
املاح لا عضوية	1-1.5%
وبروتينات	16.5-20.9
كرياتين	0.27-0.58
حوامض امينية	0.1-0.7
يوريا	0.04-0.14
كلايوجين	0.5-7.7

بروتينات الليفيات العضلية

تم تشخيص 4 انواع من البروتينات التي تسهم في التقلص العضلي والتي لا توجد في الخلايا الاعتيادية:

1. **المايوسين Myosin**: يؤلف المايوسين نصف مجموع البروتين الليفي وزنه الجزيئي حوالي 450 ألف ويشكل مادة الخيوط السمكية ويكون بشكل جزيئات طويلة لها رؤوس مكورة ويكون الجسور العرضية والخيوط السمكية. تتألف جزيئة المايوسين من عدة سلاسل تشكل خيطا متحلزنا ذا نهاية راسية مزدوجة وذيل ، ويمكن ان تنقسم الجزيئة بواسطة انزيم التربسين **Trypsin** الى جزأين جزء امامي يضم الراس وقليل من الذيل يسمى الميرومايوسين الثقيل (**HMM**) **Heavy meromyosin** وجزء يضم بقية الجزيئة ويسمى الميرومايوسين الخفيف (**LMM**) **Light Meromyosin**. يعمل الميرومايوسين الثقيل بمثابة انزيم **ATPase** وله القدرة على الارتباط بالاكيتين، أما الميرومايوسين الخفيف فلا يملك فعاليات كيميائية متخصصة.

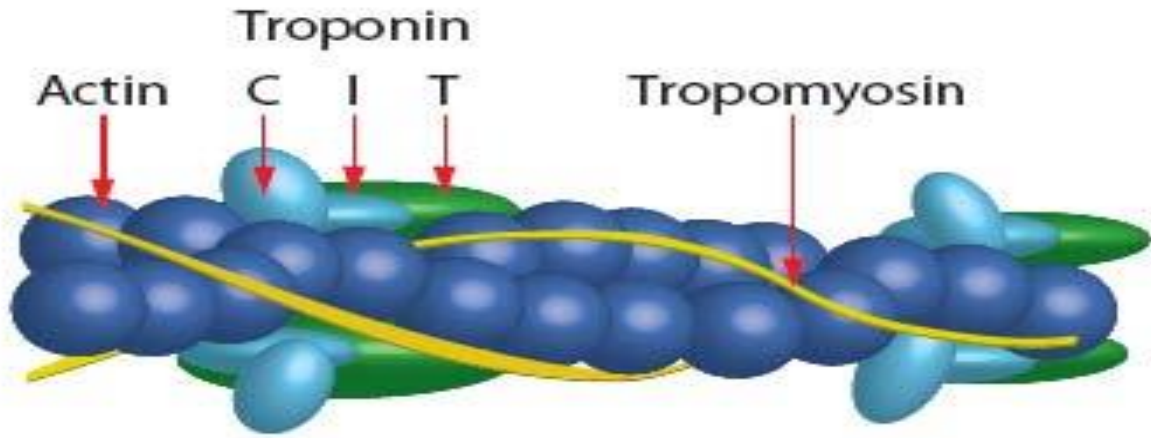


الشكل: جزيئة المايوسين

2. **الاكتين Actin**: بروتين خيطي وزنه الجزيئي 45 ألف ويشكل الخيوط الرفيعة وهو بروتين خيطي (شبيهة بالمسبحة) يأخذ شكل حلزون مزدوج **Double Helix**.

3. **التروبومايوسين Tropomyosin**: بروتين ليفي يبلغ وزنه الجزيئي 60 ألف وهو بروتين ليفي يتمركز في ثنايا او اخاديد حلزون الاكتين، يشكل حوالي 2.5% تقريبا من البروتين الليفي للعضلة.

4. **التروبونين Troponin**: عبارة عن معقد مكون من 3 جزيئات بروتينية كروية هي TNI و TNT و TNC تقع في اخاديد حلزون الاكتين فوق جزيئات التروبومايوسين. وكل منها له وظيفة محددة حيث يقوم TNI بمنع ارتباط المايوسين مع الاكتين في حالة الاسترخاء. اما TNC فإنه يحتوي على مواقع ربط ايونات الكالسيوم. اما TNT فيقوم بربط التروبومايوسين والتروبونين على خيوط الاكتين.

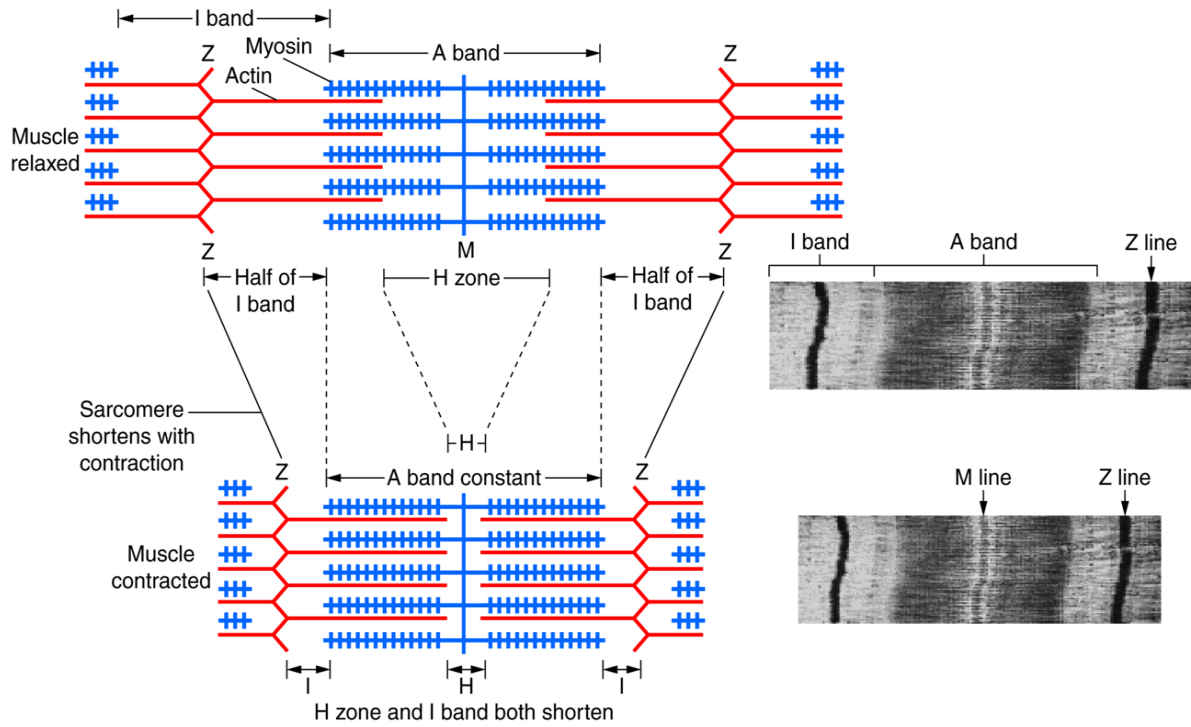


الشكل : خيط الاكتين ومواقع بروتيني التروبومايوسين والتروبونين

ويوجد في الساركوبلازم بروتينات اخرى غير متقلصة تضم انزيمات مختلفة تدخل تفاعلات ايض الخلية لتوليد الطاقة من الكلايكوجين.

نظرية الانزلاق الخيطي Sliding filament theory

هي النظرية الاكثر قبولاً في الوقت الحاضر لتفسير آلية التقلص العضلي ويعزى فيها التقلص إلى انزلاق الخيوط السميكة فوق الخيوط الرفيعة وينتج عن تداخل الخيوط قصر طول القطعة العضلية فاللييف العضلي ثم قصر طول العضلة . اما عن الارخاء Relaxation فتقضي النظرية الى عودة العضلة الى طولها قبل التقلص وتعزى حركة الخيوط إلى اتصال الجسور العرضية للمايوسين بخيط الاكتين



رسم تخطيطي يوضح آلية الانزلاق الخيطي

وقد طرأت تعديلات على هذا التفسير حديثا يمكن إيجازها بالاتي:

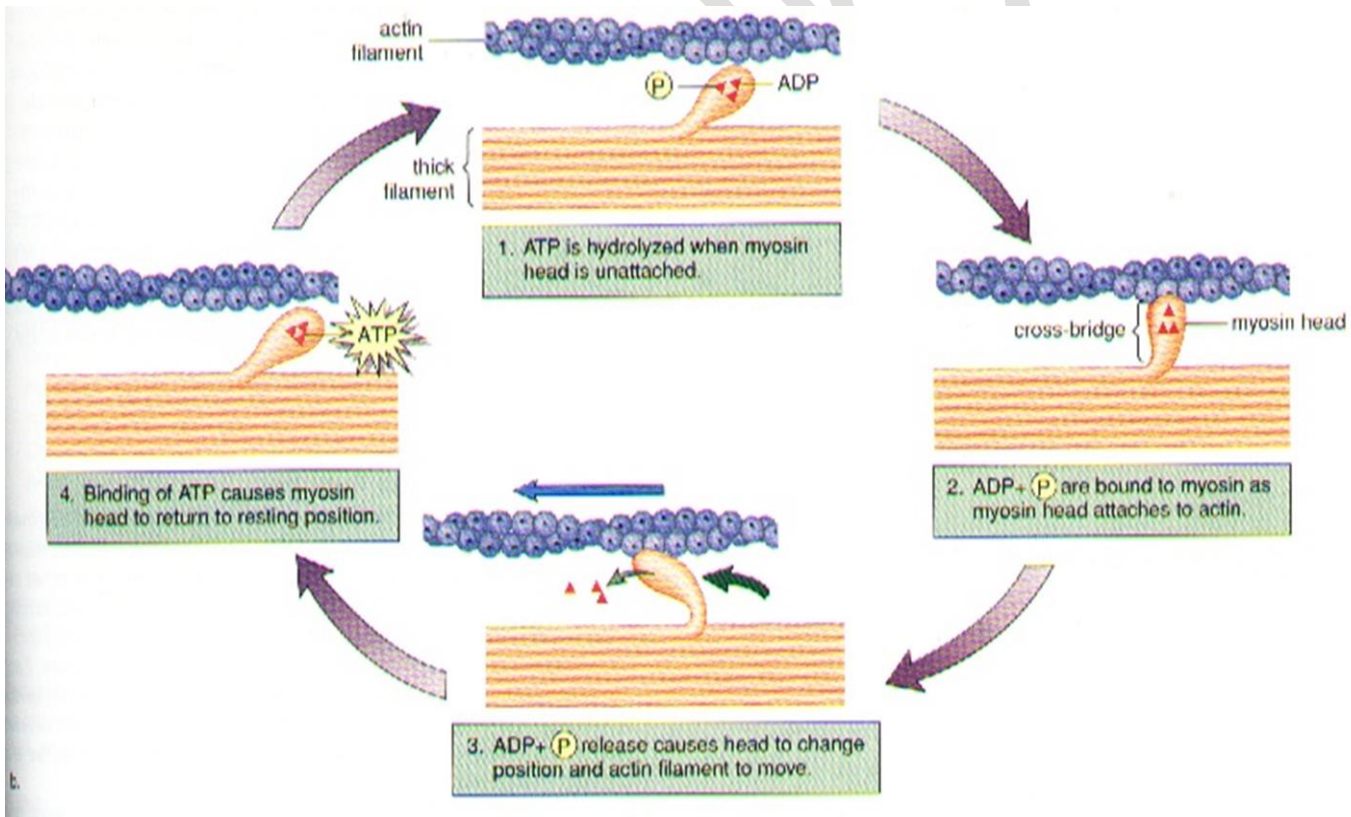
1. تكون خيوط المايوسين واللاكتين متوازية وتمتد الجسور العرضية للمايوسين باتجاه خيوط اللاكتين ولكنها تمنع من الاتصال بالمواقع الفعالة من خيوط اللاكتين لكونها مغطاة بالتروبومايوسين.
2. عند تنبيه العضلة الهيكلية يسري جهد الفعل في غشاء الليف العضلي الى الداخل عبر جهاز T وعند وصوله الى نبيبات الشبكة الساركوبلازمية يتحرر Ca^{+2} من داخلها ويرتبط مع TNC الذي يتغير شكله ويقوم بإزاحة TNI من موقعه و سحب خيط التروبومايوسين فتتكشف المواقع النشطة للاكتين وترتبط رؤوس الجسور العرضية بخيط اللاكتين.
3. يقوم رأس الجسر العرضي بالانتقال من موقع فعال إلى آخر على طول خيط اللاكتين وفي الوقت نفسه يدور حول نفسه فيولد شدا في الجسر ينتقل الشد المتولد إلى الخيط الغليظ فينسحب خيط اللاكتين لينزلق فوق المايوسين.

4. يتحلل ATP لتوفير الطاقة لفك ارتباط رأس الجسر العرضي مع خيط الاكتين في كل مرة يتم الاتصال بينهما ليصبح الرأس حرا من جديد.

5. ولحين ورود جهد فعل آخر تعود ايونات الكالسيوم الى داخل الشبكة الساركوبلازمية تاركة TNC ليعود الى شكله الطبيعي فيرجع كل من التروبونين والتروبومايوسين الى موقعهما وتنفصل الجسور العرضية للمايوسين عن الاكتين ويحدث ارتخاء العضلة بعودة الخيوط الدقيقة والغليظة الى موضعهما في حالة الراحة ، غير ان هذه العملية تتطلب توفر الشرطين الاتيين:

1. تحرير الطاقة من ATP لفك الارتباط بين الجسور العرضية وخيط الاكتين.

2. انخفاض تركيز ايونات الكالسيوم الى مستوى واطئ يكفي لمنع عودة الاتصال بين راس الجسر العرضي وخيط الاكتين.



السيطرة على التقلص (الازدواج التهيجي - التقلص) Exictation –Contraction Coupling

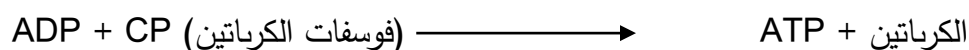
يتم تقلص العضلات الهيكلية بعد تنبيهها عن طريق العصب المتصل بها وتستجيب العضلة بزوال استقطاب وتوليد جهد فعل والذي ينتقل من سطح الليف العضلي الى داخله عن طريق جهاز T (T- system) ومن ثم الى نبيبات الشبكة الساركوبلازمية ثم تتحرر ايونات Ca^{++} الضرورية في عملية التقلص من الشبكة الساركوبلازمية، وعند تلاشي النشاط الكهربائي يعاد Ca^{++} الى الشبكة الساركوبلازمية بعملية النقل الفعال فينخفض تركيزه في السايكوبلازم (الساركوبلازم) بشكل واطئ جدا ،وهذا كافي لازالة ال Ca^{++} المرتبط بالتروبونين ومنع التقلص. عند قطع (T-System) من العضلة ، فان التقلص يتوقف في القطعة العضلية ، كما وجد انه هناك علاقة وثيقة بين سرعة التقلص والارخاء ومدى تطور الشبكة الساركوبلازمية. ومن التجارب ذات العلاقة ، ان ازالة او قطع اجهزة T تؤدي الى توقف التقلص في القطعة العضلية ، وان لبعض المواد الكيميائية مثل الكافئين Caffeine والثيوفيلين Theophylline القابلية على تحرير الكالسيوم وتحدث في العضلات قلصا Contacture وهو تقلص طويل الادم نسبيا يحدث عادة لمنبهات غير طبيعية.

مصادر طاقة التقلص

تحتوي العضلات على 1% كلايكوجين و 0.5% فوسفات الكرياتين Creatine phosphate و 0.025% ATP وهذه المواد هي مصادر الطاقة لعملية التقلص. ويعد ATP المصدر الفوري والمباشر للطاقة المستعملة في التقلص العضلي .اذ يتحلل هذا المركب الغني بالطاقة انزيميا بفعل الميرومايوسين الثقيل HMM وفق المعادلة الاتية:

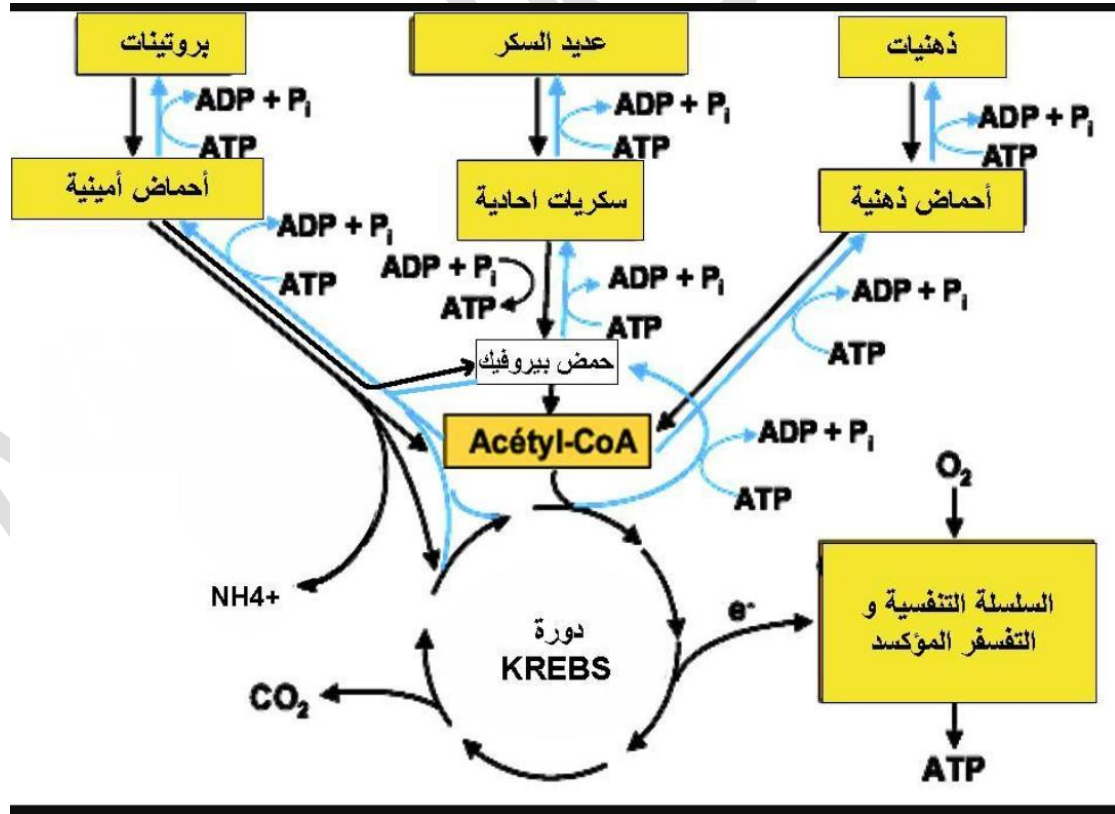


ونظرا لان كمياته قليلة لذا فان فوسفات الكرياتين الذي يوجد بكميات اكبر هو المصدر الاحتياطي الثاني للطاقة الفورية حيث يعطي طاقته الى ADP لتحويله الى ATP.



