الفسلجة الحيوانية

اعداد وتصميم
استاذ الفسلجة الحيوانية المساعد الدكتور رشيد محمد رشيد
جامعة الانبار / كلية العلوم

المحاضرة (1)

علم الفسلجة (علم الوظائف) Physiology

يمكن تعريف علم الوظائف (الفسيولوجي) :- بأنه ذلك الفرع من العلوم الحيوية الذي يتعامل مع الوظائف الكاملة للأعضاء المختلفة للجسم وهي بكامل صحتها ويؤكد على التغيرات التي تطرأ على الجسم بأكمله عند نشاط وعمل هذه الأعضاء أثناء قيامها بفعالياتها الأساسية والتحري عن سبب وكيفية أنجاز تلك الوظائف الحيوية الضرورية لإدامة حياة الكائن الحي . أما أبسط تعريف يمكن أن ينطبق على الفسلجة :- هو علم وظائف الكائنات الحية أو دراسة وظائف جميع أعضاء الجسم .

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

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

وهذا يعني :

- **وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية ((الإنسان ، الحيوان ، النبات...الخ)) .**
- **شرح وتفسير هذه الوظائف في ضوء القوانين الفيزيائية والكيميائية .**

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

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

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

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

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

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

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

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

وتقسم الدراسات الفسيولوجية إلى ثلاث أقسام :
1- الفسيولوجيا العامة : وهي تعنى بدراسة الخصائص الأساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان , الإنسان , والنبات وهي دراسة العمليات الحيوية المميزة لكل كائن حي مثل التغذية ، التنفس ، التكاثر...الخ ، فهو يدرس التنفس مثلا كعملية حيوية بصورة عامة وهذا يعتمد على بناء الخلية والتي تتشابه في كثير من الخواص ((خلية أرنب ، سمكة ، ضفدعة)) هي واحدة ومتشابه.

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

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

يختلف علم الوظائف عن بقية العلوم الحياتية في أنه يتعلق بديناميكية المادة الحية. إذ يتم تفسير الوظيفة بمدرستين هما المدرسة الحيوية Vitalism , أي وجود طاقة أو قوة حيوية تتحكم بالمادة الحية وهذه القوة كائنة خارج الجزيئات والذرات المكونة للمادة الحية , والمدرسة الآلية Mechanism , أي وجود أسس مادية لا تتعدى حدود الذرات والجزيئات المكونة للمادة ويتم اللجوء في هذا المفهوم إلى الوسائل الفيزياوية والكيمياوية لفهم ذلك

أن أقدم فرع في علم الفسلجة هو علم الوظائف البشري Human physiology والذي يختص بدراسة وظائف الجسم البشري , ثم علم وظائف اللبائن Mammalian physiology , بعدها في بداية النصف الثاني من القرن التاسع عشر وبظهور نظرية التطور العضوي Organic evolution للعالم دارون ظهر في الفترة ذاتها فرعان للفسلجة هما علم الوظائف المقارن Comparative physiology وعلم الوظائف العامة General physiology . ثم بظهور النظرية الخلوية cell theory التي تقول بأن جميع الكائنات الحية تتألف من خلية أو مجموعة خلايا وهذه الخلايا بالإضافة إلى كونها وحدات بنائية هي أيضا وحدات وظيفية ظهر علم الفسلجة الخلوي Cellular physiology الذي يدرس الفعاليات الأساسية للخلايا الحيوانية أو النباتية , وعليه تعتبر الفعاليات الحيوية للكائن الحي أو العضو أو النسيج هي المجموع الكلي لفعاليات الخلايا المكونة لذلك الكائن أو العضو أو النسيج مثلا التنفس (هو مقدار ما يتم استهلاكه من الأوكسجين وطرح ثاني أوكسيد الكاربون) هو مجموع الفعاليات التنفسية لملايين عديدة من خلايا الجسم

ومن الطرق التقليدية لمعرفة وظائف الاعضاء هي:-

1. **استئصال جزء من الكائن الحي كأن يكون نسيج او عضو وملاحظة تأثير فقدانه على فعالية الكائن الحي.**
2. **استخدام بعض العقاقير الكيمياوية او الوسائل الآلية كربط وعاء دموي وقطع جريان الدم الى عضو معين وذلك لتعطيل عمل العضو مؤقتاً وملاحظة تأثير هذا التدخل في وظيفته.**
3. **تغيير معدل نشاط العضو وملاحظة رد الفعل في جزء منه او في كله.**
4. **محاولة التعويض عن العضو بإعطاء الحيوان جرعاً من مفرزاته مثل الثايروكسين عند استئصال الغدة الدرقية او اعطاء الانسولين عند ازالة البنكرياس.**

– <u>المبادئ الاساسية للفسيولوجيا:</u> ان من اهم المبادئ الاساسية للفسيولوجيا والذي يعتمد عليه نشاط الكائن الحي هي:

- **تبادل المواد مع المحيط Exchange of Material with the Environment:**

يتميز الكائن الحي عن محيطه بالنواحي التنظيمية والكيميائية للحصول على مصدر الطاقة والمواد الضرورية لنموه ومستلزمات فعالياته الحيوية ، ومن اجهزة التبادل مع البيئة الخارجية الرئتان والكلية والقناة الهضمية والجلد وهذه الاعضاء تتميز بسعة سطوحها واتصالها بالأوعية الدموية الشعرية، ويقدر السطح الفعال للأمعاء الدقيقة حوالي 10 امتار مربعة وللرئة 55 متر مربع وللكلية 6 أمتار مربعة.

- **الأيض Metabolism**

يحصل الكائن الحي على الطاقة الضرورية لنموه وترميم اعضائه وانجاز فعالياته الحيوية من الغذاء ويتم تحرير الطاقة عن طريق تفاعلات كيميائية معقدة يتم من خلالها تحطيم الجزيئات الكبيرة الى جزيئات بسيطة او اكسدتها الى ماء وثاني اوكسيد الكاربون وتدعى عمليةالتقويض هذه بعملية الهدم Catabolism كما يقوم الكائن الحي في الوقت نفسه ببناء مواد معقدة من مواد بسيطة تسمى عملية الابتناء Anabolism وتدعى المحصلة النهائية لعمليتي البناء والهدم بالأيض.

ان دراسة الايض في مجال الكيمياء الحياتية يقتصر على التفاعلات الكيمياوية اما في مجال دراسة الجوانب الفسيولوجية فيقتصر دراسة الايض على استهلاك الاوكسجين والغذاء وانتاج ثاني اوكسيد الكاربون وانبعاث الحرارة او نتائج أخرى ومن الاجهزة المستخدمة لتحديد معدلات الايض هو جهاز قياس السعرات Calrlimeters، ان الطاقة المتولدة من عمليات الايض لبناء جزيئات ضخمة مثل البروتين تكون عالية اما في عمليات التحويل من غذاء الى طاقة فتتصف بكونها طاقة واطئة وذلك لان معظم الطاقة تتحول الى حرارة بدلاً من طاقة نافعة، ومن اهم العوامل والنشاطات التي تؤثر في معدلات الايض هي النوم والعمل الشاق والاضطرابات الحاصلة بسبب خلل في الغدد الصم.

- **التنسيق الداخلي Internal Co-ordination:**

يعتمد التنسيق الداخلي على حجم الكائن الحي ففي الاحياء وحيدة الخلية تكون الحركة العشوائية للمواد كافية لانتقالها بين اجزاء الخلية كما تعجل الحركة الدورانية Cyclosis عملية التنسيق اما في الاحياء ضخمة الاجسام توجد الياف أخرى لتحقيق التنسيق المطلوب بين اعضائها وخلاياها ومن بين هذه الاليات:

أ- وجود جهاز نقل متخصص مثل جهاز الدوران الذي يجلب مواد الى الخلايا ويحمل منها مواداً اخرى (إذ ينقل جهاز الدوران المواد المنتجة عن الهضم لخزنها على هيئة كلايكوجين في الكبد او لنقل خزين الشحوم الى الخلايا لتوليد الطاقة كما ينظم درجة حرارة الدم ويحمل الفضلات لطرحها خارج الجسم).

ب- وجود جهاز للغدد الصم (الذي يتألف من مجموعة غدد صم تفرز هرموناتها في الدم والذي ينقلها بدوره الى الانسجة والاعضاء المستهدفة فتزيد من نشاطها او تثبطه) وتتميز الهرمونات بعملها التنسيقي البطيء مقارنة بالجهاز العصبي.

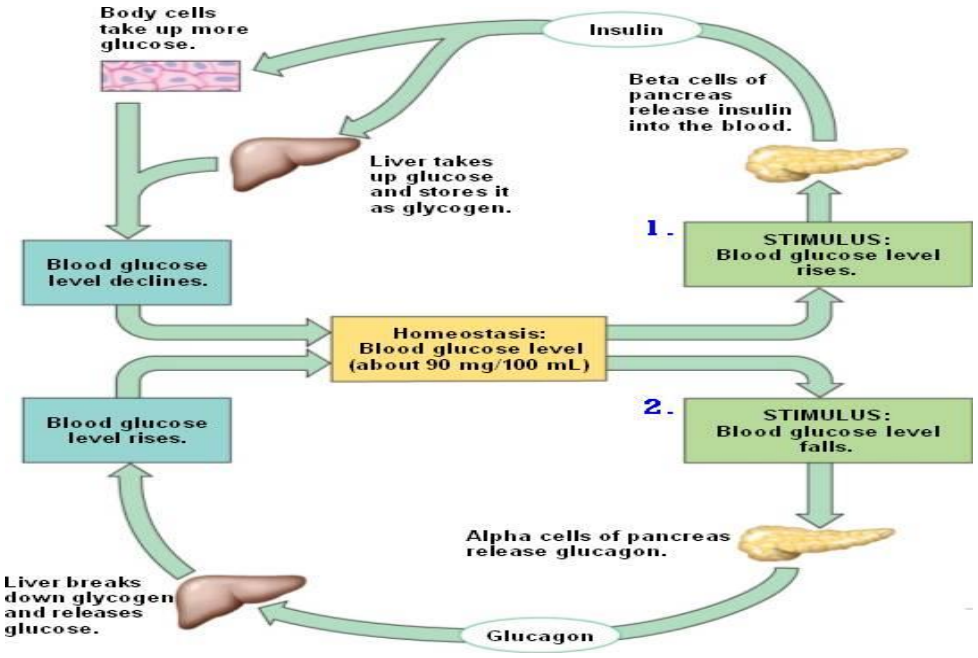
ت- وجود الجهاز العصبي الذي يحمل الرسائل على هيئة سيالات عصبية بين اجزاء الجسم بسرعة فائقة كما يحصل عند الاستجابة على هيئة منعكسات شوكية, ويحدث التنسيق العصبي في حالات تتطلب سرعة التنفيذ مقابل التنسيق الهرموني الذي قد يستغرق عدة ساعات كما ان الاستجابات للتأثير الهرموني تكون طويلة الامد بينما تكون الاستجابات بواسطة الجهاز العصبي ليس بالأمر السهل وتسبب له انهاكاً لأنها تتطلب توليد سيالات عصبية متكررة ومستمرة لفترات طويلة اي تكون قصيرة الامد. ويشترك الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم بآلية من النوع الثنائي التأثير المتضاد إذ يكون نشاط العضو محصلة إما لتأثير هرمونين متضادين او لتأثير تنبيهين عصبيين متضادين وتسمى هذه الآلية بالدفع والسحب **Push-Pull** وهذه الآلية تكون افضل من استخدام تأثير واحد متدرج يتحكم بنشاط العضو.

- **الأستتباب Homoestasis:**

يفصل غطاء الجسم في الحيوانات بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية ومن اهم منجزات التنسيق الداخلي هو تحقيق ثبوت البيئة الداخلية، وان الكثير من المثبتات كدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني للسوائل الجسمية ونسبة كلوكوز الدم او تركيز الايونات تبقى ثابتة ضمن حدود ضيقة وان اي حيود عنها يمكن ان يعبر عن حالة مرضية لذلك مكنت حالة الاستتباب الخلايا من المحافظة على تركيبها الكيمياوي بما يتناسب نشاطها واذا اختل لسبب او لآخر فسرعان ما يعود الى وضعه السابق بفضل آلية التغذية الاسترجاعية **Feed-back Mechanism** وهذه الآلية تكون على نوعين:-

أ- تغذية استرجاعية موجبة **Positive F.B.M** ومثالها: ان انخفاض نسبة مستوى هرمون الاستروجين في الدورة الشهرية تحفز هرمون المحفز للجريبات **FSH** والذي بدوره يحفز افراز الاستروجين وتكون النتيجة زيادة في تركيز كل من هرموني الاستروجين والهرمون المحفز للجريبات.

ب- التغذية الاسترجاعية السالبة **Negative F.B.M** وهذه التغذية تكون أكثر شيوعاً في العمليات الفسيولوجية وتحصل فيها استجابة او رد فعل فسيولوجي فمثلا عند زيادة تركيز مستوى السكر في الدم يفرز هرمون الانسولين الذي يقوم بتحويل الفائض من السكر الى كلايكوجين يخزن في الكبد وبذلك ينخفض مستوى السكر الى الحد الطبيعي عندئذٍ فقط يتوقف افراز المزيد من الانسولين.



 # الخطوة (1) في الاعلى تمثل تغذية سالبة

 # الخطوة (2) في الاعلى تمثل تغذية موجبة

- **التنسيق الخارجي External Co-ordination:**

تؤثر التغيرات في عوامل البيئة الخارجية على نشاط وسلوك الاحياء لذلك جهز تطور الاحياء بجهاز عصبي واعضاء الحس الخاص لفحص المحيط واستشعار ما يطرأ عليه من تغييرات، ففي الفقريات تصل المعلومات عن المحيط الخارجي من المستقبلات الى الجهاز العصبي المركزي عبر الالياف العصبية الحسية ويستجيب اليها الحيوان بسيالات عصبية من العصبات المحركة الى المنفذات (العضلات والغدد) وتكون الاستجابة على نوعين:

أ- استجابة بسيطة على هيئة منعكسات اذا تمت بمستوى الحبل الشوكي من غير أن يتدخل الدماغ وذلك لكون رد الفعل السريع يجنب الحيوان الخطر ولا يحتاج الى تفكير.

ب- استجابة معقدة تحصل في حالة تدخل الدماغ ويحدث في حالة سلوكيات غريزية تحسبا لظروف الشتاء كجمع الغذاء او الهجرة الى اماكن مناسبة او قد تأخذ الاستجابة شكلاً تكيفياً مثل السبات او نمو الفراء بغزارة او بناء المساكن وتبدل في عادات التغذية والملبس كما يحدث عند البشر.

المحاضرة (2)

فسيولوجيا جهاز الدوران *Circulatory System*

جهاز الدوران أو الجهاز القلبي الوعائي هو الجهاز المسؤول عن دوران الدم ضمن الجسم باعتبار الدم الحامل الرئيس للأكسجين من الرئة إلى سائر أنسجة الجسم ، و ليقوم بعد ذلك بنقل غاز ثاني أكسيد الكربون السام إلى الرئة لطرحه خارج الجسم.

المركز الرئيسي لجهاز الدوران هو عضلة معقدة التركيب تقوم بدور المضخة للدم إلى أنسجة الجسم و إلى الرئتين أيضا ، تدعى هذه المضخة بالقلب ، يتصل القلب بدوره مع الرئتين و الأنسجة البشرية عن طريق أوعية دموية مؤلفة من انابيب عضلية مرنة لتتحمل ضغط الدم ، يمكن تقسيمها إلى شرايين مهمتها نقل الدم من القلب إلى الأعضاء المختلفة بما فيها الرئتين، وأوردة تقوم بإرجاع الدم من الأعضاء المختلفة و الرئتين إلى القلب . اذاً نقطة انطلاق الشرايين هي القلب في حين تنتهي الأوردة في القلب .

يوجد جهاز الدوران على نوعين هما
1-جهاز الدوران المغلق Closed *Circulatory System*: وفيه يجري الدم في اوعية دموية مرتبطة مع بعضها بواسطة الشعيرات الدموية كما في الفقريات والديدان الحلقية.
2-جهاز الدوران المفتوح Open *Circulatory System* : لا يوجد اتصال بين الاوعية الدموية ويصب الدم في تجاويف بين الانسجة تسمى الجيوب Sinuses كما في النواعم والمفصليات .
تمتلك جميع اجهزة الدوران في الفقريات صفات ثابتة فالقلب يضخ الدم داخل الشرايينArteries التي تتفرع الى فروع دقيقة تسمى الشرينات Arterioles ثم الى الشعيرات الدموية ليتركها الدم الى الوريدات Venules ثم الاوردة Venis التي تعيده الى القلب من جديد.

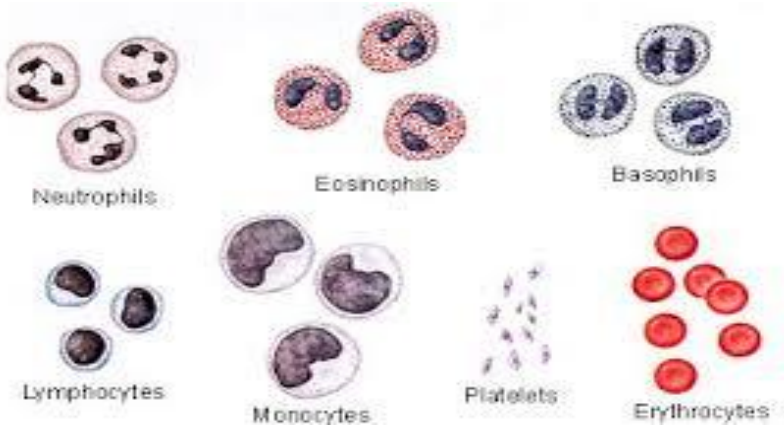
يتكون جهاز الدوران الدموي من :
1 - الدم
2 - الأوعية الدموية (شرايين واوردة)
3- القلب

أولاً: الدم THE BLOOD
الدم سائل احمر اللون يحتوي على كرات خلوية يتم إنتاجها في النخاع العظمي للعظم الطويل يتألف من:
1-البلازما Plasma : هي محلول مائي مائل إلى الاصفرار يحتوي على الأغذية الذائبة وظيفته نقل الغذاء إلى جميع أعضاء الجسم .

2-خلايا الدم الحمرRed blood cell : قرصية الشكل مقعرة من الجانبين ولا تحتوي على نواة يوجد بها مادة الهيموجلوبين التي تساعد في نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون .

3-خلايا الدم البيض White blood cell: تتألف من غشاء سيتوبلازمي وسيتوبلازم ونواة وظيفتها الدفاع عن الجسم

4-الصفائح الدموية Platelet : تراكيب غاية في الدقة وخالية من النواة عددها يتراوح حوالي 250 ألف صفيحة تساعد في تجلط الدم .



ثانياً : الأوعية الدموية Blood Vessels

هي أوعية أنبوبية الشكل يجري الدم فيها وهي على ثلاثة أنواع:

1- الشريان Artery : هو أنبوب ذو جدار عضلي سمك قادر على التقلص ينقل الدم من القلب إلى أعضاء الجسم المختلفة.

2-الوريد Vein : هو أنبوب ذو جدار رقيق وغير عضلي يحمل الدم من أجزاء الجسم إلى القلب .

3-الشعيرات الدموية Capillaries: أنابيب رقيقة تتألف من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية تسمح بانتشار الغذاء والأكسجين من الدم إلى الخلايا وانتشار ثاني أكسيد الكربون والإفرازات الضارة والفضلات من الجسم إلى الدم .

ثالثاً : القلب في الفقريات Vertebrates heart

عضو عضلي مخروطي الشكل بقع في الصدر بغلفه كيس ليفي قوي يسمى التامور Pericardium ويتالف القلب من اربعة تجاويف هي :

1-البطين الأيمن Right ventricle

2-الأذين الأيمن Right atrium

3-البطين الأيسر Left ventricle

4-الأذين الأيسر Left atrium

وتمتلك قلوب الفقريات نوعين من الصمامات هي

1- الصمامات الاذينية البطينية Atrioventricular valves وهي صمامات تفصل بين تجويفي الاذين والبطين في كل جهة وتسمح بجريان الدم من الاذين الى البطين وتمنع عودته عند تقلص البطينيين .

2- الصمامات الهلالية Semilunar valves وهي صمامات تفصل بين تجويف البطين الايمن و الشريان الرئوي ومابين البطين الايسر والشريان الابهر وهما يمنعان عودة الدم من البطينين الى الشريانين عند انبساط اليطينان واتخفاض الضغط فيهما.
يتالف الصمام الاذيني البطيني الايمن من ثلاث شرف ويسمى الصمام ثلاثي الشرف Tricusped فيما يتالف الصمام الاذيني البطيني الايسر من شرفتين ويسمى ثنائي الشرف Bicusped . تتصل حافات الشرف بجبال قوية رفيعة تسمى نياط القلب او الحبال الوترية Chordae tendinae والتي تتصل نهاياتها بنتوءات عضلية على سطح البطين الداخلي والتي تسمى العضلات الحليمية Papillary muscles ووظيفة هذه الجبال الويرية هو في منع تداخل حافات الشرف للصمامات اثناء التقلص البطيني .

الاصوات القلبية Heart sound

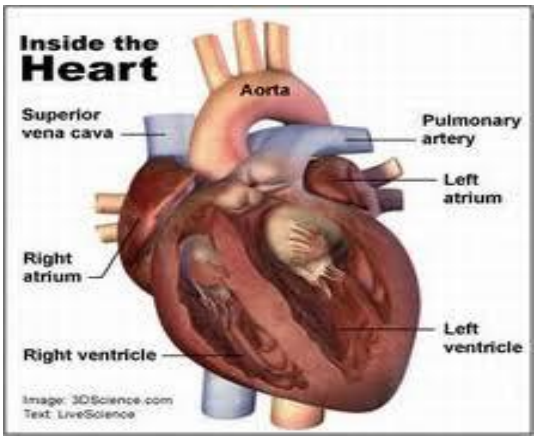
1- الصوت الاول او الانقباضي First or Systolic sound وينشا من انسداد الصمام الاذينية البطينية وهو يحدد بداية الانقباض البطيني
2- الصوت الثاني او الانبساطي Secound or Distolic sound وينشا من انسداد الصمامات الهلالية وهو يحدد نهاية الانقباض البطيني وبداية الانبساط البطيني.

منظم والخطى The pacemaker

قلنتضمن جميع القلوب انواع من الخلايا قادرة على الفعالية التلقائية Spontaneous activity اي قادرة على اصدار فعالية القدح بمعدل ثابت دون تدخل اي مصدر داخلي المنشا ةهي تحفز القلب على التقلص لحدوث النيض واذا توقفت لاي سبب تحل محلها خلايا اخرى تسمى منظم الخطى الكامن Latent pacemaker . ان خلايا منظم الخطى هي اما عصبية كما في اللافقريات او خلايا عضلية محورة كما في الفقريات .

انتقال التهيج داخل عضلة القلب

تبدا شرارة القدح في منظم الخطى من خلية واحدة تبدا منها موجة زوال الاستقطاب لتنتقل الى الخلايا المجاورة وباتجاه واحد فقط .
يقع منظم الخطى في العقدة الكيسية الاذينية Sinoatrial node والتي هي كتلة من الخلايا في جدار الاذين الايمن وتنتشر موجة التهيج الى كلا الاذينين بشكل موجات متحدة المركز ثم تنتقل بعدها الى العقدة الاذينية البطينية Atrio-Ventricular node الواقعة اعلى البطين الايمن وبهذا تكون الموجة قد انتقلت الى البطينين ومنهما وعبر الياف صغيرة تسمى الياف الملتقى ثم الى الالياف العقدية التي ترتبط بالياف انتقالية ترتبط بحزمة هس التي تتفرع لفرعين امامي وخلفي والتي تجتمع مع الياف اخرى في جدار البطين تسمى الياف بيركنجي .



الحوادث الكهربائية المرافقة انبض القلب

ترتبط عملية تكوين وانتشار موجة زوال الاستقطاب او الايعاز مع التغيرات في الجهد الكهربائي للغشاء ، ويمكن تلخيص الحوادث الكهربائية المصاحبة لنبض القلب بكونها موجة نت التقلص العضلي تسري من العقدة الكيسية تسبقها ببضع ملي ثانية موجة من الجهد الكهربائي . ويعتبر الانفباض هو زوال استقطاب ويعود الاستقطاب خلال الانبساط وعند تسجيل النشاط الكهربائي للقلب بجهاز تحطيط القلب وتظهر موجة التبض مؤلفة من ثلاث موجات اساسية هي

موجة P : زوال استقطاب الاذينين

موجة QRS : زوال استقطاب البطينين

موجة T : عودة استقطاب البطينين

الحوادث الالية المرافقة انبض القلب

زوال الاستقطاب المنتظم والمتعاقب للقلب يؤدي الى تغييرات في الضغط والحجم داخل تجاويف القلب والشرايين المرتبطة به . عند زوال استقطاب الاذين (موجة P) يتقلص الاذين دافعا كمية من الدم الى البطين وهذا يؤدي الى زيادة الضغط والحجم داخل البطين ، تتحرك موجة زوال الاستقطاب الى البطين (QRS) والتي تؤدي الى تقلصه وهذا التقلص يتسبب في غلق الصمام الاذيني البطيني وارتفاع الضغط داخل البطين وحين يتساوى الضغط في البطين مع الضغط في الشريان الابهر فان الصمام الهلالي ينفتح ليتحرك الدم من البطين الى الشريان لحين

انخفاض الضغط داخل البطين وبالتالي غلق الصمام الهلالي وعندها ينفتح الصمام الاذيني البطيني مرة ثانية وهكذا تستمر الدورة القلبية .

تجلط الدم (Blood clotting (coagulation

يطلق مصطلح تجلط الدم على عملية ايقاف نزف وفقدان الدم من الوعاء الدموي عند تعرضه لضرر ما ، وتمر العملية بالخطوات الاتية:

أ- التقلص الوعائي (Vascular spasm)

ويتم بتقلص العضلات الملساء لجدار الأوعية الدموية في موقع الجرح لتقليل تدفق الدم عبر الجرح .

ب- تكوين سدادة الصفائح الدموية (Platelet plug formation)

يمر بمراحل متعددة :(طور تلامس الصفائح) والتي تبدأ بملامسة الصفائح الدموية للجزء الممزق من الأوعية الدموية ويحدث تغير لهذه الصفائح إذ تكبر في الحجم ولها بروزات عديدة تلامس بعضها البعض يلي ذلك (طور إطلاق التفاعلات):حيث تفرز الصفائح جزيئات مصادر للطاقة المخزنة (ATP,ADP) والبروستكلاندين (Prostaglandin) الذين ينشطا الصفائح الدموية ، والسيروتنين (Serotonin) فتساعد في تقلص الأوعية الدموية ،والأنزيمات وايونات الكالسيوم وعوامل التجلط (clotting factor)

ج- تكون الجلطة الدموية : تتكون الية التجلط من سلسلة من التفاعلات الكيميائية ينتج عنها تحويل بروتين البلازما الفيبرونوجين من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة لتحويلة الى الفيبرين (Fibrin) على شكل ألياف تتشابك مع بعضها .

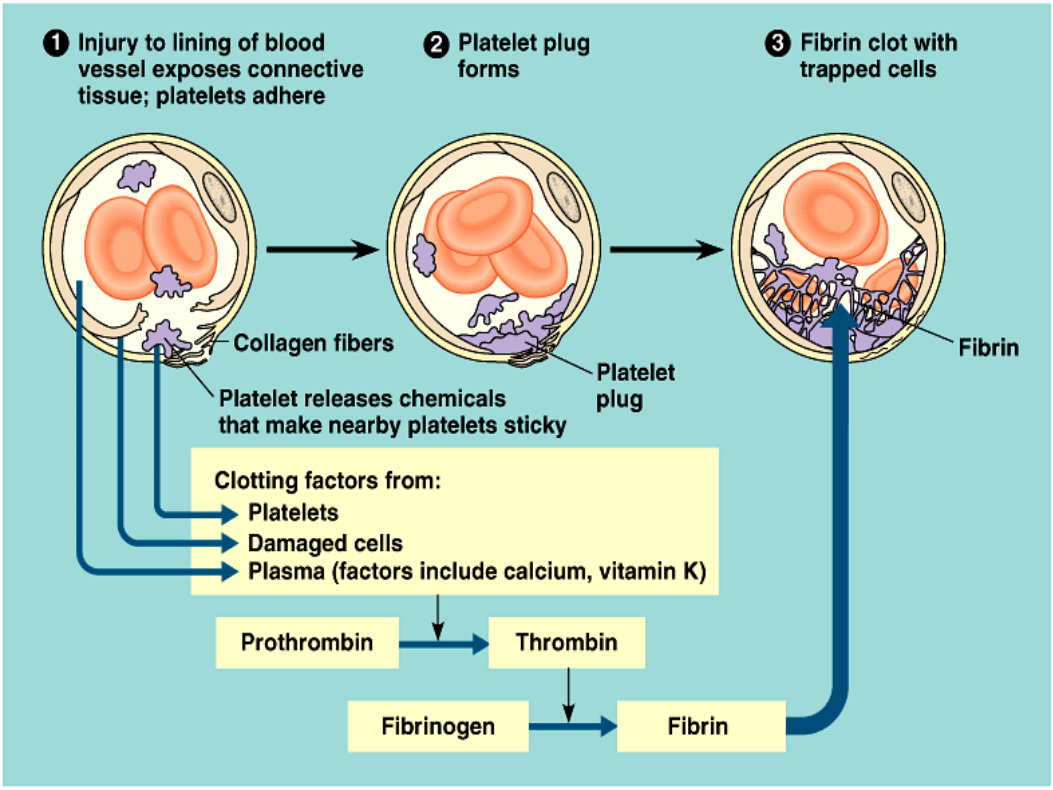
1- يتحول الثرومبين الاولي بوجود انزيم الثرمبوبلاستين وأيونات الكالسيوم الى انزيم الثرومبين النشط:

$$\text{Prothrombin} \xrightarrow[Ca^{++}]{\text{Thromboplastin}} \text{Thrombin}$$

2- يعمل انزيم الثرومبين Thrombin على تحويل الفيبرونوجين الذائب الى فيبرين

$$\text{Fibrinogen} \longrightarrow \text{Fibrin}$$

وبعد تحول الفايبرينوجين الى فايبرين بشكل خيوط دقيقة متشابكة تتوقف عندها كريات الدم الحمر وباعداد كبيرة ولذلك تاخذ الجلطة اللون الاحمر اما السائل الاصفر الباهت المترشح فانه يمثل مصل الدم وتوجد هناك 15 عامل للتجلط في الدم وإذا فقد احدها يصاب الشخص بنزف الدم . وتحتاج عملية التجلط الى وجود فيتامين (K) .



Blood pressure ضغط الدم

وينشا نتيجة انقباض جدران البطينين العضلية عند ضخ الدم ويعرف طبيا بانه الضغط داخل الشرايين الجهازية التي تشمل الشريان الابهر وتفرعاته . ويعرف وظيفيا بانه الضغط في تجاويف القلب الاربعة عند الانقباض والانبساط وفي داخل الشرايين والاوردة والاوعية الدموية الشعرية .

العوامل المؤثرة على ضغط الدم

1 - النتاج القلبي Cardiac output : وهو كمية الدم التي يضخها البطين الايسر الى الشريان الابهر ومنه الى مختلف اجزاء الجسم وكمية الدم التي يضخها البطين الايمن الى الرئتين بواسطة الشريان الرئوي . ان ارتفاع هذا النتاج فوق الحد الطبيعي يؤدي الى انفجار الاوعية الدموية وحدوث نزف داخلي اضافة الى اجهاد القلب .

2- المقاومة المحيطية Peripheral resistance : يرتفع الضغط الشرياني كثيرا بسبب المقاومة التي يواجهها الدم عند اجتيازه الاوعية الدموية الضيقة (الشرينات +الاوعية الدموية الشعرية) . تعتمد المقاومة على لزوجة الدم وطول الوعاء الدموي وقطره. ويتناسب الضغط طرديا مع المقاومة ومع طول الوعاء ولزوجة الدم وعكسيا مع القوة الرابعة لنصف قطر الوعاء ، ولان طول الوعاء هو ثابت تقريبا فلا يعد عاملا مهما اما قطر الوعاء فهو العامل الاهم للاسباب الاتية :

1- تتناسب المقاومة والضغط عكسيا مع القوة الرابعة لنصف القطر

2- قابلية الشرينات والاوعية الدموية على تغيير اقطارها من 4- 5 اضعاف وبهذا يمكن ان تتغير المقاومة مئات المرات وهي قابلية تقع تحت السيطرتين العصبية والهرمونية .

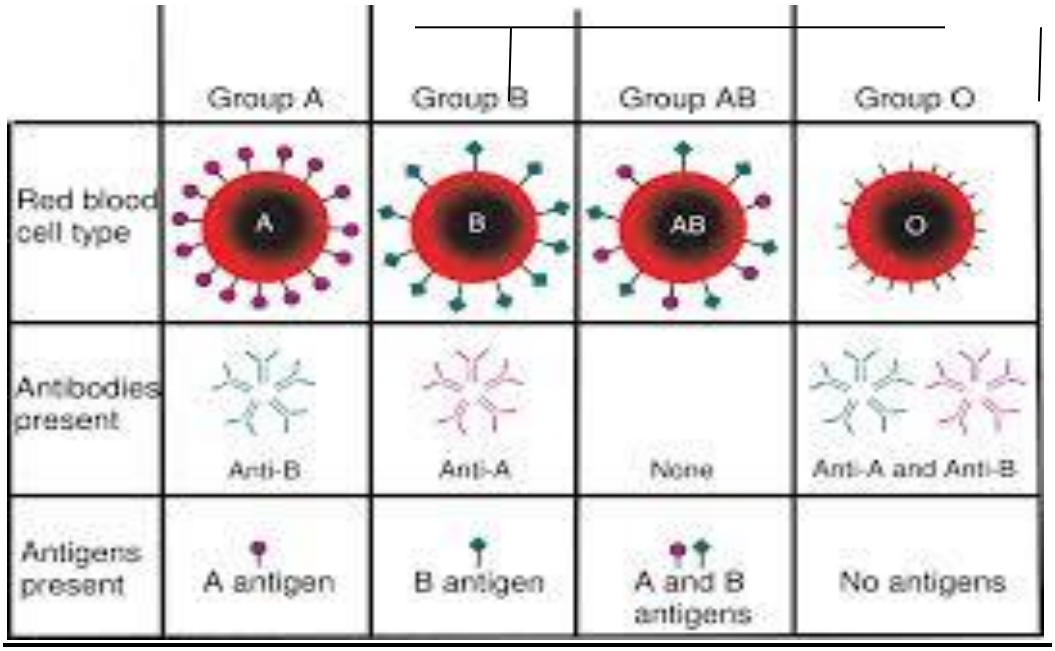
3- لزوجة الدم Blood viscosity : وتعتمد لزوجة الدم على نسبة كريات الدم الحمر فترتفع اللزوجة بزيادة عدد هذه الكريات كما في مرض فرط الكريات Polycythemia.

فصائل الدم Blood group

تحتوي اغشية كريات الدم الحمر في الانسان على انواع مختلفة من المستضدات Antigens ولهذا السبب يختلف الدم من شخص لاخر بالاعتماد على انواع هذه المستضدات، ومن اكثر هذه المستضدات هي (A' B) ، فالافراد اللذين لديهم المستضد في اغشية الكريات الحمر يقال انهم من الزمرة A ونسبتهم 42% اما الافراد اللذين لديهم المستضد B فهم يمثلون الزمرة B ويشكلون ما نسبته 9% اما اذا تواجد كلا المستضدين في غشاء الكرية الحمراء فانه يمثل الزمرة AB ونسبتهم 3% فيما يشكل الافراد اللذين يفتقدون كلا المستضدين ما نسبته 46% وهم الزمرة O .

ان كلا المستضدين A وB هما عبارة عن بروتينات سكرية Glycoproteins يختلفان كيمياويا عن بعضهما في بقايا سكر واحد اذ يمتلك افراد الزمرة A انزيما يسمى Glycosyltransferase يعمل على اضافة ال Acetyl galactosamine في البروتين السكري فيما يمتلك افراد الزمرة B انزيما اخر يضيف ال Galactose في البروتين السكري ويتواجد كلا الانزيمين في افراد الزمرة AB .

تدعى الاجسام المضادة لهذه المستضدات Antibody وتوجد بشكل طبيعي في الجسم وتورث ويمكن ان تنتج من التعرض لكريات الدم الحمر.



عامل ريسيوس Rh -factor

تم اكتشاف هذا العامل أول مرة عام 1940 عند عمل أبحاث على الدم لنوع من القردة يسمى rhesus monkeys ، وقد اكتشف أن هذا العامل نفسه موجود عند الإنسان . وهو نوع من البروتين يكون موجود على سطح خلايا الدم الحمر، وفى حالة وجوده تسمى الفصيلة موجبة العامل (+Rh) ، وفى حالة عدم وجوده تسمى سالبة العامل (−Rh). وكونه موجبا أو سالبا فذلك لا يعنى أي مشكلة بالنسبة لصحتنا ولكن قد تحدث المشكلة عند الحمل . وتسمى الفصيلة حسب نوعها وحسب وجود العامل الريسي أو عدم وجوده ، فمثلا الفصيلة (A ve+) أي الفصيلة A و العامل الريسي موجب ، والفصيلة (A –ve) أي الفصيلة A و العامل الريسي سالب وهكذا بالنسبة لكل الفصائل .

وفى الأربع أنواع من الفصائل توجد نسبة حوالي 85 بالمائة يطلق عليها موجبة العامل الريسي (+Rh) و حوالي 15 بالمائة يطلق عليها سالبة العامل الريسي .(−Rh) .

- **عندما تكون الأم الحامل (+Rh) لا تحدث مشكلة سواء كان الزوج (+Rh) أو (−Rh) ففي هذه الحالة سواء كان الجنين (+Rh) أو (−Rh) فإنه لا تحدث مشكلة ،**
- **وعندما تكون الأم سالبة (−Rh) و تحمل جنين (−Rh) أيضا لا تحدث مشكلة .**
- **أما عندما تكون الأم (−Rh) وتحمل جنين (+Rh) فقد تحدث مشكلة وهى نتيجة لعدم توافق فصائل الدم بسبب العامل الريصي Rh incompatibility .**

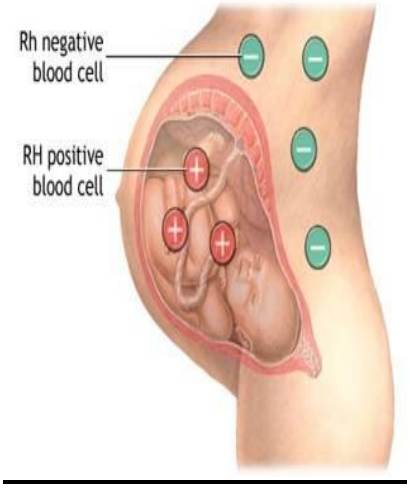
و بمعنى آخر فإنه عندما تتزوج أم (−Rh) من زوج (+Rh) ويكون الجنين (+Rh) مثل أبيه فقد تحدث المشكلة ، أما إذا كان الجنين (−Rh) مثل أمه فليس هناك مشكلة بسبب العامل الريصي .

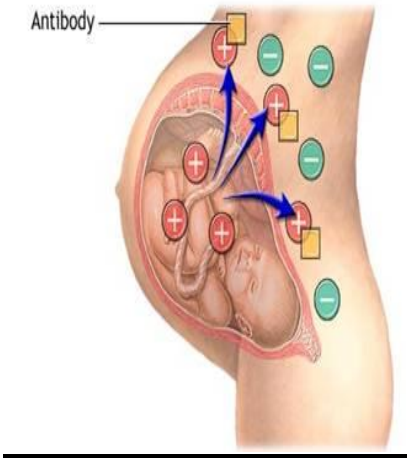
ما الذي يحدد نوع العامل Rh للجنين

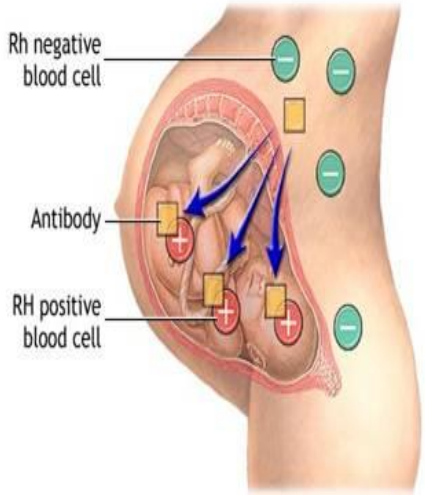
الذي يحدد ما إذا كان الجنين (−Rh) أو (+Rh) هو الصفات الوراثية ، والتي يتم تمثيلها بزوج من الجينات أحدهما من الأب وآخر من