علم الفسلجة Physiology

يعرف ايضا علم الوظائف وهو العلم الذي يبحث في فعاليات المادة الحية سواء على مستوى الكائن الحي باكمله او عضو منه او على مستوى الخلية او جزء منها .

يعرف **علم وظائف الأعضاء Physiology** تعريفاً عاماً بأنه العلم الذي يدرس وظائف الجسم. كما يعرف بأنه العلم الذي يدرس الآليات التي تتم بها وظائف الجسم.

علم الفسيولوجي أو علم وظائف الأعضاء Physiology يعنى بدراسة وظائف جميع أعضاء الجسم, وكيفية تنظيم هذه الوظائف, ومدى الارتباط الوظيفي بين كل عضو من أعضاء الجسم ,والأعضاء الأخرى, والعوامل التي تؤثر على أداء أعضاء الجسم, ومدى تكيف الأداء الوظيفي لأعضاء الجسم المختلفة للمتغيرات التي يتعرض لها الجسم, ومدى تأثير هذا التكيف في مجابهة الظروف المختلفة التي يتعرض لها الجسم.

يختص علم الفسلجة بدراسة كيفية عمل الجسم , ويعني علم الفسلجة بالمملكتين الحيوانية والنباتية غير أننا سنقتصر على المملكة الحيوانية . يبحث علم الفسلجة في فعاليات المادة الحية سواء على مستوى الكائن الحي بأكمله أو عضو منه أو على مستوى الخلية أو جزء منها , **والهدف** من علم الفسلجة **هو فهم معنى الحياة** .

يعد علم الفسيولوجيا أحد الفروع الهامة لعلم البيولوجي الذي يهتم بدراسة ظاهرة الحياة في الكائنات الحية بصورة عامة ، فالكائن الحي عبارة عن وحدة بيولوجية أي ((وحدة بنائية متكاملة مترابطة تتفاعل مكوناتها لتعطي ظاهرة الحياة للكائن الحي)) . وعلم الفسيولوجي ((هو العلم الذي يهتم بدراسة كيفية حدوث وظائف الكائن الحي المختلفة مثل عمل جهاز الدوران ، جهاز التنفس ، الجهاز العضلي ، الغدد الصم... الخ)) .

وهذا يعني :

- **وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية ((الإنسان ، الحيوان ، النبات...الخ))** .

- **شرح وتفسير هذه الوظائف في ضوء القوانين الفيزيائية والكيميائية** .

وعليه يمكن تفسير علم الفسيولوجي في ضوء ما تقدم بأنه ((فيزياء وكيمياء الكائنات الحية)) . ولا يقتصر أن نعرف ما هي وظيفة هذا العضو أو ذاك ، فأن هذا الوصف غير كافي ولكن الأهم أن نفسر كيف يؤدي ذلك العضو تلك الوظيفة ونحاول اكتشاف آلية هذه الوظيفة فضلا عن دراسة العلاقة بين أنشطة أعضاء الكائن الحي والعوامل التي تؤثر على هذه الأنشطة إذ يعتمد علم الفسيولوجي على الفيزيائية والكيميائية والحيوية بالجسم.

ترتبط الفسيولوجية مع العلوم المورفولوجية مثل علم التشريح ، علم الخلية ، علم الأنسجة وارتباطه أيضا مع الكثير من علوم الطب فضلا عن ارتباطه بعلم النفس ليشكل ما يسمى بعلم **النفس الفسيولوجي** ، تعتمد الدراسات الفسيولوجية على الملاحظة والتجريب للظواهر الحية لوصفها وتقديرها ((نوعا وكما)) أو التعبير عنها في صور رقمية حجميه مع تسجيل النتائج في شكل كتابي أو أفلام... الخ ، من خلال كل ذلك فأن الدراسات الفسيولوجية **تهدف أساسا إلى محاولة الإجابة عن الأسئلة الآتية :**

1- **ما هي الوظيفة ؟**
2- **كيفية أداء هذه الوظيفة .**
3- **ما هي العوامل المؤثرة على الوظيفة ؟**
4- **كيفية اندماج هذه الوظيفة مع الوظائف الأخرى .**

وعليه من خلال الإجابة على هذه الأسئلة الأربعة يمكن دراسة أية موضوع من موضوعات علم الفسيولوجي . **مثال** : لو أخذنا القلب كعضو في جهاز الدوران في جسم الإنسان... نرجع إلى **الأسئلة الأربعة** سابقة الذكر للإجابة عليها .

1- ضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم لتزويد أنسجة وخلايا الجسم بالأوكسجين والمواد الحيوية... وهذا هو **الجواب** على السؤال **الأول** .

2- استقبال الدم الوارد إليه من جميع أجزاء الجسم أثناء فترة ارتخاء عضلة القلب ثم يلي ذلك انقباض عضلته ليدفع الدم مرة أخرى إلى جميع أعضاء الجسم نتيجة لهذا الانقباض ... **الجواب** على السؤال **الثاني** .

3- أما العوامل المؤثرة على الوظيفة فهي ما يختص به الفرد ((العمر ، الجنس ، الظروف الحياتية ، الانفعالات ، الرياضة ...الخ.)) وهذا هو **الجواب** على السؤال **الثالث** .

4- إن القلب يرتبط بمعظم العمليات الحيوية في الجسم مثل توفير حركة الدم من الأوعية الدموية لكي ينتقل إلى جميع أجزاء الجسم وما يحتاجه من الأوكسجين والغذاء اللازم لإنتاج الطاقة وغيرها ...**الجواب** على السؤال **الرابع** .

من خلال ما تقدم شرحه من مفهوم وأهمية الفسيولوجيا ، إن ما يهمنا بالموضوع هو دراسة الإنسان على وفق كل ما ذكر الذي يعد أكبر أعجوبة في بناءة وتركيب أجزاءه ووظائف أعضاءه ، **إن تركيب هذا الكائن الحي الفريد يتكون من :**

1. **الخلية** : وهي أصغر وحدة بنائية في جسم الإنسان فالدماغ مثلا يحتوي على ((13)) مليار خلية عصبية فهي وحدة بنائية ووظيفية ، حيث يوجد في جسم الإنسان عدة خلايا .

2. **النسيج** : وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا تتشابه في التركيب والوظيفة والمنشأ ((أي نشأت كلها من نفس الطبقة الجرثومية في الجنين)) وتوجد في جسم الإنسان أربعة أنواع من الأنسجة ((الطلائية ، الضامة ، العضلية ، العصبية)).

3. **العضو** : هو ارتباط نسيجان أو أكثر بطريقة خاصة وهذه الأعضاء أكثر تعقيدا من الأنسجة وهي تؤدي الوظائف المختلفة والأنشطة التي يمارسها الإنسان .

هناك دائما نسيج واحد رئيسي هو المسؤول عن أداء العضو لوظيفته بينما تقوم بقية الأنسجة الأخرى بالمساعدة والدعم وعليه هناك نسيج رئيسي واحد وعدة أنسجة ثانوية. **مثال: المعدة** . فالنسيج الطلائي الذي يكون الغشاء المخاطي للمعدة هو النسيج الرئيسي الذي يؤدي وظيفة الهضم بينما العضلات ، الأعصاب ، النسيج الضام هي أنسجة ثانوية .

4. **الجهاز** : هو ارتباط مجموعة من الأعضاء وظيفيا والأجهزة أكثر وحدات الجسم تعقيدا ويؤدي كل منها وظيفة معينة أو مجموعة من الوظائف. **وأجهزة جسم الإنسان عديدة . ومنها:**

- جهاز القلب والدوران
- الجهاز التنفسي
- الجهاز الهضمي
- الجهاز العصبي
- الجهاز الهيكلي
- الجهاز التناسلي

- الجهاز البولي

- الجهاز الليمفاوي والمناعة

- جهاز الغدد الصماء

مجالات الفسيولوجيا:

إن أقدم مجالين من مجالات الفسيولوجيا وذلك لعلاقتها الوثيقة بعلم الطب وفن الشفاء هما:

1- الفسيولوجيا البشرية Human Physiology

2- فسيولوجيا الثدييات Mammalian Physiology

لقد حضى هذان المجالان باهتمام العلماء في عهدي الإغريق والحضارة الإسلامية وذلك لإهتمام أطباء هذين العصرين بد ارسة وظائف أعضاء الجسم في الإنسان والحيوان.

في الفسيولوجيا البشرية ظهرت عدة تخصصات منها الفسيولوجيا العصبية أو فسيولوجيا الجهاز العصبي و فسيولوجيا الغدد الصم وفسيولوجيا التكاثر .

- وأول من أكد ضرورة الفسيولوجيا في الطب هو العالم والطبيب الفرنسي الشهير كلود برنارد Claud Bernard في كتابه الطب التجريبي Experimental Medicine.

وبظهور نظرية التطور العضوي Organic Evolution للعالم الإنجليزي المعروف Charles Darwin بداية النصف الثاني من القرن التاسع عشر تبلورت فكرة العلاقة الطبيعية بين الكائنات الحية المختلفة

وأخيرا تقسم الدراسات الفسيولوجية إلى ثلاث أقسام :

I - **الفسيولوجيا العامة** : وهي تعنى بدراسة الخصائص الأساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان , الإنسان , والنبات وهي دراسة العمليات الحيوية المميزة لكل كائن حي مثل التغذية ، التنفس ، التكاثر ...الخ ، فهو يدرس التنفس مثلا كعملية حيوية بصورة عامة

وهذا يعتمد على بناء الخلية والتي تتشابه في كثير من الخواص ((خلية أرنب ، سمكة ، ضفدعة)) هي واحدة ومتشابه.

2- الفسيولوجيا الخاصة : ويعنى هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجوعة معينة من الحيوان أو النبات مثل فسيولوجيا ((الثديات ، الحشرات ، الأسماك)) , وقد تختص بدراسة نوع واحد ((فسيولوجيا الإنسان مثلا)).

3-الفسيولوجيا المقارنة : وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابه. **مثال** : لو أردنا دراسة ظاهرة التنفس فأن الإنسان يتنفس والضفدع يتنفس والاميبيا تتنفس ولكن طريقة تنفس وميكانيكية التنفس تختلف من كائن إلى آخر وعليه فأن الآلية تختلف والأعضاء تختلف .

* يختلف علم الوظائف عن بقية العلوم الحياتية في انها متعلقة بديناميكية المادة الحية في حين تهتم العلوم الاخرى بالحالة الستاتيكية للمادة الحية .

النظريات التي تفسر العمليات الحيوية

1- وجهة النظر الحيوية Vitalistic View:

التي تنادي بضرورة وجود قوة حيوية)كالروح مثلاً(تكمن وارء القوانين الفيزيائية والكيميائية من أجل تفسير الظواهر الحية إذ أنه بدون هذه القوة الحيوية لا يمكن للعمليات الحيوية أن تتم)يمكن أن تسمى أيضاً قوى ما وارء الطبيعة metaphysical forces(. تعود جذور هذه النظرية إلى ما قبل الميلاد وتعتمد على فكرة مؤادها أن المادة العضوية لجسم الكائن الحي لا يمكن أن تعود لطبيعتها إذا ما

تعرضت للتلف)بالحرق مثلا(. وقد ساهم اكتشاف المجهر في القرن السادس عشر والنظرية الجرثومية للمرض والتقدم في علم التشريح وفي الكيمياء الحيوية وكذلك القدرة على خلق مركبات عضوية بسيطة مثل بولينا وحامض الخليك من مركبات غير عضوية على دحض هذه النظرية والتقليل من شأنها. كما انتقد المنادون بها بأنهم لا يحيطون إحاطة تامة وكاملة بالمعلومات الدقيقة المطلوبة لتفسير حدوث العمليات الحيوية.

2- **وجهة النظر الآلية** Mechanistic View:

وتنادي بأن الظواهر الحيوية, مهما بلغت درجة تعقيدها, يمكن تفسيرها باستخدام القوانين الفيزيائية والكيميائية. يتبنى وجهة النظر هذه علماء البيولوجيا الذين يرون بأن الكائن الفرد آلة بالغة التعقيد وأنه إذا ما أتيح لنا الإلمام بالمعلومات التفصيلية الدقيقة فإننا نستطيع استخدام هذه المعلومات لتطبيق القوانين المعروفة في الفيزياء والكيمياء لتفسير النشاطات الحيوية التي نشاهدهافي الكائن الحي.

لا تعتقد هذه المدرسة بوجود القوة الكامنة وانما تحاول تفسير مظاهر الحياة على أسس مادية لا تتعدى حدود الذ ارت والجزيئات المكونة للمادة الحية. لذلك فإن هذه المدرسة تلجأ إلى الوسائل الفيزيائية والكيميائية كمحاولة لفهم الحياة.

لقد أظهرت الد ارسات الحديثة رجاحة اعتقاد النظرية الآلية حيث ثبت بأن المادة الحية تتبع القوانين الفيزيائية والكيميائية في فعالياتها, ففعاليات المادة الحية عبارة عن فعالية الذ ارت والجزيئات المكونة لها.

كما أن فلسفة الآلية أكثر واقعية من فلسفة الحيوية وأكثر تحفي اً للبحث والاستقصاء والكشف عما خفى من أس ارر المادة الحية.

ظهور النظرية الخلوية Cell Theory:

القائلة: بأن جميع الكائنات الحية تتألف من خلية أو مجموعة خلايا وهي وحدات بنائية إضافة إلى كونها وحدات وظيفية ظهر علم فسيولوجيا الخلية Cell phsiology ويدرس الفعاليات الأساسية للخلايا الحيوانية والنباتية, وفيه تعتبر الفعاليات الحيوية للكائن الحي أو العضو أو النسيج عبارة عن المجموع الكلي لفعاليات الخلايا المكونة له.

فمثلاً : تقلص العضلة: هو تقلص الاف الألياف العضلية المكونة لها.

وتنفس الحيوان: مجموعة الفعاليات التنفسية للملايين من خلايا جسمه.

وهناك فروع أخرى لعلم الفسيولوجيا تهتم ببعض المجاميع الحيوانية والنباتية مثل فسيولوجيا الحش ارت Insect physiology , وفسيولوجيا الأسماك Fish physiology , وفسيولوجيا النبات Plant physiology.

الطرائق التقليدية لمعرفة وظائف الاعضاء:

1- استئصال جزء من الكائن الحي كإن يكون نسيج أو عضو وملاحظة تأثير فقدانه على فعالية الكائن الحي.
2- استخدام بعض العقاقير الكيميائية أو الوسائل الآلية كربط وعاء دموي وقطع جريان الدم إلى عضو معين لتعطيل عمل العضو مؤقتاً وملاحظة تأثير هذا التدخل في وظيفته.
3- تغيير معدل نشاط العضو وملاحظة رد الفعل في جزء منه أو في كله.

فسلجة الجهاز البولي Physiology of urinary System

يعتبر الجهاز البولي المسؤول عن المحافظة على تنظيم حجم و تركيب السوائل الجسمية حيث يجعلها ضمن المدى الطبيعي . لذلك فأي خلل يصيب الكليتين كالمرض او ما شابه ذلك فانه يؤدي الى حصول اضطرابات في تركيز السوائل الجسمية تلك .

و يحوي السائل الجسمي على فضلات عمليات الايض لمختلف المواد و التي تكون بحالة ذائبة و بتراكيز مرتفعة و يمكن توضيح ذلك بما يلي :-

1. الكربوهيدرات و الدهون :- النواتج النهائية لهدمها في الجسم هي الماء و ثاني اوكسيد الكاربون و هذه النواتج لا تشكل عقبة في التخلص منها حيث يفقد ثاني اوكسيد الكربون عن طريق الرئتين خلال عملية التنفس اما الماء فيفقد بسهولة من عدة منافذ مختلفة مثل الترشيح خلال الكليتين او مع العرق او البراز او مع زفير التنفس . و في الحالات الطبيعية تكون كمية الماء المفقودة عن طريق الرئتين و البراز ثابتة تقريبا في حين كمية الماء المفقودة عن طريق الغدد العرقية تتغير قيمته تبعا لدرجة حرارة البيئة . و على هذا الاساس يكون التباين في كمية الماء المطروح بواسطة الغدد العرقية مرهون بتنظيم درجة حرارة الجسم و عادة يكون على حساب توازن السوائل الجسمية لذا فان الكليتين هما العضوان الوحيدان يستطيعان تنظيم كمية السوائل الجسمية و تركيبها .

2. **البروتينات** :- النواتج النهائية لهدمها تحتوي على مواد ازوتية ناتجة من هدم الاحماض الامينية هذا فضلا عن الماء و ثاني اوكسيد الكربون . ان الكربوهيدرات و الدهون و البروتينات هي اهم مكونات الغذاء العضوية الرئيسية اضافة لذلك فان الفيتامينات و الهرمونات هي كذلك مواد عضوية و لكن كمياتها ضئيلة .

3. **الاملاح المعدنية :-** و هي الجزء غير العضوي من الغذاء و يتم افراز الفائض منها من الجسم في الحالات الطبيعية بكميات تعادل الكميات الداخلة في الجسم حيث ان تجمعها في الجسم بدرجة اعلى من المستوى الطبيعي يؤدي الى حدوث اضطرابات فسيولوجية .

4. **الادوية و العقاقير و المواد الغريبة الاخرى** تساهم الكليتين في طرح نواتج هدمها او الفائض من حاجة الجسم منها .

وظائف الكليتين: -

1. التخلص من الفضلات والسوائل الزائدة عن حاجة الجسم :

2. إعادة امتصاص المواد الغذائية من الدم :

3. الحفاظ على درجة الحموضة :

4. تنظيم الضغط الاوزموزي في الجسم

5. المساهمة في تنظيم ضغط الدم

6. المساعدة في تصنيع خلايا الدم الحمراء

7. المحافظة على صحة العظام

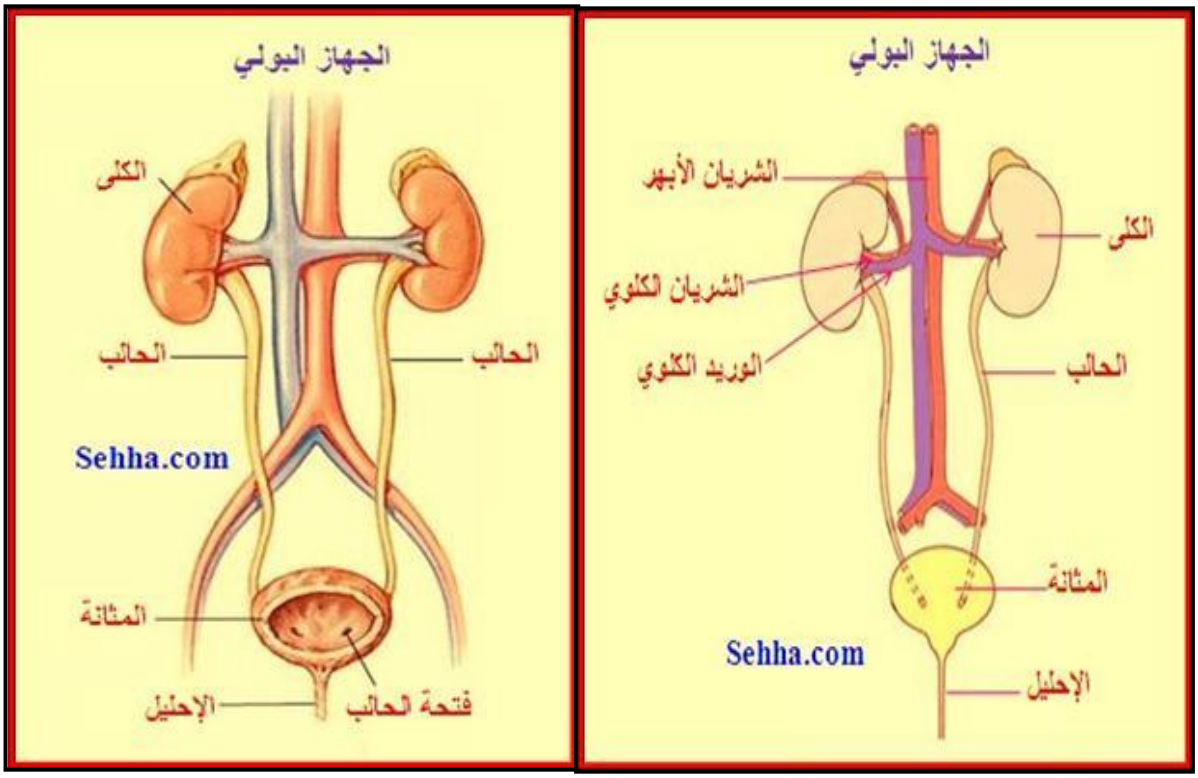
تركيب الجهاز البولي Structure of urinary system:-

يتالف الجهاز البولي من الكليتين Kidney ، و الحالبين Ureter و المثانة Bladder و الاحليل Urethra .

اولا :- الكليتين Kidney

تحتاج الوظائف العديدة التي تنجزها الكلية الى تنظيم معقد من النبيبات tubules التي تكون متشابكة بشكل قوي مع الاوعية الدموية . ان معرفة العلاقة التشريحية للنبيبات الافرازية و القنوات الابرازية بالشعيرات تساعد في التوصل الى توضيح تراكيب الكلية ووظيفتها .

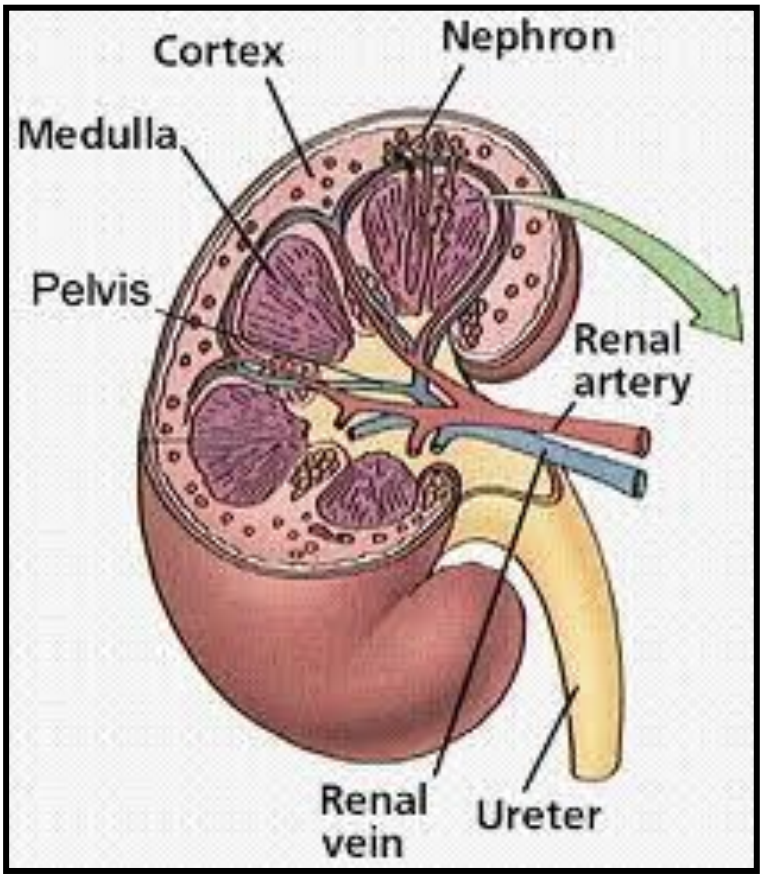
تقع الكليتان في الجزء الظهري من التجويف البطني على كل جانب من الابهر و الاجوف الاسفل (الشكل الرقم 1) .



الشكل رقم (1) الجهاز البولي

وعند قطع الكلية طوليا يظهر السطح المقطوع على انه مكون من منطقتين واضحتين فالمنطقة الغامقة الخارجية هي القشرة Cortex وتقع عموما تحت السطح المحدب الخارجي اما الجزء الباقي الداخلي الفاتح فهو اللب Medulla الشبيه بالهرم المقلوب ويقابل السطح العريض من الهرم المسطح الداخلي من القشرة بينما قمة الهرم او الحليمة في الحوض ويكون الهرم اللبي والمادة القشرية المغلفة له الفص Lobe وهو الوحدة التشريحية العينية للكلية . (الشكل رقم 2)

يشبه شكل الكلية في معظم الثدييات حبة الفاصوليا واما في الطيور فيكون شكل الكلية عبارة عن ثلاثة فصوص هي الفص الامامي ، الوسطي والخلفي وعادة تحاط الكليتين بطبقة دهنية لوقايتها من التاثيرات الميكانيكية والجروح .
تتكون كلية القطط ،الكلاب ، الحصان والمجترات الصغيرة من فص واحد فقط تسمى الكلية الاحادية الفص او احادية الهرم اما كلى الخنازير والمجترات الكبيرة فهي مكونة من عدة فصوص او اهرامات منفصلة .



شكل رقم (2) مقطع طولي في الكلية

الوحدة الكلوية Nephron :

النفرونات nephrons الوحدة الوظيفية للكلى هي وحدات مجهريَّة تعمل على ترشيح الدَّم وتُنتِجُ البول، وتحتوي كل كلية على نَحو مليون نفرون،ويحتَوي كل نفرون على كُبيبَة مُحاطة ببنية ذات جدار رقيق على شكل وعاء (كبسُولة أو محفظة بومان).

يتكون من الأجزاء التالية :

1- الكبيبة

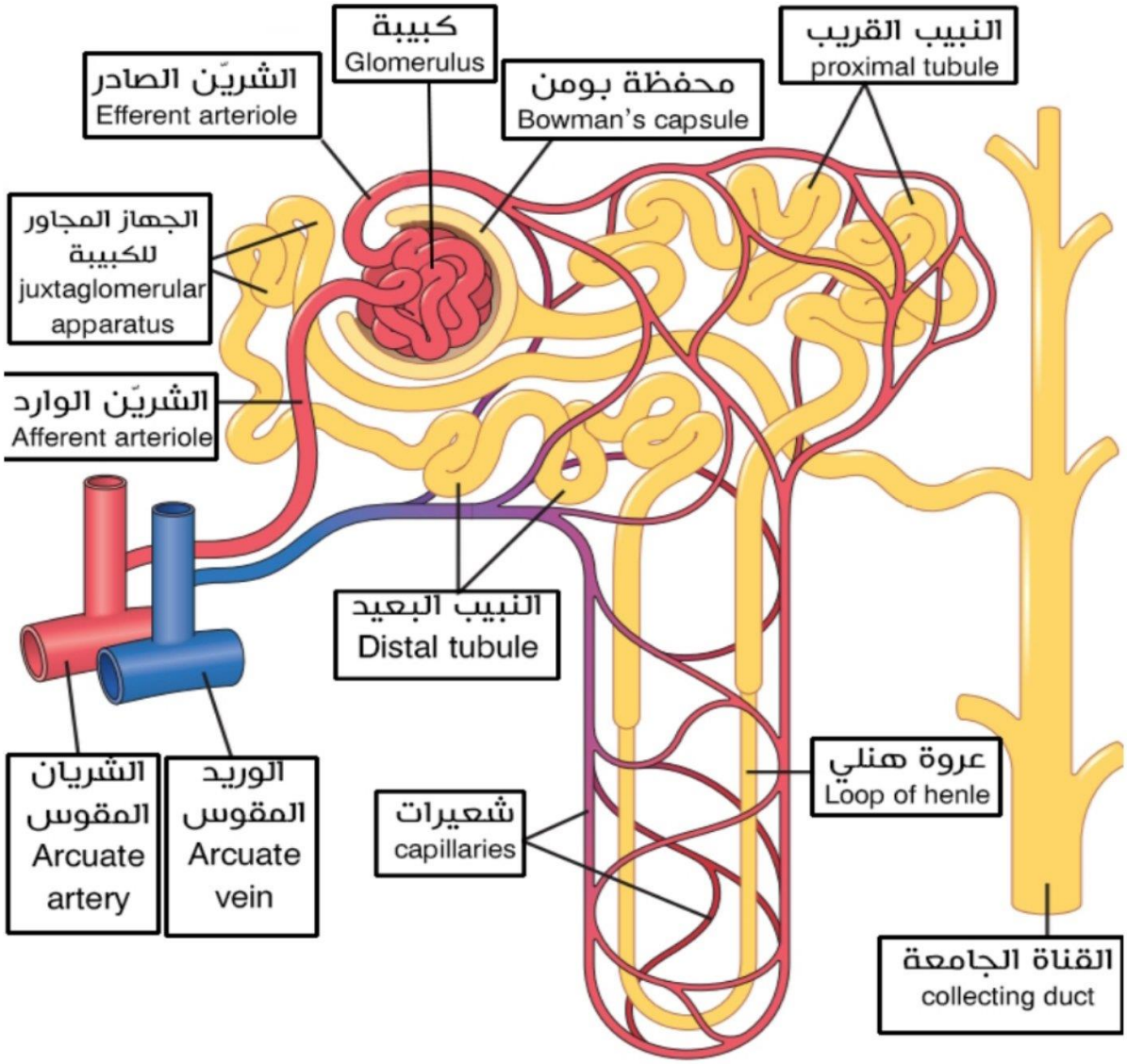
2- محفظة بومان

3- الانبوب الملتف القريب

4- عروة هنلي

5- الانبوب الملتف البعيد

6- القناة الجامعة



الشكل رقم (3) الوحدة الكلوية

تحاط الكبيبة بالظهارة المسماة محفظة بومان ويصبح لها شكل يشبه الفنجان ويسمى هذا التركيب بالكرية الكلوية Renal corpuscle او كبسولة مالبيجي . والمحفظة تتالف من طبقتين الاولى تلتصق بالكبيبة وتسمى الطبقة الحشوية والطبقة الثانية تستند على النسج المحيط بالكبيبة وتسمى الطبقة الجدارية وكلا الطبقتان متكونة من نسبج حرشفي بسيط . تتصل الوحدات الكلوية بالنبيبات الجامعة Collecting tubules في منطقة القشرة . والنبيبات الجامعة هي الاجزاء الاخيرة من النبيبات الناقلة للبول حيث تتصل بالنبيبات الاخرى مشكلة قنوات اكبر حجما تعرف بالقنوات الحليمية .

ثانيا :- المجاري البولية Urinary passage

تتكون المجاري البولية من الاعضاء التالية ابتداءا من الكليتين :-

1- حوض الكلية Renal pelvis

هو النهاية المتسعة الدانية من الحالب التي تواجه قمة الحلم الكلوية وتتالف الغلالة العضلية فيه عادة من ثلاث طبقات الداخلية والخارجية ، ووسطى دائرية ويعتقد ان التقلص العضلي لهذه الطبقات يؤدي الى ما يشبه عملية حلب الحليمات حيث يعصر البول المتواجد في القنوات الحليمية .

2- الحالب Ureter

يتالف جدار الحالب من ثلاث طبقات. ويترك الحالب الكلية في منطقة السرة ليدخل بعد ذلك الى المثانة حيث يسلك مسارا مائلا اثناء اختراقه بالغلالة العضلية وفي المنطقة التي يخترق الحالب فيها بطانة المثانة توجد طية مخاطية شبيهة بالصمام تعمل على سد الحالب عند امتلاء المثانة ويعتبر هذا جزء من الالية التي تمنع من رجوع البول .

3- المثانة Urinary bladder

التي هي بمثابة مخزن البول وهي الجزء المتسع من الحالب وان معظم الطبقات الموجودة في جدار الحالب موجودة في جدار المثانة والاختلافات الرئيسية تتمثل في الزيادة النسبية في سمك الطبقات المكونة للغلالة العضلية ووجود طبقة ضئيلة من العضلة المخاطية في بعض الحيوانات

4- الاحليل Urethra

يكون الاحليل النثوي قصير نسبيا ويتالف من اربع طبقات في حين يمتاز الاحليل الذكري بطوله

وظيفة الجهاز البولي

العوامل الرئيسية المؤثرة على فعالية الجهاز البولي هي :-

الدم الشرياني ، الهرمونات والاعصاب الكلوية وتنجز الكليتان ثلاث عمليات مهمة هي : الترشيح ،الامتصاص واعادة الامتصاص والافراز .

فعملية الترشيح تتم في الكرية الكلوية واما الامتصاص فيحدث في النبيبات الدانية (80% ماء ، كلوريد الصوديوم ، الجلوكوز والحوامض الامينية) واعادة الامتصاص تحدث في النبيبات القاصية (الجلوكوز ، الماءوالصوديوم).

يختلف تركيب وصفات البول بالاعتماد على نوع الغذاء والنشاط العضلي وحالة الحيوان والتغيرات المرضية والفسيولوجية التي تواجه الحيوان . وتعتمد كمية البول المتكونة على كمية وتركيب المادة العلفية المتناولة بالدرجة الاولى حيث تعطي المادة العلفية الخضراء افراز اكثر من البول مقارنة بالمادة العلفية الجافة ، كذلك المادة العلفية الحاوية على نسبة عالية من البروتين تؤدي الى افراز بول اكثر لانه تكون مواد نتروجينية كثيرة في الدم والتي يجب ان تطرح خارج الجسم .وكذلك تعتمد على كمية الماء المطروح من الجسم عن طريق التنفس والغدد العرقية والغدة اللبنية ، وكمية البول المطروح خلال النهار اعلى منه في الليل وذلك راجع الى نشاط الحيوان خلال النهار .

الوحدة السادسة

العظام والعضلات

Bone & muscles

I) لمحة تشريحية ونسيجية وفيزيولوجية للعظام:

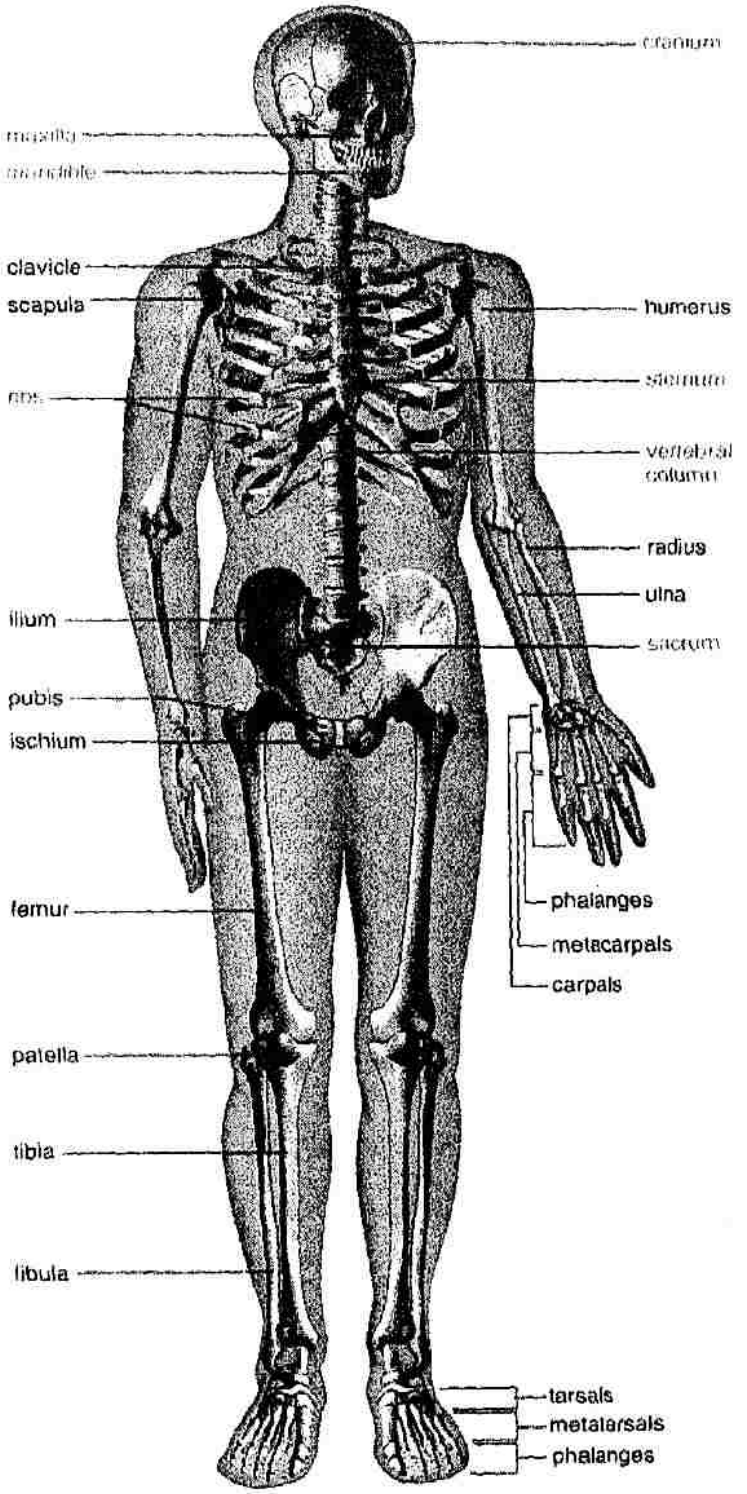
يتكون النسيج العظمي من ثلاث مجموعات من الخلايا، ومن المطرق:

1) بانيات العظم Osteoblasts:

تقوم هذه الخلايا بصنع المطرق Matrix، ويترسب الكالسيوم به بشكل دائم توجد هذه الخلايا على السطوح الخارجية وتجاويف العظام، وتحتوي على كمية كبيرة من أنزيم الفسفتاز القلوية، وبالتالي حينما يوجد نشاط في بناء العظام فإن هذه الخلايا تفرز كمية من هذا الإنزيم لترسيب الفسفسات في المطرق، في حين ينفذ جزء من هذا الأنزيم إلى الدم، وترتفع فعاليته في المصل، بمعنى آخر يمثل قياس فعالية الإنزيم في المصل مشعراً جيداً لبناء العظام.

2) ناقضات العظم Osteoclasts:

هي خلايا عملاقة تحتوي على مجموعة كبيرة من الأنوية، وتمثل نوعاً خاصاً من البلعميات، تعمل هذه الخلايا على ارتشاف العظام، وفي الظروف السوية يحدث لدى الإنسان الكاهل توازن بين عمل بانيات العظم وبين ناقضات العظم، بحيث يظل العظم وكأنه في حالة ثبات. أما في الطفولة فيزداد عمل البانيات عن الناقضات، وبالتالي يزداد نمو العظام وتشتد صلابته، وأخيراً تنشط ناقضات العظام تحت تأثير هرمون الغدة الدرقية.



شكل رقم (14) يبين عظام الجسم البشري

3) الخلايا العظمية Osteocytes:

يبدو أن عمل هذه الخلايا هو تكوين جزء من المطرق.

4) مطرق العظم Bone Matrix:

يتكون بشكل أساسي من ألياف الغراء Collagen fibres والتي تتكون من بروتينات بها نسبة عالية جداً (25٪) من حامضين أمينين هما البرولين Proline والهيدروكسي برولين Hydroxy Proline، ومن أجل ذلك يلاحظ أن الأمراض التي يزداد فيها تحلل العظام وهدمه، تطرح كمية كبيرة من هذين الحامضين في البول بمقدار يتناسب مع شدة الهدم.

أما الوسط الذي يحتوي ألياف الغراء، والذي يدعى "المادة الأرضية Ground Substance" فهي وسط متجانس من سوائل تحتوي على بروتينات سكرية (سلفات الكوندريتين Chondroitin Sulphate، وحامض هياليورينك Hyahuronic acid... الخ)، والتي تترسب فيها المعادن لتكوين لحمة العظام).

وظائف العظام الفيزيولوجية:

1. الوظيفة الهيكلية.
2. يعتبر العظم مخزناً هائلاً لكثير من المعادن، وبالتالي يحافظ العظم على الوسط الداخلي لهذه المعادن. يحتوي العظم على 85٪ من عنصر الكالسيوم، و8.5٪ من الفسفور، و6.5٪ من المغنزيوم. ليست هذه المعادن في حالة ثبات داخل العظم، بل في دورة مستمرة بين الوسط الداخلي والعظام.
3. يكون تنظيم هذه الدورة تحت سيطرة فيتامين د، وهرمون الدريقات.

العضلات:

1) لمحة تشريحية ونسيجية وفيزيولوجية للعضلات:

تنقسم العضلات إلى ثلاثة أنواع:

- **العضلات الهيكلية المخططة:** Striated Skeletal muscles.
- **العضلة القلبية:** Cardiac muscle.
- **العضلات الملساء:** Smooth muscles.

جدول رقم (4): يبين الفرق بين أنواع العضلات:

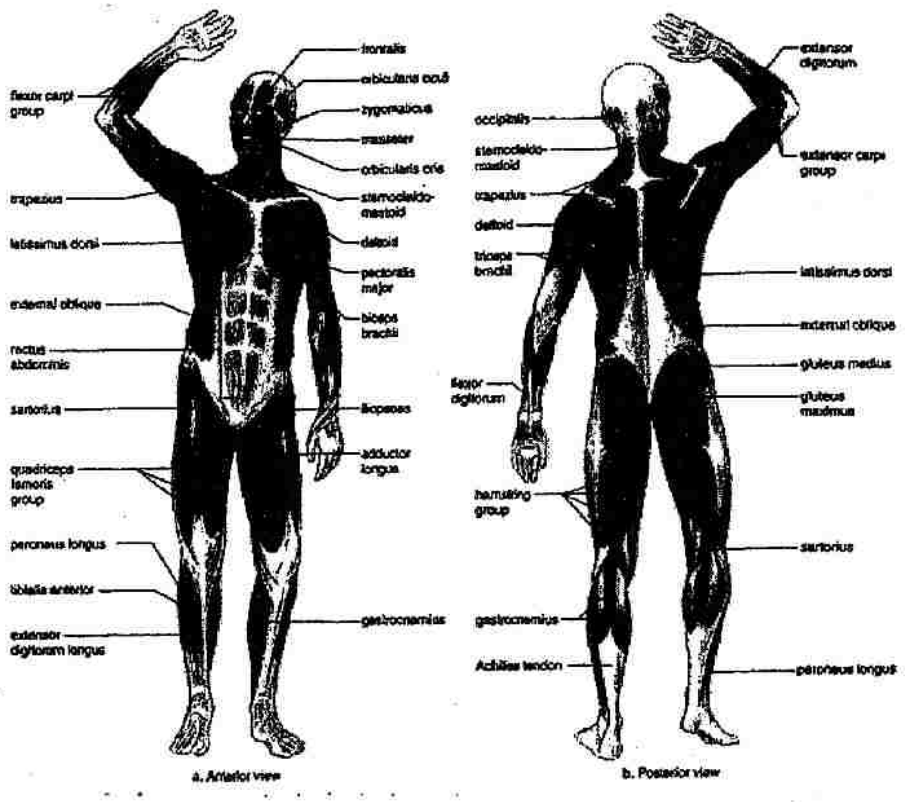
	المخططة الهيكلية	العضلة القلبية	العضلات الملساء
1. عملها	تحريك الجهاز الهيكلي	ضخ الدم	انقباض الأعضاء لتفريغها
2. التفرع Branching	لا يوجد	بكثرة	لا يوجد
3. الخطوط Striation	يوجد	يوجد	لا يوجد
4. التعصيب من الـ CNS	يوجد	لا يوجد	لا يوجد
5. وجود صفيحة انتهائية محركة (MEP)	يوجد	لا يوجد	لا يوجد

وسوف نركز بحثنا في هذه الوحدة على العضلات الهيكلية فقط.

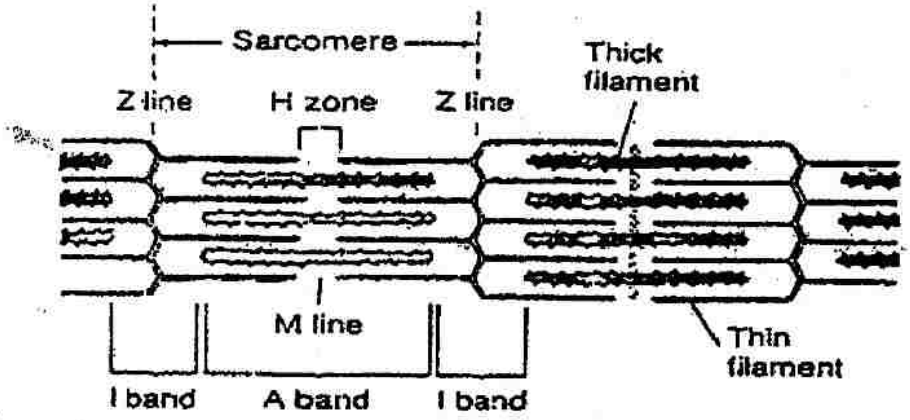
الشكل النسيجي:

وحدة العضلات الهيكلية هي خلية واحدة بطول العضلة لا تتفرع ومغطاة بغشاء يسمى غمد الليف العضلي Sarcolemma. تلتصق بهذا الغمد نهاية الأعصاب المحركة Motor nerves عند مواضع معينة يطلق عليها صفيحة

انتهائية محركة End Plate Motor حيث يفرز الناقل العصبي Neurotransmitter استيل كولين.



شكل رقم (15): يبين عضلات الإنسان



في داخل غمد الليف العضلي يوجد مجموعة كبيرة من الليفات العضلية Myofibrills كما هو موضح بالشكل رقم (15).

إن الشكل المجهري للخلية يوضح مجموعة متكررة من المناطق تسمى (القسم العضلي Sarcomere) يحددها خطان يطلق عليهما "خط Z"، يتكون القسيم العضلي من شريط داكن بالتبادل مع شريط فاتح وهذا هو سبب تسمية هذه العضلات بالمخططة، إن سبب الشريط الداكن هو وجود ليفات سميكة Thick myofibrills وتتداخل بينها ليفات رفيعة Myofibrils Thin.

وإن سبب تقلص العضلة هو تزحلق الليفات على بعضها مما يقصر الخلية العضلية إلى النصف تقريباً.

جدول رقم (5): يبين أهم أنواع البروتينات المكونة لليفات العضلية Myofibrills:

	نوع البروتين	وجوده	كميته بالنسبة لمجمل البروتينات الكلية
البروتينات المتعلقة بالتقلص	الميوزين Mysin الأكتين Actin	موجود في الليفات السميكة	٪60
البروتينات المنظمة للعمل	تروبوميوزين Trobpmyosin تروبونين Troponin	موجود في الليفات الرفيعة في الشريط الفاتح	٪20

ويوجد أيضاً بروتينات حاملة للأكسجين وهي الميوغلوبين حول الليفات التي تحمل الأكسجين لأجزاء الخلية.

آلية عملية التقلص في الخلية العضلية:

حين تصل إشارة التنبيه من العصب، يفرز الاستيل كولين عند الصفيحة الانتهائية المحركة (MEP)، وعندها يحدث إزالة استقطاب Dipolarization لغمد الخلية العضلية. ونتيجة لذلك تتحرك أيونات الكالسيوم حول الليفات العضلية لتتحد مع ثروبوميوزين مما يؤدي إلى زحلقة الليفات العضلية السميكة داخل الليفات الرفيعة، وبذلك تقصر العضلة أي يحدث التقلص.

أنواع التقلص العضلي:

1. التقلص ذو الطول المتساوي Isometric Contraction:

وهو تقلص لا يحدث فيه قصر يذكر في طول العضلة، مثال ذلك إنسان يدفع حائط حيث أن هذه العملية تنتج حرارة ولا تنتج عمل.

2. التقلص ذو التوتر المتساوي Contraction Isotonic:

وفي هذه الحالة يقصر طول العضلة. مثال ذلك: رفع ثقل معين وهنا يقصر طول العضلة دون حدوث تغير في توترها.

العوامل المؤثرة على انقباض عضلة وتقلصها:

1. **نوع العضلة المخططة:** حيث أن شدة الانقباض تتناسب طردياً مع دقة وظيفة هذه العضلة.
2. **درجة الحرارة:** تتناسب شدة التقلص طردياً مع ارتفاع الحرارة حتى حد معين (أقل من 45°).

3. **طول العضلة الابتدائي:** كلما زاد طول العضلة قبل الانقباض كلما زادت قوة الانقباض (قانون ستارلنج).
4. **التعب:** إن العمل العضلي المستمر يؤدي إلى الإقلال من قوة انقباض العضلة بسبب تجمع مواد الاستقلاب.

الوظائف العامة للعضلات:

ا. تقوم العضلات الهيكلية بوظائف حركية تتعلق أساساً بالمفاصل حيث تعمل على أحداث الحركات التالية:

1. الثني	Flexion
2. المد	Extension
3. الأبعاد	Abduction
4. التقريب	Adduction
5. دوران مركزي	Medial Rotation
6. دوران جانبي	Lateral Rotation

ب. بهذه الحركات يحافظ الجسم على قوامه ووضعيته.

ج. إنتاج الحرارة: حيث تقوم العضلات بإنتاج الحرارة أثناء التقلص والارتخاء.

د. مصدر قوة.

الجهاز العصبي Nervous System

يتميز الإنسان عن بقية الكائنات الحية الأخرى على اختلاف أنواعه او إحجامها وبأنه يملك جهازً عصبياً راقياً . وهذا الجهاز هو الذي مكن الإنسان من تسخير البيئة بما عليها لسعادته ولتدميره في ان واحد . يعتبر الجهاز العصبي أكثر أجهزة الجسم تعقيداً ويشبه عادة بجهاز التلفونات فالجهاز العصبي المركزي (الدماغ ، الحبل الشوكي) يمثل المركز بينما تمثل الأعصاب سواء المتصلة بالدماغ او الحبل الشوكي الأسلاك في حين أعضاء الاستجابة والاستفعال تمثل أجهزة المشتركين وينشأ الجهاز العصبي من طبقة الاكتودم أثناء التطور الجيني ، ويمكن إجمال الوظائف التي يؤديها بما يلي :

1- يتحكم في نشاطات جميع وظائف أجهزة جسم الإنسان الأخرى وينسق أعمالها بدقة عالية.

2- وسيلة تلقي المعلومات وخزنها سواء من البيئة الخارجية أو البيئة الداخلية بواسطة أجهزة الاستقبال ثم الاستجابة لها.

3- مركز مهم لأعضاء الحس والبصر والسمع والتذوق والألم والتفكير والكلام وهذا يعني إن أي تلف او خلل في أجزاءه يعني حدوث عجز خطير في جسم الإنسان.

4- المحافظه على استقرار الوظائف الداخليه في الجسم مثل ضغط الدم مستوى co2 وo2.

5- المحافظه على الانماط السلوكيه كالاكل والتنازل والدفاع عن طريق انتاج الاشارات العصبيه وتحليلها وتحديدها واتمام من المعلومات وارسالها الى انحاء الجسم الموافقه.

اذن **الجهاز العصبي** هو الشبكه من الخلايا عاليه التنظيم ترصد التغيرات وتتواصل في ما بينها وتتحكم في نشاط الجسم وظيفه الدماغ والعمليات الايضيه.

يتكون الجهاز العصبي من جزئين رئيسيين هما الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي مع الجهاز العصبي المستقل.

اولا: الجهاز العصبي المركزي :

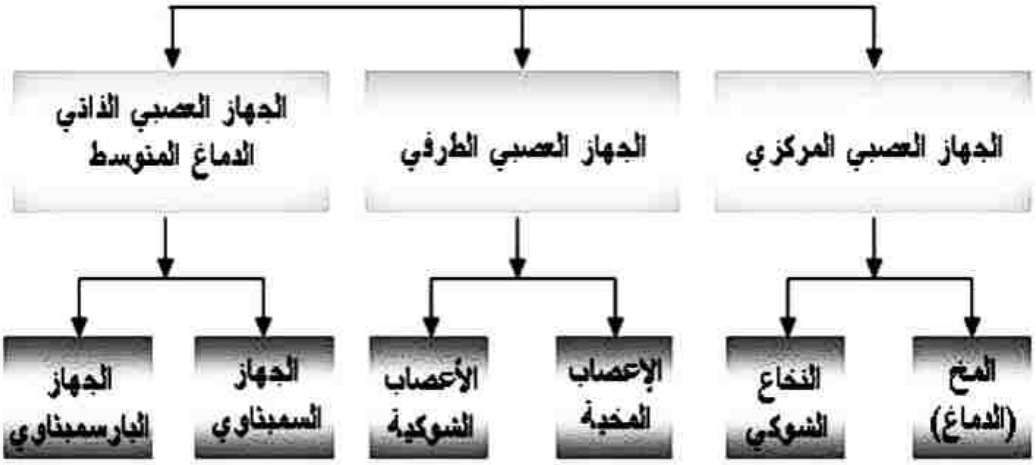
ويشمل الدماغ والحبل الشوكي ، ويقع المخ داخل صندوق عظمي يسمى الجمجمة ويمتد الحبل الشوكي من المخ خلال العمود الفقاري مما يوفر الحماية للجهاز العصبي داخل العظام.

ثانيا: الجهاز العصبي المحيطي (الطرفي):

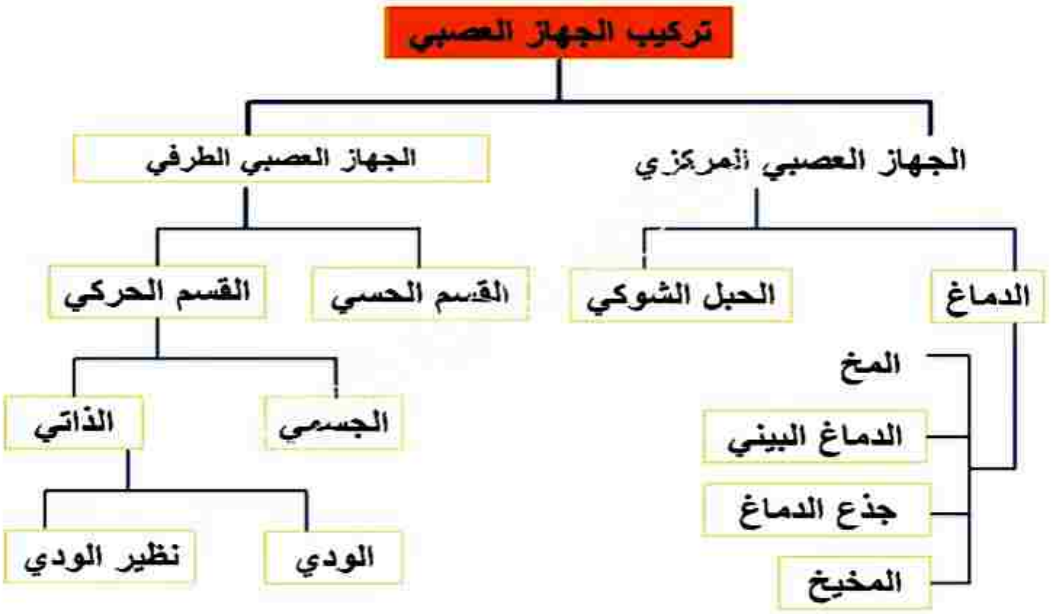
ويشمل مجموعة الأعصاب التي تصل الجهاز العصبي المركزي بالأعضاء المختلفة، وتقسم الأعصاب إلى نوعين: أعصاب تخرج من المخ إلى تراكيب في الراس كالعيون والفكين والجذع وتسمى الأعصاب المخية او القحفية. وأعصاب تخرج من الحبل الشوكي إلى الذراعين والأرجل وتسمى الأعصاب الشوكية.

ثالثا: الجهاز العصبي المستقل:

وهو الجهاز العصبي الإداري الذي يسيطر وينظم الأحشاء الداخلية للإنسان والحركات المستقلة عن إرادة الإنسان كعمليات الهضم وتقلصات المعدة والأمعاء وتنظيم ضربات القلب وإفراز الغدد والاحساسات الحوشية، ويتألف من الجهاز العصبي الودي (السمبتاوي) والجهاز العصبي نظير الودي (الباراسمبثاوي)



تركيب الجهاز العصبي بشيء من التفصيل:-



الخلية العصبية : Nervous cell

تعتبر الخلية العصبية وحدة التركيب الرئيسية للنسيج العصبي وهي عبارة عن خلايا متخصصة جدا تختلف بالحجم والطول والشكل ، فقد تتراوح ما بين بضعة مليمترات إلى بضعة أمتار كما هو الحال في الحوت وتوجد في أجزاء الجهاز العصبي الرئيسية (الدماغ ، النخاع الشوكي) والعقدة العصبية في مختلف المواقع في جسم الإنسان بينما محاورها هي التي تنتشر في أجزاء الجسم المختلفة كما تتصف بخاصتي النقل والنقل يتم باتجاه واحد من الزوائد العصبية إلى جسم الخلية ومن جسم الخلية إلى المحور العصبي.

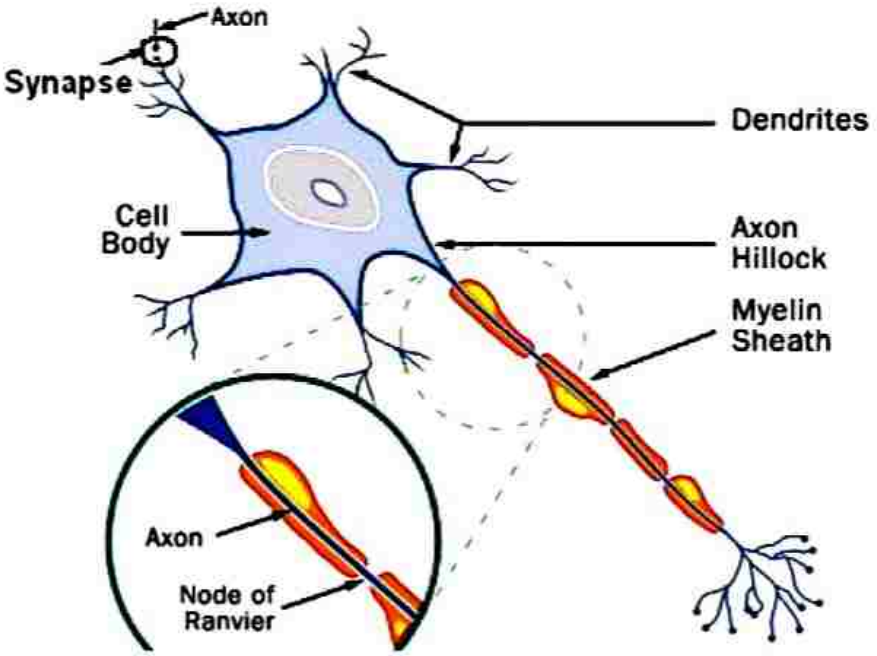
والخلية العصبية لا تعوض إذ أن الإنسان يولد غرورة بكافة خلاياه العصبية وتتوقف عن الانقسام قبل أو عند تشكليها وبالتالي تدخل في أعداد الخلايا الدائمة التي لا تنقسم فإذا تعرضت الخلايا العصبية للتلف ننشئ خلية عصبية جديدة لتحل مكانها . وكما موضح في الشكل أدناه وتتركب

الخلية العصبية من الاتي :

1- جسم الخلية cell body : يحتوي على السايتوبلازم والنواة وأجسام كولجى والميتوكوندريا وحبيبات صبغية ، وشبكة من الليفيات العصبية ، كما تحتوي على مواد أخرى على شكل حبيبات بأجسام أو حبيبات نسل وتتركب من RNA والليفات العصبية فهي عبارة عن خيوط رفيعة متداخلة تمتد إلى جسم الخلية لها علاقة بالنشاطات العصبية للخلية ، ولا تحتوي الخلية العصبية على السنتر ولايت لذا فقدت قدرتها على الانقسام .

2- الزوائد الشجيرية (تشعبات عصبية Dendrites of neuron) : هي مجموعة ألياف عصبية متفرعة من جسم الخلية العصبية، تعمل على نقل واستقبال الإشارات والتنبيهات العصبية من النسيج باتجاه جسم الخلية العصبية

3- المحور العصبي Axon: زائدة عصبية طويلة قد يمتد طولها ما بين عدة مليمترات إلى بضعة أمتار ويتكون نتيجة لاستطالة احد الزوائد العصبية الذي بدوره ينتهي بتفرع عصبي شجري نهائي وغالبا ما يحاط المحور أو يغلف بغمد نخاعي أو بأغشية خلوية مكونة من دهن وبروتين تسمى مايلين تكونها خلايا خاصة تعرف بخلايا شوان المحيطة بالغمد النخاعي الذي يتقطع على أبعاد متتابعة بعدد من الاختناقات تعرف باسم عقد رانفير كما يحيط بالغمد النخاعي طبقة تغلفه من الخارج تعرف بالغشاء العصبي (نيروليس) ويحمي الليف العصبي من القطع إذا ما تعرض لشدة خارجية وتفرزه خلايا شوان أيضا إذ يعمل المحور على نقل السيالات العصبية impulses من جسم الخلية إلى منطقة تتشابك الأعصاب قد يعدان المحاور المغطاة بالغلاف الدهني توصل السيالات العصبية بشكل أسرع من نظيرتها الخالية من الدهون .



اشكال الخلايا العصبية: تقسم الخلايا العصبية حسب تفرعات محاورها وزوائدها الشجيرية إلى:

أ- الخلايا العصبية ذات القطب الواحد (Uni polar neurons) : تحتوي على زائدة واحدة قصيرة وتنقسم إلى زائدتين طوليتين تتوجد في العقدة العصبية الظهرية للألياف العصبية الفقرية

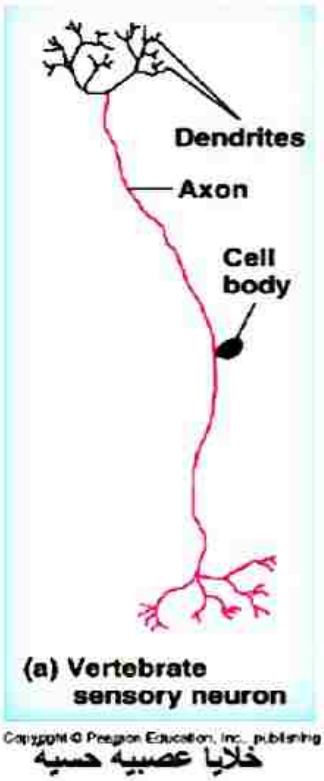
ب - الخلايا العصبية ذات القطبين ثنائية القطب (Bio polar neurons) : وهي خلايا لها محور واحد وزائدة شجيريا واحدة (Dendrite).توجد في شبكية العين والألياف السمعية الشمية

ج- الخلايا العصبية متعددة الأقطاب (Poly polar neurons) : وهي الخلايا التي تحتوي على محور واحد فقط طويل والعديد من الزوائد الشجيرية القصيرة، ومثالها الخلايا العصبية الحركية التي تغذي العضلات

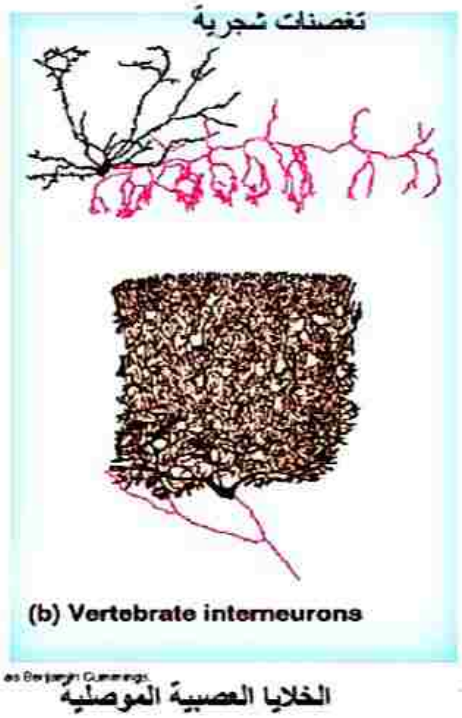
أنواع الخلايا العصبية:-

تقسم الخلايا العصبية حسب الوظيفة التي تؤديها في الجهاز العصبي إلى ثلاث أنواع :

1- خلايا (عصبونات)عصبية حسية (Selsory neuron):وهي التي تنقل الإيعازات العصبية من أعضاء الحس المختلفة كالجلد والعين والأنف والإذن وغيرهما، وتمتاز بطول تشجيراتها والتي توجد في الأعضاء وقصر محورها الذي يوجد قريب من أو دخل الجهاز العصبي المركزي



خلايا عصبيه حسيه



الخلايا العصبية الموصلية

الخلايا العصبية الحركية

2 - الخلايا العصبية الموصلة (Connecting neuron) : تمتاز بقصر زاوندها الشجيرية ومحورها وتكون قرب أو داخل الجهاز العصبي المركزي (الحبل الشوكي) وتعمل على توصيل المنبهات العصبية بين الخلايا العصبية الحسية والخلايا العصبية الحركية

وتسمى الخلايا المختلطة: (الخلايا الرابطة) وهي تحتوي على محاور عصبية، من النوعين الحسية والحركية

3- الخلايا العصبية الحركية (Motor neuron) : تمتاز بطول محورها و قصر زواندها تشجيرية وتعمل على نقل سيالات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات الأعضاء

اجزاء الجهاز العصبي:-

الجهاز العصبي المركزي:-

النخاع الشوكي : ويشمل الجزء السفلي من الجهاز العصبي المركزي.

وظائف النخاع الشوكي:

1- يقوم بالتنظيم الموقعي لبعض العضلات اللاارادية حيث تصلها الياف عصبية من النخاع الشوكي.

2- يعمل كممر عصبي تمر من خلاله السيلات العصبية الصادرة من الدماغ والوارده اليه.

3- عند قطع النخاع الشوكي بصورة كاملة تنعدم كافه الحركات الارادية للمناطق تحت مستوى القطع ويصاب الإنسان بالشلل في العضلات.

الدماغ :

وهو اهم اجزاء الجهاز العصبي ويحصل على ربع كمية الأوكسجين الذي يستهلكه الجسم ويصل اليه حوالي 1/5 من الدم الوارد من القلب ، ويتكون من نسيج رخوي يحتوي جزئه الخارجي على حوالي 85% من تركيبة ماء ، وبذلك فهو اكثر انسجة الجسم رقه ورخاوة ويتركب الدماغ من طبقتين طبقة سطحية تشمل على المادة السنجابية وتحتوي هذه الطبقة (القشرة الدماغية) على اكثر من 14 مليون خلية عصبية ، اما الطبقة الثانية فهي الداخلية وتحتوي على المادة البيضاء والتي تتكون من الياف الخلايا العصبية.

اقسام الدماغ :

يتكون من ثلاث اقسام رئيسة وهي:

1- الدماغ الامامي 2- الدماغ المتوسط. الدماغ الخلفي

الدماغ الامامي : ويتكون من

- المخ .

العقدة العصبية القاعدية.

- السريران.

- الجسم الصنبوري.

أ: المخ

وهو اكبر اجزاء الدماغ في الانسان ويتكون من كتلتين كبيرتين تدعى **نصف كرة المخ** ، ويتكون الجزء الخارجي من نصفي المخ من **قشرة المخ** التي تتكون من تلافيف وطيات واخاديد عديدة ولون القشرة رمادي بسبب احتوائها على اجسام الخلايا العصبية.

ويحتوي المخ على اربع فصوص توجد في كل من نصفي الدماغ وهي:

1- الفصان الجبهويان: وتشكلان حوالي ثلث سطح المخ وهما ايمن وايسر وتوجد فيهما مراكز الحركة والافكار والعواطف.

2- الفصان الصدغيان : وهما ايمن وايسر ايضا وتوجد فيهما مراكز السمع والشم والنطق.

3- الفصان الجداريان: وهما ايمن وأيسر يقعان وسط الجمجمة عند السقف وتوجد فيهما مراكز الذاكرة والحس العام واللمس.

3- الفصان القذاليات (القحفيان): وهما ايمن وايسر ويقعان في مؤخرة الجمجمة على خيمة المخيخ وفيهما مراكز البصر.

وظائف قشرة المخ:

1- تنظيم الحركات الارادية.

2- توجد فيها مراكز الاحساسات.

3- توجد فيها مراكز الذاكرة والانفعالات النفسية والذهنية.

4- توجد فيها مراكز النطق والبصر والسمع والذوق والشم.

ب- العقد العصبية القاعدية: وهي مراكز عصبية تعمل على تكيف الفعل الحركي.

ج: (المهاد وتحت المهاد): وهما مراكز نقل مهمه للاعصاب الحسية عند مرورها الى قشرة الدماغ.

د : الجسم الصنوبري : وهو جسم يعتبر من الغدد الصم لايحتوي على اعصاب ويفرز هرمونات خاصة.

2- الدماغ المتوسط، ويتكون من جزئين مهمين هما :

- **السويقتان المخيتان:** وهي خيوط من الألياف العصبية تربط الدماغ الامامي بالخلفي

- **الاجسام التونمية :** وهي اربع بروزات تحتوي على مراكز الاحساسات السمعية والبصرية.

3- الدماغ الخلفي : ويتكون من المخيخ والقنطرة والنخاع المستطيل

أ: المخيخ: وهو جسم صغير يقع اسفل نصفا كرة المخ وخلف النخاع المستطيل ويسمى بالدماغ الصغير

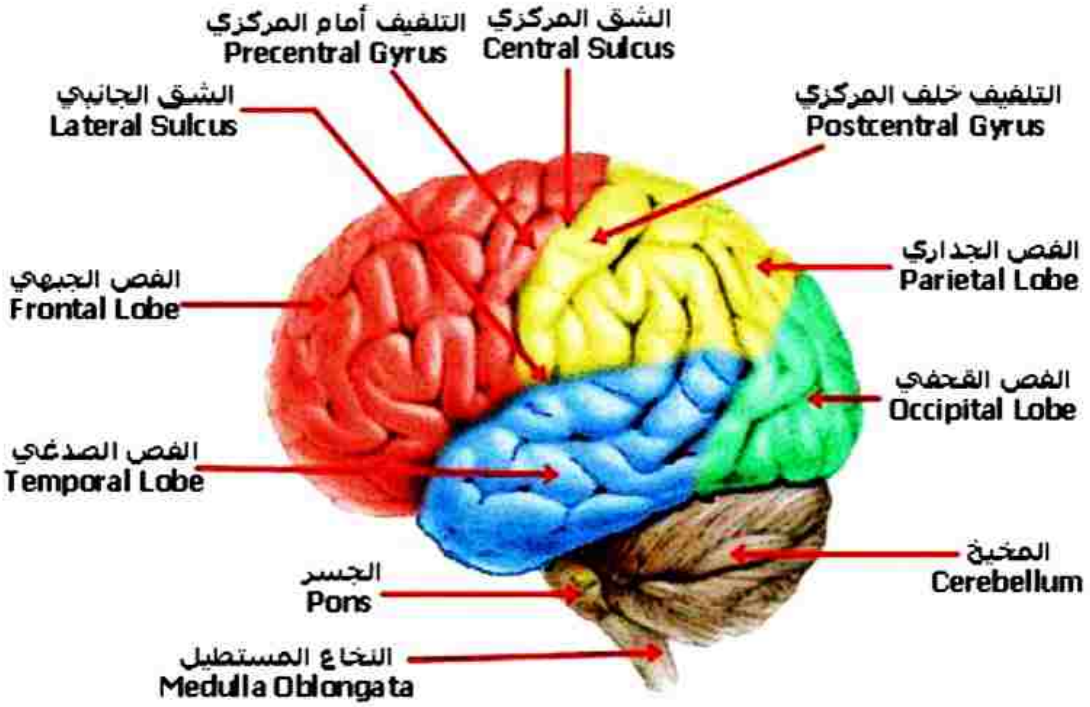
وظائف المخيخ:

1- تنظيم الحركات الارادية والمحافظة على توازن الجسم بالتعاون مع العضلات

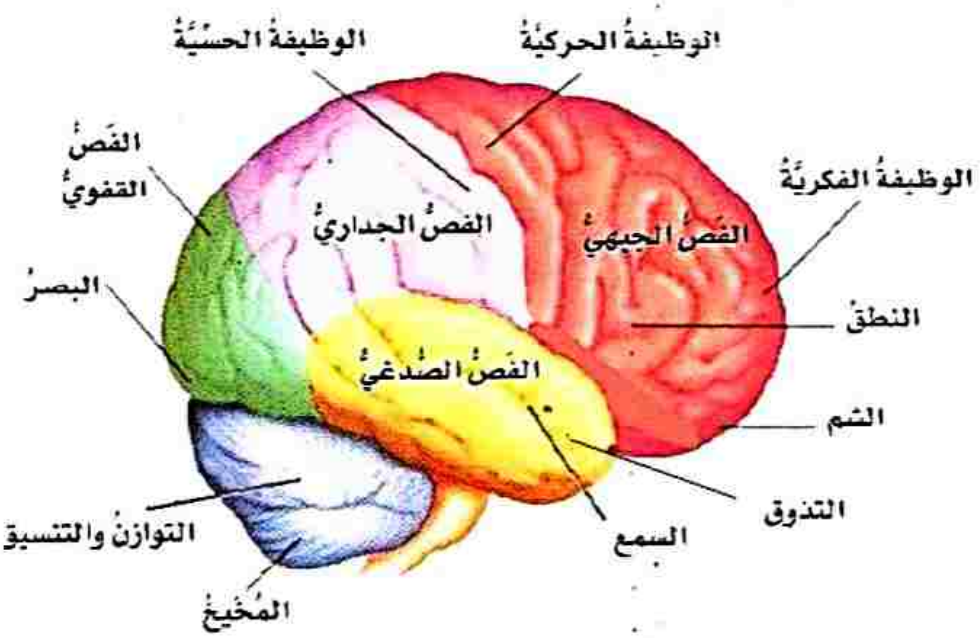
2- يسيطر على توتر العضلات والمنعكسات الخاصة بتوازن الجسم عن طريق الالياف التي تصل المخيخ بالنوى الدهليزية في الأذن.

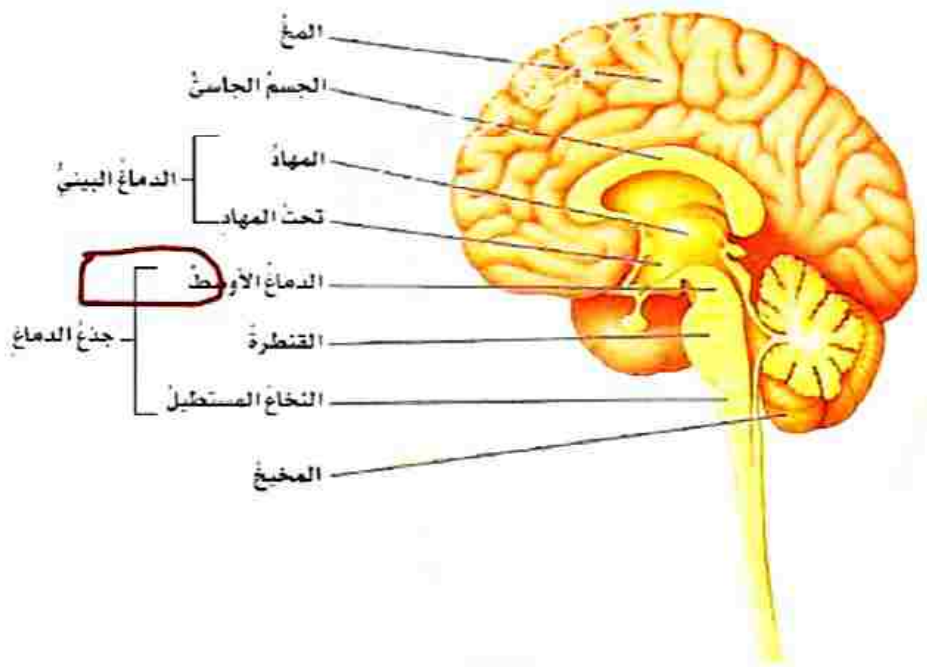
ب: القنطرة: وتقع فوق النخاع المستطيل وهي الجسر الذي ينقل السيلات العصبية من قشرة المخ الى كرة المخيخ.

ج: النخاع المستطيل : يقع اسفل المخ والمخيخ حيث يصل النخاع الشوكي باجزاء الدماغ ويقوم بنقل السيلات العصبية الحسية من النخاع الشوكي الى الدماغ ونقل السيلات العصبية الحركية من الدماغ الى النخاع الشوكي ويحتوي على مراكز خاصة بتنظيم نبض القلب والمضغ والبلع والقيء في الانسان.



(ب) منظرٌ جانبيٌّ للدماغِ (نصفُ الكرةِ الأيمنُ)



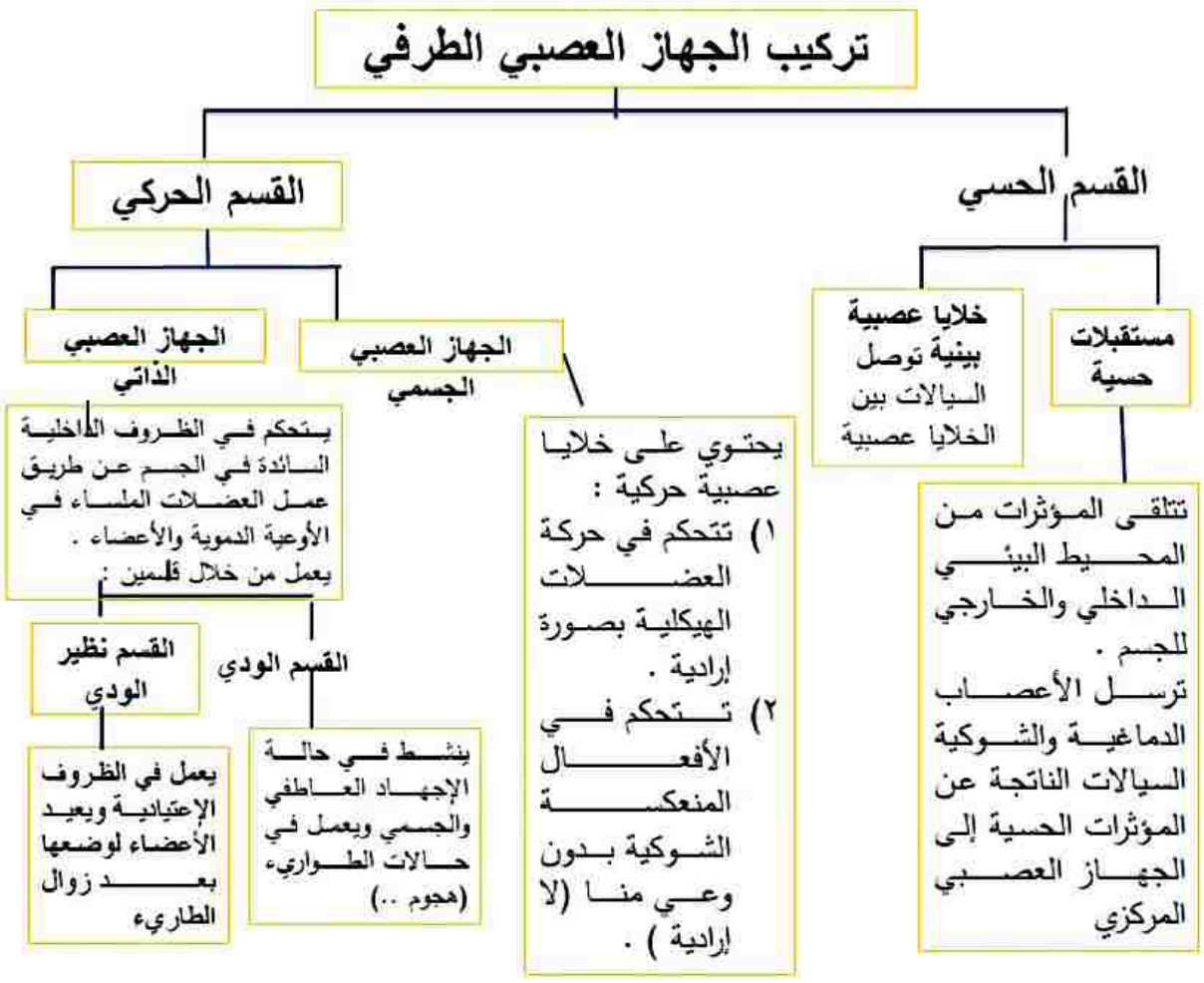


الجهاز العصبي الطرفي:-

يتفاعل مع الجهاز العصبي المركزي عبر:-

- 31 زوج من الأعصاب الشوكية تربط الجهاز العصبي المركزي بجميع أجزاء الجسم
- 12 زوج من الأعصاب الدماغية تربط الدماغ بالرأس والعنق

تتكون الأعصاب من حزم من محاور الخلايا العصبية وزائدها الشجيرية الموجودة خارج الجهاز العصبي المركزي.


تركيب الجهاز العصبي الطرفي
القسم الحسي
القسم الحركي
مستقبلات حسية
خلايا عصبية بينية توصل السيالات بين الخلايا عصبية
تتلقى المؤثرات من المحيط البيئي الداخلي والخارجي للجسم .
ترسل الأعصاب الدماغية والشوكية السيالات الناتجة عن المؤثرات الحسية إلى الجهاز العصبي المركزي
الجهاز العصبي الجسمي
الجهاز العصبي الذاتي
يحتوي على خلايا عصبية حركية :
١) تتحكم في حركة العضلات الهيكلية بصورة إرادية .
٢) تتحكم في الأفعال المنعكسة الشوكية بدون وعي منا (لا إرادية) .
يتحكم في الظروف الداخلية السائدة في الجسم عن طريق عمل العضلات الملساء في الأوعية الدموية والأعضاء .
يعمل من خلال قسمين :
القسم الودي
القسم نظير الودي
ينشط في حالة الإجهاد العاطفي والجسمي ويعمل في حالات الطوارىء (هجوم ..)
يعمل في الظروف الإعتيادية ويعيد الأعضاء لوضعها بعد زوال الطارىء

الجهاز التنفسي: Respiratory System

الجهاز التنفسي : هو ذلك الجهاز الذي يتولى عملية تبادل الغازات بين المحيط الخارجي بهدف تزويد الجسم بالأوكسجين لإتمام عملية الأحتراق اللازمة لأنتاج الطاقة والتي بواسطتها تتم جميع العمليات الحيوية ، وكذلك تخليص الجسم من ثاني أوكسيد الكاربون.

التنفس: عملية فسيولوجية تحصل بواسطتها الكائنات الحية على الطاقة الازمة للأنشطة الحيوية الأخرى بالجسم.

محصلة التنفس: هو الحصول على الأكسجين وطرد ثانى أكسيد الكربون.

يستعمل الأكسجين فى أكسدة الغذاء المهضوم بالخلايا وتتحرر الطاقة نتيجة هذه العملية، يُطرد ثانى أكسيد الكربون الناتج عن أكسدة الغذاء خارج الجسم لأنه ضار بالجسم.

أنواع أجهزة التنفس:

(1)فى الحيوانات الأوليه – وحيدة الخلية– مثل البروتوزوا,

تحصل على الأكسجين مباشرةً من الهواء أو البيئة المحيطة بها وتطرد ثانى أكسيد الكربون مباشرةً للبيئة المحيطة أيضاً.

(2)فى الحشرات يمر الهواء مباشرةً للأنسجة من خلال قصبة هوائية.

(3)فى الحيوانات الكبيرة معقدة التركيب لاتتصل الخلايا مباشرةً مع البيئة المحيطة ولذلك تحتاج لأجهزة تنفسية ودموية للسماح بتبادل كافى من الغازات وتوزيع الأكسجين لجميع أجزاء الجسم.

مراحل عملية التنفس:

(1)التنفس الخارجي External Respiration:

وتشمل هذه المرحلة الشهيق والزفير, أى العمليات التى بواسطتها يدخل الكسجين للجسم من البيئة الخارجية ويُطرد ثانى اكسيد الكربون للبيئة المحيطة. وهنا يتم تبادل الغازات على الأسطح التنفسية بالقصبة الهوائية والرئة أو فى الجلد والخياشيم فى بعض الحيوانات.

(2)نقل غازات التنفس Transport of Respiratory Gases:

وتشمل هذه المرحلة نقل الأكسجين من الأسطح التنفسية لأنسجة الجسم ثم نقل ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة لأسطح التنفس. وهذه المرحلة فى الحيوانات العالية يتم نقل الغازات عن طريق الدم.

التنفس الداخلي Internal or Tissue Respiration:

وتشمل هذه المرحلة كل صور الأكسجين المستهلك بواسطة الخلايا أو ثانى أكسيد الكربو الناتج من عمليات الأكسده والمؤدية فى النهاية لتحرر الطاقه المستعمله فى النشاط الحيوي. وبمعنى آخر فإن هذه المرحلة تشير لكل التفاعلات الإنزيمية سواء المؤكسدة أو غير المؤكسدة التى بواسطتها تتوفر الطاقة الازمة لحفظ النشطة الحيوية.

أعضاء التنفس The Respiratory Organs:

ميكانيكية التنفس Mechanism of Breathing:

سرعة التنفس Respiration Rate:

تنظيم التنفس Control of Breathing:

تبادل الغازات فى الرئية Gases Exchange in Lungs:

نقل غازات التنفس بالدم (نقل الأكسجين- نقل ثانى أكسيد الكربون).

أجزاء او اعضاء الجهاز التنفسي

- تركيبياً يتكون الجهاز التنفسي من:
  - المسالك التنفسية وتشمل الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبة الهوائية والشعب الهوائية والرئتين وغشاء الجنب.
- وظيفياً يتكون الجهاز التنفسى من جزئين:
  - الأجزاء الموصلة :
    - وتشمل التجاويف والأنابيب التى توصل الهواء إلى الرئتين وتشمل الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبة الهوائية .
  - الأجزاء التنفسية :
    - وتشمل الأجزاء التى يتم فيها تبادل الغازات وتشمل الشعيبات التنفسية وقنوات الحوصلات الهوائية والحوصلات الهوائية .

المسالك التنفسية:

- **الأنف Nose**
- **التركيب الداخلى للأنف يكون متخصص لأداء ثلاث وظائف :**
  - تدفئة وترطيب وترشيح الهواء الداخل أثناء الشهيق
  - استقبال منبهات الشم
  - التجاويف المتسعة الرنانة تتحكم فى صوت الكلام .
  - يدخل الهواء من فتحتى الأنف الخارجية المسمى بالمنخر وتكون مبطنة بطبقة من الجلد تحتوى شعيرات خشنة تعمل على ترشيح جزيئات الأتربة الكبيرة .
  - بعد ذلك يمر الهواء فى تجويف الأنف الذى يقسم طولياً بواسطة الحاجز الأنفى إلى تجويفين أيمن وأيسر.
  - كل من هذين التجويفين يحتوى على ثلاث حواجز تمتد من الجدار الجانبى لكل تجويف وتمتد حتى تصل إلى الحاجزالأنفى وبالتالى ينقسم كل من التجويفين إلى سلسلة من الأخاديد .
  - ويبطن تجويف الأنف بغشاء مخاطى ويلاحظ أن مستقبلات الشم توجد فى الجزء العلوى من تجويف الأنف ويسمى النسيج الطلائى الشمى ويقع أسفله نسيج طلائى مخاطى يتكون من خلايا طلائية عمودية مهدبة (طباقى كاذب) وعديد من خلايا جويلت goblet وشعيرات دموية .
  - عندما يمر الهواء بين الحواجز الموجودة على جانبى التجويف الأنفى يحدث تدفئة له عن طريق الدم الموجود فى الشعيرات الدموية
  - من ناحية أخرى نجد أن المخاط المفرز بواسطة خلايا جوبلت يرطب الهواء الداخل ويحجز جزيئات الأتربة ويلاحظ أن الأهداب الموجودة على قمة الخلايا الطلائية تقوم بطرد المخاط العالق به الأتربة إلى البلعوم وبالتالى يتخلص منه عن طريق البلع أو عن طريق البصاق .
- **البلعوم Pharynx**
  - البلعوم عبارة عن أنبوبة قمعية الشكل طولها 13 سم تبدأ من نهاية التجويف الأنفى وتمتد حتى توازى الغضروف الحلقى الموجود فى قمة القصبة الهوائية .

- يقع البلعوم خلف التجويف الأنفى والتجويف الفمى والحنجرة وأمام الفقرات العنقية .
- يتكون جدار البلعوم من عضلات هيكلية ويبطن بنسيج طلائى مخاطى .
- يعمل البلعوم كممر للهواء والغذاء ويمثل فراغ رنان لإظهار صوت الكلام.
- البلعوم عضو مشترك بين الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي ويعرف الجزء العلوي للبلعوم بالخيشوم والذي يتمفصل بالمنخرين.
- يتمفصل بين البلعوم والحنجرة دسام يدعي الفلكة وهو الذي يقوم بمنع دخول الطعام إلى السبل التنفسية عند غلقه.
- ويتكون البلعوم من ثلاث مناطق :
  - المنطقة البلعومية الأنفية
  - المنطقة البلعومية الفمية
  - المنطقة البلعومية الحنجرية

■ الحنجرة Larynx

- تسمى صندوق الصوت

■ عبارة عن ممر قصير يربط بين البلعوم والقصبة الهوائية .

■ تتكون من مجموع من الغضاريف تتصل بعضها ببعض بواسطة أغشية واربطة وتبطن بغشاء مخاطي وتتحرك بواسطة عضلات وهي تقع المنتصف أمام الفقرات العنقية الرابعة حتى السادسة

- يوجد جزء غضروفى مطاط على شكل لسان صغير يسمى لسان المزمار epiglottis له طرف قاعدى مثبت بالحنجرة والطرف الآخر حر يتحرك لأعلى ولأسفل ويعمل على غلق الحنجرة أثناء البلع .
- يوجد في الحنجرة تسع غضاريف ثلاثة منها مفردة وهي (الغضروف الدرقي ، لسان المزمار "الفلكة" والغضروف الحلقي) أما الغضاريف الثلاثة المزدوجة فهي (الغضروف الطهرجالي ، القرني ، الأسفيني) .

- أن جميع غضاريف الحنجرة من الغضاريف الزجاجية ما عدا لسان المزمار والغضروف الأسفيني حيث أنها من الغضاريف المطاطية التي لاتتعظم ولا تتكلس.

■ القصبة الهوائية Tarachea

- عبارة عن ممر أنبوبى للهواء وهى تقع أمام المرئ وتمتد فى تجويف الصدر حتى تتفرع إلى شعبتين شعبة هوائية يمنى وشعبة هوائية يسرى .
- تبطن بخلايا طلائية عمودية مهدبة وخلايا جوبلت مما يمثل حماية ضد الأتربة والأشياء الغريبة
- تتركب القصبة الهوائية من 16-20 حلقة غير كاملة من الغضروف الزجاجى على شكل حرف C تترتب أفقياً فوق بعضها البعض والجزء المفتوح من هذه الحلقات يواجه المرئ مما يسمح للمرئ أن يمتد قليلاً داخل القصبة الهوائية أثناء عملية البلع .
- يلاحظ أن الحلقات الغضروفية المكونة للقصبة الهوائية تحافظ على بقاء ممر الهواء مفتوحاً بصفة مستمرة .
- وعند منطقة تفرع القصبة الهوائية إلى شعبتين (يمنى ويسرى) نجد أن الغشاء المخاطى المبطن لهذه المنطقة يكون أكثر المناطق حساسية فى الجهاز التنفسى ويسبب رد فعل الكحة .

■ الشعب الهوائية Bronchi

- تتفرع القصبة الهوائية إلى شعبة أولية يمنى تدخل الرئة اليمنى وشعبة أولية يسرى تدخل الرئة اليسرى
- **الشعب الهوائية الأولية Primary Bronchi**
  - تتكون من حلقات غضروفية غير كاملة وتبطن بخلايا طلائية عمودية مهدبة
  - عندما تدخل الرئة تتفرع إلى شعب ثانوية كل منها يدخل فص من فصوص الرئة .

■ الرئتين Lungs

- وهما عبارة عن زوج من الأعضاء المخروطية الشكل تقع فى تجويف الصدر ويقع القلب بينهما .
- ويوجد طبقتين من نسيج ليفى يسمى بالغشاء البلورى يحيط ويحمى كل رئة .
  - الطبقة الخارجية تتصل بجدار التجويف الصدرى
  - الطبقة الداخلية تغطى الرئة نفسها
  - بين هاتين الطبقتين يوجد فراغ يسمى بالفراغ البلورى يحتوى على سائل ملين يفرز بواسطة الغشاء البلورى ويقلل الاحتكاك بين طبقتين الغشاء البلورى ويسمح بحركتهما بسهولة فوق بعضهما البعض أثناء التنفس .
- الرئة اليمني أعرض من الرئة اليسرى لوجود القلب على الناحية اليسرى وكذلك الرئة اليمني أثقل من الرئة اليسرى لأنها تحتوي على ثلاثة فصوص والرئة اليمني أقصر من اليسرى لوجود الكبد في الناحية اليمني
  - فصوص الرئة Lobes
  - فصيصات الرئة Lobules

■ الحوصلة Alveolus

- عبارة عن تجويف كروى يبطن بخلايا طلائية حرشفية ويدعم بغشاء قاعدى مطاط رقيق
- جدار الحوصلة يتكون من :
  - ■ خلايا حوصلية من النوع الأول
  - ■ خلايا حوصلية من النوع الثانى

- خلايا الماكروفاج الحوصلى Alveolar macrophage و monocyte
- خلايا fibroblast
- ويحيط بالحوصلة شبكة من الشعيرات الدموية تشمل الشرايين والأوردة التى يتكون جدارها من طبقة واحدة من الخلايا الأندوثيلية ترتكز على غشاء قاعدى .

- الغشاء الحوصلى الشعيرى Alveolar-capillary membrane

- تبادل الغازات بين الرئتين والدم يحدث عن طريق الانتشار عبر جدار الحوصلات والشعيرات الدموية.
- بصفة عامة فإن الأغشية التى يتم من خلالها انتشار الغازات تعرف بالأغشية الحوصلية الشعيرية وتتكون من :

- طبقة من الخلايا الحوصلية من النوع الأول والثانى بالإضافة إلى الماكروفاج الحوصلى التى تمثل جدار الحوصلة .
- الغشاء القاعدى الذى ترتكز عليه جدار الحوصلة .
- الغشاء القاعدى للشعيرة الدموية.
- غشاء الخلايا الأندوثيلية للشعيرة الدموية .

- **غشاء الجنب : Pleura**

وهو عبارة عن غشاء مصلي يحيط بكل رئة ويتكون من طبقتين الطبقة الجدارية والذي بدوره يبطن جدار تجويف الصدر أما الطبقة الحشوية والتي تغطي السطح الخارجي للرئة ويوجد بين الطبقتين فراغ صغير يسمى بالتجويف الجنبوي يحتوي على سائل لزج يمنع أحتكاك الطبقتين .

- **الية التنفس :**

يتم تشديد الهواء داخل الرئتين بواسطة ظواهر ميكانيكية أولها حركة العضلات التنفسية التي تعمل على تغيير حجم القفص الصدري أثناء الشهيق والزفير ، والتغلب على مقاومة الممرات الهوائية

والجنبية الرئوية . وتنقسم عملية التنفس الى مرحلتين متتاليتين بشكل متلاحق ومستمر هما الشهيق والزفير :

- **الشهيقInspiration :**

وهو عملية فاعلة تتطلب جهدا من أعضاء الجهاز التنفسي وخاصة العضلات لأدخال الهواء الى الرئتين وهي:

أ- الحجاب الحاجز : تتقلص عضلة الحجاب الحاجز فتهبط للأسفل فيتسع القفص الصدري عموديا أو طولية ويقل الضغط داخل الرئتين إلى أن يصبح أقل من الضغط الجوي فيندفع الهواء داخلهما.

ب. العضلات الوربية الخارجية : يعمل على رفع القص ودفعه للأمام مما يزيد من حجم القفص الصدري من الأمام للخلف ومن الجانب

- **الزفيرExpiration :**

وهو عملية سلبية أو تلقائية لاتتطلب جهدا بأخراج الهواء خارج الجسم وانما تأتي كنتيجة حتمية لعملية الشهيق ولكن في الحالات الأضطرارية تتدخل عضلات البطن والعضلات الوربية الداخلية لتضييق القفص الصدري فيرتفع الضغط داخل الرئتين فيطرد الهواء منهما عبر الممرات الهوائية خارج الجسم

- **معدل التنفس:**

يكون وقت الشهيق أطول من وقت الزفير ، كما نلاحظ لحظة توقف عند نهاية الشهيق ، ويتراوح معدل التنفس عند الرجل السوي بين 13 18-دورة في الدقيقة ويزداد هذا المعدل في حالات الحرارة والعمل والأنفعالات ، ويكون معدل التنفس عند المرأة أكثر منه عند الرجل بدورتين

- **التبادل الغازي :**

تشكل الاسناخ المكان الذي يتم فيه تبادل الغازات بين الهواء الجوي والأوعية الدموية ، أن الطبيعة الفسيولوجية والتشريحية لهذه الأسناخ تكون ذات جدار رقيق جدا ومحاطة بشبكة من الشعيرات الدموية تحتوي على خلايا تفرز مادة خاصة تدعى سيرفاكتانت (تحافظ على مطاطية الرئة

وأتساعها) ، وكذلك على خلايا بالعة وأنسجة خاصة وثقوب ، أن لكل هذه العوامل تعمل على تسهيل مرور الهواء من والى الاسناخ وتمر عملية التبادل الغازي بأربعة مراحل هي :

1 – تبادل الغازات بين الهواء الجوي والأسناخ ، وتدعى التهوية الرئوية .

2– تبادل الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون بين الأسناخ والشعيرات الدموية .

3– نقل الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون في الدم

4– تبادل الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون بين الشعيرات الدموية والخلايا .

- **فسيولوجيا التنفس Physiology of Respiration**
- الهدف الرئيسى لعملية التنفس هو إمداد خلايا الجسم بالأكسجين وإزالة ثانى أكسيد الكربون الناتج من أنشطة الخلايا المختلفة
- هناك ثلاث عمليات أساسية للتنفس
  - التهوية الرئوية
  - التنفس الخارجى (رئوى)
  - التنفس الداخلى (أنسجة) .

- التهوية الرئوية
  - هى العملية التى يتم فيها تبادل الغازات بين الهواء الخارجى وحوصلات الرئة والتدفق الكمى للهواء بين الهواء الخارجى والرئتين
  - بحيث يحدث نتيجة لوجود تدرج فى الضغط بين داخل الرئة والهواء الجوى ، حيث يتحرك الهواء إلى داخل الرئة عندما يكون الضغط داخل الرئة أقل من الضغط الجوى وبالمثل يتحرك الهواء إلى خارج الرئة عندما يكون الضغط داخل الرئة أعلى من الضغط الجوى .
  - وذلك يتم عن طريق
    - الشهيق Inspiration
    - الزفير Expiration

■ تبادل الغازات بين الرئتين والأنسجة:

الدم المختزل يدخل الرئتين محتوياً على CO_2 فى الصور الآتية :

- CO_2 ذائب فى البلازما + CO_2 مرتبط مع الجلوبين مكوناً كاربامينوهيموجلوبين + CO_2 فى صورة أيونات بيكربونات.
- ويحتوى الدم الداخل للرئتين أيونات هيدروجين وبعضها يتحد مع الهيموجلوبين مكوناً (H.Hb) .

■ تبادل الغازات بين الرئتين والأنسجة:

■ فى الشعيرات الدموية بالرئة

- نجد أن CO_2 الذائب فى البلازما ينتشر إلى هواء الحوصلات ويخرج فى الزفير بينما CO_2 المرتبط مع الهيموجلوبين ينفصل عن الجلوبين وينتشر إلى هواء الحوصلات ويخرج فى الزفير .
- أما CO_2 الموجود فى صورة أيونات بيكربونات يدخل كرة الدم الحمراء ويتحد مع أيون الهيدروجين ليكون H_2CO_3 الذى يتحلل بواسطة إنزيم الكربونيك انهيدريز (داخل الكرة الحمراء) إلى CO_2، H_2O .

- ينخفض تركيز أيون البيكربونات داخل كرة الدم الحمراء مما يشجع دخول أيونات بيكربونات من البلازما إلى داخل كرة الدم الحمراء (يصاحب ذلك خروج أيونات CL^- من كرات الدم الحمراء إلى البلازما)
- وبذلك يستمر خروج CO_2 من كرة الدم الحمراء إلى هواء الحوصلات ويتخلص منه فى الزفير .

■ تبادل الغازات بين الرئتين والأنسجة:

■ فى نفس الوقت نجد أن الأكسجين الداخل مع هواء الشهيق ينتشر من الحوصلات إلى داخل كرة الدم الحمراء ويرتبط بالهيموجلوبين وبذلك فإن الدم المؤكسج يغادر الرئتين محتوياً مستوى عالى من O_2 ومستوى منخفض من CO_2، H^+ .

- ارتباط الـ O2 بالهيموجلوبين يؤدى لإطلاق H+ الذى يرتبط بأيون HCO3- ليكون H2CO3 الذى ينقسم بدوره إلى CO2 ، H2O وثانى أكسيد الكربون هذا ينتشر من الدم إلى الحوصلات .

- واتجاه تفاعل حامض الكربونيك يعتمد على ضغط CO2 فنلاحظ أنه فى شعيرات الأنسجة حيث يكون ضغط CO2 مرتفع نجد أن تفاعل حمض الكربونيك يتجه لتكوين H+ + HCO3- بينما فى شعيرات الرئة حيث ضغط CO2 منخفض فإن تفاعل حمض الكربونيك يتجه لتكوين CO2 + H2O .

التحكم العصبى فى الجهاز التنفسي (مراكزالتنفس)

عضلات التنفس يتم التحكم فيها عن طريق مراكز التنفس الموجود فى ساق المخ Brain stem ويحتوى مركز التنفس على ثلاث مناطق وظيفية:

- Rhythmicity area
- Pneumotaxic area
- Apnestic area

- **اسباب نقص الأوكسجين(HYPOXEMIA)**

المقصود بنقص الأوكسجين هو النقص الحاصل عقد خلايا انسجة الجسم.

1- نقص الأوكسجين بسبب نقص دخول الأوكسجين للجسم وذلك بفعل نقصان الضغط الجزئي (P02)في الدم ويحدث في الأحوال التالية:

- في المرتفعات العالية حيث ينخفض الضغط الجزيئي للهواء بما فيه الأوكسجين.
- استنشاق هواء فاسد يحتوي على كمية ضئيلة من الأوكسجين عند مستوى سطح البحر التنفس السريع السطحي
- أمراض الرئتين

- أمراض القلب الخلقية.

2- نقص الأوكسجين بسبب فقر الدم : وينتج بسبب نقص الهيموكلوبين في الدم الذي يحمل الأوكسجين.

3- نقص الأوكسجين التسممي : وذلك بفعل تسمم الخمائر المؤكسدة الموجودة في الأنسجة بمادة سامة مثل السيانيد حي تصبح الأنسجة نفسها معطلة و غير قادرة على الاستفادة من الأوكسجين

4- نقص الأوكسجين الركودي : وهو ناتج عن بطء نوران الدم عبر الأنسجة.

■ **العوامل المؤثرة على عملية التنفس**

1- عوامل عصبية مركزية : هنالك منطقة تحت المهاد تلعب دورا أكيدا في أضطراب عملية التنفس ويمكن ملاحظة ذلك أثناء الأنفعال حيث تزداد سرعة التنفس ، وكذلك قشرة الدماغ تلعب دورا في عملية التنفس أثناء الضحك أو الكلام أو الأنتباه.

2-عوامل كيميائية : أن حدوث أي تغير كيميائي في الدم (درجة الحموضة PH و معدل كل من الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون) ويعمل على أضطراب المراكز التنفسية العصبية المركزية ويؤثر بالتالي على عملية التنفس

3- عوامل آلية : وتتمثل ب أ. الجهد والاعمال الشاقة . ب- أنخفاض ضغط الدم

ت- ارتفاع درجة الحرارة . ث- الألم . ج- الأفعال.

4- عوامل ظرفية : مثل تخريش الممرات الهوائية بالغبار والغازات .

■ **وظائف التنفس**

1- تزويد الجسم بالأوكسجين من الهواء الجوي الى الرئتين .

2- طرح ثاني أوكسيد الكاربون 3- المحافظة على التوازن الحامضي - القاعدي أو الرقم الهيدروجيني . 4- المحافظة على حرارة الجسم نتيجة لعمليات الأحتراق والهدم والبقاء داخل الجسم .

■ **القابلية القصوى لأستهلاك الأوكسجين vo2max :**

وهي أقصى حجم لأوكسجين المستهلك باللتر أو الملليتر في الدقيقة الواحدة ، وهي تختلف باختلاف العمر والجنس ، حيث تصل أقصاها عند عمر (14 – 16) سنة عند النساء و (19 – 20) عند الرجال . وتعتبر القابلية القصوى الأستهلاك الأوكسجين مؤشر وظيفي لتقييم العمل الوظيفي للقلب والدورة الدموية والجهاز التنفسي ، وكذلك يشير الحد الأقصى لأستهلاك الأوكسجين الى قدرة الجسم الهوائية اذ تقوم بهذه المسؤولية ثلاثة أجهزة رئيسية في الجسم هي الجهاز التنفسي والجهاز الدوري والجهاز العضلي ، حيت تتطور سعة أوقابلية التدريب لدى الأشخاص ابتداءا من الطفولة حتى العقد الثالث من العمر ثم ينحدر هذا التطور بانتظام أو تدريجيا استنادا إلى حمل العمل المبذول وخصائص حياة الشخص ، وهذا التطور هو أنعكاس طبيعي لتطور القابلية القصوى لاستهلاك الأوكسجين .

■ **السعة الحيوية :**

تعبر السعة الحيوية عن القدرة الأوكسجينية ، ويمكن أن يعبر عنها بحجم الرئتين وقوة عضلات التنفس ومدى مطاطية الرئتين والقفص الصدري ، وهي عبارة عن السعة القصوى للهواء . تعرف السعة الحيوية بأنها كمية الهواء التي يستطيع الانسان طردها الى الخارج بواسطة زفير عميق بعد أخذ شهيق عميق ومعدلها يتراوح بين 4000 – 4800 سم3 هواء للرجال وتقل بمقدار 10 % للنساء ، للسعة الحيوية الفرد وبنيته (الطول والوزن) وتتناسب عكسيا مع عمر الإنسان ويكون معدل السعة الحيوية مرتفعا عقد السباحين والغواصين ويقل عند الأكبر سنا و عند الذين يصابون بأمراض الجهاز التنفسي كالربو وشلل الاطفال.

الوحدة الثالثة

الجهاز الدوري

جهاز الدوران (القلب – الأوعية الدموية والليمف) Circulatory System:

هو الجهاز الذي يقوم بعمليات النقل المختلفة بالجسم مستعينا بالدم (Blood) والليمف (Lymph) وهما سائلان يدوران في شبكة من الأوعية تنتشر في الجسم وتتخلل الأنسجة، ويوصل السائلان إلى الأنسجة الأكسجين والمواد الغذائية الممتصة والهرمونات وينقلان منها المواد الإخراجية إلى أعضاء الإخراج. (نقل مواد غذائية وأكسجين).

ويتركب الجهاز الدوري من جهازين، هما: الجهاز الدموي – والجهاز الليمفاوي.

أولاً: الجهاز الدموي (Blood system):

يتركب الجهاز الدموي من القلب (HEART) والأوعية الدموية (BLOOD VESSELS) ويحتوي على الدم الذي يشكل حجمه حوالي 7 – 10٪ من وزن الجسم.

القلب:

وهو عبارة عن عضو عضلي داخلي أجوف يقع في وسط التجويف الصدري بين الرئتين، ويحيط به غشاء التامور (PERICARDIUM) وهو غشاء مزدوج يسهل حركة القلب بفضل ما يحتويه من سائل تاموري.

وشكل القلب مخروطي تتجه قاعدته إلى الأعلى وقمته إلى الأسفل تميل قليلاً إلى اليسار، يزن القلب حوالي 200 غم ويبلغ حجمه حجم قبضة اليد.

والقلب عبارة عن مضخة مزدوجة ماصة كابسة، يأخذ الدم من بعض الأوعية الدموية ويدفعه في أوعية دموية أخرى.

يتكون القلب من أربع حجرات، حجرتان لاستقبال الدم وحجرتان لتوزيعه، وهو مقسم طولياً إلى قسمين، أيمن وأيسر، بحواجز(SEPTA) عضلية.

ولا يتصل جانباً القلب أحدهما بالآخر على الإطلاق، وتسمى الحجرتان العلويتان بالأذينين (AURICLES) وجدرانهما رقيقة، وتسمى الحجرتان السفليتان بالبطينين وجدرانهما سميكة، ويتصل كل أذين بالبطين المقابل له عن طريق فتحة يحرسها صمام له شرفات رقيقة تثبت بحبال وترية ويختلف عدد الشرفات باختلاف موضوع الصمام.

الأوعية الدموية (من وإلى القلب – إلى أجزاء الجسم):

هي عبارة عن أنابيب تنقل الدم من القلب إلى أجزاء الجسم المختلفة، ومن أجزاء الجسم المختلفة إلى القلب، وتتجه الأوعية أما إلى القلب وتسمى أوردة أو تخرج من القلب وتتجه متباعدة عنه وتسمى شرايينا (ARTERIES) وتتفرع الأوعية الدموية إلى أن تصبح أوعية رفيعة دقيقة تسمى الشعيرات الدموية (CAPILLARIES) التي تربط بين أدق الأوردة وأدق الشرايين.

أولاً: الشرايين (نقل الأكسجين):

تتميز بسمك جدرانها ومرونتها ونبضها وعدم وجود صمامات بها، وتحمل جميع الشرايين دماً مؤكسجا (نقياً) فيما عدا الشريان الرئوي الخارج من القلب إلى الرئتين، فيحمل دماً غير مؤكسج، وتكون الشرايين عادة وسط العضلات، ويمثل الأورطي الجذع الرئيس لمجموعة الأوعية الدموية التي تحمل الدم المؤكسج (الشرايين) وتنتشر الشراين في جميع أجزاء الجسم ما عدا الشعر والأظافر.

إذاً: الشرايين حمراء اللون تنقل الأكسجين إلى الأعضاء.

ثانياً: الشعيرات الدموية:

كلما ابتعدت الشرايين عن القلب كلما تفرعت وأصبحت أكبر عدداً وأكثر دقة، وتسمى الفروع المتناهية الدقة بالشعيرات، يصل قطرها حوالي 10ميكرون (الميكرون 0.001 مم = 1 × 10^{-6} م) وجدرانها دقيقة تسمح بنفاذ الغازات والمواد الذائبة من الدم إلى الأنسجة ومن الأنسجة إلى الدم بسرعة ويسر.

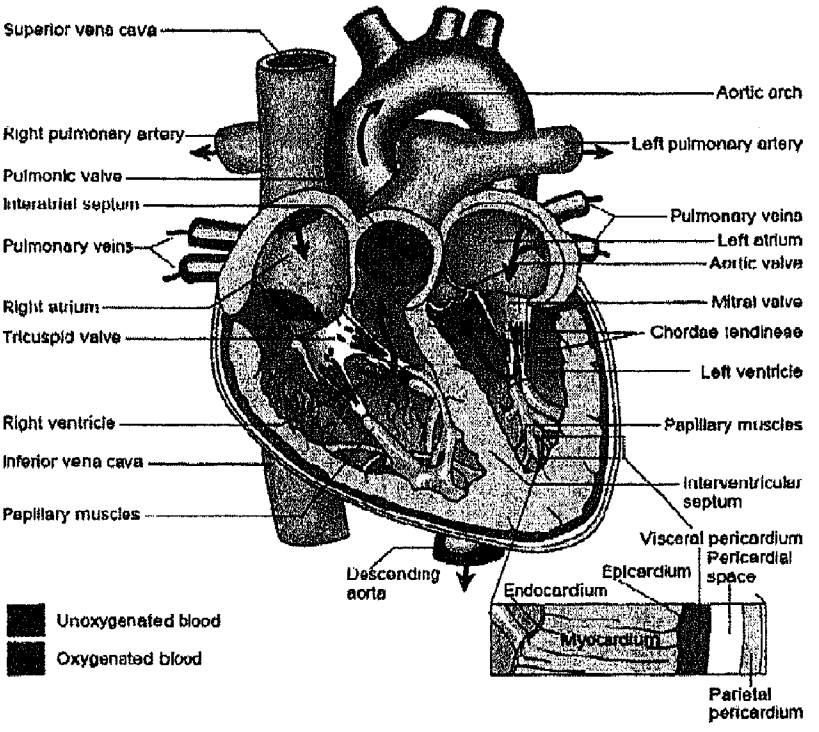
وقد أمكن تقدير المساحة المتاحة لتبادل المواد في شبكات للشعيرات الدموية بحوالي فدان كامل (دونم)، أي مقدار 43650 قدم مربع، كما أمكن تقدير مجموع طول الشعيرات الدموية في الإنسان البالغ بما يقرب من 60000 ميل.

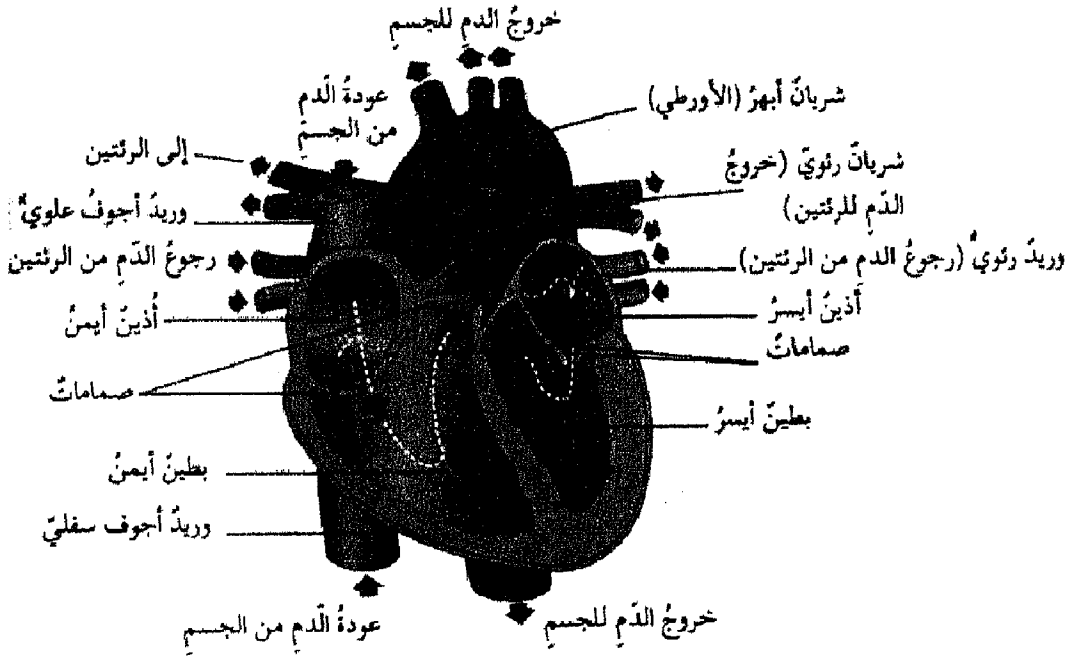
ثالثاً: الأوردة:

تؤدي الشعيرات الدموية إلى أوعية أكثر اتساعاً تعرف بالأوردة، وهي تنقل الدم من أجزاء الجسم المختلفة إلى القلب، والأوردة أكبر وأكثر عدداً من الشرايين، لأن سعة الأوردة أكبر من سعة الشرايين.

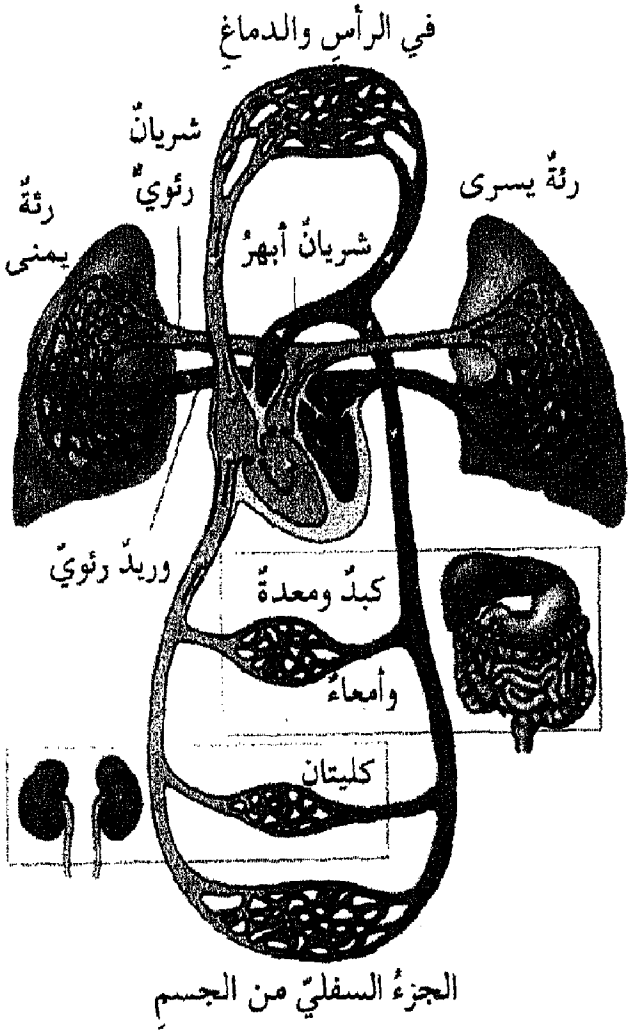
والأوردة أسطوانية الشكل مثل الشرايين، ويلاحظ على أسطح الأوردة تخصرات بسيطة بسبب وجود صمامات بداخلها، وهذه الصمامات تمنع رجوع الدم ويتكون كل منها من الطبقة الداخلية للوريد، ومدعمة بنسيج ضام وألياف مرنة مغطاة بخلايا طلائية بطانية، ويوجد عادة صمامات يقابل كل منها الآخر وتعرف بالصمامات الهلالية ويكثر وجودها في أوردة الطرفين السفليين والعلويين، وهذه الأوردة تنقل الدم ضد الجاذبية الأرضية بالإضافة إلى تأثير الضغط المتقطع الناتج من الانقباضات العضلية، وتنعدم الصمامات الهلالية في الأوردة الجوفاء والكبدية والكلوية والرحمية والمبيضية والمخية، كما أنها تنعدم في أي وريد يقل قطره عن 3 مم.

إذاً: الأوردة لونها أزرق تحمل الفضلات وثاني أكسد الكربون وتطرحها للكلية والكبد والمبايض.





شكل رقم (9): يبين أجزاء القلب



شكل رقم (10): مخطط لدورات الدم

الدم:

هو سائل أحمر لزج، يتكون من البلازما (Plasma) والكرات الدموية(Blood Corpuscles) والصفائح الدموية (Blood platelets).

ويمثل الدم حوالي 5٪ – 7.5٪ من الوزن الكلي للجسم (5 لتر يوجد في الجسم)، وهذه الكمية موزعة كالآتي تقريباً:

ربع كمية الدم في الرئتين والقلب والأوعية الدموية الكبيرة (الأوردة والشرايين الرئيسية).

ربع كمية الدم بالكبد.

ربع كمية الدم في العضلات الإرادية.

ربع كمية الدم في العضلات الأخرى وأنسجة الجسم الباقية.

ويحتوي جسم الإنسان في المتوسط على 5- 6 لترات من الدم، وتكون البلازما حوالي 54٪ من الدم كله، وتكون الخلايا الدموية 46٪ (حمراء – بيضاء – صفائح).

البلازما:

تتكون من 90٪ ماء والباقي أملاح عضوية وأملاح غير عضوية، "أهمها ملح الطعام NaCl، ومواد بروتينية ودهنية وأحماض أمينية وسكر العنب(جلوكوز) وهي المواد الغذائية التي وصلت إلى الدم بعد هضمها وامتصاصها – وتحتوي البلازما على فضلات (البولينا مثلاً) بكمية قليلة وكذلك الهرمونات ويوجد مذاباً في كل مائة جزء من البلازما بين 60 – 70 جزء من ثلاثة غازات هي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والنيتروجين متحدة، مكونة مركبات مؤقتة كما في حالة اتحاد الأكسجين مع الهيموجلوبين مكوناً الأكسي هيموجلوبين واتحاد ثاني أكسيد الكربون مع الماء مكوناً حامض الكربونيك.

والجدول التالي يوضح النسب التقريبية للغازات الموجودة في عينة دم مار بشريان رئيسي، وعينة أخرى من دم مار بوريد رئيسي:

الدم	أكسجين	ثاني أكسيد الكربون	نيتروجين
عينة من شريان	19.40	49.7	1.6
عينة من وريد	14.00	54.6	1.6

ويلاحظ من الجدول أن كمية الأكسجين التي حملها الدم الوريدي أقل من التي يحملها الدم الشرياني، بينما تزداد نسبة ثاني أكسيد الكربون في الدم الوريدي عنها في الدم الشرياني وهذا يفسر من زاوية النشاط التنفسي، ويتضح أن غاز النيتروجين لا يدخل في التفاعلات الحيوية التنفسية، ولذا يبقى تركيزه ثابتاً في الحالتين.

الكرات الدموية:

وتوجد أنواع مختلفة من الكرات البيضاء يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

1) الكرات البيضاء غير المحببة (Innominate Artery):

وهو يتفرع إلى فرعين:

الكرات الدموية الحمراء:

شكلها حمراء كروية مقعرة الوجهين تصنع في نخاع العظم. وجود الحديد يعطيها اللون الأحمر.

يعزى اللون الأحمر لاحتواء الكرية على صبغة تنفسية حمراء اللون تسمى الهيموجلوبين، وهي مادة بروتينية بها حديد وتوجد في سيتوبلازم الكريه، وتكون ثلث

الوزن الكلي للكريه، والهموجلوبين يتحد مع الأكسجين بسهولة يكون مركباً يسمى أوكسيهيموجلوبين، وكذلك يسهل انفصال الأكسجين عنه، وهذه الحالة لها نفع كبير في عملية التنفس، والكرة الدموية الحمراء عبارة عن خلية قرصية الشكل مقعرة الوجهين قطرها حوالي 7 ميكرون وسمكها حوالي 2 ميكرون، ويحيط بها جدار رقيق صلب مرن بداخله السيتوبلازم ولا يوجد به نواة.

والسيتوبلازم لين مرن، لذلك يتغير الشكل العادي للكريه بسهولة عند مرورها من شعيرة دقيقة وللكرات الدموية قابلية الالتصاق ببعضها مكونة أعمدة طويلة.

ويقدر عدد الكريات الدموية الحمراء بحوالي 5 ملايين كرة لكل ملليمتر مكعب من دم الرجل، و4 ملايين ونصف مليون كرة في كل ملليمتر مكعب من دم المرأة، ويتم تكون الكرات الدموية الحمراء في نخاع العظام الأحمر، وهذا يوجد في عظام العمود الفقاري والضلوع والقفص الصدري والفخد والذراع وتعيش الكرة الحمراء حوالي 120 يوماً ثم تستهلك في الكبد (Liver) والطحال (Spleen).

الكرات الدموية البيضاء:

تتميز الكريات الدموية البيضاء بأنها عديمة اللون متغيرة لأنها تتحرك باستمرار بزوائد تخرج منها، ويبلغ قطر الكرة الواحدة 15- 20ميكرون، وتتكون الكرة الدموية البيضاء في نخاع العظام والعقد الليمفاوية، ويقدر عددها بحوالي 7.000 كرة في الملليمتر المكعب الواحد من الدم ويزيد هذا العدد في الأطفال لأن (مناعتهم ضعيفة)، كما يزداد بشكل واضح في حالات الإصابات الجرثومية وفي ظروف مرضية أخرى.

والكرات الدموية البيضاء أكولة، لأنها تلتهم الجراثيم التي تدخل الجسم عن طريق الجروح، ومما يمكنها من الوصول إلى مكان الجراثيم في الأنسجة قدرتها

على اختراق جدران الشعيرات الدموية، وبعض الكرات الدموية البيضاء يفرز مضادات سموم تعادل السموم التي تفرزها بعض الجراثيم في الدم.

الشرايين:

وتقسم إلى الأنواع التالية:

أ. **تحت الترقوي الأيمن (Right Subclavian Artery)**: ويزود الطرف الأمامي.

ب. **السباتي العام الأيمن (Right Common Carotid)**: يجري على الجانب الأيمن للعنق ثم يزود الأجزاء اليمنى من الرأس والدماغ.

ج. **السباتي الأيسر العام (Left Common Carotid)**: ويصدر من القوس الأبهرية مباشرة ليزود الأجزاء اليسرى من الرأس والدماغ.

د. **الشريان تحت الترقوي الأيسر (Left Subclavian Artery)**: ويصدر عن القوس الأبهرية مباشرة ليزود الطرف الأمامي الأيسر.

وكما ذكرنا سابقاً فإن القوس الأبهرية تنحنى إلى اليسار ونحو السطح الظهري وتتجه إلى الخلف على شكل الأورطي أو الأبهر الظهري (Dorsal Aorta) وهو الشريان الرئيسي الضخم الذي يمتد إلى الخلف تحت العمود الفقاري.

وأهم الشرايين التي تصدر عنه لتزود الأعضاء الداخلية، هي:

1) **البطيني (Coeliac)**: يزود المعدة والطحال والكبد.
2) **المساريقي العلوي (Superior Mesentric)**: يزود الجزء الأكبر من الأمعاء.
3) **الكلوي الأيسر (Left renal)**: ويزود الكلية اليسرى.
4) **الكلوي الأيمن (Right renal)**: ويزود الكلية اليمنى.

5) **المساريقي السفلي (Interior Mesentric)**: ويزود الجزء الأكبر من الأمعاء.

6) **ينقسم الأبهر الظهري (الأورطي)**: عند نهاية المنطقة البطينة إلى شريانيين كبيرين يتجه كل منهما إلى أحد الفخذين ليغذي الطرف الخلفي، ويعرف كل منهما بالشريان الحرقفي (Ilaic).

الجهاز الوريدي (Venous System):

يتجمع الجانب الوريدي من الشعيرات الدموية مكوناً أوردة دقيقة تلتقي بدورها لتكون أوردة أكبر فأكبر وتتحد هذه الأوردة لتشكل أوردة كبيرة تنتهي بأن تصب الدم في الأذين الأيمن.

وعندما تحدثنا عن الجهاز الشرياني ذكرنا الشريان الأساسي الصادر من القلب وتتبعنا تفرعه إلى فروع أصغر، وانتقلنا في اتجاه الدم، وسنتتبع الجهاز الوريدي في اتجاه تدفق الدم خلاله أي من الأطراف البعيدة نحو القلب، على النحو التالي:

أولاً: يعود الدم المؤكسج من الرئتين إلى القلب عن طريق الأوردة الرئوية (Pulmonary Veins) التي تصب في الأذين الأيسر.

ثانياً: يعاد الدم غير المؤكسد من الجزء العلوي للجسم إلى الأذين الأيمن بواسطة وريد ضخم يعرف بالوريد الأجوف العلوي (Superior Vena Cava) وهو ينتج عن التقاء الأوردة التالية:

1) **الوريديين الودجيين الأيمن والأيسر**: (Left and Right juglar Veins) يجلبان الدم من الرأس والدماغ والعنق.

2) **الوريدين تحت الترقوويين الأيمن والأيسر**: (Left and Right Subclavian Veins) يعيدان الدم من الطرفين الأماميين.

أما الدم العائد من الجذع والجزء الخلفي من الجسم فيحمله وريد ضخم آخر طويل ويعرف بالوريد الأجوف السفلي (Inferior Vena Cava):

1) **الوريدين الحرقفيين (Iliac Veins)**: يجلبان الدم من الطرفين الخلفيين وينتج عن التقائهما تكوين الأجوف السفلي عند مبدئه.
2) **الوريدين الكلويين (Renal Veins)**: يجلبان الدم من الكليتين.
3) **الأوردة الكبدية (Hepatic Veins)**: وهي عدة أوردة تنقل الدم من الكبد وتصبه في الوريد الأجوف السفلي.

ويتابع الوريد الأجوف السفلي طريقه مخترقاً الحجاب الحاجز ومارّاً خلال تجويف الصدر ليفتح في الأذين الأيمن.

الدورة الدموية (Blood Circulation):

بعد معرفة الجهاز الشرياني والوريدي وعملهما في الجهاز الدوري للإنسان، يمكننا الآن تتبع دورة الدم في الجسم، تقسم الدورة الدموية باختصار إلى دورتين هما:

1) الدورة الدموية الصغري (من القلب إلى الرئتين):

والهدف منها هو أكسدة الدم وتخليصه من الفضلات الغازية، وتبدأ هذه الدورة بحمل الدم غير المؤكسد بواسطة الشرايين الرئوية من البطين الأيمن إلى الرئتين حتى يتم تأكسده هناك ثم نقل الدم المؤكسج بواسطة الأوردة الرئوية وصبه في الأذين الأيسر.

2) الدورة الدموية الكبرى (أجزاء الجسم كلها):

والهدف منها هو دفع الدم المؤكسد (المؤكسج) إلى جميع خلايا وأنسجة وأعضاء الجسم المختلفة، وتبدأ بضخ الدم المؤكسد من البطين الأيسر عبر القوس

الأبهري الذي لا يلبث أن يتجه ويتفرع إلى فرعين أساسيين: الأول يتجه نحو الجزء الأمامي للجسم لتغذيته والثاني يتجه نحو الخلف مكوناً ما يعرف بالأورطي الظهري لتغذية الأعضاء الداخلية والخلفية للجسم، وهي كما يلي:

أ. يتجمع الدم غير المؤكسد (غير المؤكسج) (Unoxygenated Blood) بواسطة الوريد الأجوف العلوي والوريد الأجوف السفلي وتفرعاتهما ويصبانه في الأذين الأيمن.

ب. يتجمع الدم المؤكسد (المؤكسج) (oxygenated Blood) بواسطة الأوردة الرئوية ويصب في الأذين الأيسر.

ج. ينقبض الأذينان معاً عند امتلائهما بالدم، فيندفع الدم غير المؤكسد من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن؛ ويندفع الدم المؤكسد من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر؛ وهكذا يمتلئ البطين الأيسر بالدم المؤكسد، وتمنع صمامات القلب رجوع الدم بالاتجاه المعاكس؛ بينما يمتلئ البطين الأيمن بالدم غير المؤكسد.

د. ينقبض البطينان معاً عند امتلائهما بالدم؛ فيندفع الدم المؤكسد من البطين الأيسر بواسطة القوس الأبهري الذي لا يلبث أن يسير في اتجاهين متضادين بوجه عام، الأول يتجه نحو الجزء الأمامي للجسم ليغذي الأطراف الأمامية والرأس والدماغ (بواسطة الشرايين التي تخرج منه لأعلى)، والثاني يتجه نحو الجزء الخلفي للجسم ليغذي الأطراف الخلفية والأعضاء الباطنية بما فيه الكبد والأمعاء والكليتين بواسطة الأورطي الظهري وتفرعاته، أما الدم غير المؤكسد الموجود في البطين الأيمن فيندفع بواسطة الشرايين الرئوية إلى الرئتين ليتم تأكسده هناك.. وهكذا دواليك.

الدورة البابية "دورة دموية خاصة بالكبد" (Hepatic Portal System):

تعتبر الدورة الحالية جزءاً هاماً من الدورة الدموية في الجسم حيث فيها دورة الدم غير عادية، فالدم الشرياني يدخل الكبد بواسطة شريان الكبد (Hepatic a.) بينما الدم الوريدي في الأوردة الدموية الآتية من المعدة والبنكرياس

والطحال والأمعاء والمحملة بالمواد الغذائية المهضومة تتحد في وريد رئيسي يسمى بالوريد الكبدي البابي (Hepatic Portal v.) الذي لا يصب في القلب مباشرة، إنما يتجه نحو الكبد ويتفرع داخل الكبد إلى فروع كثيرة جداً تنتهي بشبكة من الشعيرات الدموية التي لا تلبث أن تتجمع ثانية لتكون أوردة صغيرة تتحد معاً لتكون أوردة أكبر فأكبر حتى تكون في النهاية الأوردة الكبدية (Hepatic v.) والتي يصدر الدم منها ويصب في الوريد الأجوف السفلي، وهكذا نلاحظ أن للكبد دوراً مهماً في هذه الدورة، إذ أنه في أثناء ذلك يقوم بوظائفه الفسيولوجية ذات الأهمية على المواد الغذائية المهضومة سواء الكربوهيدراتية أو الدهنية أو البروتينية وذلك عن طريق التأكد من سلامتها وطرد أو فصل المواد غير المرغوب فيها أو السامة منها قبل استيعابها في الدورة الدموية في الجسم، فالكبد إذن ومن خلال هذه الدورة، يعمل (كنقطة تفتيش) للتأكد من سلامة وهوية المواد الداخلة في الدورة الدموية العامة في الجسم.

الجهاز اللمفاوي (Lymphatic System):

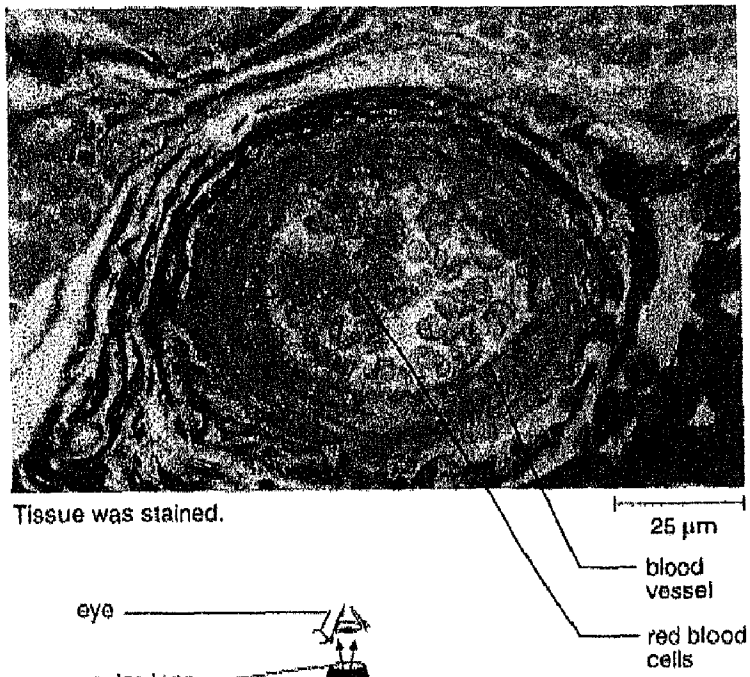
يعتبر الجهاز اللمفاوي متمماً للجهاز الدوري، حتى أن بعض العلماء يعتبرونه فرعاً أساسياً من الجهاز الدوري، فالدم كما ذكرنا سابقاً، يسير في أوعية دموية مغلقة ولهذا لا يوجد اتصال مباشر بين الدم وخلايا الجسم، والسؤال الذي يطرح نفسه هو كيف يقوم الدم بتسليم الأكسجين والغذاء والهرمونات والأجسام المضادة... التي تحتاجها خلايا وأنسجة الجسم المختلفة؟ وكيف يقوم الدم بتخليص خلايا الجسم من نواتج التنفس والفضلات النيتروجينية؟

هناك سائل يشبه بلازما الدم تقريباً يسير في الجسم يختلف اسمه حسب مكان وجوده في الجسم، فإن وجد بين الخلايا سمي بالسائل الخلوي (IntercellularFluid–"Interstitial")، وإذا وجد السائل في أوعية خاصة لمفية (Lymph Vessels) سمي بالسائل اللمفاوي، فاللمف (Lymph) إذن سائل بين خلوي تحمله الأوعية اللمفية؛ ويختلف عن الدم بما يلي:

أ) سائل عديم اللون تقريباً لا يحتوي على كريات الدم الحمراء لكنه يحتوي على خلايا لمفية (لا يوجد فيه حديد).

ب) يحتوي الملف على نسبة من البروتينات أقل من بروتينات الدم.

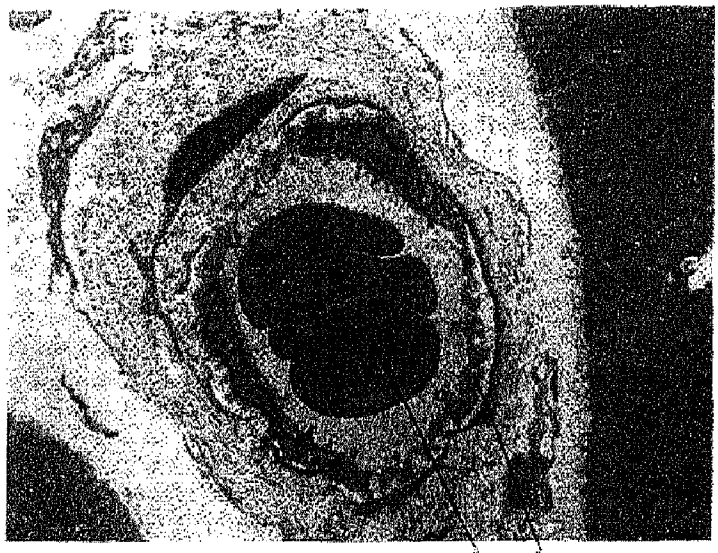
ج) يتكون الملف كسائل بين خلوي دموي يرشح من الشعيرات الدموية الشريانية الذي لا يلبث أن يسيل ويبلل خلايا الجسم ويغمرها.

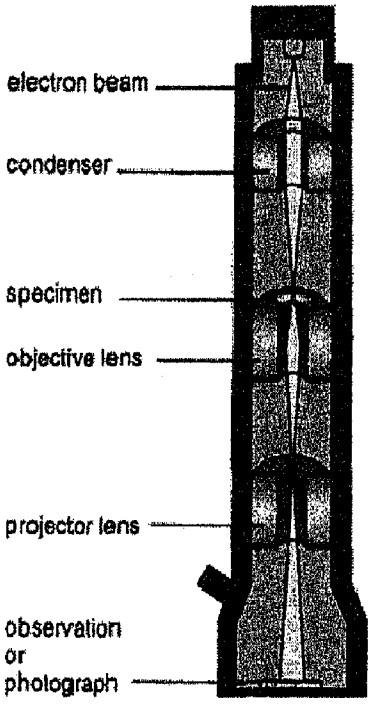


Compound light microscope

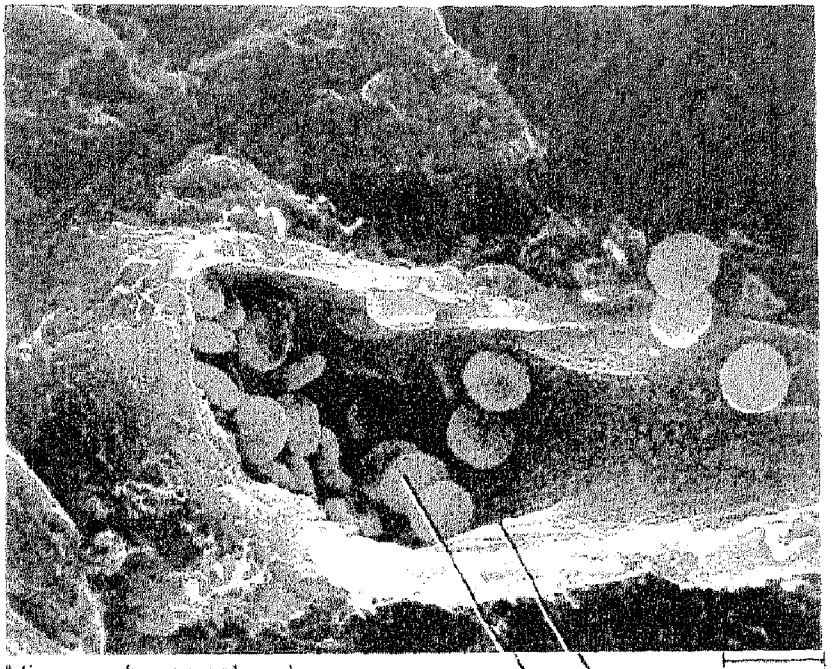
Figure 3A Blood vessels and red blood cells viewed with three different types of microscopes.

شكل رقم (11): يبين خلايا الدم كما تظهر بأنواع مختلفة حديثة من الميكروسكوبات

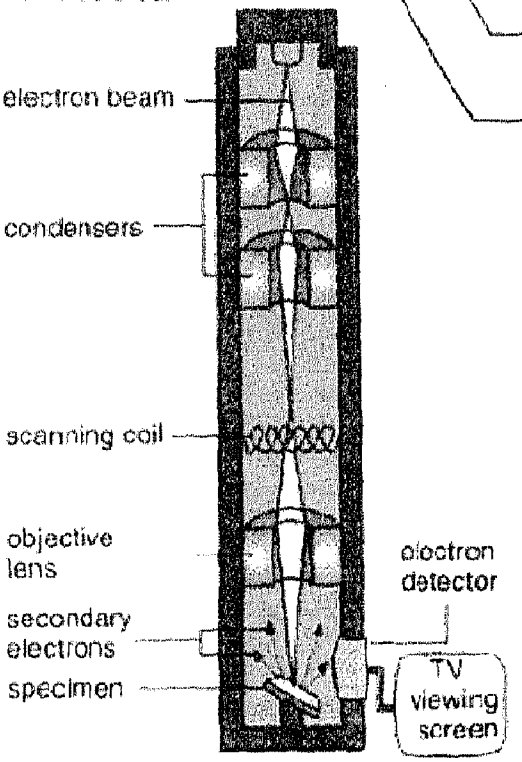




Transmission electron microscope



Micrograph was colored.



Scanning electron microscope

الوحدة الثانية

الجهاز الهضمي

هضم وامتصاص وتمثيل العناصر الغذائية المولد للطاقة:

Digestion, Absorption, and metabolism:

الهضم هو العملية التي يتم فيها تحويل الغذاء من حالة معقدة وجزيئات كبيرة لا يمكن أن تمر خلال الغشاء المخاطي المبطن للقناة الهضمية إلى جزيئات أصغر يسهل امتصاصها وتمثيلها (أي تحطيم الجزيئات الغذائية الكبيرة إلى جزيئات أصغر وأدق).

وهو أيضاً عملية تحويل المواد الغذائية من جزيئات غير فعالة إلى فعالة.

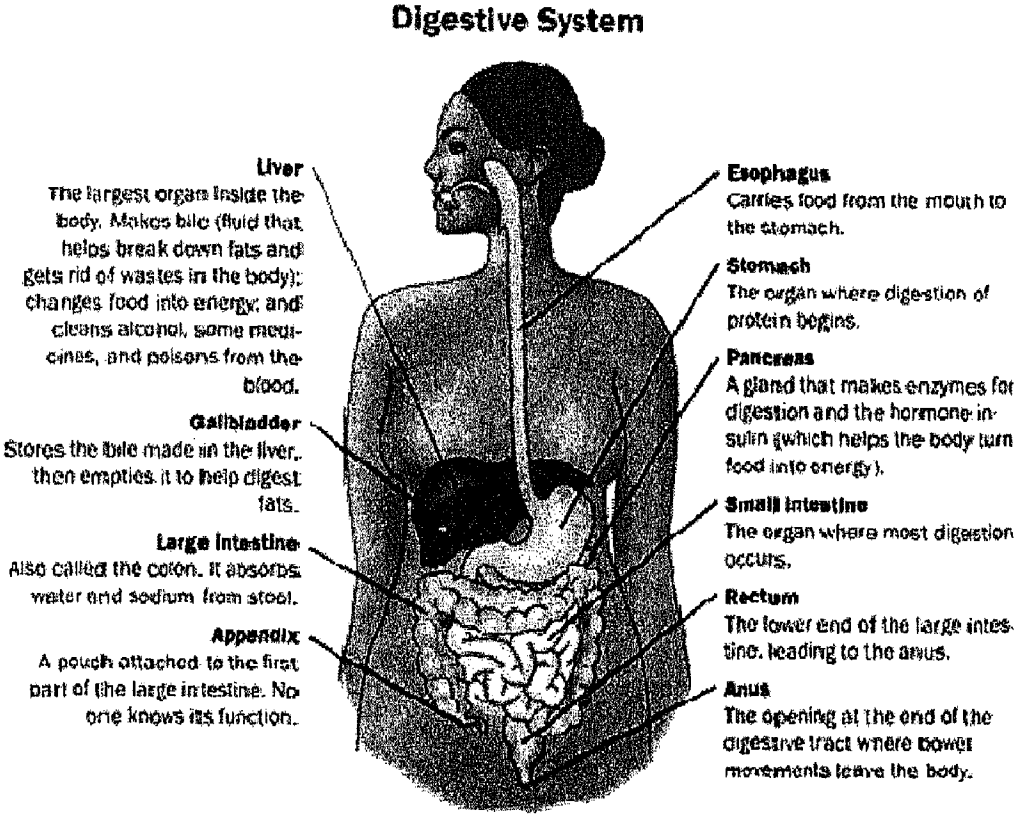
وتشمل عملية الهضم الآتية:

أ. الجزء الميكانيكي:

وهو عبارة عن مضغ الغذاء وبلعه وحركات أجزاء القناة الهضمية المختلفة وانتقالها من جزء إلى آخر من الفم إلى الشرج.

ب. الجزء الكيماوي:

وهو عبارة عن سلسلة من العمليات الكيماوية الحيوية التي تقوم بها عصارات المعدة والأمعاء والغدد التي تتصل بها وبمساعدة الخمائر المختلفة.



شكل رقم (6): يبين خصائص أجزاء الجهاز الهضمي

العوامل التي تؤثر على عملية الهضم عند الإنسان:

1. المضغ الجيد:

إن المضغ الجيد للغذاء يسهل عملية الهضم (تكسير الجزيئات لوحدات أصغر).

2. طبيعة الأغذية:

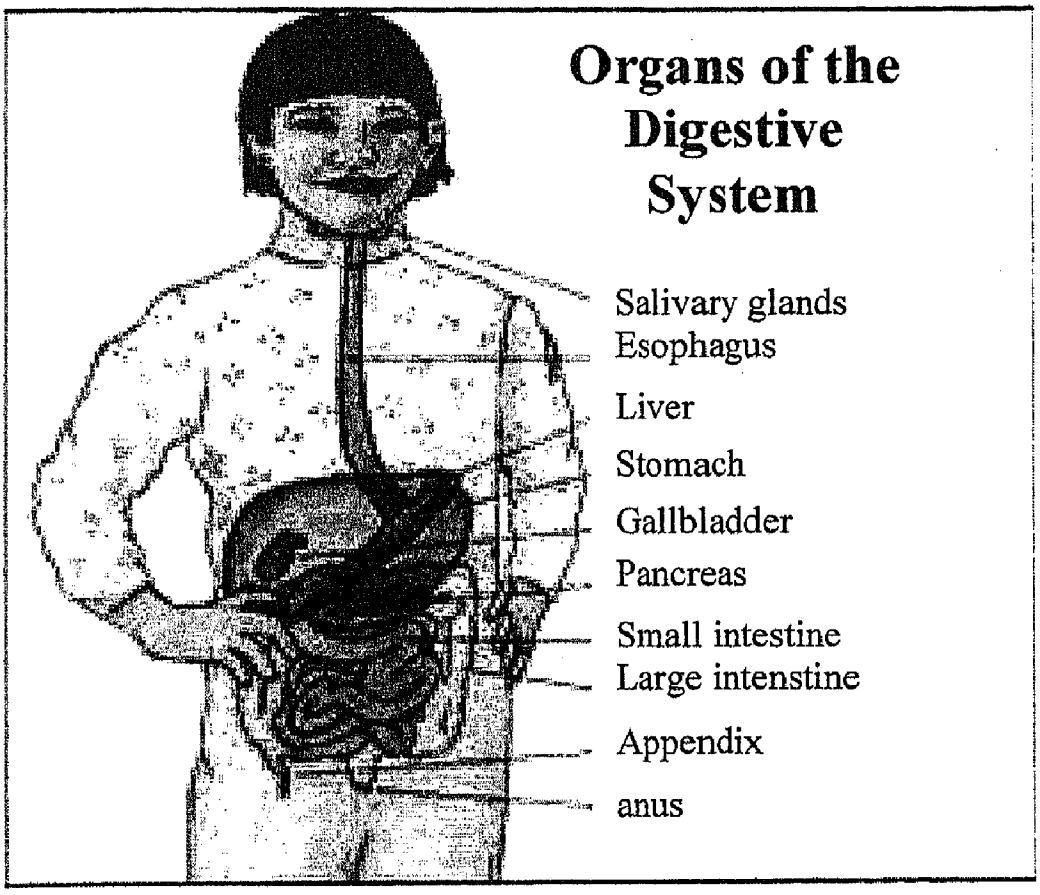
إن الأغذية السائلة تمتص بصورة أسهل وأسرع من الأغذية الصلبة (من حيث الحالة الفيزيائية).

3. حجم الوجبة:

إن هضم الوجبة الصغيرة أسهل من هضم الوجبة الكبيرة. فكلما كانت الوجبة أصغر وذات طبيعة لينة أو سائلة كان هضمها أكثر وأفضل، وبالتالي يكون هضمها أسرع وفعال أكثر.

أسباب سوء الهضم عند الإنسان:

1. الأكل الزائد عن طاقة المعدة (الطاقة الاستيعابية للمعدة) قد يسبب سوء الهضم.
2. عادات التغذية السيئة مثل احتواء الغذاء على نسبة عالية من الدهون.
3. الأغذية المحضرة بصورة سيئة كالأغذية المقلية في دهون درجة حرارتها منخفضة جداً أو عالية جداً.
4. الأكل في ساعات التعب الشديد أو الغضب الشديد، إذ أن الأعضاء تكون قد استنزفت كل طاقتها بالتالي من الصعب عليها الهضم.
5. الأكل بسرعة وبدون مضغ جيد للغذاء.
6. قلة التمارين الغذائية.



شكل رقم (7): يبين أجزاء الجهاز الهضمي

هضم وامتصاص وتمثيل العناصر الغذائية المولدة للطاقة:

أولاً: هضم البروتينات Digestion of protein:

البروتين عبارة عن مجموعة أحماض أمينية مرتبطة بروابط ببتيدية. ومهمة الهضم هي هو تكسير هذه الروابط.

يبدأ هضم البروتينات في المعدة، حيث تتحلل البروتينات بواسطة أنزيم الببسين الذي تفرزه المعدة (حيث يفرز الببسينوجين الذي يتحول إلى ببسين بواسطة حامض الهيدروكلوريك الذي تفرزه الأغشية المخاطية للمعدة) ويقوم الببسين بتحطيم الروابط الببتيدية وتحويل البروتينات على مركبات أقل تعقيداً

هي الببتونات والبروتيوزات وأنزيم الرنين أيضاً يوجد في المعدة ويعمل على تخثر (تجبن) بروتين الحليب في معدة الأطفال ويفرز الرنين في معدة الرضع فقط.

أما في الأمعاء الدقيقة فيتم تحلل الببتون والبروتيوز إلى أحماض أمينية أحادية بواسطة أنزيم امينوببتيد الموجود في الأمعاء.

ثانياً: امتصاص البروتين وتمثيله:

يتم امتصاص الأحماض الأمينية من جدار الأمعاء الدقيقة لتحمل إلى الدم بمساعدة فيتامين ب6 (البيرودكسين) ثم إلى الوريد البابي ثم إلى الكبد ثم إلى أنسجة الجسم لتأخذه خلايا الجسم المختلفة حسب حاجتها لبناء خلايا جديدة أو لتعويض ما فقدته من أنسجة ويتحول جزء منها إلى طاقة عند عدم توفر الطاقة الكافية في الغذاء وينتج بولينا تفرز مع البول.

كما يوجد بعض البروتينات التي تتمكن من اختراق جدار الأمعاء مباشرة إلى الدم ويتسبب عنها حدوث تفاعلات غير عادية تظهر نتيجتها بعض الأعراض المعروفة بالحساسية لبعض أنواع من الأغذية مثل البيض والأسماك وغيرها.

العوامل التي لها علاقة بامتصاص البروتين وتمثيله:

أ. التوازن:

إن بناء أو تحطيم الأنسجة في الجسم تخضع للعديد من وسائل السيطرة (ميكانيكات) وهي تعمل للمحافظة على حالة من الاستقرار والتوازن الطبيعي، يضمن توافر خليط من الأحماض الأمينية بشكل ثابت ودائم بحيث نلاحظ:

1. تباين معدلات الدورات في إعادة تنظيم البروتين، حيث أن أعلى مستوى يوجد في أنسجة الغشاء المخاطي للأمعاء وفي الكبد والبنكرياس والكلية ومصل الدم، وأبطأ معدل لها نجده في العضلات والدماغ ونسيج الجلد.

2. إن بروتين الجسم الداخلي يوجد في حالة توازن بين قطاع بروتين الأنسجة وقطاع بروتين الدم (اختلاف بروتين الأنسجة عن بروتين الدم) وإن هذه البروتينات الداخلية تتوازن مع البروتينات الخارجية التي يوفرها الغذاء اليومي، ونجد أن بروتينات الأنسجة تتحطم ويعاد بناؤها بشكل مستمر.
3. إن حالة استقرار الجسم البالغ، هي نتيجة للموازنة بين معدل تنظيم ومعدل إعادة بناء الأنسجة (البروتين) وفي فترة النمو يكون معدل إعادة البناء يفوق معدل تحطيم بروتين الجسم، أما في حالة المجاعة فإن معدل تحطيم بروتين الجسم يفوق معدل البناء لذلك يضعف الجسم ويقل وزنه تدريجياً.

ب. ولضمان استفادة الجسم من الأحماض الأمينية (تمثل البروتين) يجب توافر ما يلي:

1. جميع الأحماض الأمينية الأساسية (لا غنى عنها) معاً وفي وقت واحد، فإذا نقص أحدها لا يستطيع الجسم تمثيل الباقي منها (قانون الكل أو العدم).
2. مواد الطاقة لتحمي البروتين من الهدم، ولتستعمل كمصدر للطاقة بدلاً من البروتين، الذي ينبغي أن يستعمل لعملية البناء وتعويض الأنسجة التالفة.
3. هرمونات النمو مثل الذي تفرزه الغدة النخامية والذي يعمل على زيادة البناء، وهرمون الأنسولين الذي يفرزه البنكرياس، ويعمل بطريقة غير مباشرة على البناء حيث يقلل من تحول البروتينات إلى جلوكوز كما يسهل انتقال الأحماض الأمينية إلى خلايا الجسم ليتم استعمالها هناك (أمثلة على وظائف الهرمونات).
4. هرمونات لهدم البروتينات مثل:

أ. زيادة هرمون الثيروكسين الذي تفرزه الغدة الدرقية الذي يعمل على سرعة أكسدة مواد الطاقة المختلفة.

ب. هرمونات قشرة الغدة الكظرية تعمل على هدم البروتينات.

ثانياً: هضم الكربوهيدرات Digestion of Carbohydrats:

أ. في الفم:

تتأثر الكربوهيدرات عديد التسكر (النشاء) بخميرة البتالين الموجودة في الفم وتحول بعضها إلى سكر المالتوز. أول مرحلة عن طريق اللعاب يتم للسكريات البسيطة مثل نشا الخبز.

ب. في المعدة:

لا تؤثر العصارة عليها، ولكن يستمر مفعول اللعاب عليها ثم ينتهي تأثير أنزيمات اللعاب عندما ترتفع الحموضة في المعدة لأن البتالين يتوقف تأثيره في الوسط المتعادل أو الحمضي، أي لا يعمل ضمن وسط حمضي مثل HCl الموجود في المعدة.

ج. في الأمعاء:

تؤثر على الكربوهيدرات خميرة الأميليز الموجودة في عصارة البنكرياس وخميرة المالتيز الموجودة في عصارة الأمعاء وينتج عن تحللها الجلوكوز.

السكروز بواسطة السكريز يتحلل إلى الجلوكوز والفركتوز.

اللاكتوز بواسطة أنزيم اللاكتيز يتحلل إلى الجلوكوز والجلاكتوز.

إذاً: كل الكربوهيدرات في النهاية يتم تحويلها إلى جلوكوز أو سكريات أحادية يسهل هضمها.

ثالثاً: امتصاص الكربوهيدرات Absorption of Carbohydrates:

يتم امتصاص الكربوهيدرات على شكل سكريات أحادية (جلوكوز، وجلاكتوز، وفركتوز) عن طريق النتوءات الصغيرة في جدران الأمعاء الدقيقة بواسطة الشعيرات الدموية ثم تصل إلى الدم فينقلها إلى الوريد البابي ثم إلى الكبد فتتحول جميع السكريات الأحادية إلى جلوكوز ثم يتحول الزائد إلى جلايكوجين يخزن في الجسم وعند الحاجة يحلل الجلايكوجين إلى جلوكوز ليتم استعماله، وامتصاص الكربوهيدرات، يتأثر بحالة الغشاء المخاطي المبطن للجهاز الهضمي كما يتأثر بمستوى الأنسولين والجلوكاجون والأبنفرين واحتياجات الجسم.

رابعاً: تمثيل الكربوهيدرات Metabolism of Carbohydrate:

الهرمونات التي تسيطر على تمثيل الكربوهيدرات هي:

أ. هرمون الأنسولين (هرمون نقص مستوى السكر في الدم):

وهو مسؤول عن تنظيم السكر في الدم، وينتج هذا الهرمون في خلايا بيتا في البنكرياس (جزرلانجرهانز) ويحفز الأنسولين عملية تحويل سكر الجلوكوز إلى الجلايكوجين، كما يحفز عملية تحويل السكر إلى دهن ليخزن في الجسم كما يساعد في عملية انتشار الجلوكوز خلال جدران الخلايا ليتم أكسدته داخل الخلايا لإنتاج الطاقة وبدون الأنسولين والبوتاسيوم لا تسمح جدران الخلايا بدخول الجلوكوز إليها، وقد وجد أن مرضى السكري يفقدون كمية كبيرة من البوتاسيوم من أجسامهم.

ب. هرمونات ترفع من مستوى السكر في الدم وأهمها:

1. هرمون الجلوكاجون:

يفرز من البنكرياس من خلايا ألفا (وهذا هو الفرق بينه وبين الأنسولين)، ويعمل على رفع مستوى السكر في الدم، حيث يعمل على تحلل الجلايكوجين إلى جلوكوز وذلك بتنشيط خميرة الفسفوريليز الضروري لتحلل الجلايكوجين.

2. هرمون سوماتوستاتين:

وهذا الهرمون يعمل على الموازنة بين إفراز هرمون الأنسولين وهرمون الجلوكاجون وبذلك يعمل على بقاء مستوى السكر في الدم طبيعياً.

3. هرمون السيترويد:

(تفرزه الغدة الكظرية فوق الكلوية) ويعمل على رفع نسبة السكر في الدم لأنه يشجع عملية تحويل البروتين إلى الجلوكوز.

4. هرمون ابنفرين (الأدرينالين):

ويفرز من الجزء الداخلي للغدة الكظرية، وهو يستعمل أيضاً كعلاج عندما يصاب مرضى السكري بصدمة الأنسولين، والتي تسبب حالة نقص السكر في الدم، وهذا الهرمون يعمل على سرعة طرح كميات من سكر الجلوكوز، كما أنه ينشط خميرة الفسفوريليز في الكبد والعضلات.

5. هرمونات النمو (سوماتوتروين):

ويفرز من الغدة النخامية وهو يعمل بشكل مضاد لهرمون الأنسولين في الجسم.

ملاحظة: تخزين الجلايكوجين يتم في الكبد والعضلات وزيادة نسبته تؤدي إلى الدهون.

6. هرمون الثيروكسين:

ويفرز من الغدة الدرقية ويعمل على سرعة هدم الأنسولين ويزيد من كمية امتصاص الجلوكوز في الدم ويحرر هرمون الأبنفرين ليعمل على رفع مستوى الجلوكوز في الدم.

مرض السكري:

السكري اعتلال يصيب البنكرياس يؤدي إلى عدم القدرة على أخذ كمية الأنسولين الكافية وعدم تخزينه في الكبد بالشكل الصحيح. وهو عبارة عن اضطراب في التمثيل الغذائي نتيجة نقص إنتاج هرمون الأنسولين وينتج عنه إعاقة تحطم الجلوكوز، وعرقلة تحويله إلى جلايكوجين أو إلى دهن ونتيجة هذا كله يتراكم الجلوكوز في الدم، ويظهر في البول ومن أعراضه أيضاً تكرارية التبول، والعطش الشديد والنهم في تناول الطعام.

وبتطور المرض يصبح تحطم الدهن والبروتين غير كامل، وينتج عن ذلك تراكم مواد ضارة مثل حامض أستيواستيك والأسيتون، ويطلق عليها الأجسام الكيتونية، وينتج عن تراكم هذه المواد الكيتونية حموضة الدم وفقدان الوعي والغيبوبة. وأهم علاج لمرضى السكري هو تنظيم الغذاء وتناول السكريات عديدة التسكر، وقد يستعمل الأنسولين كعلاج، كما ينصح بزيادة كميات البوتاسيوم في غذائهم لتعويض النقص الذي يجعل كميات البوتاسيوم في جسم مريض السكري قليلة.

أنواعه:

1. **نوع معتمد على الأنسولين:** يأخذ المرض علاج فقط بالأنسولين (حقن).
2. **نوع غير معتمد على الأنسولين:** يصيب بعض الأشخاص فوق الأربعين. عادةً ما يتبع لسلسلة علاجات منها مخفضات كوليسترول وشحوم ومدرات بول.

علاقة البروتين بالدهن والكربوهيدرات في الجسم:

1) لأن سعة الجسم من الجلايكوجين محددة فإن الفائض من الكربوهيدرات يخزن على شكل دهون.
2) في حالة نقص الكربوهيدرات المتناولة في الغذاء، فإن الجسم يستعمل الجلايكوجين والدهن والبروتين لإنتاج الطاقة ولحماية البروتينات من الأكسدة. ولاستعمالها لأغراض بناء الجسم يجب توفر الكربوهيدرات بشكلٍ كافٍ.
3) يستطيع الكبد تكوين الجلايكوجين من مركبات غير كربوهيدراتية مثل الجليسيرول والأحماض الأمينية.
4) بعد تخلص الأحماض الأمينية من مجموعة الأمين يمكن استعمالها لتكوين الدهن.

وهكذا نجد أن هناك علاقة وثيقة بين البروتين والدهن والكربوهيدرات فجميعها يمكن استعماله لإنتاج الطاقة، ويمكن التعويض عن بعضها البعض، والشكل الآتي يوضح هذه العلاقة.

معادلة حرق الجلوكوز:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[O_2]{\text{حرق}} 2H_2O + CO_2 + \text{طاقة}$$

ثالثاً: هضم الدهون Digestion of fat:

إن الهضم الفعلي للدهون يبدأ في الأمعاء الدقيقة، حيث يوجد أنزيم اللايبيد (اسمه مشتق من كلمة lipid "دهون") الذي يفرزه البنكرياس وأملاح الصفراء التي يفرزها الكبد فأملاح الصفراء تساعد على تكوين مستحلب وعلى معادلة حموضة الغذاء بعد تركه للمعدة، ويعمل أنزيم اللايبير على تحويل الدهن إلى جليسيرول وأحماض دهنية كما يحدث تحلل مائي لاسترات الجليسرول غير الذائبة كذلك يتحلل أستر الكولسترول إلى كولسترول حر وأحماض دهنية في الأمعاء الدقيقة، إن ثلث الأحماض الدهنية فقط يتحول إلى جليسيريدات ثنائية وأحادية والباقي يتحول إلى جليسيريدات ثلاثية.

امتصاص الدهون وتمثيله Absorption and Metabolism of fat:

تقوم نتوءات الأغشية المبطنة للأمعاء الدقيقة بامتصاص الدهون بطرق متعددة:

أ. **الجليسيرول:** يمتص بسرعة وسهولة لأنه يذوب في الماء ثم يحمل إلى الكبد (قطبي).

ب. **الأحماض الدهنية غير المؤكسدة:** تمتص وتحمل إلى الجلد.

ج. **الجليسيريدات الثنائية والثلاثية:** تحتاج إلى وقت أطول لأنها لا تذوب في الماء وتحتاج إلى عوامل مذيبة ليسهل امتصاصها فتقوم أملاح الصفراء بهذه المهمة ليتم امتصاصها بعد ذلك.

إن أهم مواقع استعمالات الدهون وتحويلها في الجسم هي الأنسجة الدهنية والكلية وفيهما يتم تكوين الدهون وخزنه أو تحليل الدهون أي تمثيلها وبهذين النشاطين يستطيع الجسم المحافظة على مستوى الدهون في الدم بشكل ثابت يمنع مخاطر أمراض القلب المختلفة.

إن عملية أكسدة ونقل الدهون تتم في الأنسجة الدهنية حيث يحدث تحلل الدهن إلى جليسرول وأحماض أمينية ويقوم الكبد بتحويل الجليسرول إلى جلوكوز حيث يتأكسد ليعطي طاقة وكذلك الأحماض الدهنية غير المؤكسدة تتم أكسدتها لتعطي الطاقة، فالكبد يقوم بتكوين وتحليل الأحماض الأمينية وتكوين الترايجلبسريدات (ثلاثي الجليسريد)، وإنتاج الليبوبروتينات (وهي بروتينات دهنية) التي تنقل الأحماض الدهنية خارج الكلية لا يخزن الدهن في الكبد إلا في حالات مرضية مثل حالات التسمم أو ادمان الكحول وسوء التغذية وتليف الكبد.

الهرمونات المنظمة لتمثيل الدهون:

أ. **هرمونات النمو:** وهي تزيد من تحرير الأحماض الدهنية من الأنسجة الدهنية عندما يتطلب الجسم ذلك.

ب. **هرمون الكوريتزون والهيدروكورتيزون:** ويفرزان من الغدة الكظرية وهما يعملان على تحرير الأحماض الأمينية لتزويد الجسم بالطاقة.

ج. **هرمون الأبنفرين:** وهو أيضا يحفز عملية تحلل الدهن إلى مكونات الدهن الأساسية.

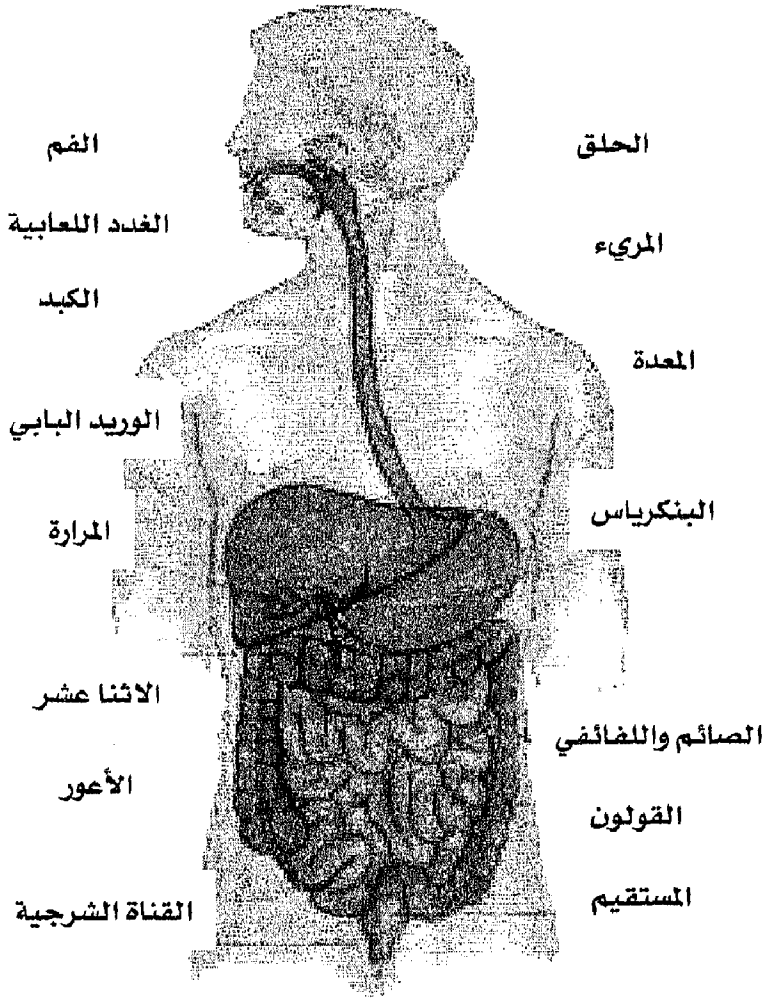
د. **الثيروكسين:** يحرر الأحماض الدهنية وأيضا يقلل مستوى الكولسترول في الدم.

ه. **الجلوكاجون:** وهو يسرع عملية تحرير الاحماض الدهنية من عازتها الرئيسية.

و. **الأنسولين:** وهو ينشط عملية تكوين الجلايكوجين، وتحويل الفائض من الدهن إلى مكان تخزينه تحت الجلد والعضلات والتجويف البطني.

إن الحرارة المنخفضة تحفز تحرير الأحماض الدهنية الموسترة والتي تزود الجسم بالطاقة والحرارة اللازمة.

ويخزن الدهن الزائد تحت الجلد والتجويف البطني وفي الأنسجة الدهنية.



شكل رقم (8) يبين مكونات الجهاز الهضمي

جامعة المثنى كلية
التربية الأساسية قسم علوم الحياة

فسلجة الحيوان

المحاضرة الثانية م. عمار موسى مندل

السوائل الجسمية Body fluids

نسبة عالية من وزن الجسم يكونها الماء الذي تذاب فيه مواد مختلفة ويسمى الماء والمواد المذابة فيه بالسوائل الجسمية.
تبقى السوائل الجسمية ثابتة الحجوم والتراكيز وان اي تغيرات تطرأ عليها تدل على وجود مرض ما.
اقسام السوائل الجسمية-:

اولا - السائل الجسمي داخل الخلايا Intracellular – Fluid ويبلغ 50% من وزن الجسم.
ثانيا - السائل الجسمي خارج الخلايا Extracellular – Fluid ويبلغ 20% من وزن الجسم ويقسم الى-:
أ - المصل Serum او البلازما Plasma ويبلغ 5% من وزن الجسم.
ب - السائل البيني Interstitial – Fluid ويبلغ 15% من وزن الجسم ويفصله عن المصل او البلازما جدار الاوعية الدموية
ثالثا - السوائل الجسمية الخاصة منها-:
1 - السائل الدماغي الشوكي. Cerebrospinal fluid
2- السائل المفصلي. Synovial fluid
3- السائل العيني. Aqueos humor
4- سائل القناة الهضمية (العصارات الهاضمة.
5- سائل الصفراء.
6- الادرار.

التوازن المائي الملحي:

يؤلف الماء حوالي ثلث وزن الجسم وان اي انخفاض في هذه النسبة يؤدي الى انخفاض الفعاليات الحيوية وذلك لان الافعال الحيوية والفسيولوجية تتطلب وسط سائل ، ويكون المحتوى المائي والملحي للانسجة ثابتا واذا تغير فبحدود ضيقة جداً ويرافق عدم القابلية على تنظيم المحتوى المائي في داخل الجسم امراض عديدة منها السكري الكاذب .

تنظيم كمية الماء والاملاح في الجسم ، ويتم ذلك بواسطة

1- الكليتان
2- الجلد
-3 - ويضاف لهما الخياشم والغدد الخضراء في الحيوانات.

ويتم تنظيم الماء بطريقة التنافذ Osmosis في حين يتم تنظيم الاملاح بطريقة النقل الفعال Active – transport والانتشار Diffusionوتطلق كلمة Osmoregulation او التنظيم الازموزي على عملية تنظيم المحتوى المائي او الملحي.

التوازن المائي Water balance
يفقد الجسم الماء ويكتسبه بطرق مختلفة ولكي تبقى كمية الماء ثابتة في الجسم يجب ان تكون كمية الماء المكتسبة مساوية إلى كمية الماء المفقودة.

جامعة المثنى كلية
التربية الأساسية قسم علوم الحياة

فسلجة الحيوان

المحاضرة الثانية م. عمار موسى مندل

طرق اكتساب الماء من قبل الجسم-:

-1- ماء التأكسد Oxidation water

ينتج هذا الماء من اكسدة المواد الغذائية داخل الخلايا وتحويلها الى ماء و CO_2 ويعرف ايضا بالماء الناتج من الافعال الحيوية Metabolic water ويشكل حوالي 5-10% من مجموع الماء في الجسم.
ويكون الماء التأكسدي الناتج من أكسدة الشحوم اكثر من الناتج من أكسدة البروتينات كما يحتاج طرح الفضلات النايتروجينية للبروتينات الى فقدان كمية من الماء في الادرار في حين الشحوم لا تنتج فضلات نايتروجينية.
تقدر كمية ماء التأكسد في الانسان بحوالي 340 غم في اليوم وبعض الحيوانات مثل جرذ الكنغر تستغني تماما عن تناول الماء وتكتفي بماء التأكسد لسد حاجتها
.

-2- ماء الطعام Food water

ويختلف بأختلاف الطعام وتحتوي الخضر والفواكه والحليب على حوالي 60-90% ماء.

-3-ماء الشرب Drinking water

ويكون مهم لانه الوسيلة الوحيدة التي تنظم كمية الماء في الجسم اذ ليس بامكان الانسان والحيوانات السيطرة على تحديد كمية ماء التأكسد او ماء الطعام تحت الظروف الاعتيادية ، وعند انخفاض ماء الجسم يزداد الضغط الازموزي للدم ويؤدي الى زيادة تحفيز الخلايا في مركز العطش Thirst centre الواقع في القسم الداخلي من تحت المهاد Medical part of the hypothalamusفي قاعدة المخ ويشرب الانسان الماء استجابة لحافز العطش. Thirst stimulus .

***طرق فقدان الماء من قبل الجسم:**

-1-عن طريق الزفير وذلك بخروج هواء مشبع بالماء نتيجة التبخر الحاصل في سطح الحويصلات الرئوية والمجاري التنفسية وتزداد كمية الماء المفقود في الزفير بزيادة الحركات التنفسية وبانخفاض رطوبة الهواء الجوي .

-2-التبخر من سطح الجسم (التعرق).

يتبخر الماء من سطح الجسم بصورة دائمة وبكميات قليلة عن طريق التعرق غير المحسوس – Insensible perspirationوكميته لا تتجاوز 2/1 لتر في الانسان يوميا ويصل عند التعرق الشديد الى حوالي 10 – 15 لتر في اليوم ويزداد بزيادة درجة حرارة الجو وعند ممارسة الاعمال الشاقة ووجود ريح شديدة.

-3-الماء المطروح مع البراز
وتعتمد كميته على نوع الطعام وتزداد مع الطعام النباتي وفي حالات الاسهال في الانسان.

جامعة المثنى كلية
التربية الأساسية قسم علوم الحياة

فسلجة الحيوان

المحاضرة الثانية م. عمار موسى مندل

-4-الماء المطروح عن طريق التبول وتلعب المواد الذائبة في الادرار وقابلية خلايا الكلية على تركيز الادرار دوراً كبيراً في تحديد حجم البول .

***تنظيم طرح الماء في البول -:**

-عن طريق هرمون مانع التبول (ADH) وهو Antidiuretic hormone الذي يصنع في تحت المهاد Hypothalamus في الدماغ ويخزن في الفص الخلفي للغدة النخامية ويعمل من خلال تأثيره على نفرونات الكلية Nephrons مسبب زيادة في اعادة امتصاص الماء Reabsorption مقللاً بذلك حجم البول.

-موازنة الماء في الجسم

لكي يعيش الانسان في حالة صحية دائمة يجب ان تكون كمية الماء المكتسبة مساوية الى كمية الماء المفقودة.
الماء المكتسب (ماء الطعام ، ماء التمثيل) = الماء المفقود (مع البول ، مع البراز ، التبخر ، العرق ومع الحليب عند الارضاع).

ماء الدوران المتكرر الاستعمال water turnover ويشمل الماء في-:

-1الغدد اللعابية.
-2المعدة.
-3جدار الامعاء.
-4البنكرياس.
-5المرارة.
-6الغدد اللمفية .

وظائف الماء

1- الإسهام في التنظيم الحراري :Temperature Regulation يسهم الماء في المحافظة على حرارة الجسم، من خلال تبخره على سطح الجلد، وامتصاصه كمية كبيرة من الحرارة تؤدي لتبريد الجسم، وبالتالي هبوط درجة حرارته. ومن جهة أخرى، فإن السعة الحرارية المرتفعة للماء تجعله قادراً على امتصاص كمية كبيرة من الحرارة وتحريرها قبل أن يحدث تبدل يعتد به في حرارة الجسم، ولأن الماء يشكل نسبة مئوية كبيرة في أجسامنا (٧٠ -٥٠%) فإنه يسهم في ضبط حرارة الجسم ويمنع تقلباتها.

2- تخميد االصدمات
يلعب ماء السائل الأمينوسيAmniotic fluid دور وسائد مخمدة تحمي الجنين، بينما يحمي ماء السائل الدماغي الشوكي CSF الجهاز العصبي من الصدمات، كذلك تلعب السوائل المصلية Serous fluid. وسوائل المفاصل Toines fluid ، وسوائل الجهاز الهضمي دوراً مزلقاً ومقاوماً للاحتكاك .

٣ - يعد الماء متفاعلاً Reactant ضرورياً لحدوث تفاعلات Hydrolysisفي الجسم. وفي هذه التفاعلات تضاف جزيئات الماء بوجود الأنزيم المناسب إلى الروابط الموجودة ما بين وحدات الغلوكوز المكونة للنشاء، مما يؤدي لانقطاعها وحلحلتها .وتجدر الإشارة إلى إمكان تشكل بعض الماء في الجسم بوساطة تفاعلات كيميائية تنتج الماء الاستقلابي Metabolic Water..

٤-دور الماء كمذيب

يلعب ماء الجسم دور مذيب يحل كثيراً من الجزيئات والأيونات، وعلى سبيل المثال، فإن تناول قطعة من البسكويت المملح يحفز إفراز اللعاب الذي يرطب القطعة ويحل مكوناتها. وبما أن جزيئة الماء مستقطبة، فإن الشحنة السالبة (جزئياً) لأكسجين الماء تجذب إليها أيونات موجبة (مثل الصوديوم (مذابة في الماء، في حين تَجذب الشحنة الموجبة (جزئياً) لهدروجين الماء جزيئات سالبة، مثل الكلور .وباستثناء أملاح العظام والأسنان، فإن بقية أيونات الجسم تكون مذابة في سوائله المختلفة. ويعد الماء الموجود بداخل الخلايا مذيباً مهماً، كونه يذيب كثيراً من البروتينات والمذابات الأخرى.

5- دور الماء كناقل .

يتوضح الدور الناقل للماء بصورة جيدة في الأوعية الدموية. فمن خلال مقدرة الماء على إذابة الأيونات والجزيئات في سوائل الجسم، فإنه يجعل من البلازما الدموية وسطاً Medium ناقلاً يوصل المغذيات إلى الخلايا كما أنه يخلص الجسم من نفاياتها.

النسبة المئوية للماء جسم الإنسان

تعتمد النسبة المئوية لماء الجسم على كمية النسيج الدهني فيه، فالنسيج الدهني يحوي نسبة منخفضة من الماء (٢٠%) مقارنة بالأنسجة الليفية أو العضلات، التي ترتفع فيها نسبة الماء إلى نحو ٦٥%. وتكون النسبة المئوية للماء في أجسام الأطفال حديثي الولادة الأكثر ارتفاعاً على الإطلاق بالمقارنة مع اليافعين الأصحاء، الذين تملك أجسامهم عضلات كبيرة فيها قليل من النسيج الدهني، وتقدر النسبة المئوية لماء الجسم بحدود٦٠% تقريباً، وتهبط إلى نحو ٥٠% في أجسام النساء اليافعات بسبب امتلاك أجسامهن كميات أكبر من الدهن، وكمية أقل من النسيج العضلي بالمقارنة مع الرجال . .وكقاعدة عامة يمكن القول إن ازدياد كمية الدهون في الجسم ينقص كمية الماء الموجودة فيه، ومع التقدم في العمر، يحدث ميل طبيعي لزيادة كمية النسيج الشحمي، مما يؤدي لتناقص ماء الجسم.

حجيرات السائل في جسم الإنسان

يشغل ماء الجسم والمذابات المنحلة فيه، حجيرتين رئيستين، هما حجيرة السائل داخل الخلايا ICF) Intracellular fluid) التي تعرف أيضاً بالعصارة الخلوية، وحجيرة السائل خارج الخلايا .ECF) Extracellular fluid) كما يمكن التفريق بين نمطين من السائل خارج الخلايا، يدعى الأول السائل الخلالي Interstitial Fluid، وهو يحيط بالخلايا، بينما يدعى الثاني

جامعة المثنى كلية
التربية الأساسية قسم علوم الحياة

فسلجة الحيوان

المحاضرة الثانية م. عمار موسى مندل

السائل داخل الوعائي Intravascularأو البلازما الدموية. ولتوضيح ذلك نذكر أن جسم رجل يافع وزنه ٧٠ كغ يحوي تقريباً ٤٠ ليتراً من السائل الذي يوجد ٦٢% منه داخل الخلايا و٣٠% في خارج الخلايا و٨% في البلازما الدموية.