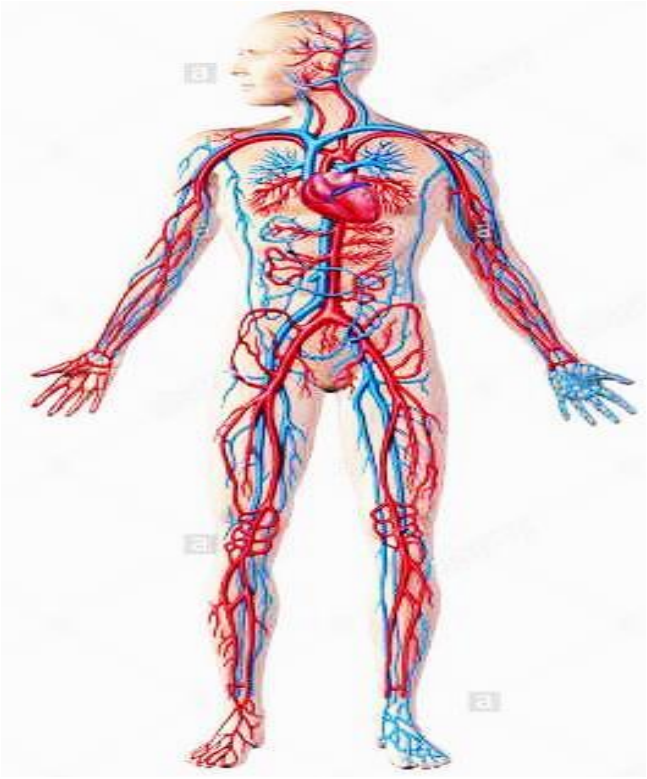
فسيولوجى (علم وظائف الأعضاء)



الفرقة الأولى شعبة الطفولة و التربية 2022-2023

إعداد/ الدكتورة زينـــب عبدالخالق

رؤية البرنامج

تميز برنامج بكالوريوس الطفولة و التربية تعليميًا و بحثيًا و مجتمعيًا ، و قدرته علي المنافسة محليًا و اقليميًا و عالميًا في مجال رياض الأطفال.

رسالة البرنامج

يسعي برنامج بكالوريوس الطفولة و التربية الي إعداد خريجات متميزات تعليميًا و بحثيًا و مهنيًا ، و امتلاكهن الكفايات الخاصة بمجالات التعامل مع الأطفال معرفيًا و تطبيقيًا ، للإسهام في تنمية المجتمع و التكيف مع متطلبات سوق العمل ، و ذلك من خلال توفير بيئة تعليمية داعمة للتميز و التنمية المستدامة.

رؤية الكلية

كلية التربية بالغردقة مؤسسة رائدة محليا و دوليا في مجالات التعليم ، و البحث العلمي، و خدمة المجتمع ؛ بما يؤهلها للمنافسة علي المستوي : المحلي ـ و الأقليمي ، و العالمي.

رسالة الكلية

تلتزم كلية التربية بالغردقة باعداد المعلم أكاديميا و مهنيا و ثقافيا ـ من خلال برامجها المتميزة ، بما يؤهله للمنافسة و التميز في مجتمع المعرفة و التكنولوجيا ، و مواجهة متطلبات سوق العمل محليا و اقليميا ، و تهتم بتطوير مهارات الباحثين ؛ بما يحقق التنمية المهنية المستدامة ، و توفير خدمات تربوية لتحقيق الشراكة بين الكلية و المجتمع.

فهرس الموضوعات

م	الموضوع	رقم الصفحة
1	مقدمة (نظرة تاريخية)	4
2	الباب الأول (الخلية و أنواع الأنسجة)	9
3	الباب الثاني (العضلات و الحركة)	68
4	الباب الثالث (سوائل الجسم و الفيتامينات و الانزيمات)	88
5	الباب الرابع (التغذية و الهضم و الامتصاص)	98
6	الباب الخامس (الجهاز الدوري)	129
7	الباب السادس (الجهاز التنفسي)	149
8	الباب السابع (الأجهزة الأخراجية)	165
9	الباب الثامن (التحكم العصبي الهرموني)	176
10	المراجع	233

مقـــدمة

الفسيولوجيا أو علم وظائف الأعضاء هو علم وظائف الأجهزة الحيوية ويتضمن ذلك كيف تقوم الكائنات الحية، والأجهزة العضوية، والخلايا، والجزيئات الحيوية بالوظائف الكيميائية والفيزيائية في الجهاز الحيوي.

يعود أصل كلمة فسيولوجيا أو علم وظائف الأعضاء إلى اللغة الأغريقية ويتكون من شقين (فيزيس) ويقصد به الطبيعة أو الأصل والجزء الآخر (لوجيا) وتعني العلم.

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،الغددالصم...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 ماهي 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 فضلاً عن دراسة العلاقة بين أنشطة أعضاء الكائن الحي والعوامل التي تؤثر على هذه الأنشطة اذ يعتمد علم الفسيولوجى على الفيزيائية والكيميائية والحيوية بالجسم.

ويمكن تقسيم الدراسات الفسيولوجية الى ثلاثة فروع:

1- الفسيولوجيا العامة

ويمكن تسمية هذا الفرع الخلية حيث يهتم بدراسة الظواهر الوظيفية و المميزه لجميع الكائنات الحية، وهذا ما يعرف بدراسة الخواص الاساسية لاية خلية حيةمثل الحركة و التغذية و التنفس و الاخراج و التكاثر . و من هنا تكون الدراسة

مرتبطة بالعمليات الحيوية دون الرجوع لنوع الحيوان الذى يقوم بهذه العملية.

2 - فسيولوجيا المجموعات الخاصة

تهتم الدراسة هنا بوظائف أعضاء مجموعة معينة من الحيوانات، ويتم تقسيم هذا الفرع على حسب مجموعة الحيوانات التى سيتم دراسة وظائفها، ولذا نجد ما يعرف باسم فسيولوجيا الحيوانات الفقارية . و قد تختص الدراسة بطائفة معينة ، ولذا نجد فى هذه الحالة دراسة فسيولوجيا الاسماك أو فسيولوجيا الزواحف أو فسيولوجيا الطيور أو فسيولوجبا الثدييات. و فى أحياان أخرى تكون الدراسة مرتبطة بنوع واحد من الحيوانات و أشهر مثال لذلك هو دراسة فسيولوجيا الانسان.

3- الفسيولوجيا المقارنة

وهذا الفرع من علم الفسيولوجى يكون مرتبطا بدراسة مقارنة لظاهرة من الظواهر الوظيفية فى أكثر من نوع من الحيوانات، و لذا يهتم دارس الفسيولوجيا المقارنة بالطرق

المختلفة التى تؤدى بها وظيفة ما فى نوعين أو أكثر من الحيوانات، ومدى الاختلاف بين هذه الحيوانات محل الدراسة.

{نظرة تاريخية}

تعود أول الدراسات في مجال علم وظائف الأعضاء إلى ما قبل عام 420 قبل الميلاد. وأيام العالم أبقراط والذي يطلق عليه (أبو الطب). ويعود الفضل للعالم أرسطو طاليس ذو التفكير الثاقب و الذي أرسى مبادئ علم وظائف الأعضاء في الحضارة الإغريقية من خلال ربطه للعلاقة بين الوظيفة والتركيب ، بينما كان العالم كلاود جالينوس (126-199) والمعروف باسم جلين أول من أجرى تجارباً لاختبار وظائف الجسم وهو المؤسس لعلم الوظائف التجريبي.

ازدادت المعرفة بعلم وظائف الأعضاء خلال القرن التاسع عشر كثيراً، خصوصا مع ظهور النظرية الخلوية في عام 1838 للعالمين ماتياس شيلدين و تيودور شوان والتي تنص على أن الكائنات تتكون من وحدات تسمى خلايا. تلا ذلك اكتشافات العالم كلاود برنارد (1813 – 1878) التي قادته

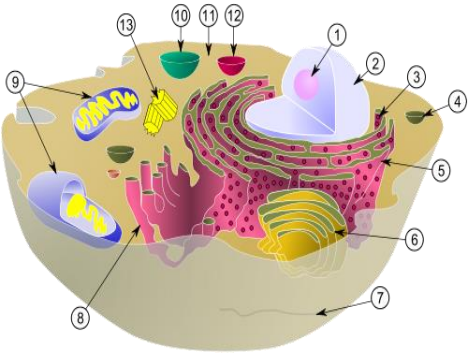
لنظرية البيئة الداخلية للخلية والتي أسماها العالم الأمريكي وولتر كانون (1871-1945) بالتوازن المتناسق أو الاستقرار المتسق. و في القرن العشرين ازداد اهتمام الباحثين في التعرف على وظائف الكائنات الأخرى غير الإنسان وذلك لإرساء أساسيات المقارنة بين علم وظائف الأعضاء وعلم وظائف الأعضاء البيئي. ومن أشهر العلماء في هذين المجالين العالمين نت شميدت نلسن وجورج بارثولوموف، وقد أصبح مؤخراً علم تطور وظائف الأعضاء فرعاً قائماً بذاته . يعتمد الأساس الحيوي لدراسة علم وظائف الأعضاء على التداخل بين وظائف أجهزة جسم الإنسان المختلفة بالإضافة إلى تركيبها ويحدث ذلك من خلال طرق مختلفة تشمل الموصلات الكهربائية والكيمائية . يلعب الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء دوراً كبيراً في عملية استقبال ونقل الإشارات لتحفيز وظائف الأعضاء لدى الحيوانات . كما يعد الاستقرار المتسق عامل أساسي في عمليات التفاعل داخل النباتات وكذلك الحيوانات.

الباب الأول

الخلية و الأنسجة المختلفة

The Cell الخلية

هى وحدة البناء و التركيب للكائنات الحية لها العديد من الأشكال، وهى عبارة عن كتلة بروتوبلازمية حية يحيط بها غشاء خلوى وبها نواه.



1- النوية 2- النواه 3- الريبوسوم 4- حويصلة

5- شبكة اندوبلازمية خشنه 6- جهاز جولجى 7- غشاء الخلية

8- شبكة اندوبلازمية ناعمة 9- ميتوكوندريا 10- فجوة

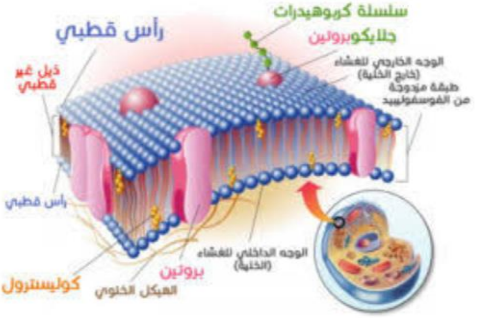
11- سيتوبلازم 12-الليسوسوم 13- السنتريول (الجسم المركزى)

تركيب الخليه

غشاء الخليه أوالغشاء البلازمى

تحاط الخلية الحيوانية من الخارج بغشاء رقيق مرن يتراوح سمكه بين 7,5-10 نانوميتر ويشتمل على 55% بروتينات و25% فوسفوليبيدات و 13% كولستيرول ،4% ليبيدات

أخرى هذا بالأضافة إلى 3% مواد كربوهيدراتيه مرتبطه بالبروتينات والليبيدات من الخارج



ليبيدات غشاء الخليه

إن التركيب الأساسى لغشاء الخليه هو طبقتان من الليبيدات ويتخللها بعض من جزيئات البروتين . ومعظم الليبيدات فى أغشية الخلايا عبارة عن جزيئات من الفوسفوليبيدات وكولستيرول ، وجزء من هذه الجزيئات يذوب فى الماء بينما يذوب الجزء الآخر منها فى الدهون وفى مذيبات الدهون وتعتبر طبقتا الليبدات فى الغشاء الخلوى حاجزآ يعمل على عدم نفاذية المواد التى تذوب فى الماء مثل الأيونات والجلوكوز والبولينا وغيرها ، ومن ناحية أخرى فإن المواد التى تذوب فى الدهن مثل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون والكحول تستطيع اختراق هذا الجزء من الغشاء بسهولة .

بروتينات غشاء الخليه

إن غشاء الخليه يشتمل على جزيئات بروتينية كبيرة الحجم ، وهناك نوعان من البروتينات : النوع الأول يسمى البروتينات المندمجة حيث يمتد معظمها خلال الغشاء من الخارج ، فى حين أن البعض الأخر يخترق فقط جزءآ من الغشاء ، والنوع الثانى يطلق عليه اسم البروتينات السطحية (الطرفية) لكونه موجودا فقط على السطح الداخلى للغشاء .

وكثير من البروتينات المندمجة تكون قنوات (أوثقوب)تسمح بمرور المواد الذائبة فى الماء وخاصة الأيونات والتى يسهل انتشارها من وإلى الخليه ، كما ان لبعض من البروتينات المندمجة وظيفه الناقل للمساعدة فى مرور المواد خلال أغشيه الخلايا وخاصة المواد التى لاتذوب فى الدهون وحجمها أكبر من الفتحات الموجودة فى الغشاء . هذا بالإضافه إلى أن بعض البروتينات السطحية غالبا ما تكون موجودة على السطح الداخلى للغشاء وعادة تكون مرتبطه بالبروتينات المندمجة ووظيفتها الأساسية أنزيمية .

كربوهيدرات غشاء الخلية

من الملاحظ أن أغشية الخلايا تحتوى على كميات قليلة من الجزيئات الكربوهيداتية والتى تتكون من سلاسل قصيرة من السكريات الأحادية وهى تكون مرتبطة فى الغشاء مع البروتينات وتسمى الجليكوبروتينات أو مع الليبيدات وتسمى الجليكوليبيدات ومعظم هذه الجزيئات

تحمل شحنات سالبة ولها دورفى ارتباط الخلايا مع بعضها ، كما أن بعض هذه الجزيئات يلعب دورا فى التفاعلات المناعية .

لكى تبقى أية خلية حية يجب أن يستمر المواد المختلفة بين الخلية ومحيطها الخارجى المعروف بأسم السائل بين الخلوى والذى يطلق عليه عادة سائل خارج الخلية وتوقف هذا التبادل معناه موت الخلية . ويتم انتقال المواد المختلفة من وإلى الخلية عبر الغشاء البلازمى المحيط بالخلية والذى يتحكم بشكل فعال فى هذا التبادل. وتعتمد خواص نفاذية الغشاء على تركيب الغشاء نفسة من جهة وعلى خواص المواد النافذة من جهة أخرى.وبصفة عامة يمكن وصف غشاء الخلية بأنه غشاء اختيارى بمعنى أنه يسمح بمرور مواد معينة وبدرجات مختلفة ولا يسمح بمرور مواد أخرى . حيث إن الوظيفة الأساسية للغشاء الخلوى هى تنظيم مرور المواد بين الخلية والوسط الذى يحيط بها .وهنا تجدر الأشارة إلى بعض النقاط الرئيسية حول علاقة الخلية بالمحيط الخارجى من حيث تركيز المواد .

فى أغلب الأحيان لا تساوى تركيز أية مادة داخل الخلية مع تركيزها خارج الخلية.

يوجد تبادل مستمر بين الخلية وما حولها بتناول معظم المواد ولكن الخلية تبقى فى حالة اتزان ديناميكى طوال الوقت ويفقد هذا الاتزان بسرعة بعد موت الخلية .

قد تتغير خواص نفاذية الغشاء من وقت لآخر إما تحت ظروف فسيولوجية معينة أو لأسباب مرضية.

إن الغشاء البلازمى الذى يحيط بالخلية شديد النفاذية للماء بينما نفاذية الغشاء للمواد المذابة لها درجات متفاوتة . فبعض الجزيئات تستطيع أن تخترق غشاء الخلية بسهولة كبيرة ، فى حين أن بعض المواد الأخرى لا تستطيع العبور خلاله إطلاقا. وأهم العوامل المحددة نفاذية الغشاء للمواد المذابة هى:

* قابلية ذوبان المادة فى مذيبات الدهون .
* الوزن الجزيئى للمادة.
* الشحنات الكهربائية على الجزئ أو الأيون.

ولوتحدثنا عن طرق انتقال المواد خلايا أغشية الخلايا نجد أن هناك ثلاث طرق

رئيسية هى :

الانتشار

النقل النشط

الابتلاع و الطرد الخلوى

1-الانتشار

الانتشار يعنى انتقال الجزيئات و الأيونات من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل بدون استهلاك الطاقة . ويوجد ثلاث طرق اللانتشار هى :

(أ)الانتشار البسيط

وهذا يعنى انتقال الجزيئات من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل بدون استخدام ناقل بروتينى وأيضا بدون أستهلاك طاقة ، حيث يتم الانتشار إما عن طريق الفتحات الموجودة فى الغشاء الخلوى ، وذلك للمواد القابلة للذوبان فى الماء ويشترط أن يكون حجم هذه الجزيئات أصغر من قطر الفتحات على الغشاء وهذا فى حالة ذوبان هذه الجزيئات فى الدهون مثل الهرمونات الاستيرودية ولقد وجد أن هناك علاقة طردية واضحة بين قابلية ذوبان المادة فى مذيبات الدهون وسهولة انتشارها من خلال أغشية الخلايا .

(ب) الانتشار المسير

الانتشار الميسر هو انتقال الجزيئات التى لا تذوب فى الدهون وأيضا لايستطيع المرور من خلال فتحات الغشاء ؛ ولذا تحتاج إلى مساعدة ناقل بروتينى يكون ضمن بروتينات الغشاء لكى ييسر هذه الجزيئات ذهابا وإيابا عبر الغشاء الخلوى وذلك طبقا لحاجة الخلية . ومن هنا يشترط وجود مكان لارتباط الجزئ على الناقل ، وبمجرد أن يتم الارتباط بين الجزئ والناقل البروتينى يحدث تغير فى شكل الناقل البروتينى وعندئذ ينتقل الجزئ إلى الناحية الأخرى من الغشاء ؛ ولذا يترك الناقل الذى يعود شكله إلى الوضع الأول لكى يلتقط جزيئات أخرى . ومثال ذلك انتقال جزيئات الفراكتوز من خارج الخلية إلى داخلها.

(ج)الأسموزية

الأسموزية هى حالة خاصة من أنتشار مرتبطة بمرور الماء عبر الغشاء البلازمى الذى هو شديد التفاذية للماء من خلال الثقوب الموجود فية . وبدراسة نفاذية غشاء الخلية ثبت أن هناك باستمرار تدفقا للماء إلى خارج الخلية ولكن فى معظم الأحيان يتساوى تماما التدفق نحو الداخل مع التدفق نحو الخارج

بحيث إن صافى تدفق الماء يكون صفراً . ومعنى هذا أن الخلية فى الحالات الطبيعية فى اتزان مائى مع الوسط المحيط بها ، لكن إذا تعرضت الخلايا إلى محلول أكثر تركيزا من محتوياتها فإنها تفقد كمية من الماء فتنكمش وتصاب بالجفاف . وبالعكس عندما تتعرض الخلايا إلى محلول أقل تركيزاً من محتوياتها فإنها تكتسب كمية من الماء وتنتفخ وقد تنفجر . والقوة التى تدفع الماء إلى الانتقال تسمى الضغط الأسموزى وكلما زاد الفرق فى التركيز بين داخل وخارج الخلية زاد الضغط الأسموزى. والخلايا فى الحالات الطبيعية تكون محاطة فى الجسم بالسائل البينى الذى يكون متساويا أسموزيا مع الخلايا ، وبالتالى فإنها لا تكتسب الماء أو تفقده بكميات ملحوظة .

النقل النشط

يمكن تعريف النقل النشط بأنه انتقال الجزيئات والأيونات من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى أى ما يسمى الأنتقال عكس فرق التركيز وذلك عن طريق ارتباط المواد المنقولة بالبروتين الناقل الموجود على غشاء الخلية باستخدام مصدر للطاقة وهو جزيئات الأدينوزين ثلاثى الفوسفات

ويوجد نوعان من النقل النشط هما :

أ-النقل النشط الأساسى

ب-النقل النشط الثانوى

أ-النقل النشط الأساسى

ومن أمثلة هذا النوع من النقل النشط انتقال ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والكلوريد وبعض السكريات الأحادية الأمينية ،حيث إن أى مادة من هذه المواد يتم انتقالها بسهوله من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى فى وجود الناقل الناسب لها على غشاء الخلية . وفيما يلى شرح تفصيلي لانتقال أيونى الصوديوم والبوتاسيوم عكس فرق التركيز ، وهذا ما يعرف باسم مضخة الصوديوم والبوتاسيوم

من المعروف أن تركيز الصوديوم خارج الخلايا أعلى من تركيز داخل الخلايا والعكس بالنسبة للبوتاسيوم حيث يكون تركيزه داخل الخلايا أعلى من تركيزه خارج الخلية عند التعرض لمؤثر ما يحدث العكس حيث ينتقل الصوديوم إلى خارج الخلية وفى نفس الوقت يندفع البوتاسيوم من الخارج إلى

الداخل ، وذلك عكس فرق التركيز بالنسبة لكل أيون على حدة ، وتوجد هذه الآلية فى كل خلايا الجسم .

الابتلاع و الطرد الخلوى

الالتهام الخلوي Endocytosis

دخول الأجسام الكبيرة والمواد الصلبة إلى داخل الخلية بتكوين انغماد بالغشاء البلازمي يتحول تدريجياً إلى فجوة : ويشمل البلعمة والشرب الخلوي.

الإخراج الخلوي Exocytosis

طرح المواد خارج الخلية بتكوين أكياس خاصة تتحد مع الغشاء البلازمي وقذف محتوياتها خارج الخلية.

النـــــواه :

النوه تعتبر مركز التحكم أو السيطرة فى الخلية وتظهر النواه كجسم كروى قاتم ، لكن شكل النواه يحدد الشكل العام للخلية فهى كروية الشكل بالخلايا المستديرة ، وبيضاوية الشكل فى الخلايا المستطيلة أوغير منتظمة كما فى انوية كريات الدم البيضاء، وتتوسط النواه عادة الخلية فى الخلايا الحيوانية كلها تبدو جانبية الموضع فى خلايا العضلات الهيكلية

وتعتبر النواه أكبر عضيد بالخلية ويمكن مشاهدتها بسهوله خاصة عند إضافة الصبغات المناسبة كصبغة اليود ويختلف عدد الانوية (النواه فى الخلية) لكنها نواه واحدة فى الاحوال العادية . ويمكن وجود أكثر من نواه داخل الخلية كما فى الألياف العضلية فى وقد تفقد الخلية نوتها فى أحد مراحل تطورها كما فى كريات الدم الحمراء لمعظم الثدييات بما فيها الإنسان وتعتبر النواه عادة أكبر العضيات الخلوية فى الخلية وتحتوى على الحامض النووى وهو المادة الوراثية التى تنظم تركيب ووظائف الخلية والنواه الخلية وهى مركز السيطرة والتحكم فى الخلية حيث أن الموجود فى النواه يحتوى على التعليمات اللازمة لكل وظائف الخلية وكل الخلايا تحتوى على نفس الموجود بالخلايا الاخرى ، لكن كل خلية تستخدم جزء فقط من هذا ال DNA تبعا لوظائفها البيولوجية وهذا هو السبب إختلاف وظائف الخلايا فالخلية العضلية تستخدم جزء من الDNA (المعلومات الوراثية) مختلفة مثلا عن الجزء من DNA الذى تستخدمة الخلية الكبدية مثلا ويحدث هذا

التثبيط الانتقائى لجزء من المادة الوراثية DNA فى الخلية خلال مرحلة تشكيل الخلايا .

وتتكون النواه من أربعة أجزاء هى:

الغلاف النووى :- هو غلاف يحيط بالنواه يقوم بحفظ محتوياتها ويعزل محتويات النواه عن السيتوبلازم ويوجد بالغلاف النووى ثقوب صغيرة جداً تسمى الثغور النووية وهذه الثقوب تسمح بالإتصال بين محتويات النواه والسيتوبلازم . ومن ثم فهى تعمل على تنظيم حركة المواد والأيونات بين النواه والسيتوبلازم حيث تسمح للمواد بالدخول من وإلى النوة . وتحاط النواه بغشاء مزدوج عبارة عن غشائين غشاء داخلى وأخر خارجى . ويتصل الغشاء النووى بالغشاء الخلوى عن طريق قنوات وممرات الشبكة الإندوبلازمية.

السائل النووى :- ويتكون من مواد عضوية وبروتينات وسكريات وإنزيمات مكونة مادة شبة سائلة تملأ النواة وتنغمر فيها كل محتويات النواه وتتصل بالسيتوبلازم عن طريق الثقوب الموجودة بالغلاف النووى .

النوية :- توجد نوية أوأكثر داخل النواه وهى كروية الشكل صغيرة وتحتوى على نسبة عالية من الحامض النووى RNAوالبروتينات وبالتالى فهى ذات علاقة أكيدة بتكوين الريبوسومات . وهذه الريبوسومات لازمه لتكوين البروتينات فى الخلية والنويات عبارة عن عضيات مؤقته توجد فى أنوية الخلايا فى الفترات ما بين انقسام الخلايا ومظهرها صغير كاجسام كثيفه تحت الميكروسكوب الالكترونى (الصورة المجهرية الالكترونية) والنووية عبارة عن مناطق من RNAوالRNAالناتج عن الناتج النوية تسمى RNAالريبوسومى لأنه يتحد مع البروتينات خاصة لتكوين الريبوسومات والريبوسومات عبارة عن عضيات خلوية لا تحاط بجدار وتظهر حبيبات صغيرة داكنة فى الصور المجهرية الإلكترونية ، وتلعب دور هام فى تخليق البروتين ويتكون الرييوزوم من واحدتين يحتوى كل منها على RNAوبروتين وتدخل هذه الوحدات إلى السيتوبلازم عن طريق الثغور فى غشاء النواه .

الشبكة الكروماتينية

الشبكة الكروماتينية هى عبارة عن خيوط رفيعة متشابكة مع بعضها البعض وتبدو كشبكه أحيانا. والخيوط عبارة عن الكروموسومات وتتكون مادةDNA،ويمكن مشاهدتها بوضوح تحت عدسة المجهر خاصة فى حالة انقسام الخلية وحيث تقوم بدور رئيسي فى إنقسام الخلية ، وداخل الخلية توجد الكروموسومات وهى عددها ثابت بالنسبة للنوع الواحد فهى 46 كروموسوم فى الخلايا الجسمية للإنسان و 40 كرموسوم للفأر. ومما يتضح أن النواه هى مركز السيطرة على الخلية وترجع أهميتها إلى وجود المعلومات الوراثية كاملة فى الحامض النووى DNAالموجود بداخلها حيث كل جزء فيه عبارة عن جين مسؤول عن صفة من صفات الكائن الحى كما يقوم ينقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء ومن خلية لأخر- كما أنها تعطى أوامر بإنتاج بروتينات تركيبية لازمه لبناء الخلية وأخرى وظيفية وهى الهرمونات والإنزيمات وهى لازمة لقيام الخلية بوظائفها.

السيتوبلازم :

وهو المادة المحصورة بين غشاء الخلية والنواه وهو عبارة عن مادة بروتوبلازمية تنغمر فيها النواه والأجزاء الأخرى (العضيات) وهى الميتوكوندريا – الشبكة الاندوبلازمية وأجسام جولجى والرايبوزمات والليسوسومات والسنتريولات ويوجد فى السيتوبلازم أيضا تراكيب خلوية غير حية توجد فى شكل حبيبات إفرازية أو حويصلات إفرازية أو حبيبات مخزونة مثل الجليكوجين وحبيبات دهنية وصبغات.

العضيات

1-الميتوكوندريا

إن كل خلية من خلايا الجسم تحوى مئات الميتوكوندريا والتى تعد مصانع توليد طاقة الخلايا حيث تزود الخلايا (وبالتالى الأنسجة والأعضاء والجسم ككل) بالطاقة التى تحتاج إليها لتؤيد وظائفها .ويطلق عادة على الميتوكوندريا بيوت الطاقة الخاصة بالخلية وهى على شكل خيوط رفيعة بيضاوية أو كروية وتوجد داخل سيتوبلازم كل الخلايا حية وتحتوى على غشاءين أحدهما خارجى والأخر داخلى ذو ثنايا أو بروزات وهذان

الغشاءان يحيطان فراغين :الفراغ الأول يقع بين الغشاءين والفراغ الثانى يكون بين الغشاء الداخلى حيث تخترقه البروزات . وتحتوى الميتوكوندريا على أكثر من 70 أنزيما ومساعد أنزيم بالإضافة إلى فيتامينات ومعادن ضرورية للوظائف التى تقوم بها الميتوكوندريا وخاصة الأنزيمات التنفسية وذلك للمساعدة فى عمليات الأكسدة وانطلاق الطاقة داخل الخلايا.

ويوجد فى كل واحدة من الميتوكوندريا كثيرا من الجزيئات الحامض النووى الدى أوكسى ريبوزى (الدنا) والتى تضم عددا من الجينات لها علاقة بتوليد الطاقة . وتورث طفرات جينات الميتوكوندريا من قبل الأم فقط . وعلى ذلك فقد اتضح أن الميتوكوندريا فى الحيونات كافة تحتوى على جيناتها الخاصة بها . ومن هنا فإن باحثى الطب الشرعى قد تواصلوا إلى طريقة مقارنة شديدة الدقة للاستفادة منها فى تحديد هوية أشلاء الجنود الذين فقدو المعارك وأيضا المفقودون حوادث الطائرات وغيرها . هذا بالأضافة إلى تحديد ما إذا كان التهم فى ارتكاب جريمة ما مذنبا أم لا . ويجرى العلماء الاختبار بمقارنتهم تسلسلات أزواج القواعد النتروجينية فى جزيئات الدنا الموجودة فى الميتوكوندريا . ومازال من الأفضل إجراء المقارنة بجزيئات

الدنا الموجودة داخل نواة الخلية فى حالة توافر كمية كافية منه ؛ ذلك لانه يساعد على إقامة أوجه تماثل أو تفاوت واضحة ؛ ولكن فى كثير من الحالات تفترق الأنسجة التاحة إلى الحامض النووى الموجود داخل أنوية الخلايا لكى يصلح للتحليل (مثل خصلة شعر أو العظام الصلبة وكذلك الأسنان) بينما هذه الأنسجة تحوى كميات وفيرة من الدنا فى الميتوكوندريا .

2- **جهاز جولجى** :

لقد أوضحت الدراسات باستخدام المجهر الألكترونى أن جهاز جولجى عبارة عن أغشية ملساء الأسطح تكون انابيب أو تجاويف مستديرة متصلا بها العديد من الحويصلات ، ويوجد فى معظم خلايا الجسم ويلعب دورا هاما فى أيض الخلية ، والدور الرئيسي الجهاز جولجى يظهر بوضوح فى الخلايا التى لها وظيفة إفرازية حيث يقوم بتجميع وتغليف وأيضا تخزين النواتج الأفرازية على شكل حويصلات لحين انطلاقها . فمثلا يتم تصنيع البروتينات فى الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والتى تنتقل إلى جهاز جولجى حيث يتم تجميعها وتغليفها داخل أغشية لتكوين حويصلات إفرازية.

3-الشبكة الندوبلازمية:

تظهر الشبكه الندوبلازمية على هيئة أغشية رقيقة وتكاد تملأ المسافة من السيتوبلازم بين غشاء الخلية وغلاف النواه . ويوجد نوعان من الشبكة الإندوبلازمية : الشبكة الإندوبلازمية المحببة (الخشنة) وغير الخشنة أو الملساء

-الشبكه الاندوبلازمية المحببة (الخشنة)

تحتوى أغشية الشبكة الأندوبلازمية الخشنة على الريبوسومات والتى تتكون من الحامض النووى الريبوزى (الرنا) والبروتينات. ووظيفة هذا النوع من الشبكة الأندوبلازمية هى تصنيع وعزل المواد المفرزة وخاصة البروتينات ؛ لذا فهو يلعب دورا هاما فى نمو وتتميز الخلايا.

الشبكة الأندوبلازمية غير المحببة (الملساء)

أغشية هذا النوع لا تحتوى على الريبوسومات وأهميتة داخل الخلايا تمكن فى اشتراكه فى إنتاج الستيرودات والفوسفوليبيدات وله وطائف مختلفة أخرى فى بعض الخلايا

مثل التمثيل الغذائى للمواد الكربوهيدرات وتوصيل الأشارات العصبية فى العضلات.

4-الليسوسومات

هى عبارة عن التركيب دائرية مغلفة بأغشية وتحتوى على إنزيمات محللة (هاضمة) ووظيفتها الرئيسية مرتبطة بالهضم داخل الخلية أو ما تعرف باسم الهضم داخل السيتوبلازم . ومن الواضح أن إنزيمات الليسوسومات يتم تصنيعها فى الشبكة الأندوبلازمية الخشنة وبالتالى تنتقل إلى جهاز جولجى حيث يتم تحويرها وتغليفها إلى حويصلات الليسوسومات.