ونظرا لان كمية CP محدودة في العضلة الامر الذي يؤدي إلى نفاذه بعد عدد من التقلصات، لذا يعد الكلايكوجين المصدر الرئيسي للطاقة في التقلص حيث يتحلل إلى الكلوكوز الذي يحرر الطاقة بعملية التنفس الخلوي (الهوائي) وفي حالة نقص الأوكسجين تتحرر الطاقة من الكلوكوز عن طريق التنفس اللاهوائي (التخمر fermentation) مما يؤدي إلى تكون حامض البايروفيك الذي يتحول الى حامض اللبنيك وهذا يتراكم في العضلة ثم يتحرر للدم. ويحمل الدم معظم حامض اللبنيك إلى الكبد حيث يحول أربع أخماسه إلى كلايكوجين من جديد اما الخمس الأخير فيحرق إلى ماء و CO_2 والطاقة الناتجة من هذه العملية لتحويل حامض اللبنيك الى كلايكوجين.

بالاضافة الى المصادر اعلاه فقد وجد ان العضلات تستهلك البروتينات والدهون .ففي حالة العمل المرهق للانسان تحصل زيادة ملموسة في المواد النيتروجينية المطروحة دلالة على ان 20% من الوقود المستهلك كان من البروتينات ،وحوالي 12-31% دهون.

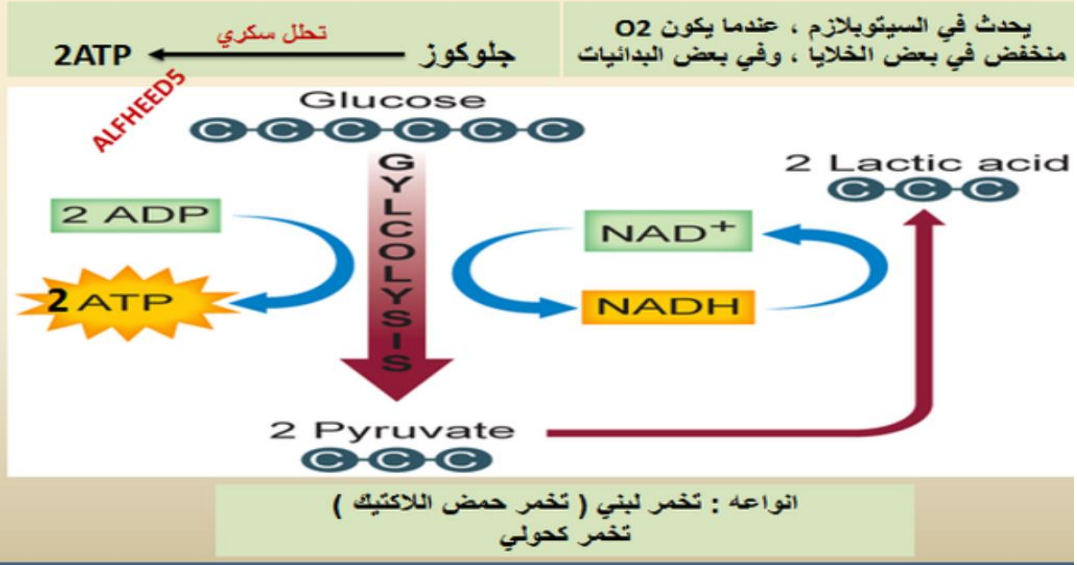


مصادر الطاقة في التقلص العضلي

التنفس اللاهوائي (التخمير)

٨

التخمير الكحولي - التخمر اللبني - إجهاد العضلة - التنفس في السيتوبلازم - في الخميرة - في بعض أنواع البكتيريا - بعدم وجود الأكسجين - تحلل سكري-بكتيريا اللبن



العلاقة بين المنبه والاستجابة

أولا النبضة العضلية البسيطة simple muscle twitch تحدث استجابة الى رجة كهربائية مناسبة ومنفردة ويشير منحني التسجيل الالي وانها تمر بثلاثة ادوار:

أ. فترة الكمون latent period وتستغرق 10 ملي ثانية على مقياس الكميوكراف.

وتعزى فترة الكمون إلى الأسباب التالية .

أ - الفترة الزمنية اللازمة لوصول الإيعاز العصبي من موقع التحفيز على العصب إلى العضلة عبر المشابك العصبية .

ب - الفترة الضرورية اللازمة لإفراز وانتشار مادة الاسيتيل كولين من نهاية الليف العصبي إلى سطح الليف العضلي أي عبور الفسحة الموجودة في منطقة الاندماج العضلي- العصبي وتكوين جهد الفعل

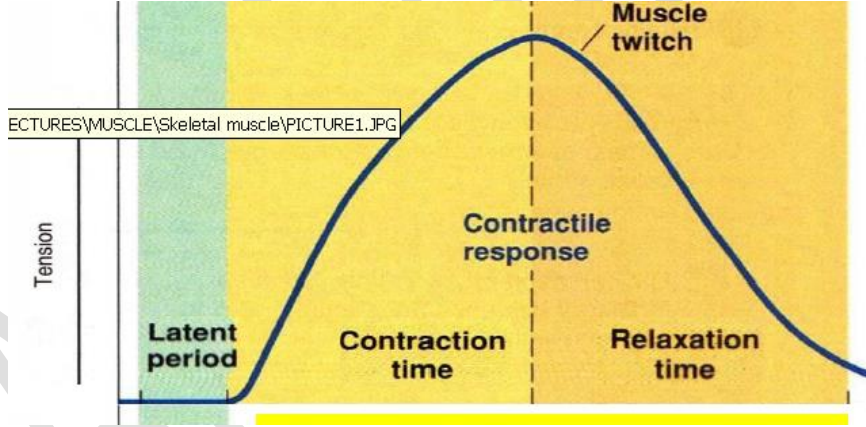
ج - الفترة الزمنية الكائنة بين زوال الاستقطاب في الساركوليميا وحدوث عملية التقلص في اللييفات العضلية (وهذه هي فترة الخمول الحقيقية).

د - الفترة اللازمة لانتشار جهد الفعل وتحرير ايونات الكالسيوم وفق آلية ازدواج التهيج -التقلص

هـ - القصور الذاتي للعضلة . الوقت اللازم للتغلب على زخم العتلة والاحتكاك بينها وبين سطح اسطوانة الكايموكراف.

ب. طور التقلص contraction phase يدوم 40 ملي ثانية في الضفدع ويحصل معه انكماش او زيادة توتر العضلة .

ج. طور ارتخاء relaxation phase يدوم 50 ملي ثانية تعود العضلة خلالها الى طولها او توترها في الراحة وذلك لسببين وجود $ATP - Mg^{2+}$ الذي يفك الجسور العرضية بخيط الاكتين وخفض تركيز Ca^{2+} الى مستوى يمنع ارتباط الجسور العرضية بخيط الاكتين.



ثانيا: التقلص متساوي التوتر Isotonic والتقلص متساوي الطول Isometric

عند الحديث عن التقلص العضلي يؤكد على حالتين انكماش العضلة وزيادة التوتر فيها ،وهذه حالة تجمع بين نوعين من التقلصات :

1. التقلص متساوي التوتر Isotonic وفيه تتكشم العضلة دون ان يطرأ اي تغيير على توترها سواء كانت محملة باثقال او غير محملة على ان يراعى في الاثقال ان لا تكون مانعة للانكماش.

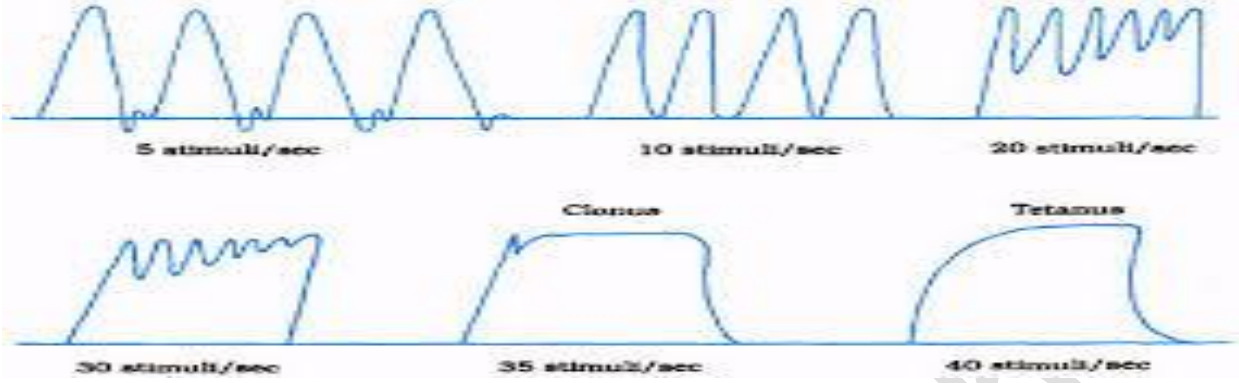
2. والتقلص متساوي الطول Isometric: وفيها يثبت طرفا العضلة لمنعها من الانكماش ، عند تنبيه العضلة يحصل زيادة ملحوظة في توترها.

في اجسامنا، التقلصات المتساوية الطول تحافظ على انتصاب الجسم ومقاومة الجاذبية عن طريق منعكسات وضعية Postural Reflexe وتشمل عضلات الجهة الخلفية للرقبة وعضلات الظهر وعضلات الاطراف السفلى الباسطة. اما الحركات الاخرى كالمشي والجري فتتم من خلال تقلصات من النوع المتساوي التوتر.

ثالثا: تدرج التقلص العضلي

يتألف العصب الذي يجهز العضلات الهيكلية من الياف محركة والياف حسية باعداد متساوية تقريبا. تقع اجسام العصاب المحركة في القرن الامامي من المادة السنجابية في الحبل الشوكي ،ولما كانت الالياف العضلية تفوق كثيرا عدد العصابات المحركة فان العصب الواحد تتصل عن طريق فروعها بعدد من الالياف العضلية يبلغ 200 ليف في العضلات الكبيرة و5 فقط في العضلة الصغيرة المحركة ،وتسمى المنظومة التي تشمل العصبية المحركة والالياف العضلية التي تجهزها بالوحدة الحركية Motor Unit وكلما كانت الوحدة الحركية صغيرة كلما كان عمل العضلة دقيقا بالموازنة مع العضلات الكبيرة .في النشاطات الاعتيادية تتناوب الوحدات الحركية في عملها لذا لا تتعرض الى الاعياء.وعندما تكون الاعمال المطلوبة اكثر اجهدا كلما زادت عدد الوحدات العاملة.

عندما يكون الطرح العصبي للعصابات المحركة بطيء بحدود (1-5) نبضة/ثانية نحصل على نفضات بسيطة ،عندما يزداد الطرح (بنفس التردد) الى 10-30 نبضة/ثانية نحصل على التحام غير كامل بين النفضات نتيجة للجمع العضلي يرافقه ارتفاع ملحوظ بالتوتر ويظهر التقلص على هيئة رعشة مركبة تدعى بالرمع clonus، اذا بلغ تردد الطرح 50-200 نبضة/ثانية تستجيب العضلة بتقلص اقوى من الرمع العضلي يعرف بالتكزز Tetanus.



التعب (الاعياء) Fatigue

إذا حفزت العضلة بصورة مستمرة لفترة من الزمن فإنها سرعان ما تعجز عن القيام بعملية التقلص بالرغم من استمرارية التحفيز وتدعى هذه الظاهرة بالاعياء (التعب الشديد fatigue) والذي يحدث للأسباب الآتية:

1. تراكم الفضلات مثل حامض اللبنيك و CO_2 في الألياف العضلية.
2. نقصان في كمية الكلايوجين والكلوكوز
3. نفاذ المواد الفوسفاتية ذات الطاقة العالية ATP و فوسفات الكرياتين C.P.
4. نقصان O_2 .
5. نفاذ الإسياتيل كولين (ناقل عصبي) في منطقة الاندماج العضلي العصبي.

إنتاج الحرارة في العضلة Heat production of muscle

إن دراسة إنتاج الحرارة في العضلة هو لمعرفة الأحداث الكيميائية التي ترافق عملية التقلص العضلي، وكانت تجارب هيل Hill عام 1930 في المقدمة لما امتازت به من دقة القياس عن طريق استخدام

مزدوجات حرارية مركبة Compound term couple والتي مكنت من قياس سرعة انبعاث الحرارة في مختلف اطوار تقلص (المراحل ال 3 للتقلص) العضلة الهيكلية.

اولا: حرارة السكون Resting Heat

وهي الحرارة المتولدة اثناء الراحة ،وتنتج من التفاعلات الكيميائية الحرارية الخاصة بالعضلة.

ثانيا: الحرارة الأولية Initial H:

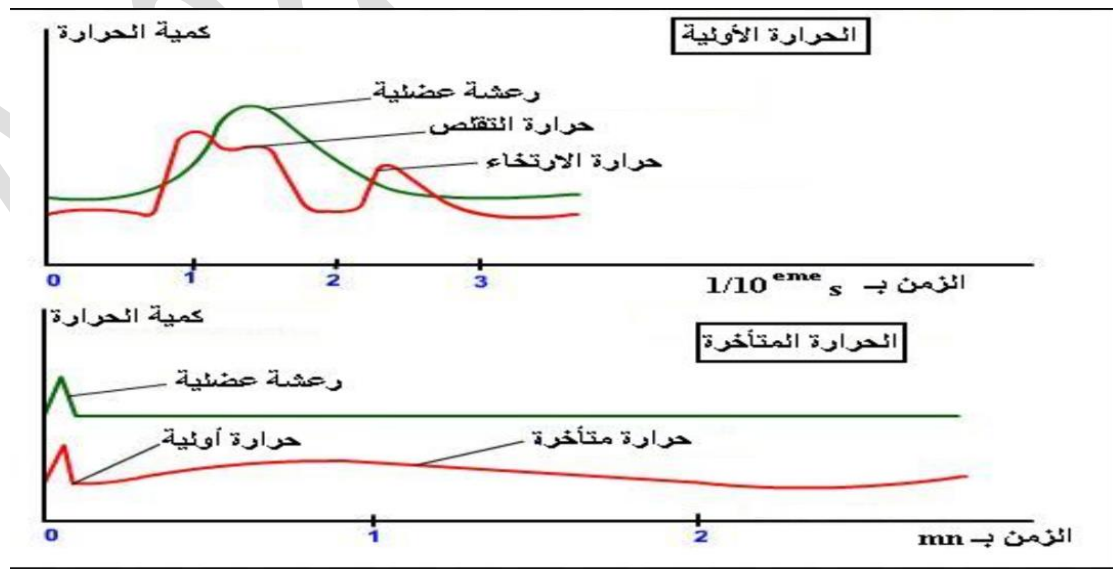
تنبعث خلال فترة تقلص وارتخاء العضلة وتقسم إلى نوعين:

أ. حرارة الانكماش Shortening H: تكون قوية وتدوم لفترة قصيرة مصدرها تحول ATP إلى ADP.

ب. حرارة الارتخاء Relaxation H: اقل شدة من سابقتها وتدوم لفترة زمنية أطول وسببها احتكاك ألياف العضلة مع بعضها عند الارتخاء.

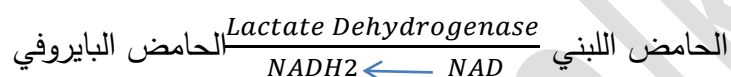
ثالثا: الحرارة المتأخرة أو حرارة الترميم Delay or Recovery H:

هي الحرارة التي تنبعث حتى بعد ارتخاء العضلة وتعزى إلى تمثيل الكلوكوز والكلايكوجين وإعادة تكوين ATP و ADP



العجز الاوكسجيني Oxygene Debt

عندما تحصل العضلات النشطة على كمية من الاوكسجين تقل عن حاجتها لصنع ATP في دورة كريبس والسلسلة التنفسية فان حامض البايروفي يختزل الى الحامض اللبني وفي حالة الاستمرار في نقص الاوكسجين يتراكم الحامض اللبني ويزداد تركيزه في العضلات ،وتدعى ظاهرة اللجوء الى الايض اللاهوائي وتراكم الحامض اللبني بالعجز الاوكسجيني ،لان هذا الحامض يحتاج الى كميات وفيرة من الاوكسجين لاكمال اكسدته الى ماء وثاني اوكسيد الكربون او لتحويله الى كلايكوجين فعند توقف العضلات عن نشاطها العنيف يستمر التنفس العميق والدوران السريع لبعض الوقت لتسديد الدين وتغطية العجز بتوفير الكميات المطلوبة من الاوكسجين وتحول الطاقة المخزونة في الحامض اللبني الى الحامض البايروفي عند توفر الاوكسجين كخطوة اولى لتحويلها من خلال عمليات الايض الهوائية (Aerobic Metabolism) الى ATP



ومن الوسائل المساعدة في تزويد العضلات بالاوكسجين احتوائها على المايوكلوبين Myoglobin وهو بروتين يحتوي على الحديد ويشبه الهيموغلوبين ويكسبها اللون الوردي. للمايوكلوبين القابلية على توفير احتياطي من الاوكسجين في الحيوانات البرية خاصة عند انقطاع الدوران عن العضلات التي تنقلص تقلصا متساوي الطول واهمية هذه المادة كبيرة في الحيوانات المائية مثل الحيتان التي يتعرض فيها الدوران المحيطي الى الانقطاع بفترات طويلة فعندئذ يقوم المايوكلوبين الموجود في عضلاتها بغزارة بمد تلك العضلات بحاجتها من الاوكسجين.

الجهاز الهضمي Digestive System

يتألف الجهاز الهضمي من قسمين رئيسيين هما:

1. القناة الهضمية (Alimentary Tract (Gut): وهي القناة الداخلية في الجسم وتتكون من الفم mouth والبلعوم pharynx والمرئ esophagus والمعدة stomach والامعاء الدقيقة (الاثني عشر duodenum والصائم jejunum واللفائفي ileum) والامعاء الغليظة large intestine والمستقيم rectum ثم المخرج anus، وتكون المواد الغذائية في حالة حركة مستمرة في داخل القناة الهضمية لكي تضمن تماسها وامتزاجها مع الافرازات التي تكونها الغدد الهاضمة.