ب-المحتويات الخلوية

يقصد بالمحتويات الخلوية المشتملات داخل السيتوبلازم والتى عادة ما تكون غير دائمة الوجود داخل الخلية وهى على هيئة تجميعات لجزيئات ناتجة من الأيض كالليبيدات والبروتينات والكربوهيدرات ، وأحيانا تكون على هيئة أصباغ ، وعلى ذلك فتلك المحتويات إما أن تكون على هيئة حبيبات إفرازية وهى تكثر فى الخلايا الغدية أو حبيبات لتخزين الدهون والجليكوجين

كالموجودة فى خلايا الكبد ، أو حبيبات صبغية كالموجودة فى الخلايا الصبغية.

ج- الهيكل الخلوى: يوجد داخل كل خلايا الجسم تراكيب غير محاطة بأغشية وليس لها دور مباشر فى عمليات التمثيل الغذائى وهى :الجسم المركزى ، والأنيبوبات الدقيقة والخيوط الدقيقة.

1-الجسم المركزى :

هوجسم بيضاوى يقع قريبا من النواة فى جميع الخلايا التى لها القدرة على الانقسام ولا يوجد فى خلايا التى لا تنقسم مثل الخلايا اللعابية وكرويات الدم الحمراء.ويحتوى الجسم المركزى دورا هاما ففى عملية انقسام الخلية حيث يكون الخيوط المغزلية اثناء الانقسام .

2-الأنيبوبات الدقيقة :

يوجد داخل سيتوبلازم معظم خلايا الجسم بعض التراكيب أنبوبية الشكل وتسمى لذلك الأنيبوبات الدقيقة والتى تلعب دورا هاما فى تدعيم الخلية من الداخل وأيضا فى نقل الجزيئات وبعض العضيات داخل الخلية.

3-الخيوط الدقيقة :

الخيوط الدقيقة هى تركيب لها المقدرة على الانقباض والانبساط ؛ولذا تؤدى إلى التغير فى الشكل الخلايا وحركتها وهى لاتوجد فى كل أنواع الخلايا ولكن توجد فى كل أنواع الألياف العضلية والمعروفة باسم خيوط الأكتين والميوسين.

ثانيا: الأنسجة

عند تخصيب البويضة الناضجة بحيوان منوى تتكون الخلية المخصبة والتى تعرف باسم الزيجوت . وينقسم هذا الزيجوت انقسامات عديدة لتكوين مجموعة من الخلايا تتميز إلى ثلاث طبقات جرثومية (منبتة) وهى : الإكتودرم وهو الطبقة الخارجية للجنين ، والميزودرم وهو (الطبقة الوسطى) والاندودرم وهو الطبقة الداخلية ومن هذه الطبقات الثلاث يبدأ تكون أنسجة الجسم المختلفة .

ويعرف النسيج بأنه مجموعة من الخلايا المتشابهة تتجمع لتؤدى وظيفة عامة. وتختلف أنسجة الجسم عن بعضها البعض فى أمور كثيرة منها الشكل والتركيب والحجم وكمية

المادة الموجودة بين الخلايا ، وأيضا النشأة من الطبقات المنبتة ، وعادة تقسم أنسجة الجسم إلى أربعة أنواع رئيسية هى:-

الأنسجة الطلائية وتنشأ من ثلاث طبقات الجرثومية .

الأنسجة الضامة وتنشأ من طبقة الميزودرم.

الأنسجة العضلية وتنشأ من طبقة الميزودرم.

الأنسجة العصبية وتنشأ من طبقة الأكتودرم.

يطلق اسم النسيج الطلائى على كل الأغشية الخلوية المبطنة للتجاويف أو المغلف للأسطح .

الأنسجة الطلائية

الخصائص العامة للأنسجة الطلائية

تنشأ الأنسجة الطلائية إما من طبقة الإكتودرم أو الميزودرم أو الإندودرم .

تؤدى الأنسجة الطلائية العديد من الوظائف مثل الحماية والامتصاص والافرازات.

تتميز خلايا النسيج الطلائى بأنها متراصة ومتماسكة مع بعضها ومن هنا فإن المادة الموجودة بين الخلايا تكون قليلة جدا.

يرتكز النسيج الطلائى عادةغشاء قاعدى

لا يتخلل النسيج الطلائى أوعية دموية، ولكن تصله المادة الغذائية والأكسجين بطريقة الانتشار من الطبقة التى تقع تحته.

تتميز الأنسجة الطلائية بأنها تتجدد دائما حيث إنها معرضة باستمرار للتلف.

أنواع الأنسجه الطلائية

تنقسم الانسجة الطلائية إما طبقا لشكل وترتيب الخلايا أو طبقا للوظائف التى تؤديها . على ذلك يمكن تقسيمها إلى نوعين هما : الأنسجة الطلائية السطحية والأنسجة الطلائية الغدية .

أولا: الأنسجة الطلائية السطحية

تقسم هذه الأنسجة طبقا لشكل الخلايا وعدد الطبقات المكونة للنسيج إلى نوعين (أ)الأنسجة الطلائية البسيطة (ب)الأنسجة الطلائية المركبة (المصففة –الطبقية)

الأنسجة الطلائية البسيطة

يتكون هذا النوع من الأنسجة الطلائية من صف واحد من الخلايا وعادة ما ترتبط هذه الأنسجة الطلائية البسيطة بوظيفتى الامتصاص أو الافراز ولا تؤدى دورا هاما فى الحماية وتنقسم هذه الأنسجة طبقا لشكل الخلايا المكونة للنسيج إلى:

النسيج الطلائى الحرشفى البسيط

يتميز هذا النسيج بأن خلاياه تكون سداسية الشكل وتحتوى كل خلية على نواة مركزية كبيرة ، ويوجد هذا النوع فى المناطق التى تحدث فيها عملية انتشار عملية ترشيح حيث يبطن الأوعية الدموية والليمفية وأيضا الحويصلات الهوائية للرئتين كما يوجد كغطاء لمعظم أجزاء القناة الهضمية .

النسيج الطلائى المكعب البسيط

خلايا هذا النوع تكون مكعبة الشكل والنواة مستديرة وتقع فى منتصف كل خلية . ويوجد هذا النسيج فى كثير من الغدد وفى شبكية العين وأيضا فى الطبقة المنبتة فى المبيض .

النسيج الطلائى العمادى البسيط

تكون الخلايا فى هذا النوع مستطيلة الشكل وترتكز عمودية على الغشاء القاعدى، وأنوية الخلايا توجد قريبة من القاعدة . ويوجد هذا النوع مبطنا لقنوات بعض الغدد وبعض أجزاء القناة الهضمية مثل المعدة والأمعاء .

النسيج الطلائي العمادى البسيط المهدب

هذا النسيج يشبه النسيج الطلائى العمادى إلا أن أسطح الخلايا الخارجية تحمل أهدابا وهذه الأهداب تكون متحركة ؛لذا تسبب حدوث تيار للسوائل أو الجزيئات الدقيقة المجاورة لسطح النسيج . وهذا النوع يوجد فى تجويف الأنف والشعب الهوائية وقناة البيض وفى الرحم أيضا .

النسيج العمادى المصفف الكاذب :

هذا النوع من الأنسجة الطلائية يمكن اعتبارة أحد أنواع الأنسجة الطلائية البسيطة ؛لأن جميع خلايا

ترتكز على الغشاء القاعدى ، إلا أن أنوية هذه الخلايا تبدو مرتبة فى أكثر من صف واحد ومن هنا تم تسميتة مصفف كاذب . وينتشر هذا النوع فى القنوات الإخراجية الكبيرة وفى أجزاء من مجرى البول الذكرى .

النسيج العمادى المصفف الكاذب المهدب

يشبة هذا النوع السابق ذكره إلا أن الأسطح الحرة للخلايا تكون مزودة بأهداب . ويوجد هذا النوع مبطنا للمرات التنفسية الكبيرة وأيضا فى أجزاء من الجهاز التناسلى الذكرى.

ب-الأنسجة الطلائية المراكبة (المصففة-الطبقية).

هذه الأنواع من الأنسجة الطلائية تكون خلاياها مرتبة فى أكثر من طبقة ووظيفتها الأساسية هى الحماية وتقسم هذه الأنسجة طبقا لشكل خلايا الطبقة العليا إلى:

نسيج طلائى حرشفى مركب :-

يتكون هذا النوع من الأنسجة من عدة طبقات من الخلايا مرتبة بعضها فوق بعض . والطبقة السفلى تكون مرتكزة على الغشاء القاعدى وعادة ما تكون

عمادية أو مكعبة الشكل وذات أنوية كبيرة وتسمى طبقة ملبيجى . وتعرف أيضا بالطبقة المولدة لأنها سريعة الانقسام لسهولة وصول الغذاء إليها من طبقة النسيج الضام الموجود أسفل الغشاء القاعدى ؛ لذا تنشأ فوقها الطبقة المتوسطة التى تدفع لتكوين الطبقة العليا والتى تكون خلاياها معرضة للاحتكاك الدائم بالوسط المحيط بها ،ومن هنا تموت ويحل محلها طبقة أخرى من الداخل . ويبطن هذا النوع من الأنسجة الطلائية تجويف الفم والبلعوم والمرئ والمهبل .

نسيج طلائ حرشفى مركب قرنى

يعتبر هذا النوع حالة خاصة من النوع السابق حيث تموت خلايا السطح الخارجى للنسيج وتتحول إلى طبقة قرنية؛ ولذا تعرف باسم عملية تكوين الكيراتين وهذا يعنى تكوين طبقة سميكة غير خلوية تعرف باسم الطبقة القرنية، والتى تتكون من مادة بروتينية تسمى الكيراتين وأفضل مثال لذلك هو بشرة الجلد فى الأنسان.

نسيج طلائى مركب مكعب

يتكون عادة هذا النسيج من طبقتين أو ثلاث من الخلايا ويوجد فى قنوات الغدد ذات الأفرازالخارجى مثل الغددالعرقية و الغدد اللعابية .

نسيج طلائي مركب عمادى

يتميز هذا النوع بأن الخلايا الطبقة السطحية مستطيلة الشكل وهو موجود فى مناطق معينة فى الجسم مثل الحنجرة وبعض القنوات الإخراجية .

نسيج طلائى مركب عمادى مهدب

يشبة النسيج السابق إلا أن أسطح خلايا الطبقة الخارجية (العليا) مزودة بأهداب ويبطن هذا النيسج الوعاء الناقل فى الجهاز التناسلى الذكرى فى الإنسان .

نسيج طلائى انتقالى

هذا النوع من الأنسجة الطلائية المركبة يوجد لمجابهة التمدد أو الانبساط حيث إن خلاياه لها القدرة على تعيير شكلها طبقا للضغط الواقع عليها ؛ ولذايوجد هذا النسبج فى جدار المثانة البولية حيث يتمدد عندما تكون المثانة مملؤة بالبول وينبسط عند تفريغ المثانة .

تقسيم الانسجة الطلائية حسب الوظيفة

الأنسجة الطلائية الغدية

تخصصت هذه الأنسجة الطلائية لوظيفة محددة وهى عملية الإفرازات ولذا تعرف هذه التراكيب باسم الغدد وتنشأ الغدد فى الجنين بواسطة عملية انغماد لصف الخلايا الطلائية فى النسيج الضام الموجود تحتها .

وتوجد طريقتان لتقسيم الغدد : الطريقة الأولى تعتمد على عدد الخلايا المكون للغدة،ومن هنا تقسم الغدد إلى:

غدد وحيدة الخليه:

حيث تتكون الغدة من خلية واحدة مثل الخلية الكأسية التى توجد بين الخلايا النسيج الطلائي المبطن للقصبة الهوائية والقناة الهضمية وهذه الخلايا تقوم بإفراز مادة المخاط .

غدد عديدة الخلايا :

وهذه الغدة تتكون عدد كبير من الخلايا وتنقسم هذه الغدد بالطريقة الثانية وذلك واعتماد على المادة الكميائية التى تفرزها الغدة وأيضا طبقا لوجود أو عدم وجود قناة للغدة؛ ولذلك يوجد نوعان من الغدد عديد الخلايا ، غدد ذات إفراز خارجى وغدد ذات إفراز داخلى .

غدد ذات إفراز خارجى

وتعرف أيضا باسم الغدد القنوية وهذه الغدد لها قنوات تحمل الأفراز إلى الخارج جسم الغدة مثل الغدد العراقية التى تقوم بإفراز العرق ، والغدد الهضمية التى تقوم بإفراز العصارات الهاضمية المحتوية على الإنزيمات وتنقسم الغدد ذات الإفراز الخارجى نوعين :

غدد بسيطة

وهذه الغدد تتميز بأن قنواتها غير متفرعة وطبقا لشكل الغدة يمكن تمييز أكثر من نوه :

الغدد الأنبوية البسيطة

وهذا النوع من الغدد يكون أنبوبى الشكل ، وللغدة قناة واحدة ومن أمثلتها الغدد المعدية فى الثدييات .

الغدد الأنبوبية البسيطة الملتوية

وجسم الغدة فى هذه الحالة يكون أنبوبى الشكل وملتويا ، ومن أمثلة الغدد العرقية فى الجلد الثدييات .

الغدد الأنبوبية البسيطة المتفرغة

فى هذا النوع يتكون جسم الغدة من عدة أجزاءولكن جميعها تفتح فى قناة واحد غيرمتفرعة ومن أمثلة هذا النوع الغدد المعدية فى الضفدعة .

الغدد الحويصلية البسيطة
توجد هذه الغدد فى شكل حويصلات أو جيوب دائرية ومن أمثلتها الغدد الموجودة فى جلد الضفدع.
الغدد الحويصلية البسيطة المتفرعة
فى هذا النوع تتكون الغدة من عدة حويصلات ولكن تصب جميعها فى قناة واحدة مثل الغدد الدهنية فى الجلد

الغدد مركبة

هذه الغدد تتميز باحتوائها على عدة قنوات متفرغة ويوجد من هذه الغدد عدة أنواع طبقا لشكل جسم الغدة والذى يشبة من حيث الشكل أنواع الغدة البسيطة التى سبق ذكرها .

الغدد الأنبوبية المركبة
يتميز هذا النوع بأن قناة الغدة متفرغة وجسم الغدة أنبوبى الشكل وأفضل مثال لذلك الكلية.
الغدد الحويصلية المركبة
يتكون جسم الغدة هنا من أجزاء عديدة دائرية أو حويصلية الشكل والتى تصب إفرازاتها فى أفرع عديدة من القنوات ويعتبر البنكرياس مثالا جيدا لهذا النوع .
الغدد الحويصلية الأنبوبية المركبة

يكون جسم الغدة من عدة أجزاء بعضها أنبونى الشكل والبعض الأخر حويصلى ، وتتجمع إفرازات هذه الأجزاء فى قنوات متفرغة ، ومن أمثلة هذا النوع الغدد اللعابية.

غدد ذات إفراز داخلى لاقنويه (صماء)

وتطلق عليها هذه التسمية لأن إفرازاتها تنقل مباشرة إلى الدم حيث لاتوجد قنوات لهذه الغدد ومن هذا تسمى أيضا الغدد اللاقنويه كما تعرف أيضا باسم الغدد الصماء وإفرازاتها تسمى بالهرمونات وهى تؤدى وظائف هامة وعديدة فى الجسم ، وعلى ذلك فالغدد الصماء تلعب دوار أساسيا فى المحافظة على الاتزان الداخلى.

وظائف الأنسجة الطلائي

الحماية

تعتبر الحماية من أهم وظائف الأنسجة الطلائية ، فالبشرة تحمى الجسم ،حيث تعتبر غطاء للجسم ،الطلائية المبطنة للفم تؤدى دوار فى الحماية من أى إصابات نتيجة الاحتكاك، كما تلعب الطبقة الطلائية

المبطنة للمثانة البولية دوار فى الحماية من المواد الاخراجية عالية التركيز الموجودة فى البول .

الانتقال

يتم انتقال عديد من المواد مثل المخاط وجزيئات أخرى بواسطة أسطح الأنسجة الطلائية ويلاحظ هذا القنوات التنفسية حيث تتم عملية الانتقال بواسطة الانسجة الطلائية .

الإخراج

عديد من خلايا الأنسجة الطلائية يكون لها فى إخراج مواد مختلفة خارج الجسم مثل خروج البول وثانى أكسيد الكربون وأيضا العرق .

الإفراز (طلائية غدية)

كما أشرنا سابقا الأنسجة الطلائية المكونة للغدد تؤدى دورا هاما فى الإفراز سواء الغدد ذات الإفراز

الخارجى التى تفرز الإنزيمات ، أو الإفراز الداخلى التى تقوم بإفراز الهرمونات.

الامتصاص (طلائية بطانية)

على سبيل المثال فإن امتصاص نواتج الهضم من فراغ القناة الهضمية يتم عن طريق النسيج الطلائى المبطن للأمعاء ، وأيضا عملية إعادة الامتصاص فى الكلية تتم من خلال نسيج طلائى.

الاستقبال الحسي (طلائية حسية)

يوجد عديد من خلايا النسيج الطلائى فى أعضاء الحس مثل العين والانف وأيضا براعم التذوق فى اللسان وهذه تعمل على استقبال المؤثرات الخارجية من الوسط المحيط بالكائن.

التكاثر (طلائية منبتة)

عملية إنتاج الجاميطات (الامشاج) سواء الحيوانات النوية فى الخصية أو البويضات فى المبيض يكون منشؤها أنسجة طلائية فى المناسل(الخصية والمبيض)

الأنسجة الضامة

تنشأ الأنسجة الضامة من طبقة الميزودرم والوظيفة الاساسية لهذه الأنسجة هى ربط أنسجة وأعضاء الجسم ببعضها البعض ولذا فهى لاتوجد على السطح الخارجى . وتخلف الأنسجة الضامة عن الأنسجة الطلائية فى احتوائها على مادة وفيرة بين الخلايا والمعروفة باسم المادة بين الخلوية والتى تحتوى على ألياف . ويطلق على الخلايا والمادة بين الخلوية مع الألياف اسم عناصر النسيج الضام . وتتفاوت نسب هذه العناصر طبقا لنوع النسيج . أيضا من خصائص النسيج الضام أن خلايا قليلة ومساعدة ؛ لذا فهو غنى بالأوعية الدموية . وتقسم الانسجة الضامة إلى :

ـ الأنسجة الضامة الاصلية .

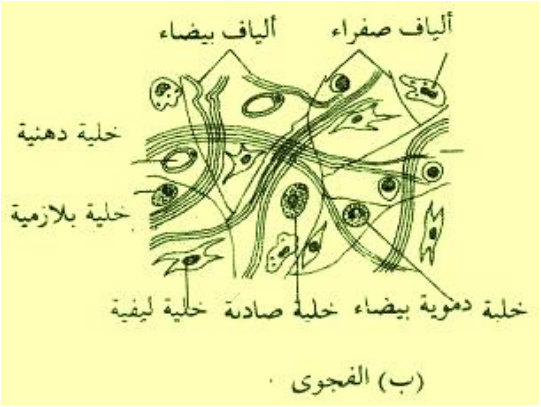
ـ الأنسجة الضامة الهيكلية.

الأنسجة الضامة الوعائية.

اولا: الأنسجة الضامة الاصلية :

هذه الأنسجة تلعب دورا هاما فى الجسم حيث تدخل فى تركيب معظم أعضاء الجسم وتظهر فيها بوضوح عناصر الأنسجة

الضامة التى سبق ذكرها وهى الخلايا والمادة الموجودة بينها **والتى باسم المادة الخلالية و الألياف .**



أنواع خلايا الأنسجة الضامة :

-

الخلايا الليفية .

هى أكثر الخلايا شيوعا فى الأنسجة الضامة ، وهى خلايا كبيرة الحجم ومتفرعة ووظيفتها الأساسية تكون وإفراز الألياف التى يتميز النسيج الضام بوجودها فى المادة.

الخلايا الأكولة .

هذه الخلايا كبيرة الحجم ومنها ما هو ثابت ومنها ما هو متجول وهى تحتوى على ليسوسومات تقوم بهضم المواد التى تلتهمهاهذه الخلايا ، ومن هنا فهى ضمن خلايا الجهاز المناعى فى الجسم حيث تقوم بمهاجمة المواد الغريبة فى النسيج وتلتهمها وتهضمها .

الخلايا الدهنية.

أنوية هذه الخلايا تكون قريبة من السطح الخارجى للخلية بسبب وجود المواد الدهنية داخلها وذلك على حساب السيتوبلازم الموجود بكميات قليلة .

الخلايا الصارية .

توجد هذه الخلايا على امتداد الأوعية الدموية وتقوم بإفراز مادة مانعة للتجلط شبيهة بالهيبارين إن تكن ممائلة له .

كريات الدم البيضاء :

يوجد فى الأنسجة الضامة أنواع عديدة من كريات الدم البيضاء ولكن الأكثر شيوعا هى كريات البيضاء الليمفية حيث تؤدى هذه الخلايا دورا هاما فى المناعة ووقاية الجسم من الأمراض.

الخلايا البلازمية :

هذا النوع من الخلايا نادرالوجود فى الأنسجة الضامة ولكن يوجد فى الأغشية المصلية وأيضا فى الأنسجة الليمفية وعموما فإن هذه الخلايا تنتشر فى الأماكن المصابة بلالتهابات .

الخلايا الصبغية .

تسمى هذه الخلايا أيضا حاملات الألوان أو حاملات الصبغ وهى توجد فى مناطق مختلفة من الجسم وخاصة تحت الجلد وفى العين ومن هنا فهى مصدر تلون الجزء الموجود فية .

ألياف النسيج الضام

يوجد نوعان من الياف النسيج الضام بين الخلايا وهما :

الألياف البيضاء (أو ألياف الكولاجين)

ألياف الايلاستين (الألياف المرنة)

الألياف البيضاء

وتعرف أيضا بألياف الكولاجين حيث إنها تتركب كيميائيا من مادة الكولاجين البروتينية ،وهذه الألياف تكون النوع الأساسى من ألياف النسيج الضام حيث

توجد فى معظم الأنسجة المدعمة ، وطبقا لوجودها فى الجسم تصنف إلى عدة أنواع:

النوع الأول من ألياف الكولاجين

ويوجد هذا النوع فى أدمة الجلد والأوتار والأربطة

النوع الأول من ألياف الكولاجين:-

ويحتوى هذا النوع على لييفات دقيقة ويوجد فى الغضروف الزجاجى.

ج- النوع الثالث من ألياف الكولاجين

هذه النوع يكون الألياف المعروف باسم ألياف الريتكيولين أو الألياف الشبكية وكانت تصنف هذه الألياف كنوع مستقل عن ألياف الكولاجين ، وذلك بسبب قابلية ارتباطها بأملاح الفضة . وعادة ما توجد هذه الألياف فى صورة شبكة مدعمة للنسيج الموجودة فية مثل الكبد ونخاع العظم ولأعضاء الليمفية .

د- النوع الرابع من ألياف الكولاجين .

هذه الألياف توجد على هيئة تركيب شبكى ولا توجد فى صورة لييفات وهى أحد المكونات الاساسية للأغشية القاعدة.

ألياف الإيلاستين .

ألياف الإيلاستين تشبة المطاط حيث إنها مرنة ومن هنا فهى تعرف أيضا باسم الألياف المرنة ، وهى أقل سمكا من الألياف البيضاء وتتفرع وتتشابك كما هو الحال فى الجلد وقد يبلغ قطرها من 10-11 ميكرونا فى بعض أنواع الأربطة.

المادة بين الخلوية

تحتوى الأنسجة الضامة الأصلية على كمية من المادة بين الخلوية والتى توجد فى صورة غروية وتحتوى على كمية كبيرة من الماء الذى يساعد على انتشار الغازات والمواد الغذائية من الأوعية الدموية إلى خلايا النسيج . والمادة الخلالية المنتشرة بين الخلايا فى الأنسجة الضامة تتركب كيميائيا من جزيئات عديدات التسكر المخاطية .

الأنسجة الضامة الأصلية

النسيج الضام الفجوى

هذا النسيج أكثر الأنسجة الضامة انتشارًا فى الجسم ويتميز بأن له له درجة كبيرة من المرونة وعادة ما يربط بين العديد من الأنسجة الأخرى ، وأيضًا بين الأعضاء المختلفة . هذا بالإضافة إلى وجودة فى منطقة الأدمة فى الجلد وبين العضلات ؛ ولذا فيمكن دراستة معمليًا فى قطاعات عديدة مأخوذة فى أعضاء مختلفة وكذلك فى تحضيرات لنسيج تحت الجلد وأيضًا المساريقا .

النسيج الضام المخاطى

يوجد هذا النسيج فى الحبل السرى وهو يحتوى على خلايا ليفية كبيرة نجمية الشكل مع عدد قليل من الخلايا الأكولة ، والمادة الخلالية تكون رقيقة وتحتوى على شبكة من ألياف بيضاء دقيقة .

النسيج الضام الدهنى

يشتمل هذا النسيج على خلايا دهنية كثيرة . تتميز الخلية الدهنية بامتلائها بالدهن على حساب السيتوبلازم ؛ ولذا تكون النواه صغيره وتقع بالقرب من السطح الخارجى للخلية . وفى جسم الإنسان يوجد هذا النسيج

فى الأماكن التى يتراكم فيها الدهن مثل انسجة تحت الجلد ، وفى نخاع العظم وحول الكليتين . ويلعب هذا النسيج دورًا هامًا كطبقة عازلة لمنع فقدان أو اكتساب الحرارة الزائدة .

وهنا تجدر الإشارة إلى وجود نوع خاص من النسيج الضام الدهنى يسمى النسيج الضام الدهنى البنى وهذا النوع شائع الوجود فى الحيوانات الثديية التى تقوم بعملية البيات الشتوى ، وفى الإنسان يوجد هذا النسيج الدهنى فى الجنين وفى مرحلة الطفولة . ويتميز هذا النسيج بأنه غنى بالشعيرات الدموية ويحتوى أيضًا على صبغ هو الذى يسبب اكتساب هذا النسيج اللون البنى .

النسيج الضام الشبكى

يتميز هذا النوع من الأنسجة الضامة بوجود العديد من الألياف الشبكية والتى تكون متصلة بالخلايا النجمية ؛ ولذا يبدو النسيج فى الشكل الشبكى . ويكون هذا النسيج الطبقة المحيطة للأعضاء الليمفيه ونخاع العظم وأيضًا الكبد والطحال .

الأنسجة الضامة الهيكلية (الغضاريف والعظام)

الغضـــاريف

مما سبق يمكن تعريف الغضاريف بأنها أنسجة ضامة هيكلية ضمن الأنواع المتخصصة حيث توجد فى حالة صلبة ولكنها تتميز بمرونتها . والغضاريف تكون الجزء الأكبر من الهيكل فى أجنة الحيوانات الفقارية وباكتمال نمو الجنين تتحول معظم أجزاء الهيكل الغضروفية إلى عظام ما عدا بعض الأجزاء التى تظل غضروفية مثل الحلقات الغضروفية فى القصبة الهوائية وصوان الأذن والأنف وأيضًا الأقراض الموجودة بين الفقرات ، وفى الألتحام العانى ، وفى الحزام الحوضى . ويتركب الغضروف من الخلايا الغضروفيه الناضجة والتى توجد مضمورة فى المادة بين الخلوية وهذه المادة تحتوى أيضًا على ألياف ويعرفان معًا باسم المادة الخلالية .

نشأة ونمو الغضروف

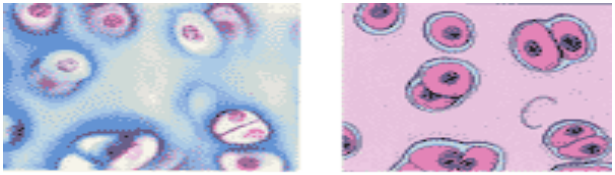
ينشأ الغضروف مثل كل الأنواع الأخرى من الأنسجة الضامة من النسيج الميزنكيمى حيث تتجمع هذه الخلايا فى مجموعات وتبدأ فى تكوين المادة بين الخلوية الخاصة بالغضروف وعندئذ يطلق على هذه الخلايا اسم الخلايا البانية للغضروف والتى تبدأ فى تكوين الليفات البيضاء وباستمرار انقسام هذه الخلايا يزاد نمو الغضروف ثم تحاط كل خلية أو مجموعة من الخلايا بغلاف أو محفظة من المادة بين الخلوية ، وهنا يطلق عليها اسم الخلية الغضروفية الناضجة . وعادة ما يحاط الغضروف بطبقة من النسيج الضام الكثيف غير منتظم والتى تعرف باسم غلاف الغضروف ، وتمتاز هذه الطبقة باحتوائها على أوعية دموية وهى التى تقوم بامداد الخلايا الغضروفية بالاكسجين والعناصر الغذائية بواسطة الأنتشار .

وتتم عملية نمو الغضروف بطريقتين : الأولى تعرف باسم النمو من داخل العضروف ، وهذا يحدث من خلال انقسام خلايا الغضروف الناضجة الصغيرة والتى ما زال لها المقدرة على الانقسام ، أما الطريقة الثانية فتعرف من باسم النمو من خارج الغضروف ، حيث يتم نمو الغضروف باضافة طبقات جديدة من الخارج وذلك بانقسام خلايا النسيج الضام الذى يكون غلاف الغضروف ثم تتحول هذه الخلايا إلى خلايا بانية للغضروف التى تساعد فى تكوين غضروف جديد .

وتقسم الغضاريف طبقًا لتركيب ونوع الألياف الموجودة فى المادة بين الخلوية إلى ثلاث أنواع .

الفضروف الزجاجى
الغضروف المرن
الغضروف الليفى

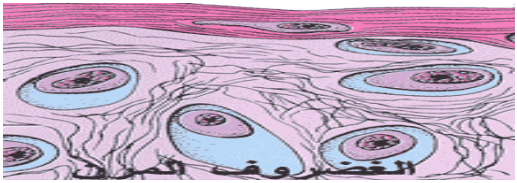
الغضروف الزجاجى (الشفاف) :



الغضروف الشفاف

ويطلق عليه هذا الاسم لأن الألياف البيضاء التى توجد فى المادة بين الخلوية تكون قليلة نوعًا ما وفى نفس الوقت تكون شفافة وغير مرئية بالعين المجردة . وهذا النوع من الغضروف يكون الهيكل العظمى للجنين ، ثم يتحول معظمة إلى عظام أثناء مراحل التطور الجنينى . ويظل الغضروف الزجاجى موجودًا فى جسم الحيوان البالغ فى نهايات العديد من العظام الطويلة كما يوجد فى الأنف وفى الحنجرة وفى الحلقات الغضروفية المدعمة للقصبة الهوائية هذا بالإضاقة إلى وجودة فى نهايات الضلوع عند اتصالها بعظمة القص فى العظام الصدرى .

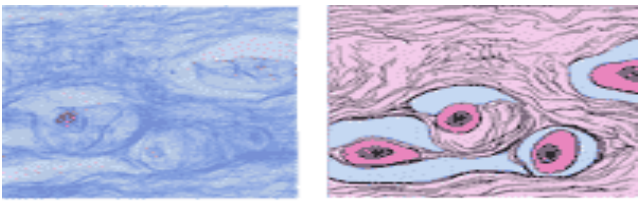
الغضروف المرن



يوجد هذا النوع من الغضاريف فى الأماكن التى تحتاج إلى التدعيم والمرونة فى نفس الوقت ، وهو يشبة الغضروف الزجاجى إلى أنه يحتوى على ألياف

صفراء لكى تعطية مرونة أكبر . ويوجد الغضروف المرن فى صيوان الأذن وفى الغضروف المدعم لفتحة المزمار الذى يعرف باسم لسان المزمار (الفتحة الموصولة للقصبة الهوائية) .

الغضروف الليفى



الغضروف الليفى

يتميز هذا النوع من الغضاريف بوجود حزم عديدة ومكثفة من الألياف البيضاء ؛ ولذا فعدد الخلايا يكون أقل مما هو موجود فى النوعين السابقين . ويوجد الغضروف الليفى فى اللتحام العانى الموجود فى الحزام الحوضى وفى القراص بين فقرات العمود الفقرى

وكما هو معروف عندما يتآكل أو يتمزق أحد هذه الأقراص فإنه يضغط على العصب الشوكى القريب منه ، وهذه الحالة تسبب آلمًا شديدة قد تكون فى العنق

أو الظهر ، أو فى أحد الأطراف ، وذلك تبعًا للعصب المضغوط عليه وبالتالى تبعًا لماكن القرص المصاب .

التغيرات التى تؤدى إلى تدهور حالة الغضروف

مع التقدم فى العمر يبدأ الغضروف فى فقد الشفافية ويقل عدد الخلايا وتنقص المادة بين الخلوية وتزيد ترسيبات المادة الزلالية بين الخلايا . ومن أهم مظاهر تدهور الغضروف هى عملية التكلس وتحدث نتيجة ترسيب فوسفات وكربونات الكالسيوم فى المادة بين الخلوية ومن هنا يصبح الغضروف أكثر صلابة وتقل بدرجة كبيرة عملية انتشار الاكسجين والمواد الغذائية ألى الخلايا وهذا يؤيدى إلى موت معظمها .

العظـــــــام :

العظام صورة آخرى من الأنسجة الضامة الهيكلية والتى توجد فى حالة صلبة وهى تكون معظم الهيكل فى الحيونات الفقارتية العليا .ونسيج العظم يشتمل على الخلايا العظمية والمادة المنتشرة بين الخلايا والتى تتميز باحتوائها على ألياف الكولاجين البيضاء وهذه الألياف الكولاجين البيضاء .وهذه

الألياف تمثل المحتوى العضوى فى تركيب العظم حيث توجد بنسبة 35% تقريبا من وزن العظام .أما المحتوى غير العضوى فيمثل تقريبا من وزن العظام. أما المحتوى غير العضوى فيمثل تقريبا65% من وزن العظام . ويترسب فى المادة بين الخلوية فيعطى العظام قوتها وصلابتها . ولأملاح غير العضوى فى العظم تشمل فوسفات الكالسيوم(حوالى 85%من وزن المادة غير العضوية)وكربونات الكالسيوم (10%)وكميات ضئيلة من فلورايد الكالسيوم وفلوريد الماغنسيوم.

الشكل العام للعظام :-

بفحص عظام الجسم بالعين المجردة يمكن تمييز نوعين من العظام هما: العظم الإسفنجى ،والعظم الكثيف .

ويتميز العظم الإسفنجى باحتوائه على فراغات واسعة توجد بين حواجز عظمية متشابكة وهذه الفراغات تحتوى على نخاع العظم ،بينما يبدو الثقوب أو الفرغات التى يحتوى العظم .

وكل عظام الجسم ما عدا أسطح التمفصل تكون محاطة بنسيج ضام كثيف غير منتظم يعرف باسم غلاف العظم الخارجى

(حول عظمى – السمحاق الخارجى)ويوجد أيضا نسيج مشابة يبطن فرغات وتجاويف نخاع العظم يسمى غلاف العظم الداخلى (السمحاق الداخلى).

وعند فحص العظم باستخدام المجهر الضوئى فإن أهم مظاهر تركيب العظم هى أن المادة بين الخلوية تكون مرتبة فى طبقات تعرف باسم الصفائح العظمية ،كذلك فإن الخلايا العظمية تقع داخل تجاويف صغيرة تعرف باسم المحافظ أو الفجوات.ولكل خلية عظمية زوائد عديدة تمتد فى قنيات دقيقة إلى الصفائح العظمية المجاورة . وتؤدى هذه القنيات وظيفة هامة لخلايا العظم حيث تعتبرطريقا لتوصيل العناصر الغذائية والأكسجين إلى الخلايا ، كما تعمل أيضا كطريق عكسى لمرور نواتج الهدم من الخلايا إلى الأوردة الموجودة فى القنوات الوسطية المخترقة نسيج العظم .

تصنيف العظام :

يوجد فى الجسم عدة من العظام تصنف على حسب الشكل إلى :-

العظام القصيرة :

هذه العظام عادة ما تكون مكعبة الشكل وتحتوى على عظام إسفنجية مغطاة بالعظم الكثيف ومن أمثلتها عظام رسغ اليد ورسغ القدم أو الكاحل .

العظام المفلطحة

تتميز هذه العظام بأنها رقيقة وتتكون من طبقتين من العظم الكثيف تحصران بينهما طبقة من العظم الإسفنجي ومن أمثلتها عظام الضلوع .

العظام الطويلة

هذه المجموعة تشمل على العظام التى تكون أسطوانية الشكل إلى حد ما وتتكون العظام الطويلة من ساق العظمة وعادة تتكون من عظم كثيف بحيط وكل من طرفى العظمة (كرودوس العظمة) يحتوى على عظم إسفنجى مغطى بعظم كثيف .

العظام غير المنتظمة

هذه العظام غير منتظمة الشكل وتختلف عن أشكال العظام التى سبق ذكرها وتحتوى أيضا على عظم إسفنجى مغطى بعظم كثيف، ومن أمثلتها العظام التى تكون الفقرات وعديد من عظام الجمجمة .

خلايا العظم

يوجد فى الأنسجة العظمية ثلاثة أنواع من الخلايا وهى المعروفة باسم :

الخلايا البانية للعظم

الخلايا العظمية الناضجة

الخلايا الهادمة للعظم

***الخلايا البانية للعظم**

هذه الخلايا تكون مرتبطة بتكوين نسيج العظم ؛ ولذلك توجد عادة على أسطح العظام حيث تترسب المادة بين الخلوية للعظام ، وهذه الخلايا تختلف فى الشكل حيث يكون بعضها مكعبا والبعض الآخرى هرميا ، وعادة ما تحتوى على نواة كبيرة والسيتوبلازم به حبيبات دقيقة تكون مرتبطة بتكوين وترسيب المادة بين الخلوية.

***الخلايا العظمية الناضجة**

كما أشرنا سابقا فإن هذه الخلايا تكون مغلفة داخل محافظ أو فجوات ولكل خلية زوائد عديدة تمتد فى قنيات دقيقة تساعد على تبادل المواد بين الخلايا وتيار الدم الذى يغذى نسيج العظم.

***الخلايا الهادمة للعظم**

وهى خلايا كبيرة الحجم متعددة الأنوية توجد مرتبطة بسطح العظم . والخلايا الهامة مرتبطة بتحلل العظم وامتصاص فعند انخفاض تركيز الكالسيوم فى الدم يزداد إفراز هرمون الغدة الجاردرقية والذى ينشط الخلايا الهادمة للعظم التى تعمل على هدم العظم ، مما يؤدى إلى تحلل أملاح الكالسيوم وارتفاع مستوى أيوناته فى الدم ، ومتى يصل تركيز الكالسيوم فى الدم إلى المعدل الطبيعى تصبح الخلايا الهادمة للعظم غير نشطة ويختفى تأثيرها .

التركيب البنائى للعظم .

غلاف العظم الخارجى

غلاف العظم أو ما يعرف باسم النسيج لعظم عبارة عن نسيج ضام كثيف غير منتظم يغطى معظم العظام فيما عدا أسطح التمفصل. وهذه الطبقة من النسيج الضام تحتوى على أوعية دموية تساعد فى إمداد خلايا العظم بالعناصر الغذائية والأكسجين .

العظم الكثيف

الصفائح حول العظم الخارجى والداخلية

وهى عبارة عن مجموعة من الصفائح العظمية المتوازية تقع تحت كل من غلاف العظم الخارجى وأيضا النسيج المحيط بالعظم الداخلى ويمتد من هذه

الصفائح قنوات فولكمان التى تخترق وتتصل بالقنوات الهافرسية . وهذه القنوات الأخيرة تحتوى على أوعية دموية وليمفية وأعصاب وهى قنوات مركزية داخل ما يعرف باسم المجاميع الهافرسية .

المجاميع الهافرسية:

هذه المجاميع الهافرسية توجد فقط فى العظم الكثيف .وكل مجموعة هافرسية تتكون من قناة هافرسية فى المنتصف محاطه بعدد من الصفائح متحدة المركز وهذه الصفائح تتكون من المادة العظمية البينية (عددها من 8-15 صفيحة)والخلايا العظمية ،والتى تترتب فى دوائر بين هذه الصفائح . وكما سبق ذكره فإن الخلايا العظمية لها زوائد عديدة تمتد فى قنيات دقيقة وتعمل على اتصال الخلايا بالقنوات الهافرسية المركزية . أيضا توجد قنوات تعمل أيضا على اتصال القنوات الهافرسية مع بعضها وتسمى وصلات بين هافرسية ومن هنا يكون نسيج العظم وحدة واحدة .

ج- الصفائح البينية

هى مجاميع من الصفائح تملاء الفراغات بين المجاميع الهافرسية .

العظم الإسفنجى

العظم الإسفنجى بسيط التركيب مقارنة بالعظم الكثيف ، وهوعبارة عن حواجز عظيمة تحتوى على عدد من الصفائح العظيمة وتنغمس فيها الخلايا داخل المحافظ وتكون متصلة مع بعضها بالقنيات الدقيقة كما يملأ الفراغات فى العظم الإسفنجى نخاع العظم .

غلاف العظم الداخلى

هذا عبارة عن طبقة رقيقة تبطن فراغات نخاع العظم وهو يشبه غلاف العظم الخارجى فى كونه نسيجا ضاما كثيفا غير منتظم.

الأنسجة الضامة الوعائية :

يقصد بالأنسجة الوعائية تلك الأنسجة التى تنشأ من الميزودرم وحيث إن المادة بين الخلوية موجودة فى صورة سائلة ؛ لذا فلابد من احتواء داخل أوعية ، وعلى ذلك تعتبر هذه

الأنسجة أحد أنواع الأنسجة الضامة التخصصة وهى تشتمل على الدم والليمف.

الــدم :

يكون الدم حوالى 7%من وزن الجسم ويتألف من:

خلايا الدم والتى تعرف أيضا باسم العناصر المكونة وهى تمثل حوالى 45%من حجم الدم .

السائل خارج الخلايا والذى يعرف باسم بلازما الدم ويمثل حوالى 55%من حجم الدم .

خلايا الدم (العناصرالمكونه)

يشتمل الدم على ثلاث خلايا هى :

1-**كريات الدم الحمراء** وتسمى أيضا خلايا الدم الحمراء

هي خلايا قرصية مقعرة الوجهين ، لا تحتوي الخلايا البالغة منها علي أنوية، تحتوي علي مادة الهيموجلوبين حمراء اللون، يوجد في 1 ملم3 من الدم 4.5-5 مليون كرة دم حمراء في الاناث، بينما 1 ملم3 من الم في الذكور يحوي من 5- 5.5 مليون كرة دم حمراء.

تعيش في الغالب 120 يوم ثم تتحطم في الطحال.

2- خلايا الدم البيضاء و هي خلايا غير منتظمة
الشكل ، تحتوي علي أنوية ، حركتها أميبية، 1 ملم3 يحتوي علي 5-7
آلاف خلية ، تزداد في حالة المرض (الالتهابات) منها أنواع مختلفة .

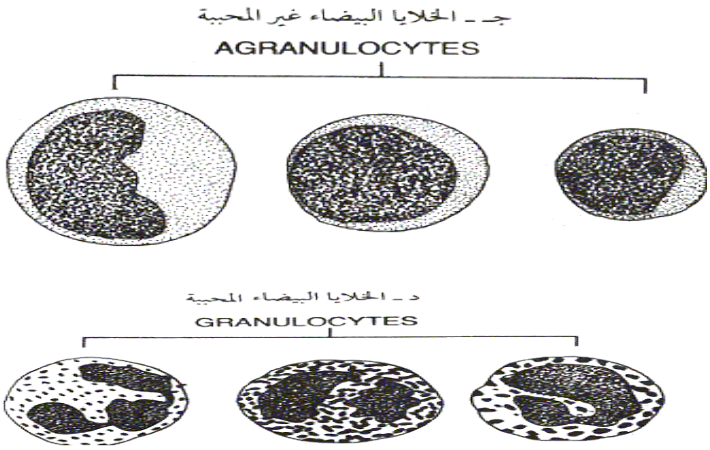
الخلايا الغير محببة : السيتوبلازم بها رائق غير محبب وتنقسم الى الكريات الكبيرة (و هذه كبيرة الحجم و النواه فيها تأخذ شكل الكلية أو حدوة الحصان) و الكريات الليمفية (و هذه صغيرة الحجم و النواه كبيره مستديرة تشغل معظم الخلية

الخلايا المحببة: و السيتوبلازم فيها محبب وتنقسم فيها حسب قابليتها للصبغات الى

المحبة للحمض ويصتبغ فيها السيتوبلازم بالصبغات الحامضية

المحبة للقاعدة ويصتبغ فيها السيتوبلازم بالصبغات القاعدة

المتعادلة و تأخذ فيها الخلايا الصبغات الحامضية و القاعدية و هى اكثر الخلايا البيضاء عددا



2- الصفائح الدموية Plaquettes sanguines

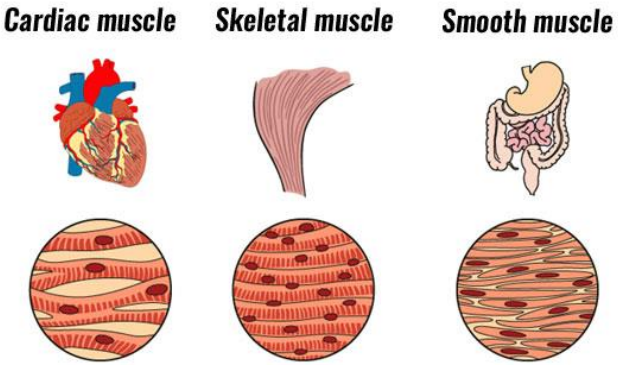
أجسام صغيرة ،عديمة اللون ، تنتج عن تفتت نوع من الخلايا الموجودة في نخاع العظام تعرف بالخلايا الكبيرة . تلعب الصفائح دورا هاما في تجلط الدم عند الإصابة بالجروح .

الباب الثاني العـضلات و الحركــة

اولا: العضلات

الأنسجة العضلية The Muscular Tissues

وهي الأنسجة المختصة بحركة الجسم وذلك لقدرتها على الانقباض والانبساط استجابة لمؤثرات عصبية وهرمونية وفيزيائية وكيميائية ، والعضلة الواحدة عبارة عن تجمع خلايا عضلية متخصصة متشابهة التركيب تولد تقلصات قوية وباتجاه واحد . وتختلف الخلايا العضلية عن خلايا الأنسجة الأخرى كونها طويلة وذات شكل مغزلي أو ليفي وتتجمع الخلايا العضلية على هيئة حزم متوازية وهي غنية بالبروتينات الليفية Fibro proteins . و الأنسجة العضلية على ثلاثة أنواع هي:


Cardiac muscle
Skeletal muscle
Smooth muscle

أنواع العضلات

١) العضلات الهيكلية:

سميت بهذا الاسم نظرًا لاتصالها بالهيكل العظمي، وكذلك فإنها تسمى بالعضلات الإرادية، وذلك نتيجة لخضوعها لسيطرة وإرادة الإنسان، ويعرف هذا النوع من العضلات المخططة؛ نظرًا لظهورها بهذا الشكل تحت الميكروسكوب.

٢) العضلات الملساء:

غير خاضعة لسيطرتنا أي عضلات غير إرادية وغير مخططة تدخل في تكوين الجزء العضلي في الأوعية الدموية والقناة الهضمية، وتتميز العضلات الملساء بأن خلاياها مغزلية الشكل، ويتحكم فيها الجهاز العصبي الذاتي (السمبثاوي والبارسمبثاوي).

٣) عضلة القلب:

غير خاضعة لإرادتنا وغير إرادية وتتميز بالقدرة على الانقباض والتوصيل للتيار الكهربائي، وكذا على الانقباض الذاتي، وتخضع لسيطرة الجهاز العصبي الذاتي، وهي تتكون من عضلات متشعبة ومتشابكة بعضها مع بعض. ونشاط

عضلة القلب ذاتي يبدأ في العقدة الجيب أذنية الموجودة في الأذين الأيمن، والتغذية العصبية للقلب، والجهاز العصبي الذاتي يعمل على تنظيم هذا النشاط.

العضلات الهيكلية

عضلات إرادية متصلة بالهيكل العظمي وعددها ٤٣٤ عضلة في الإنسان، وعلى هذا النوع من العضلات يقع العبء الرئيسي في النشاط الرياضي، والحركة والاتزان، وهذا الأداء العضلي يحدث عن طريق تفاعل الجهاز العضلي بأجهزة الجسم المختلفة، فالطاقة الكيميائية اللازمة لإنتاج العمل الميكانيكي تأتي عن طريق الهضم والتمثيل الغذائي، ثم تأتي أجهزة نقل خاصة لتحمل المواد الغذائية إلى العضلات، والفضلات إلى أعضاء الإخراج، ثم يأتي الأكسجين اللازم للاحتراق؛ نتيجة للترابط الوظيفي بين الجهاز الدوري والجهاز التنفسي، وإخراج الفضلات الزائدة والغازية، يعتمد على السعة والقدرة الوظيفية لأجهزة الإخراج، مثل الجهاز البولي والجلد والرئتين. كل هذه العمليات تنتظم وتترابط عن طريق الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء.

الخصائص التكوينية الأساسية للعضلة:

تتكون العضلة من مجموعة من الخلايا (الألياف) العضلية، والخلية العضلية أو الليفية العضلية هي أصغر وحدة تركيبية وظيفية في العضلة الهيكلية، وهي طويلة ويختلف طولها في الأجزاء المختلفة من الجسم، ففي بعض الأماكن يكون طولها عدة سنتيمترات، وأحياناً يصل طولها إلى ٣٠ سم، كذلك يتراوح قطرها بين ٥٠ – ١٠٠ ميكرون.

- وتتكون العضلة من عدة أنواع من الأنسجة كغيرها من الأعضاء، ولكن العنصر الغالب من الأنسجة فيها هو النسيج العضلي، بالطبع ويوجد بين مجموعة النسيج العضلي هذه نسيج ضام، وشبكة من الشعيرات الدموية والأعصاب. تكون كل مجموعة من النسيج العضلي حزمة عضلية التي تكون بدورها العضلة، ويختلف عدد وحجم الحزم العضلية تبعًا لحجم العضلة، لكل عضلة طرفان أحدهما المنشأ: وهو الأكثر ثباتًا، والثاني الاندماغ وهو الأكثر حركة أثناء انقباض العضلة.

- يتحول النسيج العضلي عند طرفي العضلة إلى نسيج ليفي يسمى وتر العضلة، يتصل بالعظام ويعمل على توصيل القوة الميكانيكية من العضلات إلى المفاصل والعظام.
- تنشأ العضلات من العظام وتتدعم إليها بواسطة الأوتار.
- يختلف شكل العضلة العام تبعًا لاتصالها بالعظام، فتكون مستطيلة أو مربعة أو مسطحة، وربما تكون ذات رأسين أو أكثر.
- تتكمش العضلة عند الانقباض ويقل طولها، فتعمل على تقريب الاندفاع إلى المنشأ، وذلك يحدث الحركة عند المفاصل.

التركيب المجهري لليفة العضلية:

تظهر الليفة العضلية تحت الميكروسكوب (المجهر) المعتاد مخططة تخطيطًا منتظمًا نتيجة لتوالي الحزم المضيئة (الباهتة) التي تتكون من مادة الاكتين والحزم المعتمة التي تتكون من مادة الميوسين، ويمكن ملاحظة قوية تحت الميكروسكوب العادي أن نرى خطًا قاتمًا خلال الحزمة

المضيئة يعرف بخط زد، ومنطقة مضيئة في الحزمة المعتمة تعرف بحزمة اتش.

الاتصالات العصبية بالعضلة الهيكلية:

هناك ثلاثة أنواع من الأعصاب تربط العضلة الهيكلية بالجهاز العصبي هي:

١- الأعصاب الحسية:

تنقل الإحساس من العضلة إلى الجهاز العصبي.

٢- الأعصاب المحركة:

تنقل الأوامر والإشارات من الجهاز العصبي إلى العضلة لكي تنقبض، وكل مجموعة من الألياف العضلية تتصل بفرع من العصب المحرك، ويسمى هذا الفرع ومجموعة الألياف العضلية التي تتحكم فيها بالوحدة المحركة.

٣- الأعصاب اللاإرادية:

وهي التي تتحكم في اتساع وضيق الأوعية الدموية المغذية للعضلة، وتلعب دورًا هامًا في قوة وسرعة انقباض العضلة.

خصائص العضلات

١- القدرة على الامتداد:

وهي تلك القدرة التي تمكن العضلة من التمدد بين المنشأ والاندماغ، ويلاحظ أن هذه الصفة أوضح في الصغار من الكبار، وزيادة قدرة العضلة على الامتداد تقلل من حدوث التمزق العضلي، ونتيجة لذلك يلاحظ حدوث التمزق العضلي في الكبار أكثر من الصغار.

٢- المرونة:

وهي صفة من صفات العضلات التي تمكنها من العودة بشكلها، وحجمها الطبيعي بسرعة بعد زوال المؤثر المسبب لامتداد العضلة بين المنشأ والاندماغ.

٣- الانقباض:

وهي الصفة التي تمكن العضلة من الاستجابة للمؤثرات المختلفة حتى تستطيع القيام بعمل معين، وتعمل كل وحدة حركية كوحدة مستقلة تخضع في عملها لقانون الكل أو العدم،

ويعتمد قوة الانقباض العضلي على عدد الوحدات الحركيـــة المشاركة فيه، فكلما زادت عدد الوحدات، كلمـــا زادت قـــوة الانقباض.

وظائف العضلات

أولاً: وظائف العضلات الهيكلية:

١- الحركة:

تعمل العضلات الهيكلية بتعاون وثيق مع بعضها البعض، ومن بقية أعضاء الجسم وأجهزته، حتى يتمكن الإنسان من أداء الحركة المطلوبة بكفاءة ودقة.

٢- حفظ واتزان الجسم:

العضلات الهيكلية هي العامل الأساسي في حفظ واتزان الجسم أثناء الحركة وأثناء السكون، وذلك عن طريق النغمة العضلية الدائمة.

٣- المحافظة على درجة حرارة الجسم:

من وظائف العضلات الهيكلية إنتاج الطاقة الحرارية التي تساعد في المحافظة على درجة حرارة الجسم ثابتة، وعن طريق تغير قوة النغمة العضلية الدائمة.

٤- رجوع الدم للقلب:

تعمل العضلات الهيكلية كمضخات طرفية، وبذلك تساعد رجوع الدم للقلب من الأوردة؛ حيث يؤدي انقباض العضلات الهيكلية على الضغط على الأوردة ودفع الدم في اتجاه القلب.

٥- عضلات هيكلية لها وظائف خاصة:

مثل دور الحجاب الحاجز في عملية التنفس، ودور العضلات الهيكلية المكونة للبوابات الخارجية للمثانة البولية، والمستقيم في عملية التبول والتبرز.

ثانيًا: عضلة القلب:

تعمل عضلة القلب كمضخة ماصة كباسة، ويستقبل الدم من الأوردة أثناء انبساطها، وتدفع الدم في الشرايين أثناء انقباضها.

ثالثًا: العضلات الملساء:

تقوم العضلات الملساء بوظائف متعددة تبعًا للمكان الموجودة فيه، وعلى سبيل المثال:

أ- تقوم العضلات الملساء الموجودة في الأوعية الدموية، بتنظيم المقاومة الطرفية التي تساعد في المحافظة على ضغط الدم.

ب- تقوم العضلات الملساء الموجودة في الجهاز الهضمي بتنظيم عملية الهضم والامتصاص؛ حيث تقوم العضلات الملساء الموجودة في الجهاز التنفسي بتنظيم دخول وخروج الهواء للجهاز التنفسي.

ميكانيكية الانقباض العضلي:

يحدث الانقباض العضلي نتيجة لانزلاق الحزم المضيئة (حزم الاكتين) على الحزم المعتمة (حزم اليوسين)، وذلك نتيجة لوصول الإشارة العصبية التي تحول الطاقة الكهروكيميائية إلى طاقة ميكانيكية تمكن العضلة من تأدية عمل ميكانيكي، وتعتبر مادة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات هو المنبع المباشر للطاقة، وكذلك فإن الجسم يعمل باستمرار على إعادة تكوين مادة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات عن طريق اتحاد مادة الأدينوزين ثنائي الفوسفات، ويلاحظ أيضًا أن الارتخاء العضلي يحتاج أيضًا للطاقة، ومادة التروبونيين الذي يفصل الاكتين والميوسين.

أنواع الانقباض العضلي:

أ- الانقباض متشابه التوتر:

هو الانقباض الذي تقصر فيه العضلة ولا يزيد توترهـــا، وتتمكن العضلة خلاله من تأدية عمل خارجي مثل قذف كرة بالقدم.

ب- الانقباض متشابه الطول:

وهو الانقباض الذي لا يصاحبه تغير في الطـــول بحيـــث لا تقصر العضلة، ولكن يزيد التوتر فيها، ولا يؤدي عمـــل خارجي بواسطة هذا النوع من الانقباض مثل الضغط علـــى الحائط.

فرق الجهد الغشائي أثناء الراحة:

يختلف التركيب الأيوني على جانبي جدار الخلية بحيث يكون تركيز الأيونات الموجبة على السطح الخارجي أكثر من تركيز الأيونات السالبة، بينما يحدث العكس على السطح الداخلي مما يخلق فرقًا في الجهد الكهربي بين المسطحين أثناء الراحة موجبًا في الخارج وسالبًا في الداخل، وهذا ما يسمى بـ "فرق الجهد الغشائي أثناء الراحة" ونجد على السطح الخارجي تركيزًا عاليًا لأيونات الصوديوم التي لا يسمح لها الجدار بالنفاذ إلى الداخل، كما يوجد على السطح الداخلي تركيزًا عال لأيونات البوتاسيوم، ولكي يحتفظ جدار الخلية بفرق التركيز ثابتًا بين المسطح الخارجي والداخلي، فإنه يبذل طاقة لدفع الصوديوم للخارج، والبوتاسيوم للداخل، ويبلغ فرق الجهد الكهربي بين خارج وداخل الخلية العصبية حوالي ٧٠ مللي فولت الموجب في الخارج والسالب في الداخل، ويلاحظ أن السطح الخارجي لجدار الخلية العضلية أثناء الراحة موجبًا لوجود كثرة من شحنات الصوديوم الموجبة، والسطح الداخلي يكون سالبًا لوجود كثرة من شحنات البروتين السالبة.

الاستثارة:

يؤدي وصول الإثارة العصبية إلى نهايات المحور عند نقطة الاشتباك العصبي (وهي نقطة الاتصال بين خليتين عصبيتين) إلى انفجار بعض الحويصلات الموجودة في نهاية المحور، وتخرج منها مادة الاستيل كولين (الناقل الكيميائي) التي تذهب إلى مستقبلات خاصة على جدار الخلية العصبية التالية مسببة انطلاق أيونات الكالسيوم من الثقوب الموجودة في الجدار، فتنتج زيادة في اتساع هذه الثقوب مما يؤدي إلى دخول مادة الصوديوم الموجبة، فيصبح السطح الخارجي سالبًا والداخلي موجبًا؛ أي ينعكس فرق الجهد الكهربي أثناء الراحة ويزول الاستقطاب، ثم تخرج أيونات البوتاسيوم؛ حيث يتكون ما يسمى بالشوكة الكهربية التي تستغرق وقتها يتراوح بين ١٥ – ١٠٠ مللي ثانية، ثم ما تلبث مضخة الصوديوم النشطة أن تتولى طرد الصوديوم، ويستعيد الغشاء فرق جهده الأول (– ٧٠ مللي فولت) أثناء الراحة.

وقد لا يصل انخفاض الاستقطاب إلى حد كاف ويفشل في إيجاد الإثارة العصبية في منطقة التشابك العصبي. وهذا ما

يسمى بحالة استثارة موضعية. وقد تتراكم وتتجمع لتتحـــول إلى إثارة عصبية.

انتقال الإشارة العصـــبية مـــن المحـــور إلـــى العضلة:

يتفرع المحور العصبي للخلية العصبية الحركية إلى عـــدة فروع يغذي كل فرع منها عددا من الألياف العضلية، ويسمى موضع الاتصال هذا بالصفيحة النهائية الحركية، ويطلق على المحور العصبي والألياف العضلية التي يغذيها وحدة حركية تتبع في تشغيلها قاعدة الاستجابة القصوى عند إثارتها بمؤثر كاف أو عدم الاستجابة على الإطلاق عند إثارتها بمؤثر غير كاف (قانون الكل أو العدم).

خواص انتقال الإشارة العصبية مـــن المحـــور إلى العضلة:

١- هذا الانتقال يأخذ وقتًا نتيجة إفراز مادة الاســـتيل كولين من النباتات العصبية للمحور وتجميعها، ثم تأثيرها على المستقبلات الموجودة في الصـــفيحة النهائية الحركية.

٢- هذا الانتقال يأخذ طريقًا واحدًا من المحور للعضلة وليس العكس.

٣- الصفيحة النهائية الحركية تتعرض للتعب أسرع من المحور أو العضلة.

٤- يتأثر انتقال الإشارة من المحور إلى العضلة بالعديد من الأدوية والعقاقير.

التعب أو الإرهاق العضلي:

ينشأ الإرهاق العضلي بعد فترة طويلة من المجهود العضلي الثقيل، الذي يشكل عبئًا على الجهاز الدوري والتنفسي، فضلاً عن الجهاز العصبي والعضلي، ويختلف الشعور بالإرهاق من شخص لآخر.

ومن أهم أسباب الإرهاق العضلي:

١- أسباب فرعية:

أ- أسباب خاصة بالأعصاب الحسية: وينتج الإرهاق العضلي في هذه الحالة من تراكم حمض اللاكتيك أثر

الانقباض الطويل للعضلة في غياب الأكسجين؛ مما يؤدي لاستثارة المستقبلات الحسية على أطراف الأعصاب الحسية.

ب- أسباب خاصة بالألياف العضلية: وينتج الإرهاق العضلي في هذه الحالة؛ نتيجة نفاذ مواد الطاقة بالعضلة أثر المجهود الشاق وتتابع الانقباض والانبساط.

٢- أسباب مركزية:

أ- قد يكون سبب الإرهاق هو استنفاد مادة الاستيل كولين المفرزة في نقط التشابك العصبي.

ب- وقد يكون السبب هو قصور في وظائف الخلايا العصبية الحركية؛ نتيجة الإرهاق العام، ويمكن تلافي هذا عن طريق توفير فترات راحة أثناء الإعداد الرياضي.

الألم العضلي:

هو الإحساس بالألم الشديد في العضلات وزيادة في توترها؛ نتيجة التعرض لمجهود شاق لم تؤهل هذه العضلات لمثله من قبل، وتصل هذه الأعراض ذروتها بعد ١٢ – ٢٤ ساعة، وتتلاشى تدريجيًا في ٤ – ٦ أيام.

وسبب هذه الحالة هو تهتك في النسيج العضلي خاصة عند مناطق اتصاله بالعظام، وقد تكون هذه الحالة نتيجة خروج مادة الهيتامين التي تحدث ألمًا مصحوبًا بتورم.

وهذه الحالة تحدث غالبًا للناشئين أو اللاعبين القدامى في أول الموسم الرياضي، وعادة ما تكون هذه العضلات أكثر قوة بعد الشفاء.

الباب الثـــالث

سوائل الجسم و الفيتامينات و الانزيمات

سوائل الجسم و الفيتامينات و الانزيمات

فى الحيوانات وحيدة الخلية والتى يطلق عليها اللاخلوية يكون سائل الجسم هو السيتوبلازم الموجود داخل الخلية ولكن فى الحيوانات عديدة الخلايا تنقسم سوائل الجسم إلى ما يسمى بسائل داخل الخلية وهو السائل الموجود داخل كل خلايا الجسم والسائل خارج الخلية وهو السائل الموجود خارج الخلايا ويحيط بها . وفى الحيوانات التى تحتوى على أجهزة دموية مغلقة (وهى الحيوانات الفقارية ومجموعة قليلة من اللافقاريات) ينقسم السائل خارج الخلايا إلى بلازما الدم والسائل البينى هذا بالإضافة إلى السوائل الخاصة . وتوجد بلازما الدم داخل الأوعية الدموية بينما يشغل السائل البينى _ ويسمى أحيانًا بالسائل النسيجى _ الفراغ الموجود حول الخلايا مباشرة وعند مرور المواد الغذائية والأكسجين من بلازما الأوعية الدموية والخلايا أو مرور المواد الإخراجية وثانى أكسيد الكربون من الخلايا إلى الأوعية الدموية لابد وأن تعبر هذا السائل الفاصل . ويتكون السائل البينى من ترشيح البلازما من خلال جدران الشعيرات الدموية . أماالسوائل الخاصة فهى تشمل السائل

الزجاجى والسائل المائى الموجودين داخل العين والسائل المفصلى الموجود فى المفاصل والسائل المخى الشوكى الموجود حول الدماغ والحبل الشوكى ، والذى يتم تصنيعه فى تجاويف الدماغ الأربعة .

تختلف كل سوائل الجسم سواء داخل الخلايا أو خارجها من حيث كم المواد المذابة وليس الكيف ، ولكنها تشترك جميعها فى صفة عامة واحدة وهى أن معظمها يتكون من الماء حيث تتراوح كمية الماء فى الحيوانات المختلفة من 60 : 90 % من وزن الجسم ، فجسم الإنسان على سبيل المثال يحتوى على حوالى 70% من وزنه ماء ، 50% منها سائل داخل الخلايا و 15% منها السائل البينى والنسبة الباقية وهى 5% عبارة عن ماء فى بلازما الدم .

وتحتوى سوائل الجسم على كثير من المواد العضوية وغير العضوية . **وهنا تجدر الإشارة إلى أن الصوديوم والكلوريد والبيكربونات تكون الإلكتروتيات الرئيسية فى السائل خارج الخلايا ، بينما يكون البوتاسيوم والماغنسيوم والفوسفات والبروتينات الجزء الأكبر لإلكتروليتات السائل داخل الخلايا .**

وبالرغم من أن سوائل الجسم المختلفة يفصلها عن بعضها أغشية إلا أن هناك تبادلا مستمرًا بينها سواء من حيث الماء أو المواد المذابه فيه . ويتم التبادل بين البلازما والسائل البينى عبر جدران الشعيرات الدموية لأن جدران بقية الأوعية الدموية سميكة للحد الذى لا يسمح بمرور أى مكونات الدم ما بين الخلايا . ويوجد فى الجسم عدد هائل جدًا من الشعيرات الدموية تشكل شبكات مزدحمة فى جميع أنسجة الجسم . والتبادل عبر جدران الشعيرات الدموية يشمل الماء وجميع المواد المذابة فيه عدا البروتينات الذائبة فى البلازما نظرًا لأوزانها الجزيئية الكبيرة .

الفيتامينات

الفيتامينات هى مجموعة من المركبات العضوية ذات تراكيب كيميائية مختلفة وذات أوزان جزيئية منخفضة ، تصنع عادة فى الأنسجة النباتية ويحتاجها الجسم بكميات قليلة جدا اذا ما قورنت بحاجتة الى المواد الغذائية الاخرى. ويمكن لبعض البكتيريا صنع عدد محدود منها . ولا يستطيع الانسان و لا الحيوان تصنيع مثل هذه المركبات؛ لذا فمن الضرورى وجودها فى غذاء الانسان و الحيوان ، و لكن فى عدد قليل من الحالات

يمكن ان تتكون بعض الفيتامينات فى أنسجة حيوانية نتيجة تحولات كيميائية تطرأ على مركبات تعرف باسم طلائع الفيتامينات . و مثال ذلك مركبات الكاروتين التى تعد مصدرا لتصنيع فيتامين (أ).

و الفيتامينات ضرورية لكثير من العمليات الحيوية فى الجسم ، حيث تدخل فى تركيب بعض المركبات الهامة مثل مساعدات الانزيم التى تستخدم كعوامل ناقلة فى تفاعلات التنفس الخلوى و غيرها. و هى لا تستخدم لنمو الجسم الا انها ضرورية لاكتمال نمو الجسم نموا طبيعيا. و يؤدى نفص الفيتامينات فى الغذاء الى حدوث اضطرابات خطيرة فى عمليات أيض المواد الغذائية، مما يؤدى الى اختلالات عديدة فى أنشطة الجسم و توازنة و بالتالى ضعفة و تعرضة للاصابة بالامراض. ومما تجدر الاشارة اليه أن الفيتامينات تتأثر بالحرارة تأثرا كبيرا ، فتقل قيمتها تبعا لذلك.

وتقسم الفيتامينات حسب ذوبانها فى الدهون أو فى الماء الى نوعين هما فيتامينات تذوب فى الدهون و هى (أ A، د D، هـ E ،كK) و فيتامينات تذوب فى الماء و هى فيتامينات ب المركبB-complex و فيتامين ج C. و بالنسبة للفيتامينات

التى تذوب فى الدهون فهى تمتص مع المواد الدهنية فى الامعاء الدقيقة و بالتالى فان الخلل فى امتصاص المواد الدهنية يؤدى الى نقصها فى الجسم ، كما قد تخزن و تتراكم هذه الفيتامينات فى الجسم مما يؤدى الى حدوث تسمم اذا كانت جرعتها تزيد عن احتياج الجسم و عن قدرته على خزنها .

أما الفيتامينات التى تذوب فى الماء و التى تشتمل على مجموعة فيتامينات ب و ج فهى تعمل كمجموعات مرافقة لكثيرمن الانزيمات فضلا عن انها عوامل مساعدة للوقاية من عدد كبير من الامراض ، و لا تشكل زيادة هذه الفيتامينات أية خطورة على الجسم اذ يمكن التخلص منها عن طريق الكلى . و هنا تجدر الاشارة الى ان مجموعة فيتامينات ب قد وضعت فى مجموعة واحدة لان أصل هذه الفيتامينات يتكون من مركبات متشابهة و توجد أيضا فى الطبيعة معا.

مع ملاحظة أن معظم الفيتامينات موجودة بكميات كافية فى الخضروات و الفواكه الطازجة و فى اللبن و البيض و اللحوم و كلها مواد غذائية متوافرة ؛ لذا يجب أن يكون الغذاء محتويا على مواد طازجة و من مصادرها الطبيعية و بكميات كافية.

أ) الفيتامينات التى تذوب فى الدهون:

1- فيتامين أ: يختزن هذا الفيتامين في الكبد وكذلك فى شبكية العين. يؤدى النقص فى فيتامين أ اولاً الى العشى الليلي ثم بعد ذلك الى جفاف الملتحمة ، وفي احوال النقص القصوى يحدث تاخر فى نمو الهيكل العظمى وتشققات فى الجلد، ويوجد فيتامين أ فى صفار البيض وفى بعض الفواكه والخضراوات كالمشمش والخس والطماطم والجزر.

2- فيتامين د: يساعد فيتامين د على امتصاص الكالسيوم من القناة الهضمية، ويؤدي نقص فيتامين د الى لين العظام ومرض الكساح وخصوصاً عند الاطفال، ويوجد هذا الفيتامين فى زيت كبد الحوت والكبده والزبد وصفار البيض واللبن، كما ان تعرض الجسم لاشعة الشمس او للاشعة فوق البنفسجية يحول املاح هذا الفيتامين الموجودة بالجسم الى فيتامين د.

3- فيتامين هـ: نقصه يسبب العقم ويلعب دوراً هاما فى النضج الجنسي، ويوجد فى الخضروات وصفار البيض والزيوت النباتية.

4- فيتامين ك: ونقصه يسبب نزيفا مستمرا عند حدوث اى جرح ويوجد فى صفار البيض والخضروات

ب) الفيتامينات التى تذوب فى الماء :

مجموعة فيتامينات ب : وهي مجموعة مركبة وتتكون من الفيتامينات الاتية:

1- فيتامين ب1: نقصه يسبب مرض البري بري وهو ضعف عام لعضلات الجسم مع نقص افراز العصارات الهاضمة وفقد الشهية، ويوجد فى الخضروات والقمح والخميرة.

2- فيتامين ب 2: نقصه يسبب التهاب وتشقق الجلد خصوصا على جانبي الفم واللسان وقرنية العين، ويوجد هذا الفيتامين فى الخميرة واللبن والكبده وبياض البيض.

3- فيتامين ب3: وهو مهم لعملية النمو ونقصه يسبب حدوث اسهال واضطرابات عصبى، ويوجد فى اللبن والخميرة والفول.

4- فيتامين ب6: يساعد فى ايض المواد ابروتينية ويوجد فى الخميرة والعسل الاسود والكبد واللبن والبقول.

5- فيتامين ب12 : نقصه يسبب الانيميا، لان الفيتامين مسئول عن تكوين كرات الدم الحمراء، ويوجد فى الكبد واللبن والكلاوي واللحم.

6- فيتامين جـ: نقصه يسبب مرض الاسقربوط، واعراضه انفجار الشعيرات الدموية وضعف الاسنان ونزيف اللثة، وهذا الفيتامين يكثر فى الموالح والكرنب

الانزيمات

إن جميع التفاعلات الحيوية داخل الجسم تحتاج الى إنزيمات ، و لا يتم التفاعل الحيوى بدون إنزيم خاص ، و أحيانا يحتاج الإنزيم الى ما يسمى بمساعد الإنزيم coenzyme لتنشيطه. و من خصائص الإنزيمات أنها مواد بروتينية متخصصة حيث إن كل إنزيم متخصص لنوع من التفاعلات . فإنزيمات الهضم منها الخاص بهضم المواد الكربوهيدراتية و اخرى تساعد فى هضم البروتينات ، و إنزيمات هاضمة للدهون . و حيث إن جميع الإنزيمات تتميز بطبيعتها البروتينية ؛ لذلك فهى تتأثر بارتفاع ددرجة الحرارة ، وتسمى درجة الحرارة التى يصل عندها الإنزيم لنشاطه الأقصى بدرجة الحرارة المثلى. أيضا لكل إنزيم رقم هيدروجينى أمثل فبعض الإنزيمات تعمل فى وسط حمضى، بينما تحتاج إنزيمات أخرى وسطا قاعديا . و كثير من الإنزيمات تحتاج وجود بعض المعادن مثل الزنك و النحاس، أو لبعض الفيتامينات و تعرف مثل هذه المواد أو العناصر الضرورية لنشاط الإنزيمات بمساعدات الإنزيمات.

و تفرز بعض الانزيمات فى صورة غير نشطة ؛ لذلك لابد من وجود مواد خاصة تنشطها ، فعلى سبيل المثال إنزيم الببسين يفرز فى المعدة فى صورة غيرنشطة تسمى الببسينوجين و التى تتحول فى وجود حمض الهيدروكلوريك و الذى يفرز فى المعدة أيضا الى الببسين النشط. و تعمل الإنزيمات كعوامل مساعدة لزيادة سسرعة التفاعلات الكيميائية. و معظم الإنزيمات عملها عكسى حيث إنها تساعد التفاعلات الكيميائية فى الاتجاهين.

الباب الرابع

التغذية و الهـضم و الامتصاص

التغذية والهضم و الإمتصاص

التغذية

تحتاج الكائنات الحية الى المواد الغذائية التى تمدها بالطاقة و تساعدها فى تكوين أنسجة جديدة، تلك الطاقة التى تطلق بواسطة تكسير الروابط االكيميائية فى المركبات المعقدة و التى يحصل عليها الكائن الحى من البيئة المحيطة به ، و يحولها الى مركبات أقل تعقيدا. و تعتبر الشمس هى المصدر الأساسى للطاقة حيث تمتص جزيئات الكلوروفيل فى النباتات الخضراء أشعة الشمس و تحول جزءا من هذه الطاقة الى مواد كربوهيدراتية تحتوى على روابط كيميائية ذات طاقة عالية . و تعتبر النباتات الخضراء من الكائنات الحية الذاتية التغذية ، حيث تتطلب فقط الحصول على مركبات غير عضوية من البيئة المحيطة لكى تنتج المواد العضوية مثل النشا . وهناك بعض أنواع من البكتيريا ذات تغذية كيميائية حيث تحصل عللى الطاقة من التفاعلات الكيميائية غير العضوية. أما الحيوانات فهى تعتبر من الكائنات متباينة التغذية حيث تعتمد فى تغذيتها على

المركبات العضوية التى تحصل عليها من النباتات و الحيوانات الاخرى و التى سوف تستخدمها فى النمو و الانشطة الحيوية ، معنى ذلك أن غذاء الحيوانات عادة ما يتكون من أنسجة الكائنات الأخرى المعقدة و التى يصعب امتصاصها مباشرة بواسطة خلايا الجسم؛ لذا يجب تكسيرها أو هضمها إلى جزيئات صغيرة يسهل امتصاصها.

و يمكن تقسيم الحيوانات الى عدة مجموعات على أساس طريقة التغذية ؛ فمنها أكلات الأعشاب Herbivorous التى تتغذى اساسا على النباتات ، و آكلات اللحومcarnivorous التى تتغذى على لحوم الحيوانات ، و هناك نوع أخر يتغذى على كل من الأعشاب و لحوم الحيوانات و يسمى متنوع التغذية Omnivorous . وعموما فإن عملية التغذية تعنى ابتلاع الطعام و تحويله الى مواد بسيطة بواسطة الهضم لكى تتكون جزيئات ذائبة تمتص بواسطة الدم الى أعضاء الجسم المختلفة حيث تتم أكسدة نواتج الهضم لكى تنتج الطاقة اللازمة لكل أنشطة الجسم . ومن المعروف أن كثيرا من الطعام لا يستخدم فى الحال و لكن يختزن لاستعماله مستقبلا عند الحاجة إلية .

ويوجد بعض من الحيوانات التى تستطيع امتصاص غذائها بطريقة مباشرة من البيئة المحيطة بها ، مثال ذلك الطفيليات التى تعيش فى الدم و الامعاء و التى تستطيع الحصول على غذائها فى هيئة جزيئات عضوية بواسطة الامتصاص السطحى و قد تمتص بعض الحيوانات اللافقارية المائية جزءا من احتياجاتها الغذائية مباشر من المياه.

و يحتوى الغذاء عادة على مواد عضوية و التي تحتوي علي الكربون و الهيدروجين و الاكسجين بصفه اساسية مثل الكربوهيدرات ،البروتينات و الدهون .....والمواد غير عضوية ، وفيما يلى نبذة عن المكوانات غير العضوية فى الغذاء.

1- الماء

الماء عنصر أساسى للحياة لذا تحتاج كل الحيوانات الى وجود الماء فى غذائها وتتراوح كمية الماء فى أجسام الحيوانات المختلفة ما بين 70-90% من وزن الجسم ، و تختلف نسب الماء فى الأنسجة المختلفة فى جسم الحيوان الواحد فنجدها مرتفعة فى بعض الأنسجة مثل الكلية و الكبد و الدماغ (حوالى 80%) ، بينما أقل نسبة من الماء نجدها فى العظام . ايضا فإن كمية الماء تتغير

تبعا لعمر الحيوان فهى أعلى فى الحيوانات الصغيرة عنها فى الحيوانات المتقدمة فى العمر . و الماء هو الوسط المناسب لجميع العمليات الفسيولوجية التى تتم فى الجسم كالهضم و الايض و أيضا لنقل الافرازات المختلفة للخلايا مثل الهرمونات و الانزيمات. كما يؤدى الماء دورا هاما فى انتقال المواد الغذائية عن طريق الدم بعد هضمها الى خلايا الجسم المختلفة، كما يساعد الماء فى نقل المواد الاخراجية سواء فى صورة بول أو فى التخلص من فضلات الغذاء على شكل براز ، كما أن الماء يساهم فى تنظيم درجة حرارة الجسم أثناء العرق، وكلما زاد مجهود الانسان أو كلما ارتفعت حرارة الجو زاد افراز العرق.

وهناك اتزان بين ما يتناوله الانسان من ماء و بين ما يفقده ، فمثلا عند شرب كميات كبيرة من الماء فإنه يزداد تبعا لذلك اخراج كميات كبيرة من البول ، بينما عند فقد كميات كبيرة من الماء عن طريق العرق فإن كميات البول تقل . و يصل الماء للجسم عن طريق ثلاثة مصادر هى : ماء الشرب ، و الماء الداخل فى

تركيب المواد الغذائية ، و كذلك الماء الذى يتكون داخل خلايا الجسم أثناء التفاعلات الكيميائية فى الأيض.

2- العناصر المعدنية

مع أن جسم الانسان أو الحيوان يحتاج إلى كميات قليلة من العناصر المعدنية إلا أنها ضرورية جدا للجسم و لا يمكن الاستغناء عنها . ومن أهم هذه العناصر الصوديوم و البوتاسيوم و الكالسيوم و الفسفور و الحديد وهى التى يحتاج اليها الجسم بكميات كبيرة نسبيا ، هذا بلاضافة الى عدد أخر من العناصر التى يحتاج اليها الجسم ولكن بكميات صغيرة جدا مثل الماغنسيوم و اليود و النحاس و المنجنيز و الفلور و الكوبلت . و توجد العناصر المعدنية بكثرة فى الفواكه و الخضروات . ويؤدى نقص هذه العناصر فى الغذاء الى فقدان الشهيه و ظهور بعض الأمراض. وفيما يلى وظائف بعض العناصر المعدنية:

1- يعمل الكالسيوم على تجلط الدم عند حدوث جرح ، ولذا يلعب دوراهاما فى منع النزيف.

2- يدخل كل من الكالسيوم و الفوسفورفى تكوين العظام و الأسنان.

3- يؤدى الكالسيوم دورا هاما فى انقباض العضلات و كذلك فى انطلاق المواد الكيميائية الموصلة للاشارات العصبية من نهايات الألياف العصبية.

4- يساهم عنصر الحديد فى تكوين كريات الدم الحمراء ؛ لذا فنقص الحديد فى الجسم يسبب أحد أنواع فقر الدم المعروف بالأنيميا.

5- تقوم كلا من أيونات الصوديوم و البوتاسيوم بدور فعال فى حساسية الانسجة العصبية و الألياف العضلية وبالتالى فى نقل الأشارات العصبية .

6- تؤدى معظم العناصر المعدنية دورا هاما فى تنظيم الضغط الأسموزى لسوائل الجسم.

7- تعمل العناصر المعدنية على تنظيم الأس الهيدروجينى للدم.

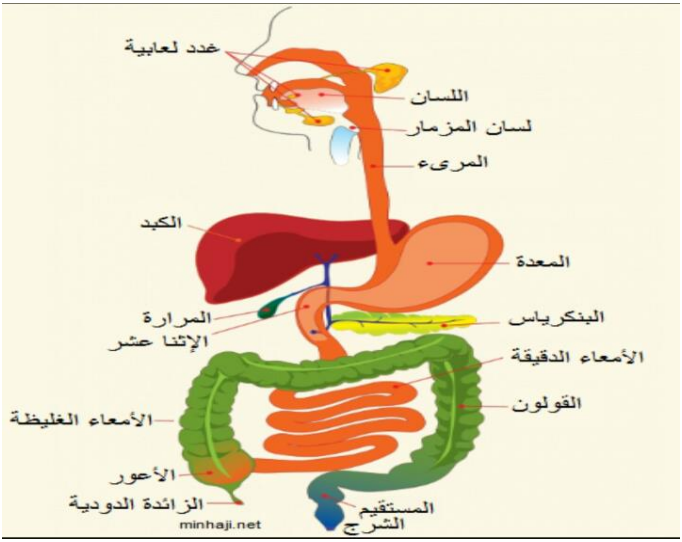
8- عنصر اليود ضرورى لتصنيع هرمون الثيروكسين الذى تفرزه الغدة الدرقية ؛ لذا فنقص اليود فى الجسم يؤدى الى نقص افراز هرمون الغدة الدرقية .

الجهاز الهضمى فى الانسان The Human Digestive system

هناك عمليات طبيعية و كيميائية يتم بها هضم الغذاء الذى يتناوله الانسان و لايضاح هذه العمليات يجب ان نتعرف معها على أجزاء الجهاز المعدى المعوى و الذى يتكون من أ- القناه المعدية المعوية – ب- الأعضاء الغدية.

أ- القناه المعدية المعوية Gastrointestinal Tract (GIT)

و تشمل الفم ، البلعوم ،المرئ ،المعدة ،الامعاء الدقيقة ، الامعاء الغليظة و المستقيم .



الفم The Mouth : الفم يتكون من الفكين و الاسنان و هو تكوين معقد يقوم بهدم الغذاء ميكانيكيا و بدرجة أقل كيميائيا، و هو بداية القناه الهضمية و فيه يبدأ الهضم بمضغ الطعام فالاسنان الحادة من الامام تشرح الغذاء و تقطعه فى حين ان الضروس تقوم بطحن الغذاء و تحولة الى قطع صغيرة يسهل بلعها . و أثناء طحن الغذاء فى الفم يضاف اليه اللعاب الذى تفرزه ثلاث أزواج من الغدد اللعابية وهى غدد خارجية الافراز توجد بالتجويف الفمى و تصب افرازاتها فى الفم عن طريق قنوات. و ينبه افراز اللعاب بواسطة رائحة الغذاء و الشعور به و طعم الغذاء و أحيانا التفكير فيه ، أما وظائف اللعاب فهى :

1. احتواءه على المخاط الذى يعمل على ترطيب و لزوجة قطع الغذاء الصغيرة فيجعلها سهلة البلع.
2. قتل بعض انواع البكتيريا عن طريق ما يحتويه من انزيمات أو أجسام مضاده.
3. يسبب ترطيب الفمو بالتالى المساعده على الكلام.
4. يحتوى اللعاب على انزيم الأميليز و الذى يقوم بالهضم الجزئى للسكريات العديده.

5. اذابة بعض المواد و المساعده على تذوقها، فالجزيئات الذائبة من الأكل تستطيع التفاعل مع المستقبلات الكيميائية بالفم مما يعطى الاحساس بطعم الغذاء.
6. يعمل اللعاب على تنظيم و تطهير الأسنان حيث يزيل البكتيريا و بقايا الطعام.

و المعروف أن هناك ايقاع بيولوجى فى افراز اللعاب فافراز اللعاب ينقص بدرجة كبيرة اثناء النوم وبالتالى فان البكتيريا تتراكم على سطح الاسنان و تقوم بهضم الجزيئات الصغيرة المتبقية من الطعام حيث تنتج بعض الروائح الكريهه و التى تظهر عند الاستيقاظ.

اللسان Tongue : يلعب اللسان دور هام فى بلع الطعام بعد مضغه و بالاضافة الى انه يساعد على الكلام فهو يحتوى ايضا على مستقبلات التذوق او براعم التذوق و الموجوده على السطح العلوى من اللسان . و براعم التذوق هذه تنشط بواسطة أربعة أنواع أساسية من النكهات و هى : الحلو ,اللازع ، الحاذق (الملحى) والمر و عملية خلط اكثر من نكهه من هذه النكهات بجانب الروائح التى تصاحب كل نكهه على حده يعطى الاغذية تشكيلة متنوعه من التذوق .

البلعوم Pharynex و الحركة الدودية فى **المرئ Esophagus** : البلعوم و المرئ ليس لهم دور فى عملية الهضم و لكنهم عبارة عن طريق لتوصيل الغذاء الى المعدة ، و يقوم لسان المزمار Epiglottis بمنع الغذاء المار من البلعوم الى المرئ من دخول القصبة الهوائية Trachea أثناء عملية البلع

المعدة Stomach

تشبه الكيس و هى عضو عضلى قابل للتمدد وتقوم بعدة وظائف أهمها :

1- تخزين و اسالة الغذاء
2- يحدث بها هضم جزئى للغذاء
3- تنقل محتوياتها الى الامعاء الدقيقة بعد جعلها فى شكل خلطة شبه سائلة تسمى الكيموس.

ويتم هذا النقل فى نبضات محددة تتناسب مع عمليتى الهضم و الامتصاص بالامعاء الدقيقة. و المعدة تقع فى الجانب الايسر من التجويف الصدرى حيث يقوم بحمايتها جزئيا القفص الصدرى. و يوجد عند اتصال

المعدة بالمرئ صمام وظيفى يسمى الصمام المعدى المريئ وهو ناتج عن زيادة بسيطة فى سمك الجدار العضلى للمعدة عند اتصالها بالمرئ وفائدة هذا الصمام هو منع الغذاء بعد دخول الحامض الموجود بالمعدة من العودة إلى أعلى حيث يسبب هذا تهيج للمرئ وحرقان فى فم المعدة .وعند وصول الغذاء إلى الجزء السفلى من المرئ يفتح هذا الصمام ليسمح للغذاء بالدخول إلى المعدة ثم يقفل فى الحال ليمنع نفاذ الحامض المعدى HCL إلى المرئ والغدد المبطنة للمعدة تقوم بإفراز حمض الهيدرو كلوريك المعدى بالإضافة إلى سائل مائى لتحويل الغذاء إلى عجينة ومجموعة انزيمات هاضمة للبروتين تسمى فى مجملها بالببسين وتفرز انزيمات الببسين فى صورة غير نشطة تسمى ببسينوجين و يقوم حمض الهيدروكلوريك بتحويلها الى الصورة النشطة ببسين.

ببسينوجين ⟵ HCL ببسين

(صورة غير نشطة) (صورة نشطة)

والوظيفة الاساسية لحمض الهيدوكلوريك هى :

*اذابة أجزاء الغذاء عن طريق عمله على تغير تأين الجزيئات المستقطبة خصوصًا البروتينات .

*يعمل على تكسير النسيج الضام الخارج خلوى والذى يشكل الهيكل التركيبى لأنسجة الغذاء (يقوم بإسالة الغذاء) .

*ينشط الحامض المعدى الببسينوجين والذى يفرز فى صورة غير نشطة يحولة إلى انزيم الببسين النشط .

*يقلل من التأثير الضار للعديد من الميكروبات التى تصل إلى المعدة مع الغذاء .

*يعمل على تجبن اللبن فى المعدة مما يعطى فرصة لإنزيم الببيسن لهضم جزء من بروتين اللبن .

الهضم فى منطقة الأمعاء :

تنتقل المادة الغذائية مختلطة بالعصارة المعدية من المعدة إلى الأمعاء بفعل انقباض العضلات الملساء الموجودة فى جدار المعدة . ومن المعروف ان الحركة

الرئيسية لجدار المعدة هى الحركة الدودية . وعلى ذلك فعند وصول المادة الغذائية إلى الجزء الأول من الأمعاء والمعروف باسم الإثنى عشر يختلط بنوعين من العصارة هما العصارة البنكرياسية والتى يقوم بإفرازها البنكرياس والعصارة الصفراوية والمعروفة باسم الصفراء والتى تصل إلى الأثنى عشر من الكبد الذى يقوم بتصنيعها أو من الحوصلة المرارية التى تقوم بتخزينها . ويطلق على المادة الغذائية عند اختلاطها بهذه العصارات الإثنى عشر اسم الكيموس . وعند اختلاط الكيموس بالعصارة البنكرياسية والصفراء يتم معادلة حموضة المعدة نتيجة احتواء كلتا العصارتين على نسبة عالية من مادة البيكربونات وهذا يساعد على اتمام عملية هضم الغذاء فى منطقة الأمعاء ، حيث أن جميع الإنزيمات التى تعمل فى منطقة الأمعاء ذات رقم هيدروجينى يقترب من الوسط المتعادل أو قليل القاعدية وسوف يكمل عمليات الهضم فى الأمعاء العصارة المعوية والتى تفرز من غدد المعاء نفسها .

العصارة البنكرياسية

تعتبر العصارة البنكرياسية من أهم العصارات الهاضمة لاحتواءها على انزيمات تساعد فى هضم المركبات العضوية الرئيسية الموجودة فى الغذاء وهى المواد الكربوهيداتية والبروتينات والدهون ، هذا بالإضافة إلى احتوائها على مادة البيكربونات والتى اشرنا إلى وظيفتها من قبل . وانزيمات العصارة البنكرياسية هى :

1. **انزيم التربسين**

يفرزهذا الانزيم فى صورة غير نشطة تسمى تربيسنوجين

والذى يتحول الى الصورة النشطة تربسين فى الامعاء بواسطة انزيم يسمى الانتيروكينيز يفرز من غدد الامعاء، هذا بالاضافة الى ان التربسين النشط يقوم بتنشيط التربسينوجين وهذا يعرف باسم التنشيط الذاتى ، و انزيم التربسين يكمل هضم البروتينات الذى بدأ فى المعدة بواسطة انزيم الببسين.

2. **انزيم الكيموتربسين**

هذا الانزيم يفرز ايضا فى صورة غير نشطة ويسمى كيموتربسينوجين و الذى يتحول الى الصورة النشطة بواسطة انزيم التربسين ، وهذا الانزيم يساعد فى هضم البروتينات (يكمل عمل كلا من الببسين و التربسين).

3. **انزيم الكربوكسى ببتيديز**

يساعد هذا الانزيم فى هضم البروتينات بتكسير الروابط الببتيدية الطرفية القريبة من مجموعة الكربوكسيل وذلك فى أى سلسلة ببتيدية فى جزئ البروتين .

4. **انزيم الأميليز البنكرياسى**

يكمل هذا الإنزيم هضم النشا الذى بدأ فى الفم عن طريق الاميليزاللعابى .

5. **إنزيم الليبيزالبنكرياسى**

يقوم هذا الإنزيم بهضم المادة الدهنية إلى أحماض دهنية وجلسيرول وذلك بعد تحويلها إلى مستحلب بواسطة الصفراء التى تأتى من الكبد أو الحوصيلة المرارية .

6. **إنزيم الكوليسترول إسترهيدروليز**

يفرز هذا الإنزيم فى صورة نشطة ويعمل على تحويل مركبات إسترات الكوليسترول إلى كوليسترول وأحماض دهنية وهذا الإنزيم يؤثر أيضًا فى روابط الإستر لمركبات ثلاثى الجلسريدات وينتج عن ذلك الأحماض الدهنية والجلسيرول .

7. **إنزيم الفسفوليبيز**

يفرز هذا الإنزيم فى صورة غير نشطة ويقوم إنزيم التربسين على تنشيطة حيث يؤثر الإنزيم النشط فى تحويل الفسفوليبيدات إلى الليسولسيثين وأحماض دهنية .

العصارة الصفراوية

يقوم الكبد بتصنيع وإفراز العصارة الصفراوية والتى تعرف باسم الصفراء والتى تحتزن فى الحويصلة المرارية والكبد يعتبر أكبر غدة قنوية فى الجسم ويوجد تحت الحجاب الحاجز مباشرة . وتتكون المادة العضوية فى الصفراء من حوالى

50% أحماض و2% أصباغ مثل البيليريوبين و4% كوليسترول و40% فوسفوليبيدات هذا بالإضافة إلى احتواء الصفراء على الماء والإلكتروليتات . ويعمل الكبد على ربط أحماض الصفراء بالحامض الأمينى الجليسين أو التورين لتكوين أملاح الصفراء .

العصارة المعوية

تفرز غدة الأمعاء الدقيقة عصارة معوية تحتوى على مادة البيكربونات والتى تساعد فى معادلة حموضة المعدة بالإضافة لوجود إنزيمات هاضمة وهى جزء من أغشية الخملات للأمعاء الدقيقة ومن هذه الإنزيمات :

1. إنزيم الأنتيروكاينيز.. الذى يساعد فى تحويل التربسينوجين غير النشط إلى إنزيم التربسين النشط .
2. مجموعة من الإنزيمات التى تساعد فى هضم البروتينات منها :

- إنزيم الأمينوببتيديز .. والذى يعمل على تكسير الرابطة الببتيدية الطرفية والقريبة من مجموعة

الأمين NH_2 - وذلك فى سلسلة قصيرة من الببتيدات .

- إنزيم ثنائى الببتيديز والذى يعمل على تكسير الرابطة الببتيدية التى تربط بين اثنين من الأحماض الأمينية فى مركب ثنائى الببتيد .

3. إنزيمات هضم ثنائيات التسكر والمعروفة باسم السكريديز الثنائية والتى تعمل على تكسير ثنائيات التكسر إلى أحاديات التكسر مثل :

- إنزيم السكريزوالذى يحول السكروز إلى جلوكوز وفراكتوز .
- إنزيم اللاكتيز والذى يحول اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز .
- إنزيم المالتيز والذى يحول المالتوز إلى جلوكوز .
- إنزيم التريهاليز والذى يحول التريهالوز إلى جلوكوز .

ملحوظة : السكر الثنائى التريهالوز هو سكر ناتج من ارتباط جزيئين من الجلوكوز بين ذرتى الكربون رقم (1) فى كل جزئ ومن أهم مصادر الخميرة والفطريات.

الإمتصاص

تمتص معظم نواتج الهضم فى الأمعاء الدقيقة حيث توجد الخمالات والتى تزيد من مساحة السطح فى منطقة الأمعاء حيث تنتقل المواد الغذائية بعد هضمها من تجويف الأمعاء إلى الدورة الدموية :

1. *امتصاص المواد الكربوهيدراتية*

تمتص المواد الكربوهيدراتية فى الصورة البسيطة المعروفة باسم احاديات التسكر (جلوكوز ، فراكتوز ، جالاكتوز) حيث يمتص كل من الجلوكوز والجالاكتوز بالنقل النشط الثانوى ، ولذا فالصوديوم يمر من تجويف الأمعاء إلى خلايا الأمعاء عن طريق النقل المشترك وينتقل الجالاكتوز بواسطة بينما ينتقل

الفراكتوز بطريقة مخالفة حيث يصل إلى الخلايا الطلائية فى منطقة الأمعاء بواسطة الانتشار الميسر .

2. *امتصاص البروتينات*

ان عملية امتصاص البروتينات تكون فى صورة أحماض أمينية وأيضًا فى صورة ثنائى وثلاثى الببتيدات فالأحماض الأمينية تنتقل من تجويف الأمعاء إلى الخلايا الطلائية بواسطة النقل النشط الثانوى، بينما ثنائى وثلاثى الببتيدات فتنتقل أولاً إلى الخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء بنفس الطريقة ولكن متى أن وصلت إلى خلايا الأمعاء فإنه يتم هضمها إلى أحماض أمينية عن طريق إنزيمات الببتيديزات الموجودة فى سيتوبلازم خلايا الأمعاء .

3. *امتصاص الليبيدات*

تمتص نواتج هضم الليبيدات بواسطة الانتشار البسيط من خلال أغشية الخلايا الطلائية للإمعاء . وفى داخل هذه الخلايا يعاد اتحاد الكولستيرول بالأحماض الدهنية لتكوين إستر الكولستيرول ، وأحاديات الجلسريدات ترتبط مع الأحماض الدهنية لتكوين ثلاثى الجلسريدات وكذلك يرتبط الليسولسيثين بالأحماض

الدهنية لتكوين الفوسفوليبيدات هذه المركبات تتحد مع الليبوبروتين لتكوين جزيئات الكيلوميكرون والتى بدورها تمر من خلايا الأمعاء إلى الأوعية الليمفية ثم تصل إلى الدم عن طريق القناة الليمفية الصدرية.

4. *امتصاص الفيتامينات*

كما ذكرنا سابقًا عند دراسة الفيتامينات أن بعضها يذوب فى الدهون وهى فيتامين أ ، د ، هـ ، ك ، والبعض الآخر يذوب فى الماء وهى فيتامينات المجموعة ب وفيتامين جـ وهذه تمتص فى الماء بسرعة ما عدا فيتامين ب 12 ، فمع أنه يذوب فى الماء إلا أن وزنة الجزيئى كبير جدًا، لذا يحتاج امتصاصة لوجود العامل الداخلى والذى يفرز من الخلايا الجدارية فى المعدة حيث يتحد كل من العامل الداخلى وفيتامين ب 12 ليكونا مركبا قابلا للإمتصاص فى خلايا الأمعاء الدقيقية ، ثم يتحرر الفيتامين مرة أخرى داخل الخلايا وينقل إلى الدم . أما الفيتامينات التى تذوب فى الدهون فإن امتصاصها يتم بسهولة من خلال أغشية خلايا الأمعاء ولكن يقل هذا الامتصاص إذا كان هناك خلل

فى امتصاص الدهون أو نقص فى إفراز عصارة الصفراء ، ولهذا قد يؤدى انسداد القناة المرارية (قناة الصفراء) إلى ظهور أعراض نقص هذه المجموعة من الفيتامينات .

5. ***امتصاص الماء والمعادن***

إن معظم امتصاص الماء يتم فى الأمعاء الدقيقة إلا أنه يمكن امتصاص حزء صغير من الماء فى المعدة ، وأيضًا فإن الخلايا الطلائية للقولون لها القدرة على امتصاص الماء . ويفترض ان حركة الماء تتم من تجويف القناة الهضمية إلى الخلايا وذلك لكى لا يكون هناك فرق فى الضغط الأسموزى فعند امتصاص الأمعاء للمواد الذائبة الناتجة من عمليات الهضم ينشأ فرق فى الضغط الأسموزى ، وهذا يؤدى إلى انتقال الماء إلى داخل خلايا الأمعاء . أما المعادن فإنها تمتص إما بالانتشار البسيط أو الانتشار الميسر أى تتم الحركة مع فرق التركيز ، هذا بالإضافة إلى أن النقل النشط يلعب دورًا هامًا فى امتصاص معظم المعادن فى منطقة الأمعاء . وهناك حالات خاصة لامتصاص بعض المعادن مثل امتصاص الكالسيوم الذى يعتمد

على وجود فيتامين (د) حيث إنه من المعروفأن امتصاص الكالسيوم يقل كثيرًا فى غياب هذا الفيتامين .

الأيـــــض (التمثيل الغذائى)

بعد إتمام عمليات الهضم والامتصاص وإنتقال نواتج الهضم إلى الدم تبدأ الاستفادة من هذه المواد داخل خلايا الجسم وهذا هو المقصود بعمليات الأيض . فالمواد التى تصل إلى خلايا الجسم قد تختزن لحين الحاجة اليها أو يستفاد بها فى تكوين بروتوبلازم جديد أى لتكوين خلايا وأنسجة جديدة ، وذلك أثناء عمليات النم1و أو لتعويض الأنسجة التى تبلى ، وهذا جزء من عمليات الأيض يسمى عمليات البناء وقد تستفيد الخلايا من نواتج الهضم للحصول على الطاقة أى يتم أكسدة هذه المواد لتزويد الجسم بالطاقة اللازمة لكل الأنشطة والعمليات الفسيولوجية وهذا ما يعرف باسم عمليات الهدم ، ومن هنا يمكن تعريف الأيض بأنه جميع العمليات الكيميائية التى تحدث أو تتم داخل خلايا الجسم .

أولاً: أيض المواد الكربوهيدراتية

بعد هضم النشا وغيره من المواد الكربوهيدراتية المعقدة تنتج أحاديات التسكر مثل الجلوكوز والفراكتوز والجالاكتوز والتى يتم امتصاصها فى الأمعاء الدقيقة حيث تصل إلى خلايا الكبد عن طريق الوريد الكبدى البابى ومنه إلى الدورة الدموية العامة . ومن الثابت أنه لا يمكن امتصاص أى جزيئات من عديدات أو ثنائيات التسكر قبل هضمها الى أحاديات التسكر . ومن هنا فإن أحاديات التسكر تمر فى العديد من العمليات التى يمكن تلخيصها كما يلى :

1. يكون جزء منها سكر الدم حيث إن مستوى السكر فى الدم يتراوح بين 80- 180 مجم فى كل 100 سم3 من الدم . فمن المعروف أنه بعد تناول وجبة غذائية غنية بالمواد الكربوهيدراتية يرتفع سكر الدم ليقترب من الحد الأقصى . وفى الأحوال العادية لا يزيد عن هذا الحد (180 مجم) ثم يبدأ مستوى السكر فى الدم عن الحد الأدنى إن ذلك يؤدى إلى اضطراب وظائف أعضاء الجسم المختلفة وخاصة الجهاز العصبى مما يسبب الإغماء وفقدان الوعى ، ويشعر الشخص بالإجهاد . ويساعد فى تنظيم مستوى السكر فى الدم

عدة هرمونات ، كما أن كمية السكر فى الدم تنظم إفراز هذه الهرمونات .

2. يتحول جزء منها فى الكبد وفى العضلات إلى ما يسمى النشا الحيوانى أو الجليكوجين والذى يختزن بدوره فى الكبد والعضلات .
3. يتحول جزء من أحاديات التسكر أيضًا إلى دهون تختزن فى أماكن تخزين الدهن فى الجسم .
4. يتأكسد جزء منها لانطلاق الطاقة اللازمة لقيام خلايا الجسم بجميع الأنشطة الحيوية .

ثانيًا : أيض الدهون

بعد أن تصل الدهون إلى القناة الليمفية الصدرية فى صورة كيلوميكرونات والتى تصب محتواها فى الجهاز الوريدى للدم عندئذ تصل إلى القلب ومنه إلى الشريان الأورطى الذى يتولى توصيل الكيلوميكرونات إلى خلايا الجسم وخاصة خلايا الكبد وألياف عضلة القلب وخلايا النسيج الدهنى ، وهناك يتم تكسيرها إلى الجلسريدرات الثلاثية والكولستيرول والليبيدات المفسفرة والبروتين . وتصل معظم هذه المركبات إلى

الدم حيث ترتبط الجزيئات الدهنية بالبروتينات لتكوين ما يسمى بالبروتينات الليبيدية ، وهى أصغر حجمًا من الكيلوميكرونات . ويمكن تخزين الجلسريدات الثلاثية أو تكسيرها لتكوين الأحماض الدهنية والجلسيرول . والأحماض الدهنية المضافة إلى الدم والتى تصل إلى الخلايا بعضها يكون مشبعًا والبعض الآخر غير مشبع ، وكلاهما يستفاد به لتكوين المركبات الليبيدية المختلفة (مثل الجلسريدات الثلاثية والليبيدات المفسفرة والكولستيرول) ، أو تتأكسد لانطلاق الطاقة . علمًا بأن الأحماض الدهنية غير المشبعة يمكن أكسدتها بطريقة أخرى وسريعة وينتج عن ذلك مركبات تسمى هيدروبيروكسيدات وهذه المركبات مواد سامة وقد يتم تحويلها إلى أحماض دهنية مشعبة حيث يضاف الهيدروجين إلى الروابط المزدوجة فى الحامض الدهنى غير المشبع ، ولذا يتحول إلى حامض دهنى مشبع .

ثالثًا : أيض البروتينات

كما اشرنا سابقًا فإن نواتج هضم البروتين تمتص أساسًا على شكل أحماض أمينية ولو أن بعض الببتيدات (ثنائى وثلاثى الببتيدات) يمكن أن تمتص بنسبة صغيرة فى الأمعاء . وبعد انتقال الأحماض الأمينية إلى الدم ينقلها بدوره إلى خلايا الجسم للاستفادة منها فى العديد من العمليات الآتية :

1. جزء من الأحماض الأمينية يصل إلى الخلايا يستخدم فى تصنيع بروتينات الأنسجة وأيضًا بروتينات البلازما .
2. جزء آخر يدخل فى تكوين مركبات غير البروتينية.
3. جزء يستفيد به فى تصنيع مكونات أخرى فى الجسم مثل الكرياتين .
4. بعض من الأحماض الأمينية يمكن أن تتحول إلى أحماض أمينية أخرى { وهذا يتم لتكوين الأحماض الأمينية التى يمكن تصنيعها داخل خلايا الجسم والتى يطلق عليها أحماض أمينية غير ضرورية .

5. يتحول جزء من الأحماض الأمينية إلى كربوهيدرات أو دهون أو قد يختزن داخل الخلايا .
6. الجزء الباقى من الأحماض الأمينية سوف يتم أكسدته للحصول على طاقة حيث تبدأ هذه العملية بنزع مجموعة الأمين من الحامض الأمينى ، ويتم ذلك على مرحلتين فى المرحلة الأولى يتم نزع ذرتين من الهيدروجين لتكوين حامض يسمى الحامض الإيمينى وفى المرحلة الثانية يضاف جزئ من الماء إلى الحامض الإمينى فيتكون حامض عضوى لا يحتوى على نيتروجين وأمونيا.

وظائف الكبد :

يؤدى الكبد العديد من الوظائف الهامة جدًا للجسم ، ومن أهم هذه الوظائف :

1. تصنيع وإفراز العصارة الصفراوية والتى تساعد على تحويل الدهن إلى مستحلب وهذا يساعد على هضم المواد الدهنية .

2. يعتبر الكبد مخزنا للدم حيث تخترقة شبكة كبيرة من الأوعية الدموية ، لذا يلاحظ تضخم الكبد فى حالات هبوط القلب .
3. يعمل الكبد على تخليص الجسم من كريات الدم الحمراء الهرمة ، لذا فخلايا الكبد تستخلص الحديد الموجود فى هيموجلوبين الدم لهذه الكريات لاختزانه مع استخدام باقى جزئ الهيم فى تصنيع الصفراء .
4. يؤدى الكبد أيضًا دورًا فى تصنيع كريات الدم الحمراء فى بعض الحالات مثل تكوين كريات الدم الحمراء فى الجنين بعد الشهر السادس من الحمل إلى ما قبل الولادة ، وأيضًا فى الحالات المرضية التى يتوقف فيها تصنيع الكريات فى نخاع العظم .
5. يقوم الكبد بدور وقائى وذلك بمعادلة التأثير السام لبعض السموم ، والتى تصل إليه من القناة الهضمية عن طريق الدورة البابية .
6. يعتبر الكبد عضو تخزين للعديد من المواد مثل الجليكوجين والدهن وبعض الفيتامينات مثل فيتامين أ وفيتامين ب 12 .

7. يقوم الكبد بتصنيع العديد من بروتينات البلازما وأيضًا الهيبارين كما يقوم بتكوين مادة الفيبرينوجين التى تلعب دورًا رئيسيًا فى تجلط الدم عند حدوث نزيف .
8. يلعب الكبد دورًا رئيسيًا فى عمليات الأيض .

البـــاب الخـــامس

الجـــهاز الـــدوري

الجهاز الدورى

الجهاز الدورى هو أحد أجهزة الاتزان الداخلى فى الجسم . والجهاز الدورى فى الفقاريات يعرف بأنة جهاز مغلق حيث يكون الدم داخل أوعية مغلقة (**أى توجد شعيرات دموية بين الشرايين والأوردة)** ، ولكن فى كثير من اللافقاريات تعرف الدورة الدموية بأنها مفتوحة حيث يضخ الدم من القلب إلى الشرايين التى تفتح فى فجوات الأنسجة وعندئذ يكون الدم على اتصال مباشر مع خلايا الجسم ثم يدخل الأوردة المفتوحة لكى يندفع إلى الأمام فى اتجاه القلب مرة أخرى .

ويتركب الجهاز الدورى فى الفقاريات من الجهاز الوعائى القلبى وهو عبارة عن القلب والأوعية الدموية بالإضافة إلى الدم الذى يوجد داخل الأوعية خلال دورانه من القلب إلى أنسجة الجسم وعودته فى الاتجاه العكسى . ويقوم الجهاز الدورى بوظائف عديدة منها عملية تبادل الغازات مع أنسجة الجسم ، ونقل عناصر الغذاء الممتصة من القناة الهضمية وأيضًا الهرمونات التى تفرزها الغدد الصماء إلى خلايا الجسم ، كما يقوم بنقل الفضلات الناتجة من عمليات الأيض إلى

الأعضاء المختصة بالإخراج ، هذا بالإضافة إلى تنظيم حرارة الجسم وثبات الرقم الهيدروجينى لسوائل الجسم ، كما تعمل كريات الدم البيضاء على حماية الجسم من البكتيريا والفيروسات ، وتلعب الصفائح الدموية دورًا هامًا فى عملية تجلط الدم عند حدوث نزف .

أولاً: الـــدم

يحتوى الدم فى الثدييات على البلازما وهى تمثل 55%من حجم الدم وخلايا الدم وهى تمثل 45% :

أ. **<u>البلازما</u>**

البلازما عبارة عن سائل يحتوى على 90% ماء مذاب فيه بروتينات البلازما (الألبيومين ، الجلوبيوولينات ، والفيبرينوجين) وجلوكوز وأحماض أمينية وإلكتروليتات والعديد من الإنزيمات وكذلك الأجسام المضادة والهرمونات وأيضًا الفضلاب الناتجة من

عمليات الأيض هذا بالإضافة إلى كميات ضئيلة من مواد أخرى عضوية وغير عضوية .

ب. <u>خلايا الدم</u>

تسمى خلايا الدم أيضًا العناصر المكونة وتتكون من :

1. **كريات الدم الحمراء**

وهى تحتوى على هيموجلوبين الدم الذى يعمل فى نقل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون

2. **كريات الدم البيضاء**

وتؤدى دورًا هامًا فى التهام الميكروبات مع كونها عوامل مناعية

3. **الصفائح الدموية**

وترتبط وظائفها بعملية تجلط الدم عند حدوث نزف.

<u>ت- منع فقدان الدم</u>

عند حدوث جرح أو تمزق لوعاء دموى فإن ذلك يؤدى إلى اندفاع الدم وهو ما يسمى نزف الدم ، ومن هنا تحدث ثلاث عمليات تؤدى جميعها إلى تقليل أو منع فقدان الجسم للدم وهذا ما يسمى بالهيموستاسس أى منع فقدان الدم أو إيقاف النزف وهذه العمليات الثلاث هى :

1. انقباض العضلات اللاإرادية فى الأوعية الدموية فى مكان الجرح ويؤدى هذا إلى تقليل سريان الدم فى الأوعية الممزقة (المجروحة) .
2. تتجمع الصفائح الدموية فى موقع الجرح وهذا يؤدى أيضًا إلى تقليل حجم الدم المفقود.
3. تكوين جلطة فى مكان الجرح .

عملية تكوين الجلطة

يحتوى الدم على كل العوامل التى تساعد على تكوين الجلطة عند حدوث جرح وتبدأ خطوات تكوين الجلطة بانطلاق مادة تسمى الثرومبوبلاستين من الصفائح الدموية فى مكان الجرح وأيضًا من الأنسجة المجروحة ، ومع وجود أيونات الكالسيوم فى البلازما فإن كل من الثرومبوبلاستين وأيونات الكالسيوم يعملان على تحويل مادة بروتينية موجودة فى البلازما وهى البروثرومبين (يتم تصنيعها فى الكبد فى وجود فيتامين ك) الى إنزيم يسمى ثرومبين الذى يؤدى بدورة إلى تحويل بروتين الفيبرينوجين الموجود فى البلازما فى صورة سائلة وذائبة إلى مادة غير ذائبة وهى الفيبرين ، والذى يتكون على شكل ألياف دقيقة

تتشابك مع بعضها لتكوين شبكة تلتصق بها الصفائح الدموية وتنحصر بداخلها كريات الدم الحمراء والبيضاء .

وهنا تجدر الإشارة إلى أن الدم يحتوى على مواد مانعة للتجلط تسمى مضادات التجلط ، ومن أهم هذه المواد الهيبارين والذى يمنع تجلط الدم داخل الأوعية الدموية ويتكون الهيبارين أساسًا فى خلايا الكبد ، هذا بالإضافة إلى أن أحد أنواع كريات الدم البيضاء والمسماه الخلايا القاعدية يوجد بداخلها الهيبارين الذى ينطلق منها إلى بلازما الدم . والهيبارين يعمل على عدم تكوين مادة الثرومبين من البروثرومبين ، وذلك عن طريق اعاقة عمل الثرومبوبلاستين ومن هنا يمنع تكوين الفيبرين من الفيبرينوجين .

الظواهر غير الطبيعية لتجلط الدم

من أهم الظواهر غير الطبيعية لعملية تجلط الدم فى الإنسان والتى تؤدى إلى ظهور حالات مرضية عى تكوين جلطة دموية داخل الأوعية الدموية مما يسبب انسداد هذه الأوعية . وتكون هذه الظاهرة خطيرة فى حالة انسداد أوعية المخ أو

القلب أو الرئتين . وهناك ظاهرة أخرى وهى مرض وراثى معروف بأسم مرض نزف الدم أو الهيموفيليا . وينتج عن هذا المرض تأخر تكوين الجلطة عند حدوث أى جرح وذلك لعدم حدوث عملية التجلط بصورة طبيعية . والسبب فى ذلك هو وجود خلل جينى على الكروموسوم الحامل لصفة الجنس والمعروف بأسم اكس كروموسوم وعادة تورث هذه الصفة من الأم عندما تكون حاملة لهذا المرض على أحد كروموسومات الجنس الخاصة بها وعندما تنتقل هذه الصفة إلى الابن فإنه يولد مصابًا بهذا المرض . ولو حدث أن كلا من الأم والأب يحملان الجين المسبب للمرض فمن المحتمل أن تصاب الابنة بهذا المرض .

د. **فصائل الدم**

عند نقل دم شخص ما إلى دم شخص آخر فإن كريات الدم الحمراء قد لا تتأثر أو قد تلتصق مع بعضها وهذه الظاهرة تعرف باسم التصاق الكريات، والسبب فى ذلك وجود عامل على غشاء كريات الدم الحمراء يسمى مولد الإلصاق ، وأيضًا يوجد عامل فى البلازما عبارة عن جسم مضاد يسمى اجلوتينين . وهناك نوعان من مولدات الإلصاق يرمز لهما بالحرفين

A,B وأيضًا نوعان من الأجسام المضادة يرمز لهما بالحرفين a,b .

وقد عرف أن الجسم المضاد a لو وجد مع مولد الإلصاق A يحدث التصاق لكريات الدم لذا يعرف باسم مضاد anti A A، وايضًا الجسم المضاد b يسبب التصاق الكريات الموجود بها مولد الإلتصاق B لذا يعرف باسم مضاد anti B B ، ومن هنا فلا يوجد فى دم الإنسان مولد الإلتصاق A مع الجسم المضاد a وأيضًا لا يوجد مولد الإلصاق B مع الجسم المضاد b . وطبقًا لوجود هذه العوامل فقد تم تقسيم فصائل الدم فى الانسان إلى أربع فصائل هى :

- فصيلة A : حيث يوجد على كريات الدم الحمراء مولد الالصاق A وفى البلازما الجسم المضاد b .
- فصيلة B : وهنا يوجد على كريات الدم الحمراء مولد الإلصاق B وفى البلازما الجسم المضاد a .
- فصيلة AB : حيث تتتميز كريات الدم الحمراء بوجود مولدى الإلصاق A,B ولا يوجد فى البلازما أى أجسام مضادة .

- فصيلة O : وهنا لا يوجد على كريات الدم الحمراء أى مولدات إلصاق ويوجد فى البلازما كل من الجسم المضاد a,b .

ولذا فعند نقل الدم من شخص إلى آخر لابد أن يؤخذ فى الاعتبار نوع فصيلة دم الشخص الذى سيؤخد منه الدم والذى يسمى المعطى وأيضًا نوع فصيلة دم الشخص الذى سينقل إليه الدم والذى يسمى المستقبل . فلو لم يكن دم كل منها مناسبًا للآخر فإن كريات الدم الحمراء المنقولة من المعطى سوف يحدث لها التصاق فى دم المستقبل ومن هنا يحدث انسداد فى الأوعية الدموية الصغيرة يعقبها تكسير كريات الدم الحمراء وخروج الهيموجلوبين إلى ، وهذا يعرف بتحلل الدم .

ولقد أطلق على فصائل الدم A,B,AB,O فصائل الدم الرئيسية بعد اكتشاف مولدات إلصاق أخرى وأعطيت رمزى M,N ولا توجد أجسام مضادة لها فى البلازما ولذلك لا تؤخذ فى الاعتبار عند نقل الدم ولكن يستفاد بها فى إثبات الأبوة للأطفال المتنازع عليهم .

عامل ريزس

اكتشف فى عام 1940 معامل إلصاق على كريات الدم الحمراء فى نوع من القردة ، ثم ثبت وجودة على كريات الدم الحمراء لحوالى 85% من المنتمين للجنس البشرى الأبيض حيث يوجد مولد إلصاق على كريات الدم الحمراء ويسمى مولد الإلصاق **د** ويعرف أيضًا بعامل ريزس ولا يوجدهذا العامل فى حوالى 15% من الجنس الأبيض ، ولذا يسمى الأشخاص الموجود لديهم عامل ريزس موجب ريزس Rh+ والأخرون يطلق عليهم سالب ريزس Rh – . وفى كل الحوال لا يوجد فى بلازما الدم جسم مضاد لعامل رايزس . ولكن عند نقل دم لأول مرة من إنسان يحوى عامل ريزس إلى شخص دمه سالب ريزس يتكون عندئذ فى دم الشخص السالب أجسام مضادة لهذا العامل تعرف باسم الجسم المضاد لعامل رايزس .

ولو تم نقل الدم الموجب للمرة الثانية إلى الشخص السالب فسوف يحدث التصاق بكريات الدم الحمراء المنقولة ، ومن هنا يحدث انسداد الأوعية الدموية الصغيرة ويعقبها تكسير كريات الدم الحمراء ، لذا يجب عند نقل الدم إلى شخص سالب رايزس أن يتم أخذ الدم من شخص سالب رايزس أيضًا .

ولعامل رايزس دور هام أثناء فترة الحمل حيث تحدث مشاكل عندما يكون دم الأم سالب رايزس ودم الجنين موجب رايزس ، فعندما يختلط دم الجنين بدم الأم عند الولادة تتكون فى دم الأم الأجسام المضادة لعامل رايزس ، وإذا حملت الأم مرة أخرى بطفل موجب رايزس فإن الأجسام المضادة لدم الأم تخترق المشيمة وتعمل على إلتصادق وتكسير كريات الدم الحمراء بالجنين . ولعلاج مثل هذه الحالات ولمنع تكوين أجسام مضادة فى دم الأم سالب رايزس والتى تكون حاملة لجنين موجب يتم إعطائها بعد الولادة مباشرة أجسامًا مضادة لكريات الدم الحمراء الموجبة لعامل رايزس هذه الأجسام المضادة تقوم بتدمير كريات الدم الحمراء الموجبة لعامل رايزس والتى وصلت إلى دم الأم من الجنين وذلك قبل تكوين الأجسام المضادة لعامل رايزس فى دم الأم .

ثانيًا : الجهاز الوعائى القلبى

يشمل الجهاز الوعائى القلبى القلب والأوعية الدموية حيث يضخ القلب الدم إلى كل أجهزة الجسم عن طريق الشرايين التى تتفرع إلى شرايين صغيرة والتى تتفرع بدورها إلى الشعيرات الدموية ثم يترك الدم منطقة الشعيرات الدموية ويتجه إلى

الأوردة الصغيرة ثم إلى الأوردة الأكبر التى تعود بالدم إلى القلب مرة أخرى .

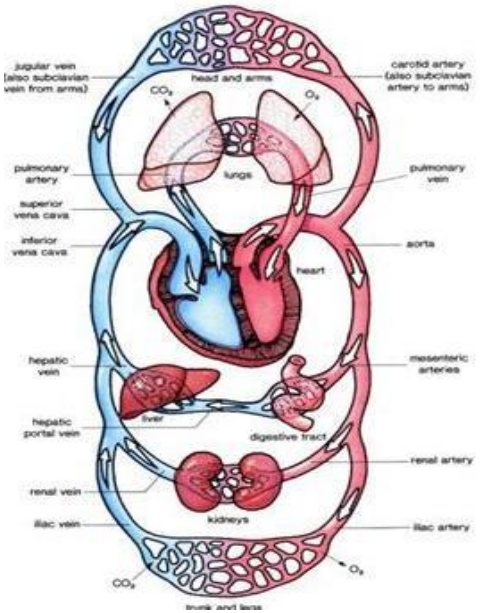
الاوعية الدموية:

الاوعية الدموية نوعان هما الشرايين والأوردة .

الشرايين:

وهى التى تحمل الدم من القلب الى الأنسجة وتتميز بسمك الطبقة العضلية فى جدراها مقارنة بالأوردة.ويندفع الدم فى الشرايين نتيجة انقباض عضلات البطين الأيسر؛ ولذا فضغط الدم داخل الشرايين متردد بين ارتفاع يليه انخفاض؛وذلك تبعاً لانقباض وارتخاء عضلات القلب وهذا يعرف باسم النبض ؛ولذا فضغط الدم المرتفع يسمى بالضغط الانقباضى ، وهو فى الإنسان العادى حوالى 120مم زئبق ، أما الضغط المنخفض فيسمى بالضغط الارتخائى وهو فى الإنسان السليم حوالى 80 مم زئبق ويعبر عن الضغط برقمين يوضعان فى صورة الكسر، بسطة الضغط الانقباضى ومقامه الضغط الارتخائى 120/ 80 .

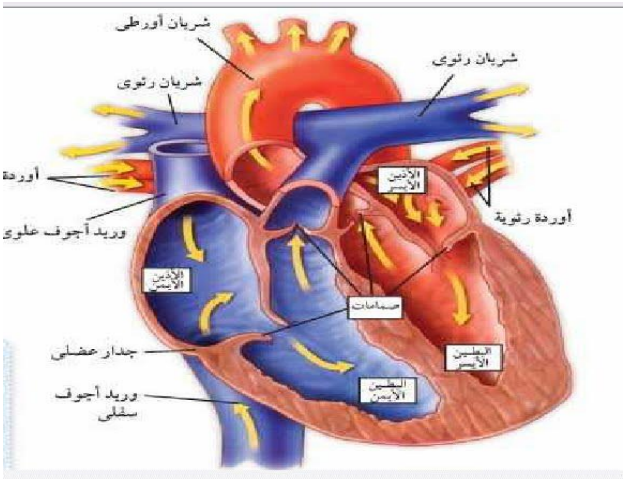
الأوردة:



الأوردة هى الأوعية الدموية التى تحمل الدم من أنسجة الجسم المختلفة الى القلب وجدارها العضلى أقل سمكاً من الشرايين . وتبدأ الأوردة كشعيرات دموية فى الأنسجة والتى تتجمع فى اوردة أكبر لكى تنقل الدم مباشرة الى القلب . وهناك نوع من الأوردة ينقل الدم إلى عضو آخر غير القلب ويسمى فى هذه الحالة وريد بابى' مثال ذلك الوريد الكبدى البابى والذى يقوم بنقل الدم من المعدة والأمعاء إلى الكبد.

ويمكن تلخيص الدورة الدموية فى الفقاريات ومنها الإنسان كما يلى:

يصل الدم المؤكسج من الرئتين عن طريق الأورد الرئوية الى الأذين الايسر ن كما يعود الدم غير المؤكسج فى الأوردة الجوفاء الى الاذين الايمن وبإنقباض الأذينين ينتقل الدم المؤكسج من الأذين الايسر الى البطين الايسر والدم غير المؤكسج من الاذين الايمن الى البطين الأيمن .وعند انقباض البطينين يندفع الدم المؤكسج الى الشريان الاورطى الذى يحمله عن طريق أفرعه العديدة الى كل اعضاء الجسم.كما يندفع الدم غير المؤكسج من البطين الأيمن إلى الشريان الرئوى الذى يحمل الدم الى الرئتين حيث تتم الأكسجة.وكما أشرنا سابقا فإن هناك دورة دموية فرعية تمر عبر الكبد تعرف بالدورة الكبدية البابية.



القلب

القلب فى الفقاريات عبارة عن عضو عضلى يوجد فى تجويف الصدر ويكون مغطى بغلاف ليفى متماسك يسمى غشاء التامور .

والقلب فى الأسماك يحتوى على حجرتين هما أذين وبطين. ومع وجود حجرتين ثانويتين هما الجيب الوريدى والمخروط الشريانى إلا أنه يطلق على القلب فى الاسماك القلب ذو الحجرتين أما فى البرمائيات فيتكون القلب من أذينين وبطين واحد، أى يتكون من ثلاث حجرات .و فى بعض الزواحف ينقسم البطين الى حجرتين وبالتالى نجد أن القلب ذا الأربع

حجرات يظهر فى قلة من الزواحف وأيضا فى كل من الطيور والثدييات ؛ ولذا فالقلبفى الفقاريات المتقدمة يتكون من نصفين كل نصف يشتمل على أذين وبطين . فالنصف الايمن يشمل الأذين الايمن والبطين الايمن والنصف الأيسر يشمل الاذين الايسر والبطين الأيسر .وتوجد فى القلب الصمامات الأذين بطينية والتى توصل ما بين الاذين والبطين فى كل نصف من نصفى القلب.وهذه الصمامات تسمح للدم بالمرور من الأذين الى البطين ولا تسمح بإرتداد الدم فى الاتجاه العكسى ن هذ بالإضافة لوجود صمامات عند اتصال الشرايين الكبيرة بالقلب مثل الشريان الرئوى والشريان الأورطى ويطلق عليها الصمامات النصف دائرية والتى تمنع ارتداد الدم الى القلب .

<u>نشاة وانتقال نبض القلب:</u>

ينشأ نبض القلب فى أنسجة خاصة عبارة عن ألياف عضلية متحورة موجودة فى القلب وهى التى تعمل على تنظيم واستمرارية انقباض عضلة القلب؛ ولذا فإن هذه الأنسجة من العقدة الجيب أذينيةوالتى توجد فى جدار الاذين الايمن بالقرب من مدخل الوريد الاجوف العلوى .وهذه العقدة تعمل كمنظم لنبضات القلب ؛ ولذا يطلق عليها صانع أو بادئ الخطى حيث

ينتشر منها فى مسارات محددة جهد الفعل الى العقدة الأذين بطينية و منها تنقل الإشارة الى الحزمة الأذين بطينية والتى تعرف أيضا باسم حزمة هس وتنقسم هذه الحزمة الى فرعين احداهما يتجه الى جدار البطين الأيسر والآخر يتجه الجدار البطين الأيمن .حيث تنتهى فى الألياف العضلية للبطينين بفروع صغيرة تسمى ألياف بيركنجى ؛ولذا يطلق أحيانا على هذه الأنسجة الجهاز المسئول عن التوصيل فى القلب. وعلى ذلك ومن خلال انتشار فعل الجهد فى هذه الأنسجة نجد أن القلب ينقبضبطريقة ما بحيث ينقبض الاذينين أولا ثم يعقب ذلك انقباض البطينين وبعد فترة استرخاء لعضلة القلب تبدأ نبضة جديدة بنفس الإيقاع.

وقد يحدث احيانًا تلف لبعض انسجة هذا الجهاز مما يسبب عدم انتظام نبض القلب ؛لذا يستخدم فى هذه الحالة منظم صناعي وضع داخل جسم المريض لتنظيم ضربات القلب.

معدل نبضات القلب

يختلف معدل نبض القلب فى الأنواع المختلفة من الحيوانات حيث يقل كلما زاد وزن الجسم فعلى سبيل المثال فى الفيل نجد

أن معدل النبض 25 نبضة فى الدقيقة ، وفى الإنسان 70 نبضة ، وفى القطة 125 نبضة ، وفى الفأر يصل إلى 400 نبضة . وهناك العوامل عديدة تؤثر فى معدل نبض القلب مثل السن والجنس والحالة النفسية كما فى حالات الخوف والغضب ، هذا بالإضافة إلى المجهود العضلى ، فالتمرينات الرياضية تزيد من معدل نبض من القلب وبالتالى يزيد الدفع القلبى (وهو حجم الدم الذى يندفع من القلب فى الدقيقة) . وهذه غحدى الفوائد الهامة لممارسة التمرينات الرياضية . ويتأثر نبض القلب أيضًا ببعض الهرمونات مثل هرمون الأدرينالين والذى يفرز من نخاع غدة الكظر حيث يؤثر هذا الهرمون على عضلة القلب ويسبب زيادة معدل زقوة نبض القلب ، كما أن معدل النبض يتأثر بمدى إثارة أحد فرعى الجهاز العصبى اللاإرادى وهو المعروف باسم الجهاز العصبى السمبتاوى حيث تؤدى زيادة نشاط هذا الجهاز إلى زيادة معدل نبض القلب .

أصوات القلب

هناك صوتان يمكن سماعهما فى القلب الطبيعى عند وضع الأذن على صدر أى شخص والتى تكون أكثر وضوحًا باستخدام سماعة الطبيب ، فالصوت الأول يكون بسبب

اهتزازات الصمامات الأذين بطينية عند غلقها من اندفاع الدم من الأذينين إلى البطينين . أما الصوت الثانى فيكون بسبب ضيق الصمامات عند فتحات الشرايين الكبيرة المتصلة بالقلب وخاصة الصمام الأورطى وذلك عقب غلق هذه الصمامات ، وأى تلف لصمامات القلب يؤدى إلى سماع أصوات غير طبيعية للقلب وتسمى هذه الحالة المرضية لغط القلب .

الجهازالليمفى

تعمل الأجهزة الدورية المغلقة فى الفقاريات بمساعدة جهاز مكمل لها يعرف بالجهاز الليمفى والذى يعتبر جهاز لجمع والتقاط السائل البينى الذى لا يدخل فى الجهاز الوريدى . وينشأ الجهاز الليمفى من شبكة من الشعيرات موجودة فى معظم أنسجة الجسم ، وتمتد هذه الشعيرات لتكون أوعية ليمفية أكبر فأكبر وتصب فى النهاية فى القناة الليمفية الصدرية والقناة الليمفية اليمنى واللتين تصبان فى الجهاز الوريدى أسفل الرقبة .

ويعرف الجهاز الليمفى على أنه جهاز مساعد لجمع السائل المنتشر بين خلايا الجسم حيث إن ضغط الدم فى الشرايين الدقيقة يعمل على ترشيح بلازما الدم من خلال جدر الشعيرات

الدموية إلى الفجوات الموجودة بين الخلايا . والسائل الناتج من عملية الترشيح يطلق عليه اسم السائل البينى أو السائل النسيجى ، والذى يتجه معظمة إلى الأوردة عن طريق الشعيرات الدموية الوريدية ، أما السائل المتبقى والذى لم يتجه إلى الأوردة فيتجمع فى شعيرات ليمفية دقيقة والتى تكون أوعية ليمفية تعود بهذا السائل إلى الأوردة . ويطلق على هذا السائل بمجرد دخول الأوعية الليمفية سائل الليمف . ويلاحظ وجود عقد ليمفية وأنسجة ليمفية على مسافات بطول الأوعية الليمفية . ومن أشهر الأعضاء الليمفية فى الجسم الطحال .

والعقد والأنسجة الليمفية لها عدة وظائف دفاعية فى الجسم وهى :

1. تؤدى دور المرشحات التى تساعد فى تخليص الجسم من المواد الغريبة وأيضًا من البكتيريا الضارة التى قد توجد فى الدورة الدموية .
2. تقوم العقد والأنسجة الليمفية بتكوين الخلايا الليمفية .
3. تقوم العقد الليمفية بتكوين الأجسام المضادة والتى تصل إلى الدورة الدموية وتساعد على القضاء على البكتيريا والسموم .

البـــاب الســـادس

الجـــهاز التنـــفســـي

الجـــــهاز التـنــفســى

التنفس هو عملية تبادل غاز الأكسجين وغاز ثانى أكسيد الكربون بين الحيوان والبيئة المحيطة به حيث يستخدم الأكسجين فى عمليات إطلاق الطاقة من المواد العضوية الموجودة داخل خلايا الجسم ، ومن هنا تقسم عمليات التنفس الى ثلاث مراحل :

1. تنفس خارجى : وهو عملية تبادل الغازات بين هواء الرئتين والدم .
2. تنفس داخلى : وهو عملية تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم .
3. نفس خلوى : والمقصود به عمليات استخدام الأكسجين فى أكسدة المواد العضوية والتى ينتج عنها انطلاق الطاقة داخل الخلايا .

ومعظم الحيوانات تحتاج لوجود الأكسجين فى البيئة المحيطة بها ، ولكن هناك عددًا قليلاً جدًا من الكائنات الحيه يمكنها العيش فى غياب الأكسجين مثل الطفيليات التى تعيش فى الأمعاء وبعض الكائنات الدقيقة .

أعضاء التنفس

1. الرئتـــان

أعضاء التنفس فى الفقاريات العليا هى الرئتان والتى تكون غنية بالتجاويف الداخلية والأوعية الدموية حيث تتميز بمقدرتها الفائقة على تبادل الغازات مع الهواء المحيط بالحيوان .

2. الخياشيم

تعتبر الخياشيم وسيلة تنفسية مناسبة للحياة فى الماء حيث تكون مزودة بأوعية دموية كثيرة تساعد فى استخراج أكبر قدر من الأكسجين الذائب فى الماء . الخياشيم غير مناسبة للحياة فى الهواء لأنة عند خروج الحيوانات من الوسط المائى تلتصق الخياشيم مع بعضها وتتعرض الحيوانات للاختناق .

3. التنفس الجلدى

تتم عملية التنفس الجلدى فى الحيوانات الأولية والإسفنجيات واللاسعات وأيضًا فى كثير من الديدان عن طريق الانتشار المباشر للغازات من خلايا السطح الخارجى ، ومن هنا تحدث عملية تبادل الغازات بين

الجسم والبيئة المحيطة بالحيوان وعادة ما تكون هذه الوسيلة مكملة لعملية التنفس بالخياشيم أو بالرئات فى بعض الحيوانات الفقارية مثل الأسماك والبرمائيات .

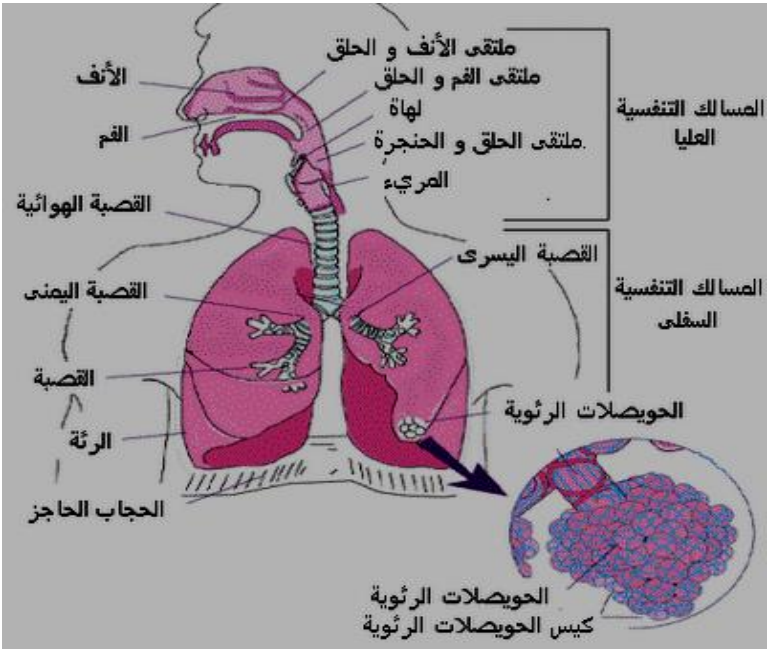
4. **القصيبات الهوائية**

يوجد فى الحشرات وفى بعض الأنواع الأخرى مفصليات القدم الأرضية جهاز تنفسى يتكون من أنابيب يطلق عليها قصيبات هوائية والتى تتفرع وتمتد إلى كل أجزاء الجسم حيث يدخل الهواء من خلال فتحات أو ثغور تنفسية موجودة على جانبى الجسم وينتقل ثانى أكسيد الكربون إلى الخارج فى الاتجاه المضاد .

الجهاز التنفسى فى الإنسان

يتكون الجهاز التنفسى فى الثدييات بما فيها الإنسان ، من فتحتى الأنف الخارجيتين والتى يمر منها الهواء إلى الغرفتين الأنفيتين والتى يبطن كلا منهما طبقة طلائية تفرز مخاطًا ، ثم يصل الهواء عن طريق فتحتى الأنف الداخلتين إلى البلعوم والذى يعتبر ممرًا مشتركًا للهواء فى الجهاز التنفسى وأيضًا للغذاء فى القناة الهضمية . وعندئذ يمر الهواء غلى الحنجرة من خلال فتحة المزمار والتى تكون مغطاه بلسان المزمار . ومن

الحنجرة يندفع الهواء إلى القصبة الهوائية والتى تكون مدعمة بحلقات غضروفية لكى تظل مفتوحة دائمًا . والقصبة الهوائية مبطنة بغشاء مخاطى خلاياه مزودة بأهداب ويحتوى على غدد مخاطية تفرز مخاطًا . وتمتد القصبة



الهوائية إلى القفص الصدرى حيث تتفرع إلى شعبتين هوائيتين ، وكل شعبة هوائية تكون مبطنة أيضًا بغشاءمخاطى به أهداب كما أنها مدعمة بحلقات غضروفية . وداخل الرئتين تتفرع كل شعبة وتنقسم إلى شعيبات هوائية يوجد بجدارها ألياف عضلية ملساء (لا إرادية) ، ثم تنتهى الشعيبات فى الحويصلات

الهوائية والتى يكون جدارها رقيقًا ورطبًا ليساعد على تبادل الغازات بين الهواء الموجود داخل هذه الحويصلات والشعيرات الدموية الملاصقة . وعند وصول الهواء إلى الحويصلات الهوائية تحدث له عدة تغيرات :

1. يرشح ليصبح خاليًا من معظم الأتربة والمواد الغريبة العالقة الأخرى .
2. يتم تدفئته إلى درجة حرارة الجسم .
3. يكون مشبعًا بالرطوبة .

آلية التنفس

يشتمل التنفس على عمليتين هما : الشهيق والزفير فأثناء عملية الشهيق تنقبض عضلات الضلوع وعضلة الحجاب الحاجز . وهذا يؤدى إلى ارتفاع الضلوع ويصبح الحجاب الحاجز مسطحًا وهنا يتسع حيز الصدر وتمدد الرئتان ، وهذا يؤدى إلى انخفاض ضغط الهواء داخل الرئتين عن الضغط الجوى فيندفع الهواء من الخارج ليملأ الرئتين . أما فى عملية الزفير فتنبسط عضلات الضلوع والحجاب الحاجز فيقل حجم الصدر والرئتين أو بمعنى آخر يعود حجم التجويف الصدرى والرئتين إلى الحجم الطبيعى ، ولذا يطرد الهواء إلى الخارج .

ولو توقفت عملية التنفس أى توقفت الحركات التنفسية كما يحدث فى بعض الأحيان تحت تأثير مادة مخدرة مثلا أو عند حدوث غرق فى الماء فهنا لا بد من اللجوء إلى عمليات التنفس الصناعى فى محاولة لإعادة الحركات التنفسية مرة أخرى .

وتستخدم بعض المصطلحات للتعبير عن حجم الهواء الذى يؤخذ فى عملية الشهيق وحجم الهواء الذى يطرد فى عملية الزفير وايضًا بعض المصطحات الأخرى المرتبطة بسعة الرئة فى الظروف المختلفة للتنفس ، وفيما يلى تعريف لهذه المطلحات :

1. **حجم هواء التنفس العادى**

يعبر هذا المصطلح عن كمية الهواء التى تدخل الرئتين فى عملية الشهيق أثناء التنفس بطريقة هادئة ولذا تطرد نفس هذه الكمية فى عملية الزفير وهى تساوى تقريبًا نصف لتر فى الإنسان .

2. **الحجم الاحتياطى للشهيق**

عند أخذ شهيق عميق يمكن لإنسان أن يأخذ كمية من الهواء بالإضافة إلى حجم هواء التنفس العادى وقد يصل حجم الهواء الذى يدخل الرئتين فى هذه الحالة إلى حوالى 2، 3لتر لذا يعرف بالحجم الاحتياطى للهشيق .

3. الحجم الاحتياطى للزفير

إذا أجريت عملية زفير قوية بعد إتمام عملية زفير عادية فإنه يطلق على حجم الهواء الذى يطرد من الرئتين بعد أعمق زفير الحجم الاحتياطى للزفير وهو حوالى 1,1 لتر .

4. الحجم المتبقى

يستخدم هذا المصطلح للدلالة على حجم الهواء المتبقى فى الرئة بعد أعمق زفير ممكن حيث لا تزال توجد كمية من الهواء داخل الرئتين وهى تقدر بحوالى 1,2 لتر .

5. السعة الكلية للرئة

ويقصد بها السعة القصوى التى يمكن أن تصل إليها الرئة فى الإنسان عند تمددها بعد أعمق شهيق ممكن

وهى تساوى مجموع الأحجام الأربعة التى سبق الإشارة إليها لذا فهى تساوى تقريبًا ستة لترات .

6. السعة العادية

والمقصود بها حجم الهواء المتبقى فى الرئة بعد عملية زفير عادية وهى تساوى حجم الهواء المتبقى + الحجم الاحتياطى للزفير أى حوالى 2,3 لتر .

7. السعة الشهيقية

وهى تعنى كمية الهواء التى يأخذها الإنسان بعد أعمق شهيق ممكن وتساوى حجم هواء التنفس العادى + الحجم الاحتياطى للشهيق أى حوالى 3,7 لتر .

8. السعة الحيوية

المقصود بها حجم الهواء الذى يطرد بعد أخذ أعمق شهيق ممكن والسعة الحيوية تساوى السعة الكلية للرئة مطروحًا منها حجم الهواء المتبقى بعد أعمق زفير ممكن وتساوى تقريبًا 4,8 لترًا ، ولذا يمكن ان يعبر عنها بحاصل جمع حجم هواء التنفس العادى وحجم احتياطى الشهيق وحجم احتياطى الزفير .

التحكم فى عملية التنفس

تنظيم عملية التنفس يتم بطريقتين هما :

1. التنظيم العصبى
2. التظيم الكيميائى

1. التنظيم العصبى للتنفس

التنظيم العصبى للتنفس يتم عن طريق مركز موجود فى جذع الدماغ ويسمى مركز تنظيم التنفس حيث ترسل خلايا عصبية معينة فى هذا المركز إشارات عصبية بانتظام تسبب انقباض عضلة الحجاب الحاجز وعضلات الضلوع ، والتى تسبب عملية الشهيق . وعند امتلاء الرئتين بالهواء تتوقف هذه الإشارات العصبية لترتخى العضلات وتتم عملية الزفير ، هذا بالإضافة لوجود مناطق أخرى بجذع الدماغ تستقبل إشارات عصبية من مستقبلات كيميائية موجودة فى الدماغ وفى بعض الشرايين . وهذه المستقبلات تتأثر بضغط غاز ثانى أكسيد الكربون فى الدم ، ومن هنا

تعمل على زيادة معدل التنفس عند زيادة ضغط غاز ثانى أكسيد الكربون .

2. **التنظيم الكيميائى للتنفس**

تتأثر عملية التنفس بالضغط الجزئى فى الدم لكل من ثانى أكسيد الكربون والهيدروجين والأكسجين وذلك من خلال خلايا المراكز العصبية الخاصة بالتنفس التى تتأثر بأى تغيرات فى تركيز هذه الغازات ، ويعتبر ثانى أكسيد الكربون أنشط وأقوى منظم للتنفس . وتوجد فى جدار الشريان الأورطى والشريان السباتى مستقبلات كيميائية تتأثر بانخفاض ضغط الأكسجين أو زيادة ضغط ثانى أكسيد الكربون ، ومن هنا ترسل هذه المستقبلات إشارات عصبية إلى المراكز العصبية الخاصة بالتنفس والتى تعمل على تنبيهها .

الأصباغ التنفسية

الجزء الأكبر من الأكسجين ينقله الدم من الرئتين إلى خلايا الجسم يتم عنه طريق الارتباط بصبغ تنفسى حيث إن كمية الأكسجين المذابة فى بلازما الدم تكون قليلة جدًا ولا تفى باحتياجات خلايا الجسم . ويوجد

نوعان من الأصباغ التنفسية الأكثر انتشارًا فى المملكة الحيوانية هما الهيموجلوبين والهيموسيانين والهيموجلوبين عبارة عن بروتين يحتوى على الحديد ويوجد داخل كريات الدم الحمراء فى جميع الفقاريات والعديد من اللافقاريات . أما الهيموسيانين فهو عبارة عن بروتين يحتوى على النحاس ويوجد هذا الصبغ التنفسى فى القشريات وبعض الرخويات مثل الرأسقدميات .

انتقال الغازات فى الدم

(أ) انتقال الأكسجين

يتكون جزئ الهيموجلوبين من 5% هيم وهو الجزء المحتوى على 4 ذرات من الحديد والذى يسبب اللون الأحمر للدم و95% جلوبين . وجزء الهيم له مقدرة فائقة على الارتباط بالأكسجين . وهذا الارتباط يتوقف على الضغط الجزئى للأكسجين فى الوسط المحيط بكريات الدم الحمراء . وكل ذرة من الحديد ترتبط بجزئ من الأكسجين

لذا فجزئ الهيموجلوبين يمكن أن يرتبط بأربعة جزيئات من الأكسجين .

وتعتمد كمية الأكسجين التى يمكن أن يحملها الدم على كمية الهيموجلوبين فى كريات الدم الحمراء ولكن مقدرة الهيموجلوبين على الارتباط بالأكسجين وفك الارتباط بينمهما فيعتمد على الضغط الجزئى للأكسجين . وهناك علاقة بين نسبة تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين والضغط الجزئ للأكسجين تمثل بيانيًا بمنحنى يطلق عليه اسم منحنى فك الارتباط بين الاكسجين والهيموجلوبين .

وللهيموجلوبين مقدرة على الارتباط بالأكسجين ليكونا معًا مركبًا غير ثابت يحدث له تفكك بسهولة لكى يتحرر الأكسجين مرة أخرى . فعندما يصل الدم إلى الرئتين وعن طريــق الشريان الرئوى يكــون الضغط الجزئى للأكسجين فى هــواء الرئتين مرتفعًا (حوالى 100 مم زئبق) وعندئذ يرتبط الهيموجلوبين فى الشعيرات الدموية للرئتين بالأكسجين ثم يعود الدم مرة أخرى من الرئتين إلى

الأنسجة والتى يكون فيها الضغط الجزئي بالأكسجين منخفضًا (10 - 40 مم زئبق)، لذا يتفكك الأكسجين عن الهيموجلوبين ويعطى الدم معظم ما يحملة من الأكسجين إلى خلايا الأنسجة .

وللهيموجلوبين قابلية الارتباط بغاز أول أكسيد الكربون قد تصل مائتى مرة ارتباطه بالأكسجين ، وهذا الارتباط يكون قويًا ويتكون مركب ثابت يسمى الكاربوكسى هيموجلوبين . وهى هذه الحالة يكون جزئ الهيموجلوبين المرتبط بغاز أول أكسيد الكربون ليست له أى مقدرة على الارتباط بالأكسجين ، ولذا فغاز أول أكسيد الكربون يعتبر غازًا سامًا ولو وصلت نسبته فى الهواء 2, % قد يؤدى إلى الوفاة .

ب. <u>انتقال ثانى أكسيد الكربون</u>

عن طريق الدم الذى قام بنقل الأكسجين من الرئتين إلى الأنسجة يتم أيضًا نقل ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة فى طريق عودته إلى الرئتين ولكن انتقال

ثانى أكسيد الكربون يختلف عن انتقال الأكسجين فى كونه ينتقل بثلاث طرق مختلفة :

1. الجزء الاكبر من ثانى أكسيد الكربون (حوالى 67%) والذى يصل إلى الدم

يتحول داخل كريات الدم الحمراء إلى حامض الكربونيك والذى يتأين إلى أيونات البيكربونات والهيدروجين بمساعدة إنزيم الكربونيك أنهيدريز .

وأيونات الهيدروجين المتكونة يتم معادلتها بالعديد من المركبات المنظمة الموجودة فى الدم . أما أيونات البيكربونات فتذوب إذابة طبيعية سواء فى البلازما أو داخل كريات الدم الحمراء .

2. جزء آخر من ثانى أكسيد الكربون (حوالى 25%) يرتبط عكسيًا بالهيموجلوبين حيث ينتقل إلى الرئتين ليتم تبادله مع الأكسجين .والمركب الناتج من ارتباط الهيموجلوبين

بغازثانى أكسيد الكربون يطلق عليه اسم كربامينوهيموجلوبين .

وكما فى حالى ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين فإن ارتباط ثانى أكسيد الكربون بالهيموجلوبين وفك هذا الارتباط يكون مرتبطًا بالضغط الجزئى للغاز . ويمكن أيضًا رسم علاقة بين الضغط الجزئى لغاز ثانى أكسيد الكربون ومحتوى الدم من الغاز يعرف هذا المنحنى بمنحنى فك ارتباط الدم بثانى أكسيد الكربون .

3. الجـزء المتبقى من غاز ثانى أكسيد الكربون ويمثل حوالى 8% من الغاز المنطلق من خلايا الجسم يذوب إذابة طبيعية فى بلازما الدم وأيضًا فى كريات الدم الحمراء .

البـــاب الســـابـع
الأجـــهزة الأخـــراجيـــة

الأجهـــــزة الإخراجـية

عملية الإخراج تعنى تخليص الجسم من المواد الإخراجية الناتجة عن عمليات الأيض المختلفة ، والتى لا يستفاد منها وقد يكون بعضها ضارًا إذا تراكم تداخل خلايا الجسم . وتعمل الأجهزة الإخراجية على التخلص من الماء الزائد والمعادن والمواد العضوية وأيضًا الغازات . بينما يحتفظ الجسم بالمواد الضرورية لأداء الوظائف الحيوية ، لذا فالأجهزة الإخراجية تلعب دور هام فى التخلص من النواتج النيتروجينية وأيضًا فى ثبات الرقم الهيدروجينى لسوائل الجسم . والفضلات الرئيسية الناتجة من أيض المواد الكربوهيدراتية والليبيدات هى ثانى أكسيد الكربون والماء ، حيث يخرج الماء فى البول بواسطة الأعضاء الإخراجية وأيضًا من الجلد فى صورة عرق . أما ثانى أكسيد الكربون فيخرج عن طريق الأعضاء التنفسية ، وأيضًا بواسطة الإنتشار من خلال الجلد والفضلات الرئيسية

الناتجة من أيض البروتينات والأحماض النواوية فهى المركبات المحتوية على النيتروجين ويطلق عليها اسم الفضلات النيتروجينية وهى الأمونيا والبولينا وحامض البوليك .

والأمونيا مادة إخراجية سامة جدًا ومن هنا فإن الحيوانات التى تعيش فى وفرة من الماء تخرج معظم الفضلات النيتروجينبة فى صورة أمونيا ومن أمثلة هذه الحيوانات اللافقاريات التى تعيش فى الماء وأيضًا بعض الأسماك . أما فى الحيوانات التى لا تعيش فى وفرة من الماء مثل السلاحف والبرمائيات والثدييات فإن معظم الأمونيا يتم تحويلها فى الكبد غلى مادة أقل فى التأثير السمى وهو البولينا . بينما نجد أن الحيوانات التى تعيش فى بيئات يندر بها الماء فإن معظم الفضلات النيتروجينية تكون فى صورة حامض البوليك والذى يمكن التخلص منه فى صورة صلبة ومن أمثلة هذه الحيوانات الحشرات والزواحف والطيور .

ووظيفة عضو الإخراج تكون مرتبطة بعملية التنظيم الأسموزى أى بعملية أتزان الماء والمعادن . ويمكن تقسيم أعضاء الإخراج فى المملكة الحيوانية إلى أربعة أنواع :

1. الفجوات المنقبضة وتوجد فى الأوليات التى تعيش فى المياه العذبة وأيضًا فى الأوليات البحرية التى لها أهداب وفى الأسفنجيات .
2. أنيبوبات مالبيجى وتوجدفى الحشرات .
3. الأنيبوبات الإخراجية المزودة بالخلايا اللهبية وتوجد فى الديدان المفلطحة ، وبعض الديدان الحلقية .
4. الأنيبوبات الإخراجية والتى تعتمد فى تكوين البول على عملية الترشيح بالضغط وهذه توجد فى القشريات والرخويات والفقاريات .

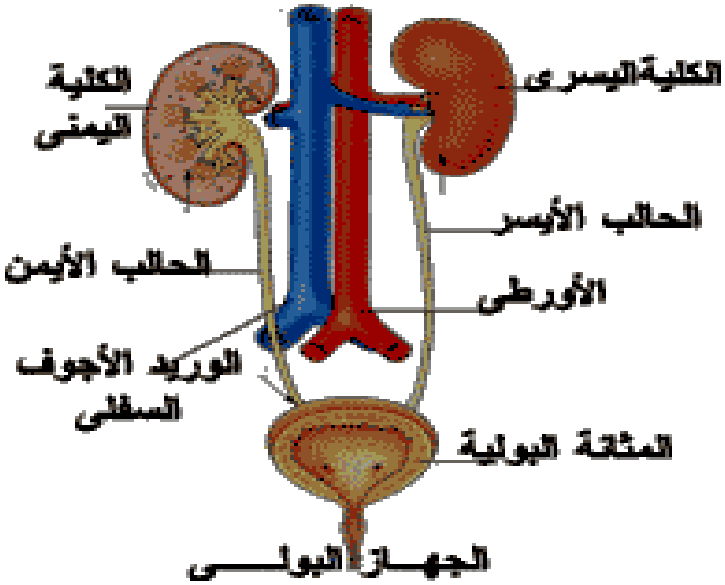
وهنا تجدر الإشارة إلى الأنيبوبات الإخراجية الموجودة فى اللافقاريات والحبليات السفلى تسمى النفريدات (المفرد : نفريدة) ، بينما تسمى فى الحيوانات الفقارية النفرونات .

وأعضاء الإخراج الأساسية فى الثدييات هى الكليتان حيث تقوم بتخليص الجسم من المواد الإخراجية النيتروجينية هذا بالإضافة لوجود أعضاء أخرى تلعب دورًا فى تخليص الجسم من الموادالإخراجية عديدة ومن أمثلتها طلائية الأنف ، والغدد اللعابية والرئتان والكبد والأمعاء الغليظة والجلد .

الجهاز البولى فى الإنسان

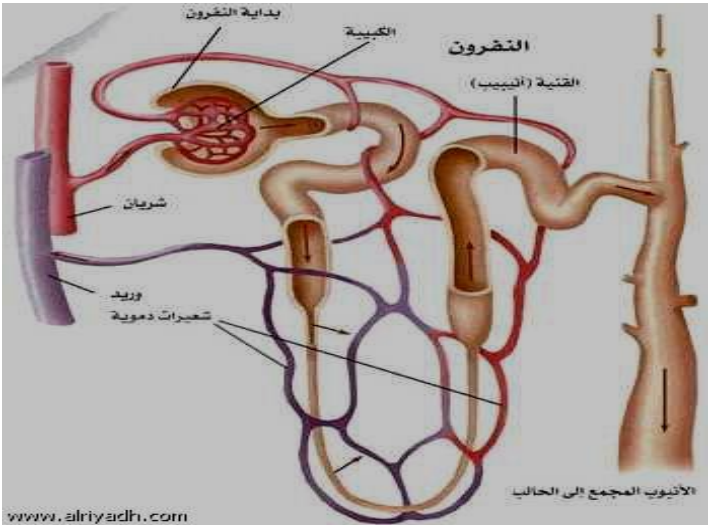
يتكون الجهاز البولى فى الإنسان من الكليتين ويمتد من كل كلية حالب ، ويصب الحالبان فى المثانة البولية ومنها يخرج البول عن طريق مجرى البول ومجرى البول فى الذكر هو الجزء النهائى للجهاز البولى وأيضًا الجهاز التناسلى . أما فى الأنثى فوظيفة مجرى البول إخراجية فقط .

الكليــة



الوظيفة الأساسية للكلية هى تخليص الجسم من المواد الإخراجية والماء الزائد مع المحافظة على حجم وتركيب الدم ، وبالتالى فهى المسئولة عن تكوين البول ، هذا بالإضافة لدورها فى الجسم كغدة صماء ، كما سيتم الإشارة إليه مع وظائف الغدد الصماء ، ومن هنا فالكليتان توصفان كغدتين لونهما أحمر ، تقعان فى الجزء الخلفى من تجويف البطن على جانبى العمود الفقارى وتشبه الكلية فى شكلها حبة الفاصوليا ، ويدخل كل كلية

شريان كلوى ويتفرع إلى فروع صغيرة ويسمى كل فرع شرين وارد ومتصل بالكلية وعاء دموى آخر هو الوريد الكلوى الذى يخرج فيه الدم من الكلية بعد تخليصة من المواد الإخراجية .



وعند دراسة قطاع طولى الكلية نجد أنها تتكون من :

1. القشرة وهى المنطقة الخارجية .
2. النخاع وهذا يمثل المنطقة الوسطى من الكلية .
3. حوض الكلية وهو المنطقة الداخلية والتى يبدأ منها الحالب ويوجد فى كلية الإنسان حوالى مليون وحدة من الوحدات

المسئولة عن تكوين البول تعرف باسم النفرونات(المفرد : نفرون) .

يتركب النفرون من محفظة بومان والتى يصلها أحد الأفرع الصغيرة من الشريان الكلوى ، حيث تحيط المحفظة شبكة من الشعيرات الدموية تسمى الكبة أو الجمع . ويطلق على المحفظة والجمع معًا كرية ملبيجى والتى تؤدى إلى الأنيبوبة الملتوية القريبة حيث تكون على اتصال بفرعى منحنى هنلى الموجود على شكل حرف U ، ثم يؤدى المنحنى إلى الأنيبوبة الملتوية البعيدة وتصب هذه الأنيبوبات فى أنيبوبات مجمعة حيث تتجمع فى حوض الكلية لجمع البول من الوحدات البولية ليصل إلى الحالب فى طريقة إلى المثانة البولية .

خطواط تكوين البول

يتم تكوين البول فى الوحدات البولية داخل الكلية فى ثلاث خطوات رئيسية هى :

1. التشيح فى الجمع

تبدأ عملية تكوين البول فى داخل محفظة بومان حيث يصل الدم إلى الشعيرات الدموية المكونة للجمع ولذا يتم ترشيحة من خلال جدران هذه الشعيرات بواسطة ضغط الدم . والسائل المتكون فى تجويف محفظة بومان يشبه بلازما الدم فيما عدا أنه يكاد يكون خاليًا من البروتينات . ونتيجة أن عملية الترشيح تتم تحت ضغط فإن جميع الإيونات والجزيئات الموجودة فى البلازما تنتقل مع الراشح فيما عدا جزيئات البروتينات الكبيرة والتى لا تستطيع النفاذ من خلال جدر الشعيرات الدموية .

2. <u>إعادة الأمتصاص بالأنيبوبات</u>

بعد عملية تكوين الراشح تحت ضغط ، يندفع هذا الراشح إلى الأنيبوبة الملتوية القريبة وقد قدر حجم الراشح الذى يتكون فى الكليتين للإنسان بحوالى 180 لترًا يوميًا ، ومن هنا فإن خلايا الأنيبوبات البولية تقوم بعملية إعادة امتصاص لمعظم الأيونات والجزيئات وأيضًا لجزء كبير من الماء . وقد ثبت أن معظم عمليات الامتصاص هذه تتم بواسطة النقل النشط من

خلال أغشية خلايا الأنيبوية الملتوية القريبة وذلك لكى تعود مرة أخرى إلى الدورة الدموية .

وعمليات إعـادة الامتصاص فى الأنيبوبات البولية تختلف من مادة إلى أخرى ، حيث توجد مواد مثل الجلوكوز والأحماض الأمينية يعـاد امتصاصها بالكامل بينما توجد مواد أخرى لا يعاد امتصاصها كلية مثل البولينا وحامـض البوليك هذا بالإضافـة إلى أن معظم الأملاح المعدنية يعاد امتصاصها بكميات متفاوتة . وهناك ما يعرف باسم الحد الأقصى للكمية التى يمكن إعادة امتصاصها من المادة فالجلوكوز لو وجد فى الدم فى المستوى الطبيعى (80 - 180 مجم | 100سم3 دم) فإنه يعاد امتصاصة كاملاً ، أما إذا زاد عن المعدل فإن الوحدات البولية تقوم بإعادة امتصاص الحد الأقصى والزيادة من الجلوكوز لا يتم امتصاصها ولذا يظهر الجلوكوز فى البول وهذا ما يعرف باسم مرض السكرى .

3. <u>الإفراز الأنيبوبى</u>

هذه الخطوة فى تكوين البول هى عكس الخطوة السابقة فالأنيبوبات البولية لها المقدرة على إفراز مواد معينة

فى صورة أيونات أو جزيئات مثل أيونات الهيدروجين والبوتاسيوم وبعض العقاقير التى قد يتناولها الإنسان ومواد أخرى عديدة ومعظم عمليات الإفراز تتم فى الأنيبوبة الملتوية البعيدة .

إخــراج المـاء

من المعروف أن الكلية تلعب دورًا هامًا فى تنظيم الضغط الأسموزى للدم وذلك عن طريق إعادة امتصاص الماء ، ومن هنا تتحكم فى كمية الماء الخارج فى صورة بول . فحينما تكون كمية الماء التى تم تناولها كبيرة يزيد حجم البول وفى نفس الوقت يكون مخففًا ، أما عندما تكون كمية الماء التى تصل الجسم قليلة فهنا يقل حجم البول بدرجة كبيرة ، وعلى ذلك فإن الكلية تؤدى دورًا هامًا فى الحفاظ على كمية ثابتة من الماء فى الدم . وهناك هرمون يفرز من الفص الخلفى من الغدة النخامية يسمى الهرمون المضاد الإدرار البول يتحكم فى إعادة امتصاص الماء فى الأنيبوبات البولية .

الكلية الصناعية

جهاز الكلية الصناعية يستخدم لمرضى الفشل الكلوى وذلك لكى يقوم مقام الكليتين بغرض تخليص دم المريض من المواد الإخراجية النيتروجينية ، وأيضًا أى فضلات أخرى أو سموم موجودة فى الدم . وتعتمد فكرة هذا الجهاز على وجود غشاء يسمح بمرور المواد الإخراجية ذات الأحجام الصغيرة الموجودة فى الدم ولا يسمح بمرور المواد ذات الجزيئات أو الأحجام الكبيرة مثل بروتينات البلازما وخلايا الدم . وهذا الغشاء يفصل بين محلول خاص يسمى محلول الديلزة يحتوى على بعض الأيونات وبين الدم الذى يتم سحبة من شريان فى ذراع المريض بواسطة أنبوبة خاصة . وعلى ذلك أثناء مرور الدم فى الجهاز يتم انتقال جزئيات المواد الإخراجية من الدم إلى المحلول ومن أهم المواد التى يتم التخلص منها هى البولينا وحامض البوليك والكرياتينين وعديد من الفضلات الأخرى ثم يعود الدم إلى مرشح خاص لتخليصة من أى فقاعات هوائية أوجلطات دموية ، وذلك قبل إعادته إلى جسم المريض .

البـــاب الثـــــامن

التـــحكم العصـــبي الهـرموني

التحكم العصبى الهرمونى

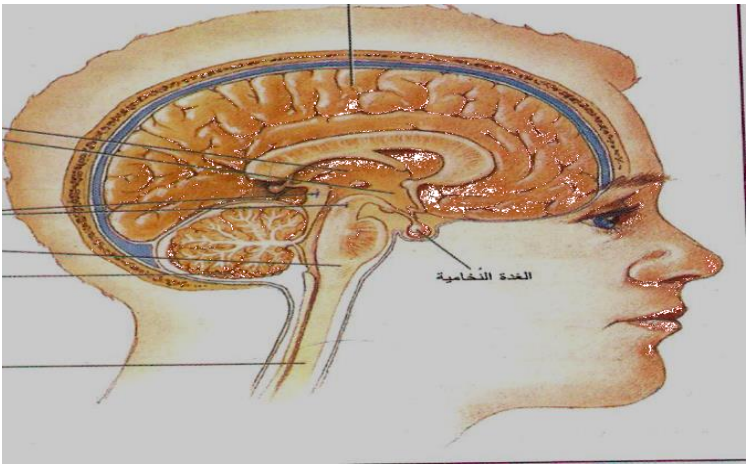
يقوم كل من الجهاز العصبى والغدد الصماء بالتحكم فى وظائف الجسم المختلفة ، فالوظيفة الأساسية للجهاز العصبى هى استقبال المعلومات من أعضاء الحس المختلفة يتبعة إرسال إشارات كيمائية كهربية إلى أعضاء الجسم المختلفة ، ومن هنا يتحكم الجهاز العصبى فى الأنشطة وردود الأفعال السريعة ، مثل انقباض العضلات . أما الغدد الصماء فغالبًا ما تتحكم فى الوظائف الأيضية ويتم ذلك عن طريق تصنيع وإفراز مواد كيميائية تسمى الهرمونات والتى تنطلق إلى الدم حيث تصل إلى العضو المستهدف . وفى جميع الفقاريات نجد أن الجهاز العصبى وجهاز الغدد الصماء يكملان بعضهما ويعملان معًا لتنظيم وظائف الأعضاء المختلفة والتحكم فى علاقة الدماغ تعتبر حلقة الوصل الرئيسية بين الجهاز العصبى والغدد الصماء .

أولاً: التحكم العصبى

الجهاز العصبى وأعضاء الحس

من الناحية التشريحية يتكون الجهاز العصبى من الأعصاب والعقد العصبية وكذلك كتلة النسيج التى تنشأ منها الأعصاب والعقد العصبية وهذه تشمل الدماغ والحبل الشوكى أما من الناحية الفسيولوجية فإن الجهاز العصبى هو ذلك الجهاز الذى يستقبل المعلومات من الأعضاء الحسية المختلفة ثم يقوم يترجمة هذه المعلومات إلى شفرة خاصة بواسطة الجهاز العصبى المركزى حيث يقوم الأخير بتحويلها إلى ردود فعل مناسبة

وينقسم الجهاز العصبى إلى :



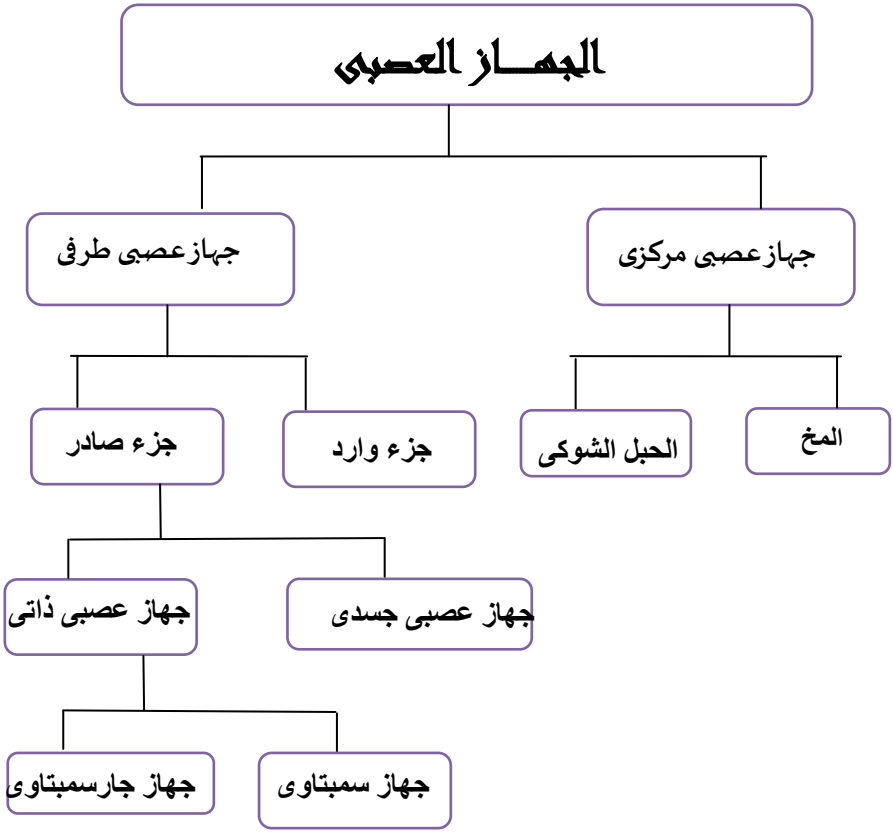
1. الجهاز العصبى المركزى ويتكون من الدماغ وهو محاط بعظام الجمجمة والحبل الشوكى الذى يوجد داخل العمود الفقارى .
2. الجهاز العصبى الطرفى ويتكون من الأعصاب المخية (عددها فى الإنسان 12 زوجًا) والأعصاب الشوكية (وعددها فى الإنسان 31 زوجًا) ويقوم الجهاز العصبى الطرفى بنقل الإشارات العصبية من مستقبلات الحس المختلفة إلى الجهاز العصبى المركز ومن الأخير إلى الأعضاء المنفذة كالعضلات والغدد ويمكن تقسيم الجهاز العصبى إلى جزئين :

أ. جزء وارد وهذا يشمل الأعصاب التى تنقل المعلومات من المستقبلات الحسية إلى الجهاز العصبى المركزى .

ب. جزء صادر وهذا ينقسم بدوره إلى جهاز عصبى جسدى والذى يتكون من أعصاب حركية تمد عصبيًا العضلات الهيكلية ، وجهاز عصبى ذاتى وهو عبارة عن الأعصاب التى من خلالها تستقبل الأوعية الدموية والقلب والغدد ... إلخ إمداداتها العصبية ، ويشمل الجهاز العصبى الذاتى جهازين هما :

- جهاز عصبى سمبتاوى
- جهاز عصبى جارسمبتاوى

ويمكن تلخيص تقسيم الجهاز العصبى كما يلى :



الخلية العصبية

الخلية العصبية هى وحدة تركيب الجهاز العصبى وتتميز الخلايا العصبية بمقدرتها على نقل وتوصيل الإشارات العصبية إلى أجزاء الجسم المختلفة كما أن لها قدرة على تصنيع المواد الناقلة للإشارات العصبية مثل الأستيل كولين والنورادرينالين والدوبامين والسيروتونين . والخلايا العصبية لها أيضًا دور فى تصنيع الدهون والمواد الكربوهيدارتية والبروتينات كما أن جميع الخلايا العصبية لها معدل أيضى مرتفع وتحتاج دائمًا إلى إمداد مستمر من الأكسجين والجلوكوز والمواد الغذائية الأخرى .

تتكون الخلية العصبية من جسم الخلية وتفرعات سيتوبلازمية تخرج من جسم الخلية تسمى زوائد الخلية ، وهذه تنقسم بدورها إلى الزوائد الشجرية التى تنقل الإشارات العصبية إلى جسم الخلية والمحور ، وهو ينقل الإشارة العصبية بعيدًا عن جسم الخلية إلى خلايا عصبية أخرى أو إلى العضلات والغدد . ويكسو المحور غلاف يتكون من عدة طبقات من مادة بروتينية دهنية تسمى الغلاف الملينى تكونه خلايا خاصة تسمى خلايا شوفان ويعزل الغلاف المليلينى المحور عن باقى المحاور

المجاورة . والمحاور المحاطة بالغلاف الميلينى تنقل الإشارات العصبية أسرع من غير المحاطة بغلاف ميلينى . ولا يحيط الغلاف المحور على مدى طوله بل ينقطع على مسافات منتظمة وتسمى هذه النقاط غير مغلفة بعقد رانقييه ، حيث يكون المحور على اتصال مباشر بالسائل خارج الخلايا . وينتهى المحور بتفرعات صغيرة تسمى التفرعات النهائية وفى نهاية كل فرع يوجد انتفاخ يحتوى على حويصلات تخزن فيها مواد ناقلة للإشارات العصبية .

ويحاط جسم الخلية العصبية بغشاء خلوى ويوجد بداخلة النواة والتى تحتوى على نوية . كما توجد أيضًا داخل جسم الخلية عضيات حية مثل الميتوكوندريا وجهاز جولجى ، وشبكة إندوبلازمية وريبوسومات ، كما توجد خيوط دقيقة تسمى الليفات العصبية . ويحتوى سيتوبلازما الخلية العصبية على حبيبات دقيقة تسمى حبيبات نسل التى تعتبر صفة مميزة لهذه الخلايا دون غيرها وتتكون هذه الحبيبات من شبكة إندوبلازمية محببة ولا تحتوى الخلية العصبية على الجسم المركزى ، ولذلك فهى لا تمتلك القدرة على الانقسام .

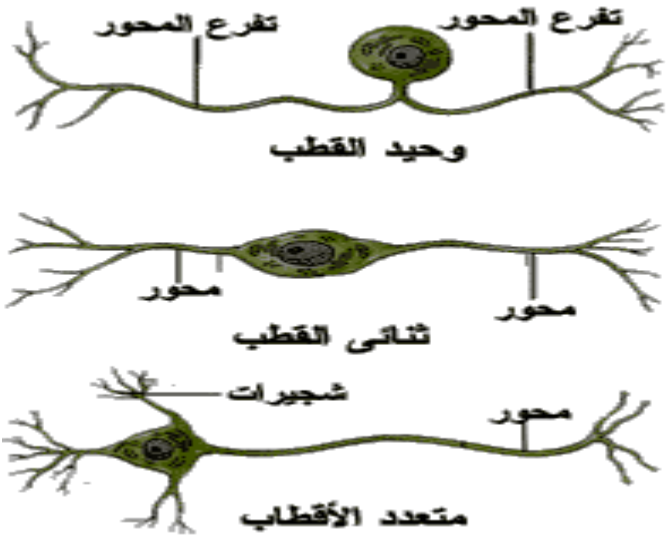
أنواع الخلايا العصبية

وكما أشرنا سابقًا عند دراسة الأنسجة العصبية فإنه يمكن تصنيف الخلايا العصبية من حيث التركيب وعدد الزوائد السيتوبلازمية التى تخرج من جسم الخلية إلى ثلاثة أنواع :

1. خلايا عصبية وحيدة القطب

هذا النوع من الخلايا العصبية يحتوى على زائدة بروتوبلازمية واحدة تخرج من جسم الخلية ، ثم تتفرع إلى فرعين أحدهما يعمل كزائدة شجرية والآخر يعمل كمحور . ومثل هذا النوع من الخلايا العصبية يوجد فى العقد العصبية المرتبطة بالجذور الظهرية للأعصاب الشوكية .

2. خلايا عصبية ثنائية القطب



يحتوى هذا النوع من الخلايا على زائدتين تخرج كل واحدة عند طرف من طرفى الخلية ، تعمل إحداهما كزائدة شجرية والآخرى تعمل كمحور . ومثل هذا النوع من الخلايا يوجد فى شبكية العين .

3. خلايا عصبية عديدة الأقطاب

وتحتوى هذه الخلايا على زوائد شجرية عديدة ومحور واحد ، وهذا النوع من الخلايا العصبية يوجد فى الجهاز العصبى

المركزى (الدماغ والحبل الشوكى) وفى القرن البطنى للحبل الشوكى .

وأيضًا يمكن تصنيف الخلايا العصبية على أساس وظيفتها إلى ثلاثة أنواع :

1. خلايا عصبية حسية (واردة)

هذا النوع من الخلايا ينقل الإشارات العصبية من المستقبلات (فى أعضاء الحس أو فى الأعضاء الداخلية) إلى الجهاز العصبى المركزى وهذه الخلايا أحادية القطب حيث يخرج من جسم الخلية زائدة تنقسم إلى فرعين ، فرع يمتد إلى المستقبلات وينقل منها الإشارة العصبية وفرع يعمل كمحور ويوصل الإشارة العصبية لخلية عصبية أخرى دخل الجهاز العصبى المركزى .

2. خلايا عصبية حركية (صادرة)

وهـذه الخلايا تنقـل الإشارات العصبية مـن الجهاز العصبى المركزى إلى عضو الاستجابة مثل العضلات والغدد . وهذه الخلايا متعددة الأقطاب حيث لها عدة زوائد شجرية ومحور واحد .

3. خلايا عصبية موصلة (بينية)

هذا النوع من الخلايا العصبية يوجد داخل الجهاز العصبى المركزى وهى خلايا متعددة الأقطاب حيث تنقل الإشارات العصبية من خلية عصبية إلى أخرى .

الإشارة العصبية

الإشارة العصبية هى عبارة عن تغيرات كميائية وكهربية تحدث فى غشاء الخلية العصبية وتنتقل هذه التغيرات على امتداد محور الخلية إلى النهايات العصبية .

ومن المعروف أن غشاء الخلية يفصل بين السائل خارج الخلايا والسائل داخل الخلايا اللذين يختلفان عن بعضهما فى تركيز الأيونات الموجودة بكل منها ، فالسائل خارج الخلايا يحتوى على تركيز عالية من أيونات الصوديوم والكلوريد . بينما السائل داخل الخلايا يحتوى على تركيزات عالية من أيونات البوتاسيوم والأيونات العضوية كبيرة الحجم مثل البروتينات .

وعلى ذلك ففى حالة الراحة (أى حالة عدم توصيل إشارة عصبية) توجد على السطح الخارجى للغشاء الخلوى تركيزات عالية من الشحنات الموجبة ، بينما على السطح الداخلى للغشاء

توجد تركيزات عالية من الشحنات السالبة . والسبب فى ذلك هو اختلاف نفاذية غشاء الخلية للأيونات ، فغشاء الخلية فى حالة الراحة يسمح بمرور أيونات البوتاسيوم (التى توجد بتركيزات عالية داخل الخلية) من الداخل إلى الخارج مسببًا تراكم الشحنات الموجبة خارج غشاء الخلية ، أما الأيونات سالبة الشحنة مثل البروتينات والتى لا تستطيع المرور عبر الغشاء تسبب تراكم الشحنات السالبة بالداخل وهذا يجعل الغشاء الخلوى فى حالة استقطاب ، أى يكون الغشاء موجب الشحنة فى الخارج وسالب الشحنة فى الداخل .

أما عند مرور إشارة عصبية فيحدث تغير سريع فى نفاذية الغشاء الخلوى ويصبح منفذا لأيونات الصوديوم (التى توجدبتركيزات عالية فى السائل خارج الخلايا)، فتمر أيونات الصوديوم الموجبة الشحنة من الخارج إلى الداخل مسببة تراكم الشحنات الموجبة على الناحية الداخلية للغشاء الخلوى وظهور ما يسمى بحالة إزالة الاستقطاب وعلى ذلك يصبح الغشاء موجب الشحنة فى الداخل وسالب الشحنة فى الخارج . هذا التغير المؤقت الذى يحدث فى نفاذية الغشاء يسبب ما يعرف بجهد الفعل الذى ينتقل عبر المحورمن جزء إلى الجزء الذى

يلية مسببا نقل الإشارة العصبية . وبعد إزالة الاستقطاب يعود غشاء الخلية إلى حالته السابقة بعملية تسمى إعادة الاستقطاب والمقصود بها عودة جهد الغشاء الخلوى إلى حالة الراحة حيث يحدث نقص مفاجى فى نفاذيية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم مما يؤدى إلى منع دخول أيونات الصوديوم لداخل الخلية ، وأيضا يحدث خروج سريع لأيونات البوتاسيوم الموجبة الشحنة وذلك للوصول إلى الجهد الراحة .

التشابكات (المتشابك) العصبية:

التشبك العصبى هو الموضع الذى تقترب فيه نهايات تفريعات محور خلية عصبية من التفرعات الشجرية لخلية عصبية أخرى ، ولا يوجد اتصال سيتوبلازمى بين هذه النهايات والتفريعات الشجرية ، ولكن توجد مسافة صغيرة جدا تقدر بحوالى 20 مللى ميكرون.

ويتكون أى تشابك عصبى من غشاء ما قبل التشابك وغشاء ما بعد التشابك والمسافة التى بينهما تسمى شق التشابك .

وقد تكون التشاببك العصبى بين خليتين عصبيتين أو بين خلية عصبية وليفة عضلية أو قد يكون التشابك العصبى بين خلية عصبية وخلية غدية.

أنواع التشابكات العصبية .

يوجد نوعان من التشابكات العصبية :

(أ) التشابكات العصبية الكهربية .

ويوجد هذاالنوع من التشابكات العصبية بصورة شائعة فى اللافقاريات ، كما يوجد أيضا فى الجهاز العصبى للفقاريات ولكن بصورة غير شائعة والتشابكات العصبية الكهربية هى النقاط التى يمر عندها التيار الأيونى مباشرة عبر فجوات الاتصال الكهربى وذلك من خلية إلى أخرى . وتوجد هذه الفجوات بين خلايا الغراء العصبى وكذلك بين الألياف العضلية فى القلب والألياف العضليةالملساء فى جدار المعدة .

(ب) التشابكات العصبية الكيميائية :

وهذه التشابكات أكثر تعقيدا من التشابكات الكهربية حبث تحتوى على حويصلات من مواد كيميائية خاصة تسمى بالناقلات العصبية والخلايا العصبية التى تحمل الإشارة العصبية جهة التشابكات تسمى الخلايا العصبية قبل التشابكية ، أما الخلايا التى تحمل الإشارة العصبية بعيدا عن هذه التشابكات فتسمى الخلايا العصبية بعد التشابكية .وفى هذه التشابكات

ينفصل غشاء ما قبل التشابك عن غشاء ما بعد التشابك بواسطة شق التشابك (والذى يقدر بحوالى 20-30مللى ميكرون)

وفى معظم الخلايا العصبية يتفرع عند نهتاية إلى عدة أفرع ، كل فرع يقترب من التفرعات الشجرية أو من جسم الخلية للخلية العصبية التى تليها، وعادة ما تتصل الخلية العصبية بالعديد من خلايا عصبية أخرى عن طريق آلاف من التشابكات العصبية . والإشارة العصبية تأتى من محور الخلية العصبية ثم تنتشر فى أفرع ونهايات عصبية كثيرة وعلى ذلك تغطى الخلية العصبية بإشارات عصبية كثيرة فى آن واحد.

آلية نقل الإشارات العصبية فى تشابكات الجهاز العصبى المركزى .

تنتقل الإشارات العصبية فى تشابكات الجهاز العصبى المركزى من خلال عدة آليات بعضها يسبب حالة تحفيز لغشاء ما بعد التشابك وبعضها يسبب حالة تثبيط لغشاءما بعد التشابك والبعض الآخرقد يؤدى إلى حالة تثبيط لغشاء ما قبل التشابك .

1. حالة التحفيز أو الحث بعد التشابك

عند وصول الإشارة العصبية إلى النهايات العصبية والذى يؤدى إلى دخول أيونات الكالسيوم إلى هذه النهايات يتحرر الناقل العصبى من حويصلات التخزين ، ثم يفرز إلى شق التشابك، وحيث إن شق التشابك ضيق جدا ففى خلال 1|100 من الثانية ينتشر الناقل العصبى ليصل لغشاء ما بعد التشابك ويرتبط بالمستقبلات الخاصة به على هذا الغشاء . ويؤدى ارتباط الناقل العصبى بالمستقلات الخاصة به على غشاء ما بعد التشابك إلى تغير نفاذية هذا الغشاء لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم ، الأمر الذى يؤدى إلى دخول أيونات الصوديوم إلى خلية ما بعد التشابك مسببا إزالة استقطاب موضعية لغشاء خلية ما بعد التشابك مقربا جهد الغشاء إلى ما يسمى تحفيز جهد ما بعد التشابك وبمجرد وصول هذا الجهد إلى قيمة معينة تسير موجه من التحفيز أو الحث فى الخلية التى سرعان ما تنتشر لتمتد بطول المحور.ولقد وجد أن الناقل العصبى فى معظم التشابكات المحفزة هو عبارة عن الأسيتيل كولين ، كذلك يعتبر النورادرينالين

والدوبامين والسيروتونين نواقل عصبية محفزة ، حيث وجد أن مستويات هذه النواقل يزيد فى الدماغ والحبل الشوكى أثناء حالة الحث .

2. **حالة تثبيط ما بعد التشابك**

وهنا يكون الناقل العصبى من النوع المثبط ، مثل الجليسين أو حامض الجاما أمينوبيوتيرات . فعند ارتباط الناقل بالمستقبلات الخاصة به يحدث تغير فى نفاذية غشاء ما بعد التشابك مؤديًا إلى تراكم شحنة موجبة خارج الغشاء ، وهذا ما يسمى بزيادة الاستقطاب (أى أن الناحية الداخلية للغشاء تصبح سالبة أكثر مما كانت عليه وقت الراحة) وهنا تكون الاستجابة هى حالة تثبيط حيث يتغير الجهد إلى ما يسمى تثبيط جهد ما بعد التشابك وهذا قد يكون ناتجًا إما عن :

أ. زيادة نفاذية غشاء ما بعد التشابك لأيونات الكلورين والتى يكون تركيزها أعلى خارج الغشاء عن تركيزها داخل الغشاء فتنتشر هذه الأيونات سالبة الشحنة داخل الخلية وتجعل داخل الخلية أكثر سالبية الأمر الذى يؤدى إلى زيادة الاستقطاب .

ب. زيادة نفاذية غشاء ما بعد التشابك لأيونات البوتاسيوم ، والتى يكون تركيزها داخل الخلية أعلى من خارج الخلية ، فيؤدى ذلك إلى انتشار أى خروج أيونات البوتاسيوم من داخل الخلية إلى خارجها . وهذا يضيف شحنة موجبة خارج الخلية فيصبح خارج الخلية ذو شحنة موجبة أعلى ، الأمر الذى ينتج عنه حالة زيادة الاستقطاب . ومن المعروف أن الخلايا العصبية التى تفرز نهاياتها نواقل عصبية تسبب حالة تثبيط تسمى خلايا عصبية مثبطة .

3. **حالة تثبيط ما قبل التشابك**

يحدث هذا النوع من التثبيط عند تكوين تشابك بين محور خلية مع محور خلية أخرى ، ولذا يطلق هذا النوع تشابك محور ـ محورى . حيث تكون الخلية العصبية رقم (1) خلية مثبطة والتى يتشابك محورها مع غشاء ما قبل التشابك (محور الخلية رقم 2) ، والذى يتشابك بدورة مع غشاء ما بعدالتشابك (الخلية رقم 3) وينطلق من محور الخلية رقم (1) مادة ناقلة مثبطة مثل حامض الجاما أمينوبيوتيرات ، وهذه المادة المثبطة تؤدى إلى فتح قنوات لأيونات الكلورين فى

غشاء ما قبل التشابك للخلية رقم (2) ومن هنا تندفع أيونات الكلورين من الخارج إلى داخل الخلية ، فيقل جهد الفعل فى النهايات العصبية للخلية رقم (2) ومعنى ذلك حدوث تثبيط أو إعاقة للإشارة العصبية المنقولة من هذه الخلية رقم (3) وهذه الحالة يطلق عليها تثبيط ما قبل التشابك .

القوس العصبى المنعكس

ومن المعروف أن معظم الخلايا العصبية تعمل فى مجموعات حيث تتضافر هذه الخلايا لأداء ما يعرف باسم الفعل الانعكاسى ويتشمل القوص العصبى المنعكس على خليتين عصبيتين على الأقل هما الخلية العصبية الواردة والخلية العصبية الصادة ولكن فى معظم الأحيان تكون القوس العصبى من :

1. عضو الإحساس أو المستقبل
2. خلية عصبية حسية أو واردة
3. خلية عصبية موصلة
4. خلية عصبية حركية أو صادرة
5. العضو المستجيب أو المنفذ وهو العضو الذى سوف يستجيب للتغيرات التى تحدث فى البيئة.

ومن أمثلة الأعضاء المنفذة العضلات والغدد ويسمى القوس العصبى الجسدى عندما تظهر الاستجابة فى عضلة إرادية ، بينما يسمى القوس العصبى اللاإرادى عندما تكون الاستجابة فى العضلات اللاإرادية أو عضلة القلب أو الغدد .

الجهاز العصبى المركزى

يتكون الجهاز العصبى المركزى من الدماغ والحبل الشوكى ويوجد الدماغ داخل الجمجمة ، بينما يوجد الحبل الشوكى داخل القناة الفقارية . ويحيط كل من الدماغ والحبل الشوكى الأغشية السحائية التى تتكون من ثلاث طبقات هى : الأم الجافية ، والغشاء العنكبوتى والأم الحنون . وتوجد بين الغشاء العنكبوتى والأم الحنون مسافة تسمى التحت عنكبوتية هذه المسافة مملوءة بالسائل المخى الشوكى . وهذا السائل بديل لليمف الذى يوجد حول خلايا أجهزة الجسم الأخرى ومن ما يعرف أن كثيرًا من المواد الموجودة فى بلازما الدم لا تصل بسهولة إلى الدماغ لوجود ما يعرف باسم حاجز الدم الدماغى . ويشتمل الحبل الشوكى على المادة السنجابية والموجودة فى الداخل على شكل جناح فراشة والتى تحتوى على أجسام الخلايا العصبية .

والمادة البيضاء فى الخارج والتى تحتوى على حزم الألياف العصبية ويتصل بالحبل الشوكى فى الإنسان 31 زوجًا من الأعصاب الشوكية . وكل عصب يتكون من جذرين ، جذر ظهرى يحوى ألياف الخلايا الواردة (الحسية) وجذر بطنى والذى يحوى ألياف الخلايا الصادرة (الحركية) .

والدماغ على نقيض الحبل الشوكى تكون فيه المادة السنجابية للخارج مكونة قشرة الدماغ والمادة البيضاء للداخل . والنسبة بين وزن الماغ والحبل الشوكى فى الحيوان تعطى دلالة على مقدار الذكاء عند الحيوان . ففى الأسماك تكون هذه النسبة 1:1 بينما نجد أن هذه النسبة فى الإنسان تصل إلى 1:55 أى وزن الدماغ فى الإنسان يساوى تقريبًا 55 ضعفًا من وزن الحبل الشوكى . ويتكون الدماغ فى الحيوانات الفقارية من عدة أجزاء هى :

(1) الدماغ الأمامى والذى يشتمل على قشرة الدماغ والمهاد وتحت المهاد .

(2) الدماغ المتوسط .

(3)الدماغ الخلفى والذى يشتمل على المخيخ وقنطرة الدماغ والنخاع ويتصل بالدماغ فى الإنسان 12 زوجًا من الأعصاب المخية .

الجهاز العصبى الطرفى

يقصد بالجهاز العصبى الطرفى الأعصاب المتصلة بكل من الدماغ والحبل الشوكى . ويمكن تقسيم هـذه الأعصاب طبقًا للوظيفـة إلى أعصاب واردة أو حسية وهى التى تحمل المعلومات أو الإشارات من المستقبلات الحسية الموجودة فى أطراف الجسم المختلفة إلى الجهاز العصبى المركزى (الدماغ والحبل الشوكى) ، وأعصاب صادرة أو محركة والأعصاب المحركة تنقسم بدورها إلى نوعين هما :

1. الأعصاب الجسدية والتى تكون ما يعرف باسم الجهاز العصبى الجسدى والذى تتجه أليافه العصبية إلى العضلات الهيكلية . ومن هنا تعرف أيضًا هذه الأعصاب باسم الأعصاب الإرادية .
2. الأعصاب الذاتية والتى تكون ما يعرف باسم الجهاز العصبى الذاتى ، وتعرف أيضًا أعصاب هذا الجهاز بالأعصاب اللاإرادية أو الحشوية ، حيث تمتد هذه

الأعصاب إلى كل أحشاء الجسم مثل العضلات اللاإرادية وعضلة القلب والغدد .

الجهاز العصبى الذاتى

تتحكم أعصاب الجهاز العصبى الذاتى فى جميع الوظائف اللاإرادية حيث يرتبط عملها بوظائف الأحشاء الداخلية ومن هنا يطلق عليه كما ذكرنا سابقًا الجهاز العصبى الحشوى اللاإرادى ، فأعصاب هذا الجهاز تنظم انقباض العضلات الملساء فى القناة الهضمية وفى الأوعية الدموية وفى المثانة وفى قزحية العين ، وأيضًا هذه الأعصاب لها علاقة بتنظيم انقباض عضلة القلب وكذلك إفرازات العديد من غدد الجسم .

وينقسم الجهاز العصبى الذاتى إلى جهازين ، وذلك طبقًا لنشأة الأعصاب من الجهاز العصبى المركزى ، وأيضًا طبقًا للوظيفة ، والجهازان هما الجهاز العصبى السمبتاوى ، والجهاز العصبى الجارسمبتاوى وتنشأ أعصاب الجهاز العصبى السمبتاوى من المنطقتين الصدرية والقطنية من الحبل الشوكى ، ولذا يطلق عليه أيضًا اسم الجزء الصدرى القطنى . بينما أعصاب الجهاز العصبى الجارسمبتاوى تنشأ من جذع الدماغ

والمنطقة العجزية من الحبل الشوكى ، ولذا يسمى الجزء المخى العجزى .

يتضح أن معظم أعضاء الجسم الداخلية تصلها ألياف عصبية من كلا الجهازين السمبتاوى والجار سمبتاوى ، وغالبًا ما يكون تأثير أحد هذين الجهازين معاكسًا لتأثير الآخر ، فمثلا زيادة نشاط العصب السمبتاوى المتجه إلى القلب تعمل على زيادة سرعة نبض القلب وقوة انقباضة ، بينما تحفيز العصب الجاسمبتاوى الذى يتصل بالقلب يسبب بطئًا فى سرعة النبض .

أعضاء الحس

أعضاء الحس هى تراكيب خاصة تمد الجهاز العصبى المركزى بأى تغيرات تحدث فى البيئة ، ولذا فهى تعرف أيضًا باسم المستقبلات الحسية . والمستقبل عادة يتأثر بنوع معين من الطاقة وله المقدرة على تحويل هذه الطاقة إلى إشارة عصبية تنتقل إلى الجهاز العصبى المركزى والذى بدورة يستجيب لهذه الإشارة .

وتوجد عدة طرق لتصنيف المستقبلات فمثلا يمكن تصنيفها طبقًا لمواقعها فى الجسم إلى نوعين :

1. مستقبلات داخلية موجودة داخل الجسم وتتأثر بالمؤثرات الداخلية، ومنها ما هو موجود بالأحشاء ولذا تعرف باسم المستقبلات الحشوية ، ويوجد أيضًا منها فى العضلات والمفاصل والأوتار والأربطة وتعرف باسم المستقبلات الذاتية ، حيث تتأثر بأى تغيرات توترية .
2. مستقبلات خارجية وهذه المستقبلات تتأثر بالمؤثرات الخارجية كالصوت والضوء والحرارة البرودة ، وعادة تسمى أعضاء الحس وهى تشمل العينين والأذنين والأنف واللسان والجلد .

ويمكن تقسيم المستقبلات طبقًا لنوع الطاقة التى تتأثر بها إلى :

1. مستقبلات كيميائية وهذا النوع من المستقبلات يتأثر بمادة كيميائية ومن أمثلتها مستقبلات التذوق على اللسان ومستقبلات الشم الموجودة فى النسيج الطلائى الشمى المبطن للأنف .
2. مستقبلات ميكانيكية والتى تتأثر ميكانيكيًا مثل مستقبلات السمع ومستقبلات الاتزان وجميعها

موجودة فى الأذن ، أيضًا مستقبلات اللمس والضغط الموجودة فى الجلد .

3. مستقبلات الحرارة وهى التى تتأثر بالتغيرات فى درجة الحرارة سواء بالارتفاع أو الانخفاض .وتوجد فى الجلد أيضًا .
4. مستقبلات الضوء ويتأثر هذا النوع بالضوء ولذا نجده فى شبكية العين ، ومستقبلات الضوء فى العين نوعان هما العصى والمخاريط . فالعصى تتأثر بالضوء الخافت بينما تتأثر المخاريط بضوء النهار وهى المسئولة عن تمييز الألوان . فالحيوانات التى لا تستطيع تمييز الألوان تكون شبكية العين عندها تحتوى على عصى فقط بدون مخاريط

ثانيًا: التحكم الهرمونى

الغدد الصماء

جهاز الغدد الصماء هو الجزء الثانى من الأجهزة التى تتحكم فى وظائف الجسم وهى غدد لا قنوية تفرزمواد كيميائية

تسمى هرمونات تتجه إلى الدم مباشرة ، ومن هنا تسمى الغدد ذات الإفراز الداخلى ، ولا بد من إنتاج هذه الهرمونات بالكميات المطلوبة لكى تؤدى وظائفها على أحسن وجه. أما إذا زاد إفراز الهرمون عن حاجة الجسم أو نقص فهذا سوف يؤدى إلى اختلال فى الوظيفة مما قد يسبب أعراضًا مرضية تختلف من هرمون إلى آخر .

والغدد الصماء فى الفقاريات هى :

1. الغدد النخامية .
2. تحت المهاد .
3. الغدة الصنوبرية .
4. الغدد الدرقية .
5. الغدد الجاردرقية .
6. غدة الكظر (فوق الكلوية)
7. المانسل (المبيض فى الأنثى ، والخصية فى الذكر)
8. المشيمة (خلال فترة الحمل) .
9. البنكرياس (ويعتبر غدة صماء حيث يقوم بإفراز ثلاث هرمونات وأيضًا يعتبر غدة قنوية لأنه يقوم بإفراز العصارة البنكرياسية)

10. مخاطية المعدة والأمعاء .
11. الكليتان .

الهرمونات

يمكن تعريف الهرمون بأنه مادة كيميائية يتم إنتاجها وتخزينها داخل خلايا غدة لا قنوية ، وينطلق هذا الهرمون إلى الدم مجرد وصول إشارة فسيولوجية ، والتى قد تنتج من تغير تركيز بعض محتويات الدم (مثل الكالسيوم أو الجلوكوز) أو من وصول إشارة عصبية . وعن طريق مجرى الدم ينتقل الهرمون إلى العضو المستهدف .

ويمكن تقسيم الهرمونات طبقًا لتركيبها الكيميائى إلى ثلاث مجموعات :

1. هرمونات ببتيدية أو بروتينية التركيب .
2. هرمونات ستيرودية .
3. هرمونات مشتقة من الأحماض الأمينية .

وقبل التحدث عن هرمونات الغدد الصماء المختلفة تجدر الإشارة إلى أن هناك هرمونين يفرزان من مناطق عديدة فى الجسم وهما البروستاجلاندين واللبتين .

أ. *البروستاجلاندين*

البروستاجلاندينات تفرز بكميات قليلة من معظم أنسجة الجسم وتعتبر من الهرمونات التى تؤثر فى مكان إفرازها ، ولو أن بعضها يمكن أن ينطلق من مكان الإفراز إلى الدورة الدموية ، وهى عبارة عن ليبيدات تكونت من الأحماض الدهنية . والبروستاجلاندينات لها وظائف عديدة منها التحكم فى إفراز بعض الهرمونات الأخرى ، كما أن لها علاقة بعملية تجلط الدم وأيضًا بعض الوظائف المرتبطة بالتكاثر . ومن تأثيراتها العديدة فى الجسم أيضًا دورها فى استجابة الأنسجة للإصابات . ومن المعروف أن تأثير العقاقير المضادة للالتهابات مثل الأسبرين يكون من خلال مقدرتها على تثبيط تصنيع البروستاجلاندينات .

ب. *اللبتين*

اللبتين هرمون يفرز فى الدم بواسطة خلايا الأنسجة الدهنية ويفترض حاليًا أن هرمون اللبتين له علاقة بالسمنة أو البدانة ، حيث يؤثر على مستقبلات خاصة

فى الدماغ لها علاقة بالشهية ، وأيضًا من خلال تأثيرة على أيض المواد الدهنية فى الجسم الكائن ، ومن ثم فهو يقوم بتنظيم وزن الجسم من خلال تنظيم وزن الأنسجة الدهنية .

الغدد النخامية

الغدة النخامية عى غدة صغيرة لا يتعدى وزنها نصف جرام فى الإنسان البلغ وتقع بين سقف وقاع الدماغ . وتقسم الغدة النخامية إلى جزئين هما :

1. الجزء النخامى الغدى ، وهذا يشمل الفص الأمامى والفص الأوسط .
2. الجزء النخامى العصبى ويشمل الفص الخلفى والذى يتصل بمنطقة تحت المهاد بالدماغ ، حيث توجد أجسام خلايا عصبية فى منطقة تحت المهاد ونهاية أليافها العصبية فى الفص الخلفى للغدة . ومن الثابت أن هرمونات هذا الفص الخلفى تفرزها الخلايا العصبية الموجودة فى منطقة تحت المهاد ، وتصل هذه الهرمونات إلى الفص الخلفى من خلايا الألياف العصبية حيث يتم تخزينها وعند الحاجة

إليها تنطلق هذه الهرمونات من الفص الخلفى إلى الدم .

هرمونات الجزء النخامى الغدى

ينتج الفص الأمامى من هذا الجزء ستة هرمونات جميعها بروتينية التركيب ، وخمسة من هذه الهرمونات تنظيم عمل غدد صماء أخرى فى الجسم ، ولذا تسمى هرمونات منشطة ، ولهذا السبب يطلق على الغدة النخامية الغدة القائد . هرمونات هذا الجزء هى :

1. **الهرمون المحفز للغدة الدرقية**

يعمل هذا الهرمون على تنظيم إنتاج هرمونى الغدة الدرقية الثيروكسين وثلاثى أيودو الشيرونين . ويتأثر إفراز الهرمون المحفز للغدة الدرقية بمستوى هرمونات الغدة الدرقية فى الدم وأيضًا بمادة تفرز من منطقة تحت المهاد وتسمى العامل المحرر للهرمون الحافز للغدة الدرقية .

2. **الهرمون المحفز لقشرة الغدة الكظرية**

ينظم هذا الهرمون نشاط قشرة الغدة الكظرية ويتحكم فى إفراز هذا الهرمون مستوى هرمونات

قشرة الغدة الكظرية فى الدم وهرمون يفرز من تحت المهاد يسمى الهرمون المحرر للهرمون المنظم لقشرة الغدة الكظرية .

3. الهرمونات المنظمة لعمل المناسل

تعمل هذه الهرمونات على تنظيم المناسل (المبيضين والخصيتين) وهى عبارة عن ثلاثة هرمونات :

أ. الهرمون المحفز لتكوين الحويصلات

يلعب هذا الهرمون دورًا هامًا فى نمو العضاء التناسلية ، وفى نضج البويضات فى المبيض والحيوانات المنوية فى الخصية .

ب. الهرمون المحفز لتكوين الجسم الأصفر

يساعد هذا الهرمون على انطلاق البويضات الناضجة من حويصلة جراف كما يساعد فى تحفيز الخلايا البينية فى الخصية لتكوين الهرمون الذكرى تستوستيرون .وينظم إفراز كلا الهرمونين المحفزين للحويصلات ولتكوين الجسم الأصفر هرمون يفرز من تحت المهاد

يسمى الهرمون المحرر للهرمونات المنظمة للمناسل.

ت. هرمون البرولاكتين

يحفز هذا الهرمون نمو الغدد الثديية ويساعد على إفراز اللبن من الثديين . وفى بعض الثدييات يساعد هذا الهرمون فى انطلاق هرمون البروجستيرون من الجسم الأصفر .

وينظم إفراز هرمون البرولاكتين هرنونان يفرزا من تحت المهاد حيث يزيد أحدهما من إفراز البرولاكتين ويسمى الهرمون المحفز لإطلاق البرولاكتين ، والآخر يقلل من إفراز البرولاكتين ويسمى الهرمون المثبط لإطلاق البرولاكتين .

4. هرمون النمو

ينظم الهرمون نمو عضلات الجسم وأيضًا العظام ،ولذلك فهو يلعب دورًا هامًا فى بناء الجسم . ومن هنا يزيد إفراز هذا الهرمون فى مرحلة الطفولة ، وعلى ذلك فنقص إفراز هذا الهرمون أثناء نمو الطفل يسبب تأخر نمو العظام والعضلات ،

وتعرف هذه الحالة بالقزامة . وعكس ذلك زيادة إفراز هذا الهرمون عن المعدل الطبيعى فى مرحلة الطفولة يؤدى إلى العملقة . أما زيادة إفراز هرمون النمو عند الكبار فيسبب تضخم اليدين والقدمين ويعرف ذلك بالأكرومجلى .ويتحكم فى إفراز هذا الهرمون هرمونان يفرزان من منطقة تحت المهاد حيث يزيد أحدهما من إفراز هرمون النمو والآخر يقلل من إفرازة .

وتجدر الإشارة إلى أن الفص الأوسط للغدد النخامية فى الحيوانات الفقارية الأقل تطورًا (الأسماك والبرمئيات والزواحف) ينتج هرمونا يسمى الهرمون المحفز لحاملات الصبغ الأسود الميلانين داخل الخلايا الصبغية ، ولذا فهذه الحيوانات لها المقدرة على محاكاة لون الوسط المحيط .

- **هرمونات الجزء النخامى العصبى**

كما أشـرنا سابقًا فـإن هرمونـات هـذا الجزء من الغدة النخاميـة مصدرهـا خلايا عصبـية موجـودة فى منطقة تحت المهـاد وتصل هذه

الهرمونات إلى الفص الخلفى من الغدة النخامية من خلال الألياف العصبية . ومن الثابت وجود هرمونين يفرزهما تحت المهاد ويخزنان فى الجزء النخامى العصبيى وهذان الهرمونان هما :

1. **الهرمون المضاد لإدرار البول**

يسبب هذا الهرمون زيادة مقدرة الكلية على إعادة امتصاص الماء ، وذلك من خلال تأثيرة على نفاذية أغشية خلايا الأنيبوبات الملتفة البعيدة وفرعى هنلى فى الوحدات البولية داخل الكلية . ولذا عند نقص كمية الماء فى الدم تتأثر منطقة تحت المهاد فى الدماغ وهذا يسبب زيادة إفراز هذا الهرمون ، والذى يحملة الدم إلى الكليتين فيزيد معدل امتصاص الماء هنا يقل حجم البول . وعلى العكس من ذلك فعند زيادة حجم الماء الذى يتناولة الفرد تزيد تبعًا لذلك كمية الماء وينتج عن ذلك نقص كمية الهرمون مما يؤدى إلى نقص

إعادة امتصاص الماء فى الكلية وهنا تكون النتيجة إدرار كمية كبيرة من البول . ومن الملاحظ أن زيادة هذا الهرمون عن المعدل فى الدم تعمل على انقباض العضلات الملساء للشرايين مما يسبب ارتفاع ضغط الدم ، ومن هنا يطلق عليه أيضًا اسم الهرمون الضاغط للأوعية (فازوبرسين) .

2. هرمون الأوكسى توسين

من الثابت الآن أن هذا الهرمون يلعب دورًا هامًا فى انطلاق اللبن من ثدى الأم أثناء عملية الرضاعة هذا بالإضافة لدورة فى تسهيل عملية الولادة حيث يسبب تقلص عضلات الرحم ، ومن هنا يتم حقن هذا الهرمون فى حالات الولادة المتعسرة .

- **هرمونات منطقة تحت المهاد**

الجدول التالى يوضح الهرمونات الخاصة بمنطقة تحت المهاد والأنسجة المستهدفة بهذه الهرمونات ووظائفها .

الغدة الصنوبرية

الغدة الصنوبرية مخروطية الشكل وتقع فى البطين الدماغى الثالث داخل الدماغ ، وتفرز هذه الغدة هرمون ببتيدى يسمى الميلاتونين وعديد من المواد الآخرى الشبيهة . ومن وظائف هذا الهرمون أنه يساعد على النوم ، هذا بالإضافة إلى أنه يؤثر فى إفراز الهرمونات المنظمة للمناسل من الجزء النخامى الغدى ، وأيضًا تثبيط عملية التبويض فى المبيض ، وذلك من خلال تثبيط إفراز الهرمون المحرر للهرمونات المنظمة للمناسل من منطقة تحت المهاد .ومن الثابت أن إفراز هرمون الميلاتونين يتوقف على وجود الضوء فى البيئة حيث يزيد إفرازه عندما يقل الضوء ، بينما يقل إفرازه عند زيادة كمية الضوء .

الغدة الدرقية

تتكون الغدة الدرقية من فصين يتصلان معًا بواسطة برزخ وتوجد على القصبة الهوائية أسفل الحنجرة ،

وتزن فى الإنسان البالغ حوالى 25جرامًا . وبفحص قطاع عرضى فى الغدة بالمجهر الضوئى نجد أنها تشتمل على حويصلات عديدة ، وجدار هذه الحويصلات عبارة عن نسيج طلائى يختلف شكل خلاياه بين المكعب والعمودى ، وذلك طبقًا لنشاط الغدة ويوجد بين الحويصلات نوع آخر من الخلايا تسمى خلايا ج . وتقوم الخلايا المكونة للحويصلات بإنتاج هرمونين من الحامض الأمينى التيروسين بربطه مع اليود . وهذان الهرمونات هما الثيروكسين وثلاثى أيودو الثيرونين ، بينما تنتج الخلايا الموجودة بين الحويصلات هرمون آخر يسمى الكالسيتونين .

وظائف هرمونى الثيروكسين وثلاثى أيودو الثيرونين

كلا الهرمونين له دور هام فى تنشيط عمليات الأيض فى جميع خلايا الجسم ، ومن هنا فإن الوظيفة الأساسية لهما تكون مرتبطة بعمليات النمو بصفة عامة والجهاز العصبى بصفة حاصة . ويبدو هذا واضحًاعند نقص إفراز الغدة الدرقية فى الأطفال فيؤدى هذا النقص إلى إعاقة النمو ، ولو لم يتم تدارك ذلك مبكرًا فقد ينتج إنسان قزم متخلف عقليًا . أما فى

حالة نقص نشاط الغدة عند الكبار فتظهر اعراض مرض الميكسيديما ، ومن أهم اعراضة أن الجلد يصبح سميكًا وينتفخ الوجه بسبب تراكم سوائـل الجسم تحت الجلد وبطء فى ضربـات القلب ، وقـد تكون هناك زيادة فى وزن الجسم .

أما زيادة نشاط الغدة الدرقية فيؤدى إلى تضخمها حيث يظهر ورم فى منطقة الرقبة أسفل الحنجرة ويعرف بالورم الدرقى ، علمًا بأن هذا الورم قد يظهر يسبب نقص إفراز الغدة . وغالبًا ما يكون راجعًا لنقص كمية اليود فى الجسم ويعرف بالورم الدرقى يسبب نقص اليود ، وتعالج مثل هذه الحالة بتناول أقراص تحتوى على اليود ، ومن توصيات هيئة الصحة العالمية الآن استخدام ملح الطعام المضاف إليه اليود بدلا من ملح الطعام العادى . ولكنفى حالة الورم الدرقى نتيجة زيادة إفراز الغدة الدرقية والذى يسبب زيادة معدل الأيض عن المستوى الطبيعى ويظهر ذلك بوضوح مع نقص وزن الجسم وسرعة نبض القلب والعصبية الزائدة مع ارتفاع طفيف فى درجة حرارة الجسم . ويمكن علاج هذه الحالة باستئصال جزء من الغدة الدرقية جراحيًا .

وكمــا أشرنــا سابقًا فــإن هناك هرمونا محفزًا للغـدة الدرقية ينطلــق من الغـدة النخاميــة (الفص النخامى الغدى) يتحكم فى تصنيع وتحرير الثيروكسين وثلاثى أيودو الثيرونين من الغدة الدرقية ، فإذا انخفض مستواهما فى الدم تتحرر كمية أكبر من الهرمون المحفز للغدة الدرقية أما ارتفاعهما فى الدم فيعمل على ثبيط تحرر الهرمون المحفز للدرقية .أيضًا فإن تحرير الهرمون المحفز للدرقية من الغدة النخامية يتحكم فيه هرمون يفرز بواسطة تحت المهاد وهو المعروف باسم الهرمون المحرر للهرمون المحفز للغدة الدرقية .

وظيفة هرمون الكالسيتونين

هرمون الكالسيتونين يفرز من خلايا ج المنتشرة بين حويصلات الغدة الدرقية ، ولقد وجد أن إفراز هذا الهرمون يزيد بزيادة مستوى الكالسيوم فى الدم عن المعدل الطبيعى حيث يعمل هرمون الكالسيتونين على تخفيض مستوى الكالسيوم فى الدم من خلال تأثيرة المباشر على الخلايا الأكولة فى العظام لتقليل نشاطها وعلى ذلك يزداد ترسيب الكالسيوم فى العظام .

الغدة الجاردرقية

يوجد على السطح الظهرى للغدة الدرقية أربع غدد يطلق عليها الغدد الجاردرقية والوظيفة الساسية لهذه الغدة هى انتاج هرمون يسمى هرمون الغدة الجاردرقية ويعمل هذا الهرمون على الحفاظ على المستوى الطبيعى للكالسيوم فى الدم وإزالة هذه الغدد زالذى قد يحدث بطريق الخطأ عند إزالة جزء من الغدة الدرقية يؤدى إلى نقص سريع فى مستوى الكالسيوم فى الدم والذى يؤدى بدوره إلى تقلصات عضلية وحالة تشنج عضلى مما يؤدى فى النهاية إلى الموت .

وهرمون الغدة الجاردرقية يعمل على رفع مستوى الكالسيوم فى الدم وذلك فى حالة نقصانة قليلا عن المعدل الطبيعى من خلال تحفيز الخلايا الأكولة فى العظم ، حيث يؤدى نشاط هذه الخلايا إلى تآكل العظام المجاورة لها وبالتالى يتحرر كل من الكالسيوم والفوفسات . ومن هنا فلو زاد مستوى الكالسيوم عن المعدل الطبيعى يقل نشاط الغدد الجاردرقية ، وعلى ذلك يقل إفرازها . وحيث إن عمل هرمون الكالسيتونين معاكس لعمل هرمون الغدة الجاردرقية فهنا يمكن القول أن الهرمونات يعملان معًا لحفظ مستوى الكالسيوم فى الدم حول معدله الطبيعى .

وهنا تجدر الإشارة إلى علاقة فيتامين د ومستوى الكالسيوم فى الدم حيث يتحول هذا الفيتامين من خلال اكسدة ثنائية الخطوات إلى مركب يسمى 1,25 ثنائي هيدروكسي فيتامين د وهذا المركب له دورًا هامًا فى عملية امتصاص الكالسيوم فى منطقة الأمعاء بواسطة الأنتقال النشط وكما اشرنا سابقًا فإن نقص فيتامين د يسبب مرض الكساح وخاصة عند الأطفال

غدة الكظر (الغدة فوق الكلوية)

غدة الكظر فى الفقاريات عبارة عن غدة مزدوجة تقع كل واحدة منهما قريبًا من الكلية أو فوقها وتتكون كل غدة من طبقتين الخارجية تعرف باسم القشرة والداخلية تسمى النخاع وهاتان الطبقتان تختلفان من حيث النشأة الجنينية حيث تنشأ طبقة القشرة من الميزودرم بينما تنشأ طبقة النخاع من الأكتودرم وكل طبقة تفرز الهرمونات الخاصة بها ، هذا بالاضافة إلى أن وظيفة القشرة تكون تحت سيطرة الغدة النخامية بينما وظيفة النخاع يتحكم فيها الجهاز العصبى السمبتاوى .

1. هرمونات قشرة الغدة الكظرية

هرمونات قشرة الغدة الكظرية عبارة عن ستيرويدات وتنقسم طبقًا لوظائفها إلى ثلاث مجموعات هى :

- هرمونات القشرة الخاصة للسكريات

ومن أشهرها الكورتيزون والكورتيكوستيرون وهذه المجومعة من الهرمونات لها تأثيراتها الهامة على عمليات الأيض واصة أيض المواد الكربوتيدراتية حيث تسبب هذه الهرمونات تكوين الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وبالتالى يرتفع مستوى الجلوكوز فى الدم ، أيضًا هذه الهرمونات تؤدى دورًا هامًا كمركبات مضادة للألتهابات ولذا تستخدم فى علاج عديد من الأمراض المصحوبة باللتهابات ولكن يجب استخدامها بعناية فائقة تحت إشراف طبى .

- هرمونات القشرة الخاصة بالمعادن

ومن أهم هرمونات هذه المجموعة هرمون الألدوستيرون . ومن أهم وظائفة الحفاظ على توازن المعادن فى الجسم وذلك من خلال تنظيم إعادة امتصاص أيونات الصوديوم

والكلوريد فى الأنيبوبات البولية فى الكلية ، وايضًا عملية إخراج البوتاسيوم بواسطة الكليتين . ومن هنا يمكن القول أن هذه المجموعة من الهرمونات تعمل على الحفاظ على المستوى الصحيح لهذه الأيونات فى الدم .

- هرمونات الجنس

تشمل هذه المجموعة من الهرمونات التستوستيرون والأستروجين والبروجستيرون . وفى الواقع فإنها تفرز بكميات ضئيلة من قشرة غدة الكظر ولكن مصدرها الرئيسى فى الجسم المناسل . وقد يسبب تضخم غدة الكظر بعض الحلات المرضية فى الإنسان . (وسوف تذكر وظائف هذه الهرمونات مع عمل المناسل كغدد صماء) .

وكما أشرنا سابقًا فإن قشرة غدة الكظر تعمل تحت سيطرة الغدة النخامية حيث يفرز هرمونات محفز لقشرة الغدة الكظرية والذى يزيد إفرازه من الجزء النخامى الغدى عند انخفاض مستوى هرمونات قشرة الغدة

الكظرية فى الدم ، وذلك لتحفيزها على إنتاج هرموناتها بينما ينخفض إفراز هذا الهرمون المحفزمن الغدة النخامية عند ارتفاع مستوى هرمونات قشرة الغدة الكظرية .

2. هرمونات نخاع الغدة الكظرية

يفرز نخاع الغدة الكظرية هرمونى هما الإدرنالين (ويعرف أيضًا باسم الإبينفرين) ، والنورأدرينالين (ويعرف أيضًا باسم النور أبنفرين) . والهرمونات ينتميان من حيث التركيب الكميائى إلى مجموعة تعرف باسم الكاتيكولامينات والتى يتم تصنيعها فى خلايا نخاع الغدة الكظرية من الحامض الأمينى التيروسين .

وتطلق خلايا النخاع هذين الهرمونين فى الدم بنسبة 80% أدرينالين و20% نورأدرينالين ، وعمل هرمونين متشابة إلى حد كبير ويدور حول وظائف الأعضاء الداخلية فى حالات الطوارئ ، والتى يوضع بها الجسم مثل الخوف والإيثارة والقتال والهروب ، فكلا الهرمونين يعمل على زيادة سرعة نبض القلب ، وأيضًا تقلص العضلات الملساء فى العديد من الأوعية الدموية ، بينما يسببان ارتخاء العضلات فى الأوعية

الدموية المغذية للعضلات الهيكلية ، أى يسببان اتساع الأوعية الدموية فى العضلات الإيرادية . ويعمل هرمون الإدرينالين على رفع نسبة السكر فى الدم منخلال تأثيرة على تحويل جليكوجين الكبد إلى الجلوكوز . ومن كل ما تقدم يمكن القول ان هرمونى الإدرينالين والنور إدرينالين يعملان على تهيئة الجسم لمجابهة أى حالة من الحالات الطارئة حيث يعملان على زيادة سرعة نبض القلب وزيادة ضغط الدم وارتفاع مستوى السكر فيه ، ويساعدان عضلات الجسم على الحصول على الطاقة اللازمة للأنقباض مع زيادة استهلاك الأكسجين ويظهر هذا بوضوح أثناء تأدية التمرينات الرياضية .

البنكرياس

يعتبر البنكرياس غدة مزدوجة حيث يقوم بإفراز العصارة البنكرياسية التى تصل إلى الإثنى عشر عن طريق القناة البنكرياسية ، وبذلك يلعب دور كغدة قناوية . هذا بالإضافة لدوره فى الجسم كغدة صماء حيث يفرز أيضًا ثلاث هرمونات

التى تصل إلى الدم مباشرتًا . ومن هنا فإن دراسة قطاع فى البنكرياس توضح وجود نوعين من الخلايا :

1. خلايا الحويصلات والتى تقوم بإفرازالعصارة البنكرياسية الهضمية
2. خلايا جزر لانجرهانز وهى عبارة عن ثلاث أنواع من الخلايا توجد مبعثرة بين خلايا الحويصلات ، وهذه الخلايا هى :

- خلايا ألفا وهى المسئولة عن إفراز هرمون الجلوكاجون وهو مركب عديد الببتيد .
- خلايا بيتا وتفرز هرمون الانسولين وهو مركب بروتينى .
- خلايا دلتا وتفرز هرمون السوماتوستاتين وهو مركب عديد الببتيد .

وظائف هرمونات البنكرياس

1. الأنسولين

يلعب الأنسولين دورًا هامًا فى انتقال جلوكوز الدم إلى خلايا الجسم ، ويظهر هذا الدور عند نقص إفراز الأنسولين فيؤدى ذلك إلى ارتفاع مستوى السكر فى

الدم ، ويظهر بذلك السكر فى البول ويعرف هذا بمرض السكرى وكما هو معروف فإن عدم علاج هذا المرض يؤدى إلى نقص وزن الجسم نتيجة عدم استفادة خلايا الجسم بسكر الدم وتعتمد على الدهون المختزنة فى الحصول على الطاقة .

ومن الثابت أن الأنسولين يساعد فى دخول الجلوكوز إلى الخلايا من خلال سرعة تحويل الجلوكوز إلى فوسفات الجلوكوز . وللأنسولين تأثيرات عديدة مرتبطة بأيض الكربوهيدرات والدهون .

وهنا تجدر الإشارة إلى أنه باستخدام تكنولوجيا الهندسة الوراثية ، نم عزل الجين المسئول عن تصنيع الإنسوليـن فى خلايا البنكرياس ، وباستخدام نـوع معين من البكتيريا (شيرشيا كولاى) يتم تصنيع واستخلاص الأنسولين الأدمى والذى يستخدم الآن بكفائة عالية لعلاج المرضى الذين يعانون من ارتفاع السكر فى الدم نتيجة نقص افراز هرمون الأنسولين .

2. الجلوكاجون

يعمل هرمون الجلوكاجون على رفع مستوى جلوكوز الدم وبالتالى فتأثيرة مضاد لتاثير الأنسولين على أيض المواد الكربوهيدراتية حيث إن السبب المباشر لزيادة سكر الدم عن طريق هذا الهرمون هو زيادة سرعة تحلل الجليكوجين فى الكبد وتحوله إلى جلوكوز ز

وتأثر إفراز هرمونى الجلوكاجون والانسولين بمستوى الجلوكوز فى الدم ، فارتفاع مستوى السكر فى الدم يعمل على تثبيط خلايا ألفا لتقليل إفراز هرمون الجلوكاجون وفى نفس الوقت ينبه خلايا بيتا لكى يفرز الأنسولين وينبه خلايا الفا لزيادة إفراز هرمون الجلوكاجون .

3. السوماتوستاتين

هرمون السوماتوستاتين يعمل على تثبيط إفراز هرمونى الأنسولين والجلوكاجون ومن هنا فإن هذا الهرمون ينطلق من خلايا دلتا استجابة لتناول الطعام .

هرمونات الهضم

بالإضافة لوظيفة الطبقة المخاطية المبطنة للمعدة والأمعاء فى إفراز العصارات الهاضمة فإنها تعمل أيضًا كغدة صماء حيث تقوم بإفراز عدد من الهرمونات والتى لها دور أساسى فى تنظيم عمليات الهضم المختلفة . ومن أهم الهرمونات التى تفرز من مخاطية المعدة والعاء أربعة هرمونات وجميعها عديدة الببتيدات

1. الجاسترن

الجاسترن يفرز من مخاطية الجزء البوابى من المعدة عند وصول الطعام إلى المعدة لكى ينبه الخلايا الجدارية فى الغدد المعدية لتحفيزها لإفراز حامض الهيدروكلويك .

2. كوليسيستوكينين

هذا الهرمون يفرز من الغشاء المخاطى للأمعاء ويعمل على انقباض الحويصلة المرارية وبذلك يساعد فى أنسياب العصارة الصفراوية المختزنة بها كى تصل إلى الأمعاء .

3. بنكريوزيمين

هذا الهرمون يفرز أيضًا من الغشاء المخاطى للأمعاء وينبه البكرياس لإفراز عصارة بنكرياسية غنية بالمحتوى الإنزيمى .

4. السكرتين

يفرز من الغشاء المخاطى للأمعاء وينبه البنكرياس لإفراز عصارة بنكرياسية غنية بمادة البيكربونات .

هرمونات التكاثر

هرمونات التكاثر تفرز من المناسل وتشمل المبيض فى الأنثى والخصية فى الذكر . فابلإضافة لوظيفة المبيض فى تكوين البويضات والخصية فى تكوين الحيوانات المنوية فإنهما يعملان أيضًا كغدد صماء حيث يقوما بإفراز هرمونات تعرف باسم الهرمونات الجنسية .

1. المبيض

يفرز المبيض نوعين من هرمونات الجنس الانثوية وهما الاستروجينات والبروجسترون وهذه الهرمونات عبارة عن استيرويدات .والاستروجينات تساعد فى نمو الأعضاء التناسلية للأنثى وايضًا ظهور الصفات

الجنسية الثانوية . اما هرمون البروجسترون فهو مسئول عن إعداد الرحم لأستقبال الجنين كما يساعد على اكتمال نمو الغدد اللبنية لكى تفرو اللبن بعد عملية الولادة .

2. الخصية

يوجد بين الأنيبوبات المنوية داخل الخصية خلايا تسمى الخلايا البينية وهى التى تقوم بلإفراز هرمون الجنس الذكرى التستوستيرون . وهذا الهرمون عبارة عن مركب استيرويدى وهو مسئول عن نمو الأعضاء التناسلية فى الذكر وأيضًا ظهور الصفات الجنسية الثانوية .

وكما اشرنا سابقًا عند دراسة وظائف الغدد النخامية فإن عمل كلا من المبيض والخصية كغدد صماء يتحكم فيه الجزء النخامى الغدى حيث يفرز هذا الجزء الهرمونات المنظمة للماسل والتى تنظم إفراز هرمونات التكاثر منالمبيض والخصية .

هرمونات الكلية

بجانب وظيفة الكلية الاساسية غى عملية الإخراج فمن الثابت الآن أن هناك بعض الهرمونات تفرز من الكلية وهما الأرثروبيوتين وهرمون الرنين .

1. الأرثروبيوتين

الأرثروبيوتين هرمون جليكوبروتينى يشمل على 166 حامض أمينى . وهذا الهرمون يعمل على تحفيز خلايا الجذع فى نخاع العظم لكى يتم انقسامها وتحورها لتكوين كريات الدم الحمراء ، والعامل المحفز لإفراز هذا الهرمون هو نقص كمية الأكسجين التى تصل إلى الكليتين والأعضاء الأخرى فى الجسم عن المعدل الطبيعى . فعلى سبيل المثال عند إقامة شخص ما فى المناطق المرتفعة عن سطح البحر حيث يقل الضغط الجزئى للأكسجين فى الجو عندئذ يزداد معدل تكوين كريات الدم الحمراء لكى تساعد فى نقل الأكسجين إلى الخلايا .

2. هرمون الرنين

هرمون الرنين يفرز من خلايا خاصة تبطن الشرينات الواردة فى الوحدات البولية فى الكلية والذى ينطلق إلى الدم ويساعد على تحويل مركب بروتينى موجود فى البلازما يسمى الأنجيوتينسينوجين إلى الأنجيوتنسين 1 ،والذى يتم تنشيطة بواسطة إنزيم موجود فى الشعيرات الدموية للرئتين لكى يتكون الأنجيوتينسين 2 الذى يعمل بدورة على تنشيط قشرة غدة الكظر لكى ينطلق هرمون الألدوستيرون فى الدم .

المـــراجـــع

1- سعد كمال طه (2010 م) مبادئ الفسيولوجي "علم وظائف الأعضاء" منتدي مكتبة الاسكندرية.ج . م . ع.

2- محمد أحمد البنهاوي ، اميل شنودة دميان، عبد العظيم عبد الله شلبي و محمد أمين رشدي (1995 م) " علم الحيوان" دار المعارف -1119 كورنيش النيل – القاهرة – ج. م. ع.
3- محمد اسماعيل محمد ، حلمي ميخائيل بشاي ،يحي السعيد العاصي ، مني شرقاوي علي و تغريد عبد الرحمن حسن (2002 م) "أساسيات علم الحيوان" دار الفكر العربي – مدينة نصر – القاهرة – ج . م . ع .