2. الغدد الملحقة Accessory Glands وتشمل الغدد اللعابية Salivary glands والبنكرياس pancreas والكبد liver .

الغدد اللعابية Salivary Glands وهي الغدد التي تفرز اللعاب وتشمل:

1. الغدد النكفية Parotid Gland وهما زوج من الغدد التي تلتهب وتتضخم في حالة الاصابة بمرض النكاف Mumps ويقعان في اسفل الاذنين وتفتح قناتهما بالقرب من الطواحن العليا الثانية في الانسان .

2. الغدد تحت الفك Submandibular Glands or Submaxillary

زوج من الغدد يفتحان اسفل الفكين.

3. الغدد تحت اللسانية Sublingual Glands وهما زوج من الغدد يفتحان بواسطة عدد من القنوات الدقيقة في الجزء الامامي من قاع الفم .

انواع الغدد اللعابية

تقسم الغدد اللعابية من حيث طبيعة الانسجة التي تكونها ونوع الافرازات التي تفرزها الى 3 انواع:

1. الغدد المصلية Serous Glands : تتألف هذه الغدد من انسجة رابطة قوية وتكون افرازاتها مائية تحتوي على بروتينات ولا تحتوي على المخاط.

2. الغدد المخاطية Mucous Glands: تحتوي افرازاتها على بروتين كربوهيدراتي مخاطي Glycoprotein mucin ويعتقد انها لا تفرز الانزيمات.

3. الغدد المختلطة Mixed Glands: تتألف من أنسجة وخلايا النوعين السابقين من الغدد إضافة إلى أنها تكون إفرازات تشمل مجموع إفراز النوعين.

وظائف اللعاب:

1. يرطب الطعام ويسهل عملية المضغ.
2. يساعد على تحفيز الحلمات الذوقية Test Buds الموجودة في اللسان بإذابة المواد الصلبة من الغذاء.
3. يحتوي على إنزيم التالين Ptyalin الذي يساعد على التذوق إضافة إلى عمله في هضم النشا Starch وتحويله إلى مواد أبسط هي الدكستريين Dextrin وسكر Maltose.
4. وجود إنزيم Lysozyme في اللعاب يعطيه خاصية مطهرة Antiseptic للفم.
5. يساعد في تنظيم حرارة الجسم ولأسيما في الكلاب والقطط.
6. لللعاب أهمية كبيرة في بعض الحيوانات حيث يوفر وسطاً ملائماً لنمو بعض أنواع البكتيريا المفيدة، كما في الحيوانات المجتررة.

الهضم في المعدة: تتسلم المعدة الغذاء بعد البلع وتؤثر في الغذاء في المعدة عدة عوامل حيث تقسم الحيوانات بالنسبة لمكونات المعدة وعملها إلى:

1. الحيوانات ذات المعدة البسيطة Simple Stomach: وتشمل الإنسان وجميع الحيوانات الحلقية المسماة بالحيوانات غير المجتررة Non ruminants وتتكون المعدة في هذه الحيوانات من حجرة واحدة One Compartment.

2. الحيوانات ذات المعدة المعقدة Complex Stomach: وتشمل جميع الحيوانات الأخرى المسماة بالحيوانات المجتررة Ruminants وتتكون المعدة في هذه الحيوانات من 4 حجرات هي: الكرشة Rumen والشبكة أو القلنسوة Reticulum والقبة أو ذات التلافيف Omasum والمنفحة أو المعدة الحقيقية Abomasum.

وظيفة المعدة البسيطة: تعمل المعدة البسيطة بوصفها مخزناً للغذاء بعد البلع وتتميز بقابليتها على التوسع لاستيعاب الطعام، كما أنها تحتوي على عوامل مهمة تساعد في عملية هضم الطعام مثل الإنزيمات المهمة في امتصاص فيتامين B12 وعوامل تكوين الدم Haematopoiesis إضافة إلى العصير المعدى Gastric

Juice وتعمل جميع هذه العوامل مع ما هو موجود في الغذاء على تكوين عامل مضاد لفقر الدم -Anti-anemic Factor.

المكونات النسجية للمعدة البسيطة: تتكون المعدة البسيطة نسيجيا من 4 اقسام هي من الداخل الى الخارج:

1. الطبقة المخاطية Mucous coat.

2. الطبقة تحت المخاطية Submucous coat.

3. الطبقة العضلية Muscular coat .

4. الطبقة المصلية Serous coat.

تتكون المعدة من عدة مناطق هي:

1. المنطقة القلبية Cardiac Zone: وتحتل الجزء القلبي او القلبي من المعدة.

2. المنطقة القاعية Fundic Zone وتسمى ايضا بالمنطقة الجسمية Body Zone وتحتل جسم المعدة.

3. المنطقة البوابية Pyloric Zone وتتصل بالاثني عشر Duodenum عن طريق البواب Pylorus.

الغدد المعدية Gastric gland توجد الغدد المعدية في الغشاء المخاطي المبطن للمعدة وتفتح قنواتها في حفر على سطحه بعدة فتحات وتشمل هذه الغدد:

1. الغدد القلبية Cardiac glands وتحتل المنطقة القلبية من المعدة وتتكون من غدد مخاطية افرازية

Mucous-secreting glands.

2. الغدد القاعية Fundic Glands وتحتل المنطقة القاعية او الجسمية من المعدة وتتكون من الخلايا الغدية المهمة وهي:

أ. خلايا جسمية رئيسية Body Chief cells تفرز الانزيمات.

ب. خلايا مخاطية عنقية Mucous neck cells تفرز المخاط.

ت. خلايا جدارية او حامضية Parietal or Oxyntic cells تفرز حامض HCl.

3. الغدد البوابية Pyloric Glands تحتل المنطقة البوابية من المعدة وتتكون افرازاتها من المخاط وكميات

قليلة من الانزيمات الهاضمة للبروتينات Proteolytic Enzymes.

افراز حامض كلوريد الهيدروجين (HCl):Hydrochloric Acid

تفرز المعدة كميات كبيرة من حامض HCl ويتم افرازه بالطريقة الآتية:

تأخذ الخلايا الحامضية ايونات Cl^- من الدم وتفرزها بواسطة النقل الفعال الى القنوات المعدية ومقابل ذلك تفرز الخلايا كمية متساوية من البيكربونات HCO_3^- في الدم وتتكون هذه البيكربونات نتيجة تفاعل ثاني اوكسيد الكربون مع الماء بمساعدة انزيم الكربونك انهايدريز Carbonic anhydrase الموجود في الخلايا الحامضية.



اما ايونات الهيدروجين المنتجة فانها ترافق ايون الكلور على شكل حامض HCl.

العصير المعدي Gastric Juice

يقصد بالعصير المعدي جميع افرازات الغدد والخلايا المعدية، وقد اظهرت البحوث ان العصير المعدي يتكون من :

1. الماء ويشكل حوالي 90% من العصير المعدي.
2. الانزيمات ويكون انزيم الببسين Pepsin الانزيم الرئيس فيها بالاضافة الى كميات قليلة من انزيم الرنين Renin .
3. الايونات : تتكون من ايونات سالبة مثل الكلور (وهو الغالب) اضافة الى البيكربونات اما الايونات الموجبة فتشمل ايونات (الهيدروجين والصوديوم) وهي الغالبة اضافة الى الكالسيوم والبوتاسيوم.
4. حامض HCl الذي تفرزه الخلايا الجدارية او الحامضية من الغدد القاعية.

وظائف حامض كلوريد الهيدروجين HCl في المعدة:

1. يؤثر في البروتينات ويسهل هضمها.
2. يحلل بعض السكريات الثنائية الى سكريات بسيطة مثل السكروز الى كلوكوز وفركتوز.
3. يساعد في ذوبان ايونات الحديد والنحاس ثم امتصاصها.

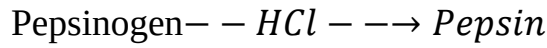
4. له عمل مطهر للمعدة.

5. ينشط عملية تحول الببسينوجين Pepsinogen الى Pepsin.

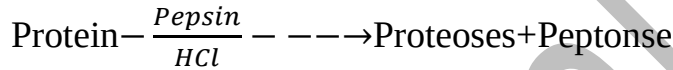
6. يسيطر على عمل الصمام البوابي الذي يربط المعدة بالاثني عشر.

الببسين والرينين Pepsin & Renin

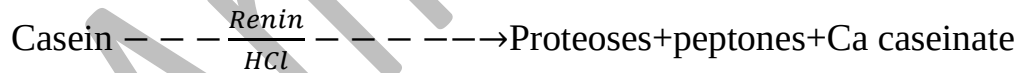
يوجد انزيم الببسين والرينين في الخلايا الجسمية الرئيسية على شكل ببسينوجين Pepsinogen غير فعال لا يستطيع هضم البروتينات ولكنه يتحول الى ببسين بعد افرازه بفعل حامض Hcl والببسين المتكون لأول مرة.



يعمل الببسين على هضم البروتينات في محيط شديد الحمضية حيث يحولها الى مواد ابسط.



يعد تحفيز العصب التائه Vagus Nerve من اقوى العوامل المحفزة لافراز انزيم الببسين ، كما ان حقن الاسيتايل كولين Aceytil Choline او العقاقير المشابهة لفعله يزيد من افراز هذا الانزيم بينما يعمل الاتروبين Atropin على تقليل افرازه. اما انزيم الرنين فيعمل على تحويل الكازئين في محيط حامضي الى مواد ابسط.



السيطرة على الافرازات المعدية: لقد اظهرت التجارب ان الافرازات المعدية تقع تحت السيطرتين العصبية والسائلية :

1. السيطرة العصبية Nervous Control: تتم بواسطة الالياف العصبية الودية Sympathetic والالياف العصبية نظير الودية Parasympathetic. يعمل النوعان من الالياف بصورة متضادة Antagonistically فتكون الالياف الودية مثبطة لكل من الافراز والحركة بينما تكون الالياف النظيرة الودية محفزة للافراز والحركة.

2. السيطرة السائلة Humeral Control: سميت بهذا الاسم لان المواد التي تؤثر في الافراز تحمل بواسطة السوائل الجسمية ،وتعد السيطرة الهرمونية نوعا خاصا من السيطرة السائلة وتتم بواسطة عدد من الهرمونات التي تصنع وتفرز بواسطة الغشاء المخاطي للقناة الهضمية حيث يحملها الدم الى الغدد الهضمية لتحفيزها على الافراز وتشمل:

أ. هرمون الكاسترين Gastrin ويفرز من الغدد البوابية للمعدة نتيجة توسعها عند امتلائها بالطعام ويعمل على تحفيز افراز الغدد المعدية للانزيمات والعوامل المساعدة وبعض الهرمونات.

ب. هرمون Enterogastron ويفرز من بطانة الاثني عشر نتيجة وجود الدهن والحوامض الدهنية وملامستها للبطانة ويعمل على تثبيط افراز وحركة المعدة.

جدول يبين الهرمونات الهضمية

المنشأ	الهرمون	العمل المساعد على الافراز	عمل الهرمون
الغدد البوابية Pylorus	Gastrin	توسع وحركة المعدة	تحفيز افراز الحوامض بواسطة الغدد المعدية
الاثني عشر Duodenum	Enterogastron	وجود الدهن والحوامض الدهنية	تثبيط افراز وحركة المعدة.
	Secretin	وجود الحوامض والبيبتونز.	تحفيز افرازات البنكرياس (الماء والشوارد)
	Pancreozymin	نفس السبب السابق.	تحفيز افرازات انزيمات البنكرياس.
	Cholecystokinin	وجود الدهون	تقلص كيس الصفراء.
الصائم Jejunum	Enterocrinin	نواتج هضم الغذاء.	تحفيز افرازات الامعاء.

افرازات البنكرياس تحتوي العصارة البنكرياسية Pancreatic juice على عدد من الانزيمات التي تستطيع هضم الانواع الرئيسية في الطعام:

أ. الانزيمات الهاضمة للبروتينات وهي:

1. التربسين Trypsin ويعمل على تحويل البروتينات الى ببتايد وحوامض امينية.

Protein----- → Peptide + Peptones

2. الكايموتريرسين Chymotrypsin: ويعمل على تحويل البروتينات الى ببتايد وببتونز كما في التربسين.

3. الكاربوكسي ببتايداز Carboxypeptidase: ويعمل على تحويل الببتايد الى حوامض امينية.

Peptide- - - - -→ Amino acids

ب. الانزيمات الهاضمة للكربوهيدرات

تحتوي العصارة البنكرياسية انزيم واحد هاضم للكربوهيدرات وهو اميليز البنكرياس Pancreatic amylase الذي يحول النشا الى دكسترين ومالتوز.

Starch - - - - -amylase - - - - -→ Dextrins + Maltose.

ج. الانزيمات الهاضمة للشحوم:

وتشمل لايبيز البنكرياس Pancreatic Lipase الذي يعمل على تحويل الشحوم الى حوامض شحمية وكليسيريدات.

Fats----- Lipase -----→ Fatty acids + glycerides.

كما تحتوي العصارة البنكرياسية على كمية كبيرة من البيكربونات والايونات السالبة الاخرى مثل Cl^- ، SO_4^{-2} ، HPO_4^{-2} وايونات موجبة مثل البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم وتبلغ حموضة العصارة البنكرياسية حوالي 8.

الكبد Liver وهو غدة كبيرة في الجسم وله وظائف كثيرة اهمها:

1. افراز الصفراء Bile.

2. تكوين وخرن الكلايوجين وتنظيم كمية ومستوى السكر في الدم.

3. تكوين بروتينات بلازما الدم وخاصة البروثرومبين Prothrombin والفايبرينوجين Fibrinogen.

4. تكوين اليوريا وعزل الامونيا Deamination من الحوامض الامينية وتحطيم حامض البول.
5. خزن وتنظيم انتشار عامل مضاد فقر الدم الخبيث Antipernicious anemia.
6. مقاومة السموم Toxins والحد من نشاطها.
7. العمل على الكربوهيدرات والبروتينات وبناء الاحماض الامينية.
8. خزن الفيتامينات الذائبة في الدهون مثل فيتامين A,D,E,K.

الصفراء Bile

عصارة مرة المذاق تصنع في الخلايا المبطنة للقنوات في الكبد ولا تمر هذه العصارة الى الاثني عشر بل تخزن في كيس الصفراء (المرارة Gall bladder) يشبه كيس الصفراء الحويصلة في مظهره الخارجي ويكون ذا لون اخضر مائل الى الصفرة ويقع على السطح الداخلي للكبد في الانسان والحيوانات الفقرية. وتنتقل عصارة الصفراء عن طريق قناة خاصة تسمى قناة الصفراء bile duct الى الامعاء الدقيقة حيث تصب في الاثني عشر لتساعد في اداء بعض الوظائف الهضمية المهمة ثم تطرح بعد ذلك الى الخارج مع الغائط. وعصارة الصفراء بحد ذاتها مادة سامة وخاصة عند بقائها في الجسم ولكن مرورها عبر الامعاء يؤدي الى انجاز عملية هضم المواد الدهنية المختلفة جنبا الى جنب مع الخمائر الخاصة بهذه العملية.

تتألف عصارة الصفراء من الماء بالدرجة الاولى وكميات مختلفة من املاح الصفراء Bile salts وصبغات الصفراء Bile pigment التي تصنع داخل الكبد والتي تشترك في المساعدة على انجاز عمليتي الهضم والامتصاص اضافة الى املاح معدنية وكوليسترول ومخاطين ويوريا وبعض المواد غير العضوية ومركبات اخرى. ووظيفة المرارة الأساسية هي تخزين الصفراء التي يفرزها الكبد الى حين الحاجة لاستخدامها مرة أخرى.

تعمل املاح الصفراء على تجزئة المواد الدهنية الى قطيرات صغيرة جدا مما يجعلها عرضة الى انزيم Lipase وبذلك تساعد على هضم المواد الدهنية على الرغم من عدم احتوائها على انزيمات هاضمة. كما ان من اهم العوامل التي تحفز على افراز الصفراء هو وجود املاح الصفراء في الامعاء، حيث يعيد الدم امتصاصها ويحملها الى الكبد مرة أخرى ليتم افرازها من جديد.

اما صبغات الصفراء فهي عبارة عن ناتج تفكك خضاب الدم Haemoglobin بسبب تحطم كريات الدم الحمر، حيث ان لهذه الخلايا مدة محددة تقضيها في الجسم لتزال بعدها من الدورة الدموية بواسطة الجهاز الشبكي الاندوثيلي Reticuloendothelial system. وتتحول كريات الدم الحمر في هذا الجهاز الى

مكونين احدهما يحتوي على الحديد Iron ويسمى الهيموسدرين Hemosiderin يخزن في الكبد والطحال ونخاع العظام، والآخر لا يحتوي على الحديد ويسمى Biliverdin ذو لون اخضر يختزل الى لون احمر مصفر مكونا Bilirubin ويرجع لون عصارة المرارة الى هذين الصبغتين. ينتج من ارتفاع نسبة صبغة Bilirubin في الدم مرض اليرقان Jaundice ويتميز باصطباج لون البشرة وبياض العين والاعشية المخاطية باللون الاصفر الذي تزداد حدته بازدياد شدة المرض وهناك 3 انواع من اليرقان تصيب الجسم وهي:

1. اليرقان التحلي Haemolytic jaundice وينتج من زيادة تكسر خلايا الدم الحمر مسببا فقر الدم.

2. اليرقان التسممي Toxic Jaundice وينتج من التسمم ببعض المواد التي لها القابلية على التأثير في كمية الصبغات في الجسم.

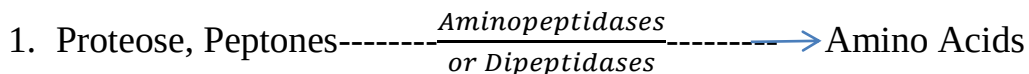
3. اليرقان الانسدادي Obstructive Jaundice وينتج من انسداد القناة الصفراوية المشتركة بوساطة حصى Gall Stone تتكون داخل تجويفها نتيجة ترسب الكوليسترول غير الذائب في كيس الصفراء.

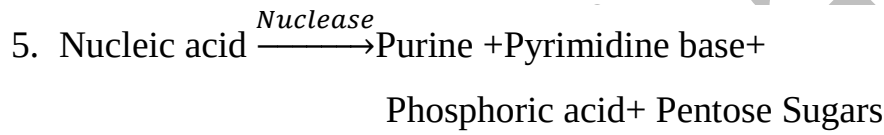
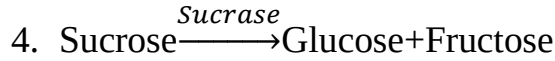
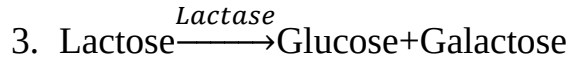
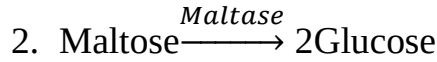
لا تتجاوز نسبة صبغة الـ Bilirubin في دم الانسان الطبيعي (0.5-1.0) ملغم/100مل من الدم. وتطرح هذه الصبغة في الاحوال الاعتيادية الى خارج الجسم عن طريق عصارة الصفراء، ولكن قد تطرأ على الجسم بعض الاضطرابات التي تحول دون تفكك خضاب الدم بصورة طبيعية او احتباس الصفراء وعدم وصولها الى الامعاء او اضطراب وظيفة الكبد ومقدار ما ينتجه من هذه الصبغة، وجميع هذه الحالات تؤدي الى ارتفاع نسبة الصبغة في الدم ثم الاصابة بمرض اليرقان.

العصير المعوي intestinal Juice

وهو العصير الذي يفرز من جدران الامعاء الدقيقة ويشمل نوعين من الافرازات :

1. افرازات قاعدية (مع بعض المخاط) وتفرزها غدد برونر Brunner's gland في الطبقة تحت المخاطية للقسم الاول للاثني عشر التي تعمل على حماية البطانة من حموضة المعدة.
2. افرازات معوية تفرزها اخاديد ليبركن Crypts of Lieberkuhn التي تقع في جدران بقية الامعاء. تتميز افرازاتها بكونها اقل لزوجة من الاولى وتحتوي على عدد كبير من الانزيمات الهاضمة وهي:





الامتصاص Absorption

تتخصص المنطقة السفلية من الأمعاء الدقيقة لعملية الامتصاص، حيث تتكون بطانتها من عدد كبير من الطيات ابتداءً من منطقة مصب القناة الصفراوية المشتركة وحتى منطقة الصمام اللفائفي الاعوري IleoCaecal Valve وتغطي هذه الطيات ملايين من البروزات الدقيقة تدعى الزغابات Villi ويلغ طول الواحدة منها 1 ملم تقريباً وبذلك تزيد هذه الزغابات من توسع السطح الماص بما معدله عشرة اضعاف.

تحمل الحافات الحرة للخلايا الطلانية المبطنه للأمعاء بما في ذلك الزغابات امتدادات مجهرية من الغشاء البلازمي تدعى الزغابات المجهرية Microvilli لا ترى الا بالمجهر الالكتروني، تضاعف هذه الزغابات المجهرية السطح الماص بما معدله عشرون مرة، وبذلك تزيد الطيات والزغابات المجهرية مجتمعة من السطح الماص للأمعاء الدقيقة ما مقداره 600 مرة مما يجعل الامتصاص سريعاً جداً. والزغابة هي في الحقيقة وحدة الامتصاص وهي مكيفة لهذه الوظيفة الحيوية فهي مزودة بشريان صغير يتفرع الى عدد كبير من الشعيرات الدموية التي تعود فتكون وريد صغير. ان ذلك يساعد على تصريف المواد الممتصة وافساح المجال لامتصاص جزيئات اخرى. يوجد في وسط الزغابة وعاء لمفاوي Lacteal يقوم ايضا" بتصريف المواد الغذائية الممتصة اضافة الى الالياف العصبية. يعتقد ان الشعيرات الدموية تقوم بامتصاص الحوامض الامينية والسكريات والاملاح والكليسيرول والفيتامينات وبعض الحوامض الدهنية، اما الاوعية اللمفاوية فتمتص الكليسيريدات وبعض الحوامض الدهنية والفيتامينات الذائبة في الدهون.

تنظم حركة الزغابات بواسطة اعصاب صغيرة مايسنر وربما تتحفز بواسطة هرمون Villikinin الذي يفرز في الطبقة المخاطية للاثني عشر وينتقل بواسطة الدم الى الزغابات .تساعد حركة الامعاء وخلاياها الطلائية المبطنة وكذلك نشاط القناة الهضمية في عملية الامتصاص وهناك عدة انواع من الحركات يمكن تلخيصها :

1. حركة تجزؤ Segmentation: وتعني تقلص بفترات منتظمة حيث تساعد تجزؤ المواد الغذائية وتكسيروها الى قطع صغيرة.
2. حركة تمعجية Peristalsis وهي موجة تقلص تتبعها موجة انبساط بصورة متعاقبة وتؤدي الى دفع محتوى الامعاء الى الامام.
3. حركة زغابية Villary وتعني حركة الزغابات .
4. حركة توترية Tonic تقلص الامعاء بصورة مستمرة تؤدي الى تضيق التجويف وعصر مكوناتها.
5. حركة عكس التمعجية Antiperistalsis وفيها تحصل موجة تقلص تتبعها موجة انبساط ولكن بالاتجاه المعاكس وتساعد هذه الحركة على عودة بعض مكونات الاثني عشر الى المعدة.
6. حركة بندولية Pendular تؤدي الى رج مكونات الامعاء.

عملية الابراز Defecation

وهي عبارة عن منعكس Reflex يتم بواسطة تقلص بعض العضلات الارادية ، فوجود الغائط Feaces في المستقيم Rectum يحفز النهايات العصبية الحسية في منطقة المخرج Anal Region وبذلك تحصل استجابات كثيرة لحدوث منعكس الابراز Defecation reflex من الفتحة الشرجية Anus. هنالك عدد من العقاقير التي تسبب تفريغ البراز وتسمى المسهلات Laxatives مثل سلفات المغنيسيوم ودهن البرافين اما قلة تفريغ محتويات الامعاء وتصلب البراز فتعرف بالقبضة Constipation.

التنفس Respiration

تسمى عملية تبادل الغازات بين المادة الحية والمحيط الخارجي بالتنفس Respiration وتستخدم كلمة تنفس بشكل غير مناسب في تصنيف ثلاثة عمليات مختلفة تماما وان كانت متضامنة في تعاقبها المميز وهذه العمليات:

1. التهوية الرئوية Pulmonary Ventilation

ويقصد بها حركة الهواء الى داخل الرئتين وخروجه منها.

2. التنفس الرئوي والتنفس الداخلي Pulmonary and Internal Respiration

ويقصد به انتقال الغازات التنفسية بالانتشار بين الانساخ والدم ونقل الاوكسجين بوساطة الدم من الرئتين الى الانسجة والعودة بثنائي اوكسيد الكربون واخيرا انتقال ثاني اوكسيد الكربون من الخلايا الى الدم بنفسها.

3. التنفس الخلوي Cellular Respiration

ويقصد به عملية تحرير الطاقة بعملية الهدم الغذائي فهو يمثل ذروة عملية التنفس بأكملها ويشمل على الكثير من الخطوات التي تشترك فيها الخمائر التنفسية ومساعداتها. يضم التنفس الخلوي :

1. التحلل السكري Glycolysis

2. دورة كريس Krebs Cycle

3. سلسلة الفسفرة التنفسية Respiration chain phosphorylation

نقل الغازات Transport Gases

اولا: قانون هنري Henrys Law

ينص قانون هنري : تتناسب كمية الغاز المذاب في محلول (عند درجة حرارة ثابتة) والضغط الجزئي للغاز الحر فوق المحلول وتعتمد كمية المذاب على معامل ذوبانه حيث ان:

حجم الغاز المذاب = حجم المحلول X الضغط X معامل الذوبان.

ثانيا : قانون دالتن Dalton s Law

يسلط كل غاز موجود في مزيج من الغازات ضغطا يتناسب ونسبته المئوية في الخليط العام ويقدر هذا الضغط بوحدات الملم زئبق وبذلك يكون مقدار الضغط الكلي مساويا لمجموع ضغوط الغازات كلا على انفراد.

نقل الغازات Transport of Gases

نقل غاز الاوكسجين Oxygen Transport

يتم تجهيز الدم بالأوكسجين بواسطة الرئتين ويعتمد تجهيز الاوكسجين على عدة عوامل:

1. كمية الاوكسجين الداخل الى الرئتين.
2. الكمية الكافية من الغاز المتبادل .
3. كمية الدم القادمة الى النسيج.
4. كفاءة الدم في حمل الاوكسجين.

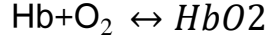
وتتحدد كمية الاوكسجين في الدم بالحالات الآتية:

1. كمية الذائب منه في الدم.
 2. كمية الهيموغلوبين في الدم.
 3. درجة الفة الهيموغلوبين للأوكسجين.
- يوجد الاوكسجين في الدم :

1. ذائبا ويمثل نسبة قليلة جدا (1-3)%.

2. متحدا بهيموغلوبين الدم ويمثل الشكل الغالب (97-99)%.

يتكون الهيموغلوبين من اربع وحدات ثانوية كل واحدة منها تحتوي على جزيئة هيم Heme متصلة بسلسلة من الببتيدات المتعددة polypeptide chain يتركب الهيم من البروفيرين البدائي (Protoporphyrin IX) وذرة حديد بهيئة حديدوز . وتأخذ ذرة الحديد ذرتين من الاوكسجين دون ان تفقد تكافؤها (اي تبقى بصيغة حديدوز). لذا تعد عملية اخذ الهيموغلوبين للأوكسجين عملية اكسجة وليست اكسدة.



ولما كان الهيموغلوبين مكونا من اربع وحدات فانه يتحد بأربع جزيئات من الاوكسجين مكونا Hb_4O_8 . يصبح الدم مشبعا تماما بالأكسجين عندما تكون جميع المواقع على جزيئة الهيموغلوبين متحدة بالأكسجين. ان لدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني وضغط CO_2 تأثيرا مباشرا على قابلية الدم في نقل الاوكسجين.

اولا: درجة الحرارة اذ تؤثر الحرارة تأثيرا مباشرا في درجة الفة الهيموغلوبين للأكسجين والعلاقة عكسية بينهما، فعندما ترتفع درجة حرارة النسيج تقل قابلية اتحاد الهيموغلوبين بالأكسجين.

ثانيا: تكون العلاقة عكسية بين قابلية اتحاد الهيموغلوبين بالأكسجين ومقدار الضغط الجزئي لثاني اوكسيد الكربون، وتكمن الاهمية الفسيولوجية لهذه العلاقة في عملية طرح ثاني اوكسيد الكربون عبر جدران الاسناخ لاكتساب الاوكسجين حيث يكون الضغط الجزئي لثاني اوكسيد الكربون مرتفعا ويجري العكس تماما في الانسجة.

ثالثا: ترتبط درجة الفة الهيموغلوبين بدرجة حامضية الدم فانخفاض الاس الهيدروجيني للدم يعني انخفاضا في درجة الفة الهيموغلوبين للاتحاد بالأكسجين، ويطلق على التأثيرات الثلاثة السابقة تأثير بور Boher effect .

نقل CO_2 Carbon dioxide transport

ان كمية CO_2 في الدم اعلى من كمية الاوكسجين فيه، يوجد ثاني اوكسيد الكربون في الدم بالأشكال التالية :

1. حرا في بلازما الدم .
2. حرا في سايتوبلازم الكريات الحمر .
3. متحدا بماء بلازما الدم.
4. متحد ا بالهيموغلوبين وبروتينات الدم الاخرى.
5. على شكل بيكاربونات الصوديوم في البلازما وبيكاربونات البوتاسيوم في كريات الدم الحمر.

تبادل الغازات Exchange of gases

اولا : التبادل الرئوي Pulmonary Exchange

يحدث التبادل الغازي بين هواء الاسناخ والدم المار في شبكة الشعيرات الدموية ويكون سريع جدا حيث يتحول الهيموغلوبين القادم (بعد تحرره من CO_2) الى اوكسي هيموغلوبين ، وتعود اسباب سرعة هذا التبادل الى:

1. مساحة الاسناخ كبيرة جدا قياسا بكمية الدم الوارد اليها.
2. رقة العشائين اللذان يفصلان بين هواء الاسناخ والدم حيث يتم خلالهما التبادل الغازي.
3. وجود الفرق الكبير بين ضغط غازي O_2 و CO_2 على جانبي غشاء التبادل.

ثانيا: التبادل النسيجي Tissues Exchange

يتم التبادل النسيجي بين دم الاوعية الدموية الشعيرية المحمل بالأوكسجين وينتشر الاوكسجين من الدم الى الخلايا بعد تحرره من الهيموغلوبين . ويساعد انتشار غاز CO_2 من الخلايا الى الدم في عملية التحرر هذه حيث يترافق ازدياد مقدار CO_2 في الدم مع ضعف في الفة الهيموغلوبين للأوكسجين.

تنظيم عملية التنفس Regulation of Respiration

عملية التنفس (الشهيق والزفير) عملية لا ارادية ذاتية بدليل انها تستمر بانتظام اثناء النوم وفقدان الوعي وتتكيف من حيث المعدل والعمق تبعا لحاجة الجسم ، لكنها في الوقت نفسه تخضع لارادة الكائن الحي فهو يستطيع ان هو شاء ان يغير العملية التنفسية من حيث العمق والسرعة. ينظم التنفس بواسطة:

اولا: السيطرة العصبية على الحركات التنفسية

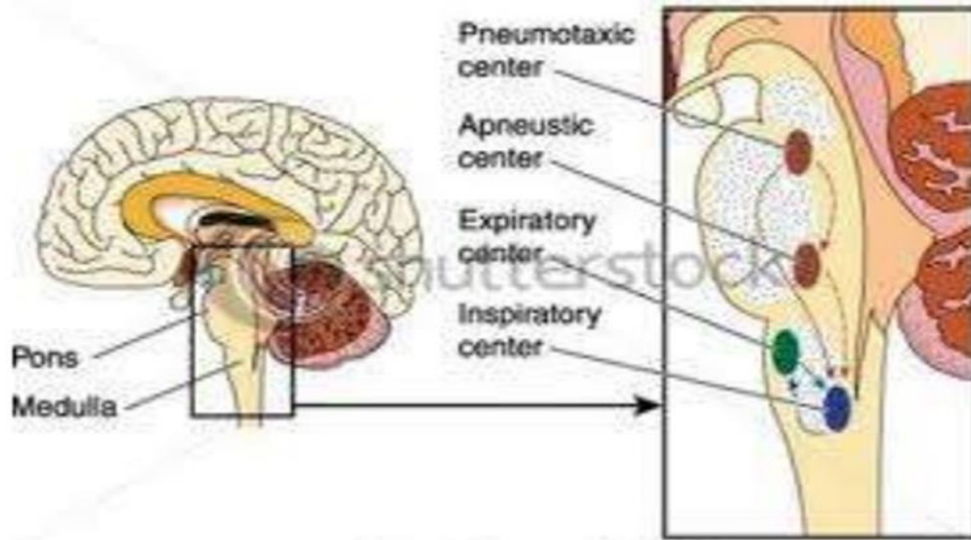
Nervous Control Of Respiratory Movements

تتم هذه السيطرة بواسطة المراكز التنفسية Respiratory Centers الموجودة في الدماغ الخلفي Hind brain اي في القنطرة pons والنخاع المستطيل Medulla oblongata يوجد في هذه المراكز نوعان من الخلايا العصبية:

1. خلايا شهيقية Inspiratory Cells وهي الخلايا المسؤولة عن تنظيم الشهيق وتتجمع لتكون ما يسمى بالمركز الشهيقى Inspiratory Center .

2. خلايا زفيرية Expiratory Cells وهي الخلايا المسؤولة عن تنظيم الزفير وتتجمع لتكون ما يسمى بالمركز الزفيري Expiratory Center.

يقع المركزان التنفسيان الشهيقى والزفيري على جهتي النخاع المستطيل . وتتجمع مجموعة ثالثة من هذه الخلايا مكونة ما يسمى بالمركز العصبي المنسق (الحركي) Pneumotaxic center يقع في القنطرة . يعد المركزان التنفسيان مسؤولين عن تنظيم عملية التنفس الذاتية وبشكل ايقاعي منظم Basic Rhythm.



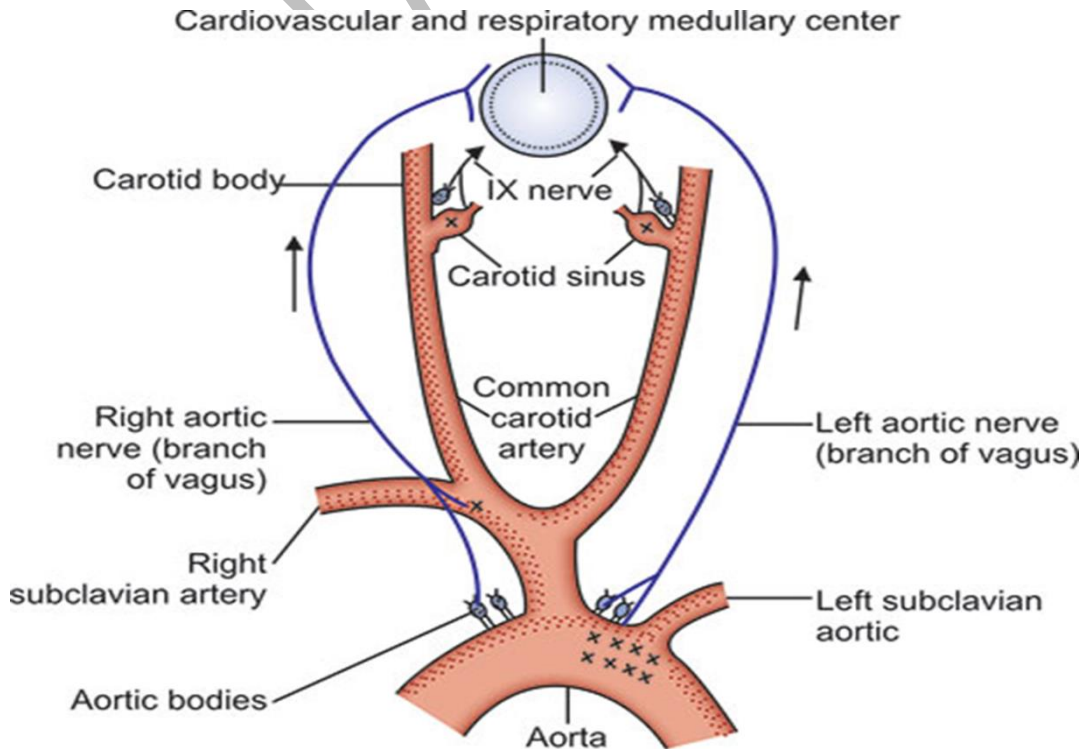
ثانيا: التنظيم الكيمياوي للتنفس Chemical Regulation of Respiration يتم التنظيم الكيمياوي بطريقتين:

1. التأثيرات المباشرة على المراكز التنفسية: يتأثر نشاط المراكز التنفسية بكميائية ودرجة حرارة الدم المار بها، وبالتغير الحاصل في محتوى الدم من ثاني اوكسيد الكربون بالدرجة الاولى. فزيادة كمية ثاني اوكسيد الكربون في الدم او زيادة الحموضة Acidity تحفز الخلايا العصبية في المراكز التنفسية وبذلك يزداد عمق ومعدل التنفس. ونقصان ثاني اوكسيد الكربون يسبب خمولا في المراكز التنفسية وبذلك ينتج ما يعرف بالتنفس السطحي لذلك تسرع زيادة درجة حرارة الدم التنفس ولكن لا تعمقه بينما يسبب انخفاض الحرارة بطئا في عملية التنفس. ومن الجدير

بالذكران النقص الحاد بالأوكسجين يخمل المراكز التنفسية في حين يسبب النقص الحاد جدا توقف التنفس.

2. التأثيرات غير المباشرة على المراكز التنفسية بواسطة الانعكاسات الكيميائية Indirect effect by means of chemo-reflex

تتحفز المستقبلات الكيميائية بقلّة الأوكسجين في الدم التي يصاحبها زيادة في كمية ثاني أوكسيد الكربون . توجد هذه المستقبلات في الجسمين السباتيين Carotid bodies الواقعين بين تفرعات كل من الشريانين السباتيين carotid arteries وتوجد ايضا في الجسمين الابهريين aortic bodies الواقعين على تفرعي القوس الابهري Aortic arch. نتيجة لهذا التأثير ترسل سيالات عصبية الى الاعصاب القحفية Cranial nerves التاسع والعاشر ثم الى المركز التنفسي الشهيق ومنه تخرج سيالات عصبية تصل الى عضلات التنفس لتعطيه انعكاسا محفزا للتنفس Reflex stimulation of Respiration . ومن الجدير بالذكر ان زيادة كمية ثاني أوكسيد الكربون في الدم فقط (دون نقصان الأوكسجين) لها تأثير بسيط على المستلمات الكيميائية وبهذا تصبح العوامل المؤثرة في المستلمات الكيميائية هي: قلة الأوكسجين وزيادة ثاني أوكسيد الكربون وانخفاض الالاس الهيدروجيني.



الفسلجة فرع من فروع علوم الحياة الكثيرة مثل علم التشريح Anatomy وعلم الانسجة Histology وعلم الخلية cytology وبقية العلوم الحياتية الاخرى وتتميز الفسلجة بكونها معنية بدراسة العمليات الحيوية التي تمكن الكائن الحي من الفعاليات والانشطة الضرورية للحياة, فهي علم دراسة وظائف الكائن الحي بأكمله او وظائف الاعضاء والنسيج والخلايا .

علم الفسلجة علم قديم منذ نشوء البشرية وقد رافق تطور الحضارة الانسانية وخصوصا في مجال الطب والتشريح ومبرز العلماء والعرب المسلمين ابن النفيس مكتشف الدورة الدموية الصغرى , كما اهتم الرازي بدور البيئة وتأثيرها في فسلجة وصحة الانسان , وكان للحضارة اليونانية والرومانية دور في المنهج التجريبي والذي اضاف له العرب الشيء الكثير وانتقل الى الاندلس ليصبح نظرية معروفة في الاوساط العلمية تحت اسم الطريقة العلمية .

Principle of physiology المبادئ الاساسية للفسلجة

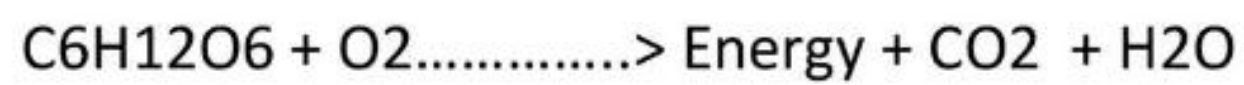
ان من اهم المبادئ الاساسية للفسلجة والتي يعتمد عليها نشاط الكائن الحي هي :

1- Exchange of material with the environment تبادل المواد مع المحيط

يختلف الكائن الحي عن المحيط الذي يحيطه بالنواحي التنظيمية والكيماوية ولأجل ادامة حياة الكائن الحي هناك تبادل بين الكائن الحي والمحيط وذلك من خلال اجهزة التبادل مع البيئة الخارجية ومن اعضاء التبادل الرئتان | والكلية Lungs والقناة الهضمية والجلد وتمتاز هذه الاعضاء بسعة المساحة السطحية واتصالها بالاووعية الدموية الشعرية , فمثلا يقدر السطح الفعال للأمعاء الدقيقة حوالي 10 متر مربع والرئة 55 متر مربع والكلية 6 امتار مربعة .

2- Metabolism التمثيل الغذائي (الايض الغذائي)

يستمد الكائن الحي الطاقة الضرورية لبناء الجسم وتحرير الطاقة وانجاز الفعاليات الحيوية من الغذاء عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية ويتم تحرير الطاقة من خلال تحطم الجزيئات الكبيرة الى جزيئات بسيطة ويتم اكسدها عن طريق التنفس ليعطي الطاقة وينتج الماء وثنائي اوكسيد الكربون كنواتج عرضية كما في المعادلة :



ووتدعى عملية تحويل الجزيئات المعقدة الى جزيئات بسيطة واكسدها وتحرير الطاقة بعملية التقويض او الهدم catabolism كما يقوم الكائن الحي في الوقت نفسه ببناء مواد معقدة من مواد بسيطة وتسمى هذه العملية بعملية البناء anabolism وتسمى المحصلة النهائية للهدم والبناء التمثيل الغذائي metabolism

3- Internal coordination التنسيق الداخلي

لكي يبقى الكائن الحي على قيد الحياة لابد من التنسيق بين البيئة الداخلية للكائن الحي والبيئة الخارجية ويعتمد التنسيق على حجم الكائن الحي . ففي الكائنات البسيطة يتم التبادل مباشرة بينا الخلية والمحيط عن طريق غشاء الخلية بواسطة فعاليات سنائي على ذكرها لاحقا اما الاحياء الراقية كالانسان مثلا فهناك فعاليات معقدة من اجل القيام بالتنسيق المطلوب ومن هذه الفعاليات :

أ- وجود جهاز نقل متخصص مثل جهاز الدوران circulatory system الذي يجلب الغذاء والاكسجين للخلايا ويخلصها من الفضلات وثنائي اوكسيد الكربون لطرحها خارج الجسم .

ب- وجود جهاز الغدد الصماء endocrine system ويتألف من مجموعة من الغدد الصماء الذي تفرز الهرمونات وينقلها الدم الى الانسجة والاعضاء المستهدفة وتتميز الهرمونات بعملها التنسيق البطيء مقارنة بسرعة الجهاز العصبي .

4- Homeostasis الاتزان

يفصل غطاء الجسم في الحيوانات بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية ومن اهم منجزات التنسيق الداخلي هو تحقيق الثبوتية في البيئة الداخلية وأن كثير من المعايير كدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني pH والسوائل الجسمية ونسبة الكلوز او تركيز الايونات تبقى ثابتة ضمن حدود ضيقة وان اي اختلاف عن هذه الحدود يشير الى حالة مرضية , فإذا حصل اختلاف في هذه المعايير لاي سبب كان فإنه سرعان ما يعود الى وضعه الاصلي الطبيعي بفضل الية التغذية الاسترجاعية feed back mechanism وهذه الالية على نوعين :

1- positive feed back mechanism تغذية استرجاعية موجبة

ومثالها انخفاض مستوى هرمون الاستروجين في الدورة الشهرية تحفز هرمون محفز الجريبات والذي بدوره يحفز افراز الاستروجين والنتيجة زيادة افراز الهرمونين .

2- Negative feed back mechanism تغذية استرجاعية سالبة

وهذه التغذية تكون الاكثر شيوعا في العمليات الفسلجية وتحصل فيها استجابة او رد فعل فسيولوجي ,مثلا عند زيادة مستوى السكر في الدم يفرز هرمون النسولين الذي يقوم بتحويل الفائض من السكر الى كلايوجين عندها يعود الانسولين الى وضعه الطبيعي او يتوقف عن الافراز .

5- External coordination التنسيق الخارجي

تؤثر تغيرات البيئة الخارجية على نشاط وسلوك الكائن الحي الا ان وجود الجهاز العصبي واعضاء الحس تساعد الكائن الحي على معرفة واستشعار البيئة وذلك عن طريق نقل الحوافز من المحيط الى المستلمات receptor التي تنقل الحوافز الى الجهاز العصبي المركزي وتتم الاجابة عن طريق الاعصاب الحركية motor nerves الى المنفذات (الغدد والعضلات) . وتكون الاستجابة على نوعين :

أ- أستجابة بسيطة على هيئة منعكسات reflex وهي فعل سريع ومفاجيء ويجنب الحيوان الخطر ولا يحتاج الى تفكير مثل لمس جسم حار بصورة مفاجئة .

ب- استجابة معقدة تحصل في حالة تدخل الدماغ ويحصل في حالات السلوك الغريزي مثل جمع الغذاء او الهجرة او السبات او بناء المساكن والتغذية الخ .

تبادل المواد بين الخلية محيطها :

لغرض معرفة كيفية تبادل المواد بين الخلية ومحيطها اي دخول المواد الغذائية والماء والاكسجين وطرح الفضلات , لابد من معرفة تركيب الغشاء الخلوي

عمليات التبادل عبر الغشاء الخلوي

تحتوي السوائل الجسمية على الايونات والحوامض الشحمية والفيتامينات والاحماض الامينية والهرمونات والغازات الذائبة ولكي تحافظ الخلية على استقرارها لابد ان تختار حاجتها من المواد من خارج الخلية وتطرح الفضلات المتولدة داخلها وهناك عدة عمليات لانجاز هذه المهمة منها لا يحتاج الى صرف طاقة ويسمى بالنقل السلبي passive والنوع الاخر يحتاج الى صرف طاقة ويسمى بالنقل الفعال active

1- passive membrane processes عمليات النقل السلبي

A- Diffusion الانتشار

هو عملية نقل المادة من التركيز العالي لها الى التركيز الواطيء .يزداد معدل الانتشار بارتفاع درجة الحرارة ومن المواد التي تنتقل بهذه الطريقة الماء وثنائي اوكسيد الكربون والتي تمر بسهولة وهناك ثلاث مبادئ يعتمد عليها الانتشار :

1- Molecular size حجم الجزيئات

الجزيئات الصغيرة بالحجم مثل الماء تمر بسهولة من خلال الغشاء والذي يكون قطرها حوالي 0.8 نانو ميتر ولا تمر الجزيئات الاكبر مثل الكلوز .

Lipid solubility-2قابلية الذوبان في الدهون

المواد القابلة للذوبان في الدهون مثل الكحول والستيريويدات والغازات الذائبة مثل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون تمر بسهولة خلال طبقات الليبد في الغشاء .

Molecular charge-3 شحنة الجزيئات

للشحنات دور في تحديد المواد الداخلة والخارجة من الخلية عبر الغشاء .

B- Faciliated diffusion النقل المسهل

بعض الجزيئات الكبيرة والجزيئات الغير ذائبة في الدهون تستطيع المرور من خلال الغشاء الخلوي بواسطة جزيئات بروتينية موجودة في الطبقة الدهنية المزدوجة . فالجزيئات خارج الغشاء ترتبط بجزء معين من البروتين الناقل وهذا يحفز البروتين الناقل لتغيير شكله بحيث تستطيع الجزيئات الدخول الى داخل الخلية وعند وصول الجزيئة البروتين والجزيئة المتصلة بها داخل الساييتوبلازم تتحرر جزيئة البروتين عن الجزيئة المتصلة بها وتعيد الكرة من جديد وهذا مايسمى بالنقل المسهل

C- Osmosis الازموزية

هي حركة سلبية للماء داخل المحلول من التركيز الواطيء الى التركيز العالي والذي ويفصل بينهما غشاء نصف ناضح او اختياري النفاذية selectively or semipermeable membrane في هذه العملية يستمر نقل الماء عبر الغشاء نصف الناضح الى ان يصل الى حالة الاتزان على جانبي الغشاء وهذه المرحلة تسمى اتزان التركيز concentration equilibrium كما تسمى القوة التي تدفع الماء من جهة الى اخرى عبر الغشاء بالضغط الازموزي osmotic pressure . ومن الطبيعي اذا كان تركيز المحلول متساوي على جانبي الغشاء فهذه الحالة تسمى isotonic وتحافظ الخلية على حجمها الحقيقي والماء ينتقل بحرية لداخل وخارج الخلية . اما اذا كان داخل الخلية اكثر تركيز من المحلول خارج الخلية فهذه الحالة تسمى hypotonic وفيها ينتقل الماء من خارج الخلية الى الداخل وبذلك يؤدي الى انتفاخ الخلية وقد يؤدي الى انفجار الخلية وتدميرها وعلى العكس من ذلك اذا تركيز المحلول خارج الخلية اعلى من التركيز داخل الخلية فان ذلك يؤدي الى خروج الماء من الخلية وانكماشها وهذا يسمى hypertonic .

D- Filtration الترشيح

يعتمد الترشيح على مبدأ الضغط التدرجي حيث يندفع السائل عبر الغشاء اذا كان الضغط على احد جوانب الغشاء اعلى من الجانب الاخر والقوة التي تدفع السائل عبر الغشاء تسم الضغط الهيدروستاتيكي hydrostatic pressure . يعتبر الدم في الحيوانات هو المولد للضغط الهيدروستاتيكي عن طريق ضخ الدم بواسطة المضخة (القلب) وبذلك يرشح الدم عبر الاوعية الدموية ويتضح ذلك في عملية ترشيح الدم في الكليتين .

2- Active transport النقل الفعال

بعض الجزيئات الكبيرة والايونات لا تستطيع الدخول والخروج الى الخلية بسهولة وتحتاج الى طاقة على شكل مركب كيميائي يدعى adenine tri phosphate ويرمز له ATP ومن اهم عمليات النقل الفعال :

1- endocytosis الادخال الخلوي :

وهو ميكانيكة خلوية تحتاج الى صرف طاقة وتقسم هذه الميكانيكية الى نوعين :

1- phagocytosis الاكل الخلوي : وهي عملية التهام الجزيئات الصلبة وادخالها الى داخل الخلية حيث تتكون حويصلات تضم داخلها الاجسم الصلبة وتسمى هذه الحويصلات phagosome .

2- pinocytosis الشرب الخلوي : وهو عملية دخول الماء وبعض السوائل داخل الخلية .

2- Exo cytosol الطرح الخلوي : وهي ميكانيكية طرح الفضلات والماء الزائد خارج الجسم بعملية تكوين حويصلات تفتح لخارج الخلية .

الجهاز البولي Urinary system

يحتاج جسم الكائن الحي الى الطاقة للقيام بفعالياته الحياتية المختلفة بواسطة عمليات الهدم Catabolism والبناء Metabolism وهذا مايسمى بالتمثيل الغذائي Metabolism ونتيجة لهذه العمليات ينتج اضافة للطاقة فضلات بعضها يعاد تصنيعه للاستفادة منه والبعض الاخر يطرح على شكل فضلات Waste خارج الجسم ومن الامثلة على هذه الفضلات :

1- ثنائي اوكسيد الكربون والماء الناتج من التمثيل الغذائي للكاربوهيدرات والدهون .

2- الفضلات النيتروجينية وخصوصا اليوريا الناتجة من التمثيل الغذائي للبروتينات .

3- املاح الصفراء Bile salt والصبغات الناتجة من تحلل خلايا الدم الحمراء .

ويمتلك الجسم عدة طرق للتخلص من هذه الفضلات منها:

1- عن طريق الجهاز التنفسي يتخلص من ثنائي اوكسيد الكربون وبخار الماء الزائد .

2- الغدد العرقية Sweat gland في الجلد تقوم بطرح الماء والاملاح وكميات صغيرة من اليوريا .

3- الجهاز الهضمي Digestive system يقوم بطرح املاح الصفراء والاصباغ .

4- الجهاز البولي يقوم بطرح اليوريا والماء وفضلات اخرى مذابة .

يقوم الجهاز البولي بطرح معظم الفضلات المتولدة في الجسم كذلك يقوم بموازنة المحتوى المائي والملحي في الجسم

أجزاء الجهاز البولي Parts of urinary system

يتكون الجهاز البولي من الاجزاء التالية :

1- زوج من الكلى Kidneys والذي تقوم بترشيح البول وطرحه .

2- الحالبان Ureters واللذان ينقلان البول الى المثانة .

3- المثانة Bladder والتي تقوم بجمع وخرن وطرح البول.

4- الاحليل Urethra ويقوم بطرح البول خارج الجسم .

الكليتان Kidneys :

طبيا يطلق على الكليتين مصطلح Nephro المشتق من اللغة الاغريقية ومصطلح Reno المشتق من اللغة اللاتينية ف Nephrology هو علم دراسة الكليتين وكذلك يطلق على الشرايين والاوردة التي تزود الكليتين بالدم

Renal artery الشريان الكلوي و Renal vein الوريد الكلوي .

وظيفة الكليتين :

ان الوظيفة الرئيسية للكليتين هي توازن المحتوى المائي والملحي والحامضية للجسم Homestasis وتستطيع الكليتان القيام بهذه المهمة عن طريق الترشيح Filtration واعادة الامتصاص Reabsorption والافراز Secretion وسناتي على شرح هذه العمليات الثلاث لاحقا . تستطيع الكليتين تنظيم المحتوى المائي Fluid balance regulation بجعل الجسم يحوي الكمية المناسبة من الماء ليعيش الحيوان بصحة طبيعية فعندما تكون كمية الماء كبيرة في الجسم يقوم الكليتان بافراز كمية اكبر من البول وهذه الحالة تدعى Diuresis اما اذا كانت كمية الماء قليلة في الجسم فأن الكليتين تقوم بطرح كمية قليلة من البول وهذه العملية تسمى oliguria وهذه العملية تكون تحت تأثير هرمون (ADH) antidiuric hormone وهرمون aldosterone . ومن الوظائف الاخرى للكليتين تنظيم الحامضية والقاعدية في الجسم acid _base balance تستطيع الكليتان موازنة القاعدية والحامضية وذلك لقابليتها على ازالة ايونات الهيدروجين والبيكاربونات وطرحها مع البول . كذلك تقوم الكليتان بانتاج الهرمونات بصورة مباشرة وغير مباشرة فهي تقوم بافراز هرمون erythropoietin من بعض الخلايا والذي يحفز نقي العظ لانتاج خلايا الدم الحمراء كذلك تقوم بافراز prostaglandin بصورة مباشرة . اما الافراز غير المباشر فيتمثل بتحفيز الكليتين للفص الخلفي للغدة النخامية لافراز هرمون (ADH) كذلك تحفز قشرة الغدة الكظرية لافراز هرمون aldosterone .

التركيب الاساسي للكليتين Gross anatomy

تقع الكليتان في الجهة الظهرية من الجوف البطني وكل واحدة تشبه حبة الفاصوليا وهناك تباين في الشكل والحجم تبعا لنوع الحيوان . لونها احمر بني وقد يكون سطحها املس في الحيوانات الداجنة عدا الابقار فان سطح الكليتان يكون مفصص اذ يحوي على ما يقارب 12 فص . المنطقة الداخلية المقعرة تحوي تركيب يدعى السرة hilus وهي المنطقة التي تدخل منه الاوعية الدموية والاعصاب والاعوية اللمفية والحالب . عند اخذ مقطع طولي في الكلية نلاحظ انها تتكون من طبقتين الاولى نحو الخارج ويكون لونها احمر داكن وتسمى القشرة cortex اما الطبقة الداخلية فتكون افتح لونا ومخططة شعاعيا وتسمى اللب medulla وتحوي على تراكيب تسمى الكؤوس calyces تتصل بتجوف يسمى حوض الكلية renal pelvis يتجمع فيه البول ويتصل بالحالب .

التشريح المجهرى microscopic anatomy

تتألف الكلية من مئات الالاف من الوحدات المجهرية التي تقوم بالترشيح واعادة الامتصاص والافراز ويطلق عليها الوحدات البولية nephrons . والنفرون هي الوحدة الوظيفية الاساسية للكلية . يختلف عدد الوحدات البولية تبعا لنوع وحجم الحيوان فمثلا في القطط يحوي 200000 وحدة بولية وفي الكلب 700000 وحدة بولية وفي الاغنام والخنازير والانسان 1000000 وحدة بولية لكل كلية . تتألف الوحدة البولية من تركيب

كروي يدعى الجسيمة الكلوية renal corpuscle او كجسيمة مالبيجي Malpagian corpuscle وتتكون هذه الجسيمة من جزئين الجزء الداخلي عبارة عن لفافة من الشعيرات الدموية تدعى الكبيبة glomerulus اما الجزء الخارجي عبارة عن تركيب مزدوج الغشاء يحيط بالكبيبة يسمى محفظة بومان Bowmans corpuscles الجزء الداخلي من المحفظة يسمى الجزء الحشوي visceral layer ويكون ملاصق لسطح الكبيبة اما الجزء الخارجي يسمى parietal layer والفراغ بين الجزئين يسمى حيز الغلاف capsular space . يستمر هذا الفراغ مع الجزء الاخر من الوحدة البولية والمسمى النيبب الملتوي القريب proximal convoluted tubules (PCT) وهو اطول جزء في الوحدة البولية ويكون مبطن بنسيج مكعب فرشائي يفيد في زيادة المساحة السطحية للنيبيب يتصل النيبب الملتوي القريب بتركيب يشبه حرف U يدعى التواء هنلي loop of Henle يبطن الجزء النازل من الالتواء بنسي مكعب فرشائي اما الجزء الصاعد فيبطن بنسيج حرشفي بسيط لايحوي الحافة الفرشائية . تتصل التواء هنلي بالنيبيب الملتوي البعيد distal convoluted tubules وهذا بدوره يتصل بانبوب اوسع قطرا يسمى القناة الجامعة collecting ducts وهذه القناة تصب في حوض الكلية اصف الى ذلك فان القناة الجامعة تلعب دور في تنظيم حجم البول في الكلية لانها تحوي على مستلمات هرمون antidiuretic hormone كذلك تقوم بتنظيم البوتاسيوم والحامضية

تغذية الكليتين بالاعصاب .

يتم تغذية الكليتين بالاعصاب السمبثاوية من الجهاز العصبي الذاتي autonomic nervous system وهذا ينظم تدفق الدم خلال الشعيرات الدموية في الكبيبة .

تغذية الكليتين بالدم

يدخل الدم الى الكليتين بكميات كبيرة لغرض تخليصه من الفضلات وتقدر كمية الدم الداخلة للكليتين حوالي 25% من الدم الذي يضخ من القلب اي ان في كل 4 او 5 دقائق يمر كل الدم الموجود في الدورة الدموية يمر في الكليتين . واهم الاوعية الدموية التي تشارك في هذه العملية هي :

1- الشريان الكلوي renal artery ويتفرع من الابهر aorta البطني ويدخل الى الكلية من منطقة السرة ثم يتفرع الى فروع اصغر شرايين صغيرة arteries ثم اصغر تدعى شريينات arterioles وهذه تتفرع الى فرع تسمى الشريينات الكبيبية الواردة afferent glomerular arterioles .

2- الشريينات الكبيبية الواردة afferent glomerular arterioles وتقوم بنقل الدم الى الشعيرات الدموية الكبيبية في كرية مالبيجي .

3- الشعيرات الكبيبية The glomerular capillaries وهي امتداد للشريينات الكبيبية الواردة وتقوم بترشيح البلازما الى داخل غلاف محفظة بومان وهذا الراشح يسمى الراشح الكبيبي glomerular filtrate . ليست كل البلازما يترشح بل يبقى جزء يخرج من الكبيبية عن طريق الشعيرات الكبيبية الصادرة .

3- الكبيبات الشعيرية الصادرة efferent glomerular capillaries وهذه تتفرع الى شبكة من الشعيرات الدموية تحيط بالوحدة البولية وتدعى peritubular capillaries وتتحد هذه الشعيرا لتكون الوريدات venules وهذه تتحد لتكون اوردة كبيرة veins تصب في الوريد الكلوي renal vein .

الخلية الى خلية عصبية اخرى او خلية عضلية اي ان المحور هو مؤثرات عصبية effector cell . يحاط المحور بمادة دهنية تسمى

Myelin وهي مادة بيضاء لذا يطلق على المادة التي تحيط بمجموعة من المحاور بالمادة البيضاء white matter على العكس من اجسام الخلايا التي تظهر سنجابية اللون وتدعى gray matter . ان الغلاف الدهني هو عبارة عن غشاء الخلية الساندة glial cell والذي تسمى oligodendrocyte في الدماغ والحبل الشوكي وتسمى خلية شوان Schwann cell خارج الدماغ والحبل الشوكي . تغلف هذه الخلايا المحور ويبقى فراغ بين خلية واخرى وهذا الفراغ يسمى عقدة رانفير nodes of Ranvier ان اغلفة المحور تقوم باسناد المحور وعزله عن بقية المحاور وتسريع الموجة العصبية . ان وظيفة الخلايا الساندة glia cells هي حماية واسناد الخلية العصبية لتقوم بوظيفة نقل الایعاز العصبي .

الایعاز العصبي الوارد والصادر afferent and efferent impulses

بعض الاعصاب تقوم بنقل الایعاز العصبي من محيط الجسم والاحشاء الى الجهاز العصبي المركزي والبعض الاخر يقوم بنقل الایعاز العصبي بالاتجاه المعاكس اي من الجهاز العصبي المركزي باتجاه المحيط والاحشاء وهذه الاعصاب تسمى بالاعصاب الواردة والاعصاب الصادرة . فالاعصاب الواردة afferent nerves هي الاعصاب التي تنقل الایعاز العصبي باتجاه الجهاز العصبي المركزي اما الاعصاب الصادرة efferent nerves فهي الاعصاب التي تقوم بنقل الایعاز العصبي بعيدا عن الجهاز العصبي المركزي . وبسبب كون الاعصاب الواردة تقوم بنقل الایعاز العصبي من مناطق الاحساس مثل الجلد والعين والاذن ... الى الجهاز العصبي المركزي لذا تسمى بالاعصاب الحسية sensory nerves وعلى العكس من ذلك فان الاعصاب الصادرة تقوم بنقل الایعاز العصبي من الجهاز العصبي المركزي الى العضلات وبقية الاعضاء وتؤدي الى حركة العضلات الهيكلية وكذلك الملساء لذا تسمى الاعصاب الحركية . motor nerves.

الاعصاب الذاتية والاعصاب الجسمية outonomic and somatic nerves

عند سماع صوت ما فان الحيوان يحرك راسه باتجاه مصدر الصوت حيث تقوم الاعصاب الصادرة من الدماغ بايصال الایعاز العصبي الى العضلات الهيكلية الارادية وبالتالي حركة رأس الحيوان . ويطلق على الاعصاب التي تنظم العضلات الهيكلية بالجهاز العصبي الجسمي somatic nervous system وبما ان الاعصاب ادت الى حركة العضلات لذا تسمى هذه الاعصاب بالاعصاب الجسمية الحركية somatic motor nerves . اما الاعصاب التي تنقل الایعاز من مناطق الاحساس كالعين او الاذن او الجلد تسمى الاعصاب الجسمية الحسية somatic sensory nerves . وعلى العكس من ذلك فان بعض اعضاء جسم الحيوان لا يستطيع التحكم بحركتها كالمعدة والقلب والامعاء لذا يسمى جزء الجهاز العصبي الذي يسيطر عليها الجهاز العصبي الذاتي autonomic nervous system ومثلما تكلمنا عن

4- الوريد الكلوي renal vein يغادر الكلية عن طريق السرة ويتصل بالوريد الاجوف الاسفل caudal vena cava .

ترشيح الدم Filtration of blood

يحصل ترشيح الدم في كرية مالبجي . حيث من المعروف ان الشعيرات الدموية capillaries توجد بين الشريينات arterioles والوريدات venules ويكون الضغط فيها واطيء جدا اما الشعيرا الدموية الموجودة في كرية مالبجي والمسماة الكبيبة فان الضغط يكون فيها عالي ويصل الى حوالي 30 % من الضغط الموجود في الابهر كذلك توجد بين مجموعتين من الشريينات وهذه الخاصية لا توجد في باقي اجزاء الجسم . ان وجود الضغط العالي في الشعيرات الدموية يقوم بدفع حزة من البلازما الى الفراغ الموجود محفظة بومان ومما يساعد في ذلك وجود ثقوب في جدران الشعيرات الدموية وتكون هذه الثقوب اوسع مما هي عليه في بقية اجزاء الجسم ان السائل المترشح في محفظة بومان يسمى الراشح الكبيبي glomerular filtrate وهذا الراشح يخلو من المواد البروتينية لان جزيئاتها عملاقة لا تستطيع المرور عبر هذه الثقوب . قد يحصل خلل او تحطم البطانة الاندوثيلية للشعيرات الدموية فيؤدي الى ترشيح البروتينات . ان وجود البروتينات غي البول يدل على وجود تحطم او خلل ما في هذه الشريينات . ان معدل الترشيح الكبيبي glomerular filtration rate (GFR) ويعتمد معدل الترشيح الكبيبي على معدل تدفق الدم الى الكليتين ويعبر عنه بالمليتر بالدقيقة .

اعادة الامتصاص Reabsorption

ان الراشح الكبيبي يحوي على الفضلات المترشحة من الدم وفي نفس الوقت يحوي مواد ضرورية لحاجة الجسم مثل الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الكلور ، الاحماض الامينية ، الكلوريد ، البيكاربونات والماء لذا وجب ان تكون هناك ميكانيكية لاعادة هذه المواد للجسم ان هذه الميكانيكية تسمى اعادة الامتصاص reabsorption وهي عملية اعادة امتصاص المواد المفيدة في الوحدة البولية فعندما يدخل الراشح الكبيبي الى النبيب الملتوي القريب يسمى الراشح النببي tubular filtrate وعندها تبدأ عملية اعادة الامتصاص عن طريق جدران النببيات البولية . ففي النبيب الملتوي القريب يعاد حوالي 65 % من المواد المفيدة في الراشح النببي اما باقي المواد فيعاد امتصاصها في التواء هنلي والنبيب البعيد والقناة الجامعة اما الفضلات فتأخذ طريقها الى حوض الكلية .

الافراز Secretion

بعض المواد لا تترشح بصورة كافية في الشعيرات الدموية للكبيبة او لا تترشح نتيجة كبر جزيئاتها كالبروتينات مثلا فتنتقل من الشعيرات الدموية المحيطة بالنبيب البولي peritubular capillaries الى السائل البيني interstitial fluid ثم الى الخلايا الطلائية للنبيب tubular epithelial cells ثم يصل الراشح النببي tubular filtrate في النبيب البولي وهذه العملية تسمى الافراز النببي tubular secretion . معظم الافراز النببي يحدث في النبيب الملتوي البعيد (DCT) Distal convoluted tubules . ومن المواد التي يتخلص منها الجسم بهذه الطريقة الهيدروجين والبوتاسيوم والامونيا وبعض الادوية ثل البنسلين .

تنظيم حجم البول urine volume regulation

ان حجم البول يتحدد بواسطة كمية الماء الموجود في الرشح النببي tubular filtrate وهناك هرمونين يتحكمان في تنظيم كمية البول هما هرمون antidiuretic hormone (ADH) الذي يفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية وهرمون aldosterone الذي يفرز من قشرة الغدة الكظرية . الهرمون الاول يعمل في النبيب الملتوي البعيد والقناة الجامعة وينظم عملية اعادة امتصاص الماء وعدم فقدانه من الجسم . وعند فقدان هذا الهرمون فان الجسم يفقد كميات كبيرة من الماء عن طيق زيادة كمية البول المطروحة وهذه الحالة تسمى polyuria. اما الهرمون الثاني aldosterone فيساعد على اعادة امتصاص الصوديوم ف النبيب الملتوي البعيد والقناة الجامعة مما يسبب عدم انتظام الازموزية وبالتالي فان الماء يتبع الصوديوم ويعاد امتصاصه وبذلك يمنع طرحه خارج الجسم .

الجهاز التنفسي Respiratory System

ان عمليات التمثيل الغذائي وتحرير الطاقة داخل خلايا جسم الكائن الحي لاتتم الا بوجود الاوكسجين كما ان الفضلات المتولدة داخل خلايا الجسم وبالخصوص ثنائي اوكسيد الكربون لابد من التخلص منها . ان مهمة الحصول على الاوكسجين وطرح ثنائي اوكسيد الكربون يقوم بها الجهاز التنفسي . ويختلف الجهاز التنفسي من كائن حي الى اخر ففي الكائنات وحيدة الخلية يتم التبادل الغازي عن طريق الغشاء الخلوي اما في الحيوانات الراقية فهناك جهاز معقد يتكون من عدة اعضاء . وتكون عملية التنفس في هذه الحيوانات على نوعين التنفس الخارجي external respiration والتنفس الداخلي internal respiration . التنفس الخارجي يحدث في الرئتين وهو التبادل الغازي بين الهواء المستنشق في الرئتين والدم حيث يطرح الدم ثنائي اوكسيد الكربون الى الحويصلات وياخذ الاوكسجين . اما التنفس الداخلي فهو عملية التبادل الغازي بين الخلايا والدم حيث تاخذ الخلايا الاوكسجين المذاب في الدم وتطرح ثنائي اوكسيد الكربون .

الوظائف الثانوية للجهاز التنفسي secondary function of respiratory system

1- انتاج الصوت voice production

وتبدأ هذه العملية في الحنجرة larynx او مايسمى صندوق الصوت voice box حيث تحوي حزميتين من الانسجة الرابطة الليفية تسمى الحبال الصوتية vocal cord وتهتز هذه الحبال عند الكلام بسبب خروج هواء الزفير اما باقي الاعضاء كالبلعوم والانف والتجويف الصدري فتكون عوامل مساعدة في تنقية الصوت .

2- تنظيم درجة حرارة الجسم Body temperature regulation

ان درجة حرارة الهواء الجوي متغيرة من وقت الى اخر ارتفاع وانخفاض وهنا تبرز اهمية الجهاز التنفسي في تنظيم درجة حرارة الهواء الداخل عن طريق الانف وذلك بواسطة النسيج الطلائي المخاطي المبطن للانف والغني بالوعية الدموية .

3- تنظيم الحامضية والقاعدية Acid-Base balance

ينظم الجهاز التنفسي القاعدية والحامضية في الجسم وذلك لسيطرته وتحكمه بكمية ثنائي اوكسيد الكربون الموجودة في الدم فعندما ترتفع حامضية الدم لاي سبب كان وذلك لزيادة كمية ثنائي اوكسيد الكربون يحاول الجهاز التنفسي زيادة سرعة عمليتي الشهيق والزفير وبذلك تدخل مزيد من الاوكسجين والتخلص من ثنائي اوكسيد الكربون وبالتالي قلة حامض الكربونيك اي تقليل الحامضية والعكس صحيح فعندما تزداد قاعدية الدم يقلل الدم من سرعة التنفس وبالتالي زيادة ثنائي اوكسيد الكربون وبالتالي يتجه الدم نحو التعادل

4- حاسة الشم Sense of smell

وتسمى olfactory sense . تنتشر المستلمات الحسية للشم في النسيج الطلائي المبطن للمرات الانفية العليا وستتناول ذلك بالتفصيل في موضوع الحواس .

تركيب الجهاز التنفسي structure of respiratory system

تركيبا يتكون الجهاز التنفسي من الرئتين ومجموعة من الانابيب التي تربط المحيط الخارجي للجسم بالرئتين وتسمى مجموعة الممرات التنفسية الواقعة خارج الرئتين بالممرات التنفسية العليا upper respiratory tract وتسمى الاجزاء الواقعة داخل الرئتين بالممرات التنفسية السفلى lower respiratory tract .

أولا - الممرات التنفسية العليا وتشمل الانف nose والبلعوم pharynx والحجرة larynx والقصبة الهوائية trachea .

1- الانف nose وهو الجزء الاول من الجهاز التنفسي ويبدأ بفتحتي المنخرين nostrils وتسمى ايضا nares واول عملية لدخول الهواء تتم في هذا الجزء ثم بعد ذلك الى الممرات الانفية .

2- الممرات الانفية Nasal passages

وهي الجزء المحصور بين الانف والبلعوم وتفصل الى جزئين ايمن وايسر بواسطة حاجز يسمى الحاجز الانفي nasal septum .

ان الممرات الانفية عبارة عن انابيب ملتوية على شكل تراكيب تشبه تركيب الجمجمة تدعى turbinates وتكون مغطاة بنسيج طلائي .

3- الجيوب جار الممرات الانفية paranasal sinuses

وتسمى ايضا الجيوب الانفية وتندفع من الممرات الانفية في فجوات خاصة في عظم الجمجمة وتتم تسميته حسب موقعه من عظم الجمجمة فمعظم الحيوانات تحوي على اثنين من الجيوب الجبهية frontal sinuses واثنين من الجيوب الفكية maxillary sinuses وتكون هذه الجيوب مبطنة بنسيج طلائي مهدب يساعد على حركة المادة المخاطية التي تتكون في هذه الجيوب .

4- البلعوم pharynx

تؤدي الممرات الانفية الى البلعوم وهو الممر الرئيس لكلا الجهازين الهضمي والتنفسي ويقسم الى جزئين الجزء الجزء الظهري dorsal تسمى الممرات التنفسية respiratory passageway او الجزء التنفسي من البلعوم اما الجزء الاسفل فيسمى الجزء البطني ventricle وهو اجزاء الهضمي من البلعوم digestive passageway وهناك سيطرة عصبية انعكاسية لتنظيم عملية مرور الهواء والغذاء في البلعوم .

5- الحجرة larynx

وتسمى صندوق الصوت voice box وهي عبارة عن انبوب قصير غير منتظم يربط البلعوم بالقصبة الهوائية وتتألف من عدد من القطع الغضروفية والذي ترتبط مع بعضها بنسيج عضلي وتدعم بواسطة العظم اللامي hyoid bone . ان شكل وتركيب الحجرة يختلف من حيوان الى اخر وبصورة عامة تتألف الحجرة من عدد من الغضاريف اهمها لسان المزمار epiglottis وزوج من الغضاريف يسمى الغضروف الصوتي arytenoids cartilages وعظم مفرد يسمى thyroid cartilages الغضروف الدرقي وعظم مفرد اخر يسمى cricoids cartilage الغضروف الدائري .

يكون لسان المزمار ذات شكل ورقي ويبرز من الجهة البطنية للحجرة وعندما يبتناول الحيوان الغذاء يقوم لسان المزمار بغلق فتحة الحجرة ويمنع دخول الطعام الى القصبة الهوائية .

6- القصبة الهوائية (الرغامى) Trachea

انبوب قصير وواسع يمتد من الحجرة عبر المنطقة الصدرية حيث يتفرع الى فرعين حال دخوله الى الرئتين وهذان الفرعان يسميات شعب القصبة الهوائية bifurcation of the trachea تتكون القصبة الهوائية من حلقات غضروفية ناقصة الاستدارة مدعم بنسيج ليفي fibrous tissue وعضلات ملساء smooth muscle ومبطنة بنسيج طلائي مهدب ciliated epithelium ان التركيب غير الكامل للحلقات الغضروفية يمنع القصبة من الانهيار ويعطي نوع من المرونة للحركة اصف الى ذلك يسمح للمرري بالتوسع اثناء عملية بلع الطعام لكونه ملاسق وقريب من القصبة الهوائية . يقوم

النسيج المخاطي المهدب الذي يبطن القصبة بافراز المخاط والتي تذوب فيه ذرات الغبار والاجسام الغريبة وبواسطة الاهداب تطرد هذه الاجسام الغريبة خارج الجسم عن طريق تحفيز منعكس السعال الذي يزيد من حركة الاهداب .

ثانيا : الممرات التنفسية السفلى Lower respiration tract

تبدأ الممرات التنفسية السفلى من القصيبات التنفسية bronchi وتنتهي بالحيصلات الهوائية alveoli وتتضمن كافة الممرات بين هاتين الجزئين وكل هذه الجزاء تقع داخل الرئتين ويمكن تقسيمها الى جزئين :

1- الشجرة القصيبية Bronchial tree

يطلق مصطلح الشجرة القصيبية على كل الممرات التنفسية السفلى بدا من القصيبات الى الحويصلات الهوائية بسبب تفرعاتها المتشابهة والمتناهية في الصغر والشبيهة بتفرعات الشجرة . عندما تدخل القصيبات الى الرئتين تبدأ بالتفرع الى فروع ادق تدعى bronchioles وهذه بدورها تستمر بالتفرع مكونة تراكيب مجهرية تدعى القنوات الهوائية alveolar ducts وهذه تتفرع بدورها الى مجاميع شبيهة بعناقيد العنب تسمى الاكياس الهوائية alveolar sacs . تحوي جدران هذه الاكياس على عضلات ملساء مسيطر عليها من قبل الجهاز العصبي الذاتي .

2- الحويصلات الهوائية alveoli

تكون صغيرة جدا ورقيقة الجدران وتحاط بشبكة من الاوعية الدموية الشعرية capillaries وتكون جدران الحويصلات عبارة عن نسيج طلائي حرشفي بسيط ورقة هذا الجدار تسهل عملية التبادل الغازي بين الدم والحويصلات في الرئتين وكل حويصلة محاطة بسائل يحوي مادة تدعى surfactant تساعد على تقليل الشد السطحي للحويصلة وبهذا يحافظ عليها عند دخول وخروج الهواء منها اثناء التنفس .

الرئتان Lungs

تتكون الرئة من قاعدة وقمة وتكون الحافة الجانبية مقعرة تكون القاعدة في الجهة الذنبية اما القمة فتكون في الجهة الراسية وتقع مباشرة فوق الحجاب الحاجز diaphragm . ان المنطقة المحصورة بين الرئتين تسمى الجوف المتوسط mediastinum والذي يحوي معظم الاحشاء الصدرية مثل القلب والاوعية الدموية الكبيرة والاعصاب والقصبة الهوائية والمريء الخ..... في معظم الحيوانات تنقسم الرئة الى فصوص lobes ويختلف ترتيب وعدد هذه الفصوص من حيوان الى اخر . الرئة اليسرى تحوي فصين الاول يسمى الرئسي cranial

والثاني يدعى الذنبى caudal اما الرئة اليمنى فتتألف من اربعة فصوص هي الرئسي cranial والمتوسط middle والذنبى caudal والفص الملحق accessory lobe . تحوي كل رئة في المنطقة الوسطى على تركيب يدعى السرة Hilus يدخل عن طريقها الهواء والدم واللف والاعصاب وكذلك خروجها منها , ان عملية دخول وخروج الدم من الرئتين يدعى بالدورة الرئوية pulmonary circulation . يدخل الدم الى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي pulmonary artery ويكون لون الدم في هذه الاوعية احمر داكن بسبب قلة الاوكسجين وزيادة ثنائي اوكسيد الكربون وبعد ان تتم عملية التبادل الغازي يرجع الدم المحمل بالاوكسجين بواسطة الاوردة الرئوية التي تصب في الازنين الايسر .

القفص الصدري Thorax

ويسمى ايضا القفص الصدري Thoracic cavity يرتبط بالعمود الفقري من الجهة الظهرية والاضلاع والعضلات مابين الاضلاع جانبيا وعظم القص sternum من الجهة البطنية ويحوي القفص الصدري على القلب والاوعية الدموية الكبيرة والاعصاب والعقد اللمفية والرئتين . يحوي القفص الصدري على غشاء يغلف الاعضاء ويبطن القفص الصدري يدعى غشاء الجنب pleura يدعى الجزء الذي يغلف الاعضاء بالجنب الحشوي visceral pleura اما الجزء الذي يبطن القفص الصدري فيدعى الجنب الجداري parietal pleura . يوجد في الفراغ بين الغشائين سائل يدعى سائل الجنب pleura fluid يساعد على سهولة تمدد الرئتين وانزلاقها بسهولة . يفصل الحجاب الحاجز بين التجويف الصدري والتجويف البطني ويلعب دور اساسي في عملية التنفس . فعندما يكون الحجاب الحاجز في وضع الراحة يكون مقوس باتجاه الراس مما يؤدي التقليل حجم القفص الصدري وخروج هواء الزفير وعندما يتقلص الحجاب الحاجز يكون مسطح مما يؤدي الى توسيع القفص الصدري وبالتالي زيادة الحجم ودخول هواء الشهيق بسهولة .

عملية الشهيق Inspiration

وهي عملية دخول الهواء الى الرئتين وتسمى ايضا inhalation ان القاعدة الاساسية لهذه العملية هي زيادة حجم القفص الصدري بواسطة العضلات التنفسية inspiratory muscles يتبعه توسع الرئتين فدخول الهواء . يعتبر الحجاب الحاجز العضلة التنفسية الرئيسية والعضلات بين الاضلاع الخارجية external intercostals muscles . يتخذ الحجاب الحاجز شكل القبة في وضع الراحة ولكن عندما يتسطح يزيد من حجم القفص الصدري وفي نفس الوقت تنقلص العضلات بين الاضلاع ساحبة الاضلاع نحو الخارج مما يزيد من حجم القفص الصدري وبذلك يقل الضغط داخل الرئتين مما يؤدي الى دخول الهواء الجوي الى الرئتين وهذا مايسمى بعملية الشهيق inspiration .

عملية الزفير Expiration

وهي عملية طرح الهواء من الرئتين وتسمى ايضا exhalation وهي عكس عملية الشهيق حيث يقل حجم القفص الصدري مما يؤدي الى اندفاع الهواء خارج الرئتين ومن اهم اعضلات التي تشارك في عملية الزفير العضلات بين الاضلاع الداخلية internal intercostals muscles والعضلات البطنية abdominal muscles وفي هذه العملية يرجع الحجاب الحاجز الى وضعه الطبيعي المحدب نتيجة تقلص العضلات البطنية والتي تدفع الاعضاء البطنية نحو الحجاب الحاجز كذلك تقوم العضلات بين الاضلاع الداخلية بسحب الاضلاع نحو الداخل مما يؤدي الى تقليل حجم القفص الصدري وخروج الهواء من الرئتين نحو الخارج وتدعى هذه العملية الشهيق Expiration .

حجوم التنفس Respiratory volumes

ان كمية الهواء الداخل في عملية التنفس يوصف بمجموعة من المصطلحات وهي :

- 1- Tidal volume الحجم الكلي : وهو حجم الهواء في عملية الشهيق والزفير لمرة واحدة . ويختلف حسب حاجة الجسم فيكون صغير عندما يكون الحيوان في وضع الراحة وكبير عندما يكون نشط .
- 2- minute volume الحجم الدقيق : وهو حجم الهواء في عمليتي الشهيق والزفير خلال دقيقة واحدة .
- 3- Residual volume الحجم المتبقي : وهو حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد اقصى عملية تنفس .

التبادل الغازي في الحويصلات الهوائية Exchange of gases in alveoli

يحتوي الهواء الجوي على نسبة عالية من غاز الاوكسجين تقد ب 21 % اما نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون فأصغر من ذلك بكثير وتبلغ حوالي 0.03 % . تكون جدران الحويصلات رقيقة جدا مكونة من صف من الخلايا الطلائية وكل حويصلة محاطة بشبكة من الاوعية الشعرية الدموية الرقيقة المؤلفة جدرانها من صف من الخلايا الاندوثيرالية وطبقا لقوانين الانتشار ينتقل الاوكسجين من التركيز العالي في الحويصلات الهوائية الى منطقة التركيز الواطيء في الشعيرات الدموية . اما ثنائي اوكسيد الكربون فينتقل من التركيز العالي في منطقة الشعيرات الدموية الى التركيز الواطيء في الحويصلات الهوائية .

السيطرة على عملية التنفس control of breathing

تتم عملية تنظيم التنفس بواسطة منطقة موجودة في النخاع المستطيل medulla oblongata في ساق الدماغ brain stem وهذه المنطقة تسمى المركز التنفسي respiratory center وتقسم الوظائف في هذا المركز الى مراكز للسيطرة على الشهيق ومراكز للسيطرة على الزفير. تقوم هذه المراكز بارسال حوافز عصبية الى العضلات التنفسية لتحفزها الى كيفية ووقت التقلص . يحتوي الجسم على نظامين للسيطرة التنفسية هما :

1- السيطرة الميكانيكية mechanical control

تعمل السيطرة الميكانيكية من خلال وجود مستلمات receptors موجودة في الرئتين تتأثر بعمليتي الشهيق والزفير فعندما تنتفخ الرئتين بالهواء في عملية الزفير فان هذه المستلمات تنقل اشارات عصبية الى المركز التنفسي تؤثر على اتلاء الرئتين بالهواء فيكون رد فعل المركز التنفسي ارسال اشارات عصبية الى العضلات التنفسية المسؤولة عن تقلص القفص الصدري ووقف عملية الشهيق وبدا عملية الزفير . اما في حالة انكماش الرئتين نتيجة خروج الهواء منها فان نوع اخر من المستلمات يرسل حوافز عصبية الى المركز التنفسي وهذا بدوره يرسل ايعازات عصبية الى العضلات المسؤولة عن تمدد القفص الصدري فيزداد الحجم وتبدأ عملية الشهيق وهكذا تستم العمليتين بالتعاقب .

2- السيطرة الكيميائية chemical control

neurotransmitters والثانية تسمى الناقلات العصبية المثبطة **inhibitory neurotransmitters** ان الناقلات العصبية المثبطة لها تأثير تثبيطي على غشاء الخلية بعد الوصلة العصبية اما الناقلات العصبية المهيجة فيكون لها تأثير مهيج على غشاء الخلية بعد الوصلة العصبية . وهناك بعض الناقلات العصبية تعمل مثبطة في نوع من الخلايا ومنشطة في خلايا اخرى . ومن اهم الناقلات العصبية :

1- اسيتيل كولين **Acetylcholine**

وهو من اهم الناقلات العصبية في الجسم ويعمل كعامل مثبط او منشط حسب موقعه في الجسم فعندما يكون بين الخلايا العصبية الجسمية المحركة والخلايا العضلية فانه يكون ناقل عصبي منشط يؤدي الى تقلص الالياف العضلية . اما عند وجوده في القلب فانه يعمل كناقل عصبي مثبط يؤدي الى خفض عدد دقات القلب .

2- **norepinephrine , epinephrine , dopamine**

وهذه جميعها تعود الى نوع من الناقلات العصبية تدعى **chatecholamines** . النورابينفرين يفرز في الحالات الطارئة والحرارة الذي تتطلب الدفاع او الهروب بالنسبة للحيوان ويفرز من الجهاز العصبي السمبثاوي . اما الابينفرين فيفرز من لب القشرة الكظرية **adrenal medulla** ويلعب دورهم في تهيئة الجسم للحالات الطارئة . اما الدوبامين فيفرز من الدماغ وهو ضروري في عملية التقلص العضلي .

3- **Gamma – aminobutyric acid (GABA) , glycine**

وهي من الناقلات العصبية المثبطة . يوجد ال **GABA** في الدماغ اما ال **glycine** فيوجد في الحبل الشوكي . بعض العقاقير الطبية كالفاليوم تزيد من افراز **GABA** .

الفعل الانعكاسي والقوس الانعكاسي **Reflexes and Reflex arc**

الفعل الانعكاسي هو فعل سريع ومفاجيء الغاية منه حماية الجسم والمحافظة على التوازن . ويكون على نوعين الاول يدعى المنعكس الجسمي **somatic reflex** والذي يؤدي الى تقلص العضلات الهيكلية والثاني يدعى المنعكس الذاتي **autonomic reflex** والذي يؤدي الى تنظيم العضلات الملساء والقلبية والغدد الصماء . كلا النوعان يتألفان من نفس التركيب والذي يسمى القوس الانعكاسي **reflex arc** يبدأ القوس الانعكاسي من المستلمات الحسية **sensory receptor** والذي تنقل التغيرات سواء في البيئة الخارجية او الداخلية للحيوان . تقوم المستلمات الحسية بنقل الحافز العصبي الى الاعصاب الحسية **sensory neuron** ومنه الى الحبل الشوكي الذي يقوم بالاستجابة للحافز ويعطي الاوامر للخلايا العصبية الحركية **motor neuron** الذي تنتهي في الخلية الهدف وهي العضلة او الغدة الصماء

The digestive system

الجهاز الهضمي

فسلجة الدم Blood physiology

يصنف الدم على انه نسيج رابط connective tissue ويتميز بكونه نسيج رابط سائل . ويقوم الدم بثلاث وظائف رئيسية هي النقل والتنظيم والدفاع .

1- الدم كجهاز ناقل blood is a transport system

*يقوم بنقل الاوكسجين والغذاء وباقي المواد الضرورية لكل خلايا الجسم , حيث ينقل الوكسجين بواسطة الهيموكلوبين في الخلايا الدموية الحمراء اما المواد الغذائية فتكون ذائبة في الدم .

*يقوم بنقل الفضلات المتكونة داخل الخلايا نتيجة عمليات الايض الغذائي وايصالها الى اعضاء الاخراج ليتم طرحها خارج الجسم فثنائي اوكسيد الكربون يطرح عن طريق الرئتين والبول عن طريق الكليتين .

*يقوم بنقل الهرمونات من الغدد الصماء الى الاعضاء الهدف .

*ينقل خلايا الدم البيض من مكان صنعها داخل نقي العظم الى الانسجة لتقوم بعملها بالقضاء على الاجسام الغريبة .

*في حالة حصول جرح في الجسم فان الم يقوم بنقل الصفائح الدموية الى مكان الجرح لتساهم الصفائح الدموية في عملية إيقاف النزف .

2- الدم كجهاز تنظيمي blood is a regulatory system

*يساهم الدم في تنظيم درجة حرارة الجسم . حيث من المعروف ان منظم درجة حرارة الجسم يقع في الدماغ وعند مرور الدم عليه يتحسس بالتغيرات الحاصلة في درجات الحرارة ويقوم بوازنتها لتكون ملائمة لدرجة حرارة الجسم .

* تنظيم pH الاس الهيدروجيني للدم حيث من المعروف ان مدى الحامضية للدم تتراوح بين (7.35- 7.45) اي ان الدم يميل قليلا نحو القاعدية وهناك ميكانيكية تحافظ على مدى معين من النسبة المقبولة من خلال كمية ثنائي اوكسيد الكربون المذاب في الدم ومن الجدير بالذكر ان الدم الشرياني اكثر قاعدية من الدم الوريدي ؟؟

3- الدم كجهاز دفاعي blood is a defense system

*تقوم خلايا الدم البيض بوظيفة دفاعية من خلال التهام الاجسام الغريبة بطريقة phagocytosis او المساهمة في انتاج الاجسام المضادة للجراثيم .

*كذلك تشارك الصفائح الدموية بالدفاع عن الجسم من خلال المشاركة في عملية وقف النزف ومنع دخول الجراثيم داخل الجسم .

تركيب الدم Blood composition

الدم عبارة عن سائل يحوي على خلايا ومواد مثل الاوكسجين والايونات والهرمونات والمواد الغذائية الذائبة . ان الجزء السائل من الدم يدعى البلازما plasma اما الجزء الخلوي فيتألف من خلايا الدم الحمراء erythrocyte وخلايا الدم البيضاء leukocyte والصفائح الدموية thrombocyte .

البلازما plasma

هو الجزء السائل من الدم ويؤلف حوالي 45% من الى 75% من الحجم الكلي للدم اعتمادا على نوع الحيوان وحجم خلية الدم الحمراء ففي الحيوانات صغيرة الخلايا مثل القطط فان البلازما يؤلف الجزء الاكبر من كمية الدم اما في الحيوانات ذات الخلايا الدم الكبيرة فان نسبة الساييتوبلازم تكون اقل . يؤلف الماء حوالي 93% من البلازما ويحتوي على مواد ذائبة او عالقة مثل البروتينات واهمها albumin, globulins, and fibrinogen كذلك يحوي البلازما على غازات مذابة واهمها sodium , co2 and nitrogen , lipid, amino acid , metabolic waste وبعض الاملاح مثل sodium , potassium , calcium , magnesium , chloride , and bicarbonate ions ان اللون الاحمر للدم يعود لوجود صبغة الهيموغلوبين hemoglobin تقوم بنقل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون .

عملية تخليق خلايا الدم Hematopoiesis

يقصد بهذا المصطلح عملية انتاج كافة انواع الخلايا الموجودة في الدم حيث من المعروف ان الخلايا غير دائمة الحياة فمثلا خلايا الدم تعيش لفترة اربعة اشهر ثم تتحلل وينتج خلايا جديدة تحل محل الخلايا القديمة , كذلك خلايا الدم البيضاء والحمراء التي تتناقص باستمرار نتيجة قيامها بالدفاع عن الجسم ضد الجراثيم والاجسام الغريبة . تصنع جميع خلايا الدم في نقي العظم الأحمر red bone marrow ويشغل نخاع العظم الأحمر معظم اجزاء العظم في الحيوانات الفتية وبتقدم العمر يتحول معظم نقي العظم الأحمر الى اللون الاصفر ويسمى نقي العظم الأصفر yellow bone marrow وسبب اللون الاصفر هو احتواء هذا النوع من النقي على الخلايا الدهنية ولايستطيع نقي العظم الاصفر تخليق خلايا جديدة لانه غير فعال inactive bone marrow عكس نقي العظم الأحمر حيث يكون نشط وفعال لذا يسمى active bone marrow تنشأ جميع خلايا الدم من خلايا جذعية غير متخصصة موجودة في نقي العظم الأحمر تسمى pluripotent stem cell (PPSCs) كذلك تسمى hematopoietic stem cell لهذه الخلايا القابلية على التحول الى اي نوع من خلايا الدم اعتمادا على نوع الحافز او الإشارة التي تصل لهذه الخلايا فمثلا عند تخليق خلايا الدم الحمراء يصل التحفيز عن طريق خلايا خاصة موجودة في الكليتين وهذه الخلايا تتحسس عندما يكون هناك نقص في الاوكسجين hypoxia وتقوم بافراز هرمون يسمى ارثروبويتين erythropoietin ويحمل هذا الهرمون مع الدم ليصل الى نقي العظم الأحمر فيحفز الخلايا النخاعية على الانقسام ثم تمر بمراحل تطور ونضج الى ان تصبح خلايا ناضجة .

خلايا الدم الحمراء (erythrocyte) red blood cells :

تكون خلية الدم غير الناضجة كبيرة الحجم وذات سيتوبلازم داكن ازرق ونواة دائرية كبيرة وفاقة للنظام الكروماتيني وعندما تبدأ الخلية بالنضوج يصغر حجم النواة تدريجيا الى ان تدفع خارج الخلية . يصطبغ الساييتوبلازم باللون الازرق نتيجة فعاليات الايض الغذائي في المراحل المبكرة لنمو الخلية والتي تشمل المحافظة على حيوية الخلية وبناء البروتينات متمثلة بالهيموجلوبين . وعندما تبدأ كمية الهيموجلوبين بالازدياد يبدأ الساييتوبلازم بالتحول من اللون الازرق الى اللون الأحمر تدريجيا وهذه المرحلة تسمى polychromasia

وفي هذه المرحلة تكون الخلية غير ناضجة تماما ولكن بدأ انتاج الهيموجلوبين وعندما تقترب الخلية من النضج يبدأ الساييتوبلازم بالضمور وتمتلا الخلية بالهيموجلوبين وتتحول الخلية الى اللون الأحمر وتكون جاهزة للقيام بوظيفتها .

خصائص خلايا الدم الأحمر characteristics of erythrocyte

خلية الدم الناضجة عبارة عن تركيب غشائي مقعرة الوجهين تحوي حوالي 65% ماء و 35% مواد صلبة وبروتين الهيموجلوبين والذي يؤلف 95% من نسبة المواد الصلبة . ان التركيب القرصي المقعر الوجهين يساعد الخلية على القيام بوظيفتها بافضل صورة وذلك من خلال :

1- ان الشكل المقعر Biconcave يعطي مساحة سطحية اوسع لانتشار الوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون عبر غشاء الخلية .

2- ان الشكل المقعر يعطي مسافة اقصر بين داخل الخلية وخارجها مقارنة بالشكل الكروي لذا نلاحظ في بعض الحيوانات كالاغنام مثلا والتي تكون خلاياها قليلة التفرع تحتاج الى اعداد كبيرة من خلايا الدم الحمراء للقيام بالوظيفة على اتم صورة .

الهيموجلوبين hemoglobin

الهيموجلوبين هو بروتين مركب من مكونين هما heme, globin وكلاهما يصنعان داخل الخلية الحمراء , فالهيم هي صبغة وتصنع داخل المايتوكوندريا اما الكلوبين فهي بروتين يصنع داخل الرايبوسومات . كل مجموعة هيم تنقل جزيئة اوكسجين واحدة وكل اربعة مجاميع هيم تتصل بجزيئة كلوبين واحدة اي ان كل جزيئة هيموجلوبين تنقل اربعة جزيئات من الاوكسجين وذلك عن طريق اتصال الاوكسجين بذرات الحديد Fe^{++} والذي تعتبر جزء من جزيئة الهيم .

أنواع الهيموجلوبين الطبيعي Types of normal hemoglobin

1- هيموجلوبين الاطوار الجنينية الاولى Embryonic hemoglobin (HbE)

ويوجد في دم الجنين في الاطوار الجنينية الاولى.

2- هيموجلوبين الاطوار الجنينية المتأخرة Fetal hemoglobin (Hbf)

ويوجد في دم الجنين للفترة من منتصف الحمل الى فترة الولادة ويكون ذات تركيز عالي وتدرجيا يتحول الى هيموجلوبين البالغين ويمتاز بألفته الشديدة للاتحاد بالاكسجين .

وظيفة الهيموجلوبين Function of hemoglobin

ان الوظيفة الرئيسية للهيموجلوبين هي نقل الاوكسجين الى الانسجة وخلال هذه العملية يكون الهيموجلوبين بصورتين فسيولوجيتين :

1 – Oxyhemoglobin

وهي التي تنقل الاوكسجين . حيث ان كل جزيئة اوكسجين تتصل بجزيئة حديد Fe^{++} .

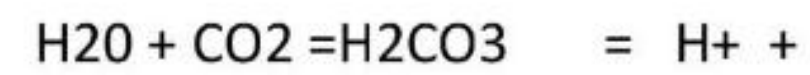
2- Deoxyhemoglobin

ويقصد به الهيموجلوبين فاقد الاوكسجين .

وهناك عدة عوامل تساعد على نقل الاوكسجين بواسطة الهيموجلوبين منها درجة الحرارة وتوفر الاوكسجين وكمية ثنائي اوكسيد الكربون .

نقل ثنائي اوكسيد الكربون carbon dioxide transport

ينتقل ثنائي اوكسيد الكربون بصورة مباشرة وغير مباشرة حيث ينقل عن طريق خلايا الدم وكذلك يوجد جزء اخر مذاب في البلازما . ينتقل ثلاثة ارباع ثنائي اوكسيد الكربون بواسطة خلايا الدم الحمر بصورة مباشرة . عندما يذوب ثنائي اوكسيد الكربون في البلازما يتحول الى حامض الكربونيك وهذا سرعان ما يتحلل الى ايونات الهيدروجين وايونات البيكاربونات :



HCO_3^-

وعند وصول خلايا الدم الحمراء الى الرئتين محملة بايونات الهيدروجين والبيكاربونات فان البيكاربونات تتحول الى ثنائي اوكسيد الكربون والماء الذي يطرح الى خارج الجسم عن طريق الرئتين .

تحطم وتحلل خلايا لدم الحمراء Destruction and hemolysis

ان عمر خلايا الدم الحمراء يختلف حسب نوع الحيوان ففي الكلاب يكون معدل عمرها 110 يوم وفي القطط حوالي 68 يوم وفي الحصان والاغنام اكثر من 150 يوم وفي الابقار 160 يوم وفي الجرذان من 20 الى 30 يوم اما في الانسان فتعيش حوالي 120 يوم . ان العمليات التي تؤدي الى تحطم وتحلل خلايا الدم بعد تجوزها عمرها الطبيعي تسمى Senescence الشيخوخة . فعندما تصل الخلية عمر الشيخوخة تقل كفاءتها الانزيمية وخصوصا الانزيمات المحللة لسكر الكلوز المصدر الرئيسي لطاقة الخلية كما ان شكل الخلية يصبح دائري ويقل حجمها . ان نسبة تحلل وتحطم خلايا الدم الحمراء حوالي 90% خارج الاوعية الدموية Extravascular Hemolysis وذلك عن طريق خلايا البلعمة الالتهامية وهذه المواد الملتصقة قد يعاد الاستفادة منها في الكبد والطحال والجزء الاخر يطرح كفضلات خارج الجسم .

مرض الانيميا Anemia

الانيميا حالة مرضية تنتج عن قلة كفاءة خلايا الدم الحمراء في نقل الاوكسجين وذلك لواحد من الاسباب التالية :

1- قلة خلايا الدم الناضجة في الدم وذلك بسبب فقدان الدم او تحطم الخلايا او قلة انتاج الخلايا في نقي العظم او الاصابة بالطفيليات او بسبب العلاج بالاشعة في حالة الامراض السرطانية .

2- قلة الهيموجلوبين في الخلايا بسبب حالة مرضية في نقي العظم او صغر في حجم الخلايا الحمراء الناضجة وبالنتيجة تقل كمية الحديد الضروري في ميكانيكية نقل الاوكسجين وتحرير الطاقة .

مرض البوليسيثيميا polycythemia

وهو مرض زيادة عدد خلايا الدم الحمراء عن احد الطبيعي .وهناك ثلاثة انواع من هذا المرض :

1- القريب Relative polycythemia

وهذا يحدث عند فقدان السوائل من الجسم نتيجة الاسهال والقيء والتعرق الغزير وقلة شرب الماء .

2- التعويضي Compensatory polycythemia

ويحدث نتيجة نقص الاوكسجين hypoxia وهذا ما يحفز نقي العظم لانتاج المزيد من الخلايا الحمراء لتعويض النقص في كمية الاوكسجين .

3- polycythemia rubra vera

وهو خلل مرضي يصيب نقي العظم يمتاز بزيادة انتاج خلايا الدم الحمراء اكثر من الحد الطبيعي .

خلايا الدم البيض (White Blood Cell (Leukocyte

وتشمل جميع الخلايا التي تحتوي على نواة في الدم وتبدو في الدم المتجمع في مكان واحد ببيضاء اللون وتكون اكبر من خلايا الدم الحمراء واقل عددا ويوجد خمسة انواع من خلايا الدم البيض هي , Neutrophils , eosinophils , basophils , monocyte , lymphocyte وتقسم خلايا الدم البيض بثلاث طرق :

1- حسب الوظيفة الدفاعية Type of defence function

*الالتهامية phagocytosis وتشمل neutrophils , eosinophils , basophils , monocyte

* انتاج الاجسام المضادة والمناعة الخلوية Antibody production and cellular immunity وتشمل Lymphocyte.

2- حسب شكل النواة Shape of nucleus :

*متعددة الفصوص مجزأة النواة polymorphonuclear وتشمل neutrophils , eosinophils , basophils .

* متغايرة الاشكال غير مجزأة النواة pleomorphic وتشمل monocyte .

3- وجود او عدم وجود الحبيبات السائتوبلازمية :

*الحبيبية granulocyte وتشمل neutrophils , eosinophils , basophils .

*غير الحبيبية agranulocyte وتشمل monocyte , lymphocyte .

تخليق خلايا الدم البيض :

ان عملية تخليق خلايا الدم البيض تسمى leukopoiesis تبدأ هذه العملية من نقي العظم الاحمر ومن نفس الخلايا الجذعية التي كونت خلايا الدم الحمراء حيث تحفز الخلايا الخلية الجذعية من قبل حافز خاصة ولكل نوع من خلايا الدم البيض محفزاته الخاصة به .

وظيفة خلايا الدم البيض :

اولا : الحبيبية Granulocyte

1- المتعادلة Neutrophils :

وهي خلايا التهابية لها القدرة على التهام الجراثيم والاجسام الغريبة الاخرى التي تدخل الجسم وتصل الى الانسجة وتعتبر الخط الدفاعي الثاني بعد الجلد . وتكون ذات استجابة دفاعية سريعة وتحوي حبيباتها على انزيمات هاضمة تقوم بهضم البكتريا وتحطيمها والحبيبات عبارة عن عضيات تدعى lysosome . تستعمل الخلايا المتعادلة الدم للوصول الى اهدافها في الانسجة . تستغرق الخلايا

المتعادلة 10 ساعات في مجرى الدم قبل دخولها الانسجة وهذه الفترة نقل عندما يكون هناك طلب على الخلايا العدلة في الانسجة .
تستجيب الخلايا المتعادلة للحادث الحاصل في الانسجة عن طريق المستقبلات الكيميائية chemotaxis وهي مواد كيميائية التهابية
تنتج عن طريق تفاعل بين الجراثيم والانسجة .

الخلايا البيض الحامضية eosinophils :

وهي خلايا التهابية ايضا وتؤدي وظيفتها في الانسجة وخصوصا في الجلد والرئتين والامعاء الدقيقة وهناك ثلاث وظائف رئيسية
تقوم بها الخلايا البيض الحامضية هي :

1- الاستجابة المضادة للالتهابات Anti-inflammatory response حيث تستطيع الخلايا الحامضية من التنشيط الموقعي لعوامل
الحساسية الالتهابية . حيث ان حبيباتها تحوي على مواد مضادة للالتهابات تتحرر في موقع التفاعل الالتهابي .

2- المناعة Immunity تكون لها القابلية على هضم المواد التي تتداخل مع الاستجابة المناعية الخلوية .

3- وظيفة التهابية Phagocytosis لها القابلية على التهام الاجسام الاكبر من البكتريا مثل الاوليات وبعض الطفيليات .

خلايا الدم البيض القاعدية Basophils ان حبيبات خلايا الدم القاعدية تحوي على الهستامين والهيبارين المهمين في وظيفة الخلايا
القاعدية المتمثلة فيما يلي :

1- الهستامين ضروري لتفاعلات الحساسية حيث يعمل على تضيق الاوعية الدموية .

2- ان عوامل الناقلات الكيميائية للخلايا الحامضية تفرز من حبيبات الخلايا القاعدية .

3- الهيبارين يعمل كمائع لتخثر الدم داخل الاوعية الدموية .

ثانيا : خلايا الدم غير الحبيبية Agranulocytes :

1- الخلايا الاحادية Monocytes : وهي اكبر الخلايا الالتهامية في مجرى الدم ويطلق عليها حينئذ phagocytic cell ولكن عندما
تدخل الانسجة تسمى خلايا البلعمة macrophages . تكون الخلية الالتهامية في مجرى الدم اقل فعالية من خلايا البلعمة في الانسجة
واصغر حجما وتعتبر خلايا لبلعمة مشح للجراثيم في بعض الاعضاء مثل العقد اللمفية والكبد والطحال .

الصفائح الدموية platelets :

وتسمى Thrombocytes وهي ليست خلايا كاملة بل قطع من سايتوبلازم خلايا عملاقة متعددة الانوية تسمى
Megakaryocytes في نقي العظم . ان عملية تخليق الصفائح الدموية تدعى Thrombopoiesis ان اصل الصفائح
الدموية هي الخلايا العملاقة الناتجة من الخلايا الجذعية المولدة pluripotent stem cells الموجودة في نقي العظم وعندما تنمو
الخلايا العملاقة تعاني انقسام اعتيادي mitosis حيث تنقسم الانوية على حساب كمية الساييتوبلازم . ان الخلايا العملاقة لاتغادر نقي
العظم ولكنها تتحطم الى قطع صغيرة وتذهب مع مجرى الدم مكونة الصفائح الدموية .

وظيفة الصفائح الدموية :

ان الوظيفة الرئيسية للصفائح الدموية هي تخثر الدم عند حصول النزف نتيجة حصول جرح في الجسم . ان عملية تخثر الدم عملية
معقدة تمر بعدة مراحل ويشترك بها 13 عامل من عوامل التخثر ويمكن ايجاز العملية بما يلي : عند حصول الجرح تتكسر الصفائح
الدموية ويتحرر منها انزيم خاص يدعى Thromboplastin والذي يعمل كعامل مساعد يحول سابق الخثرين prothrombin الى
الخثرين Thrombin ويعمل هذا الاخير على تحويل مولد الليفين Fibrinogen الى الليفين ومن العوامل المساعدة درجة الحرارة
وفيتامين k ويمكن اجمال العوامل المساعدة التي تشترك في هذه العملية ب 13 عامل ولكل عامل رقم خاص وكما موضح في
الجدول ادناه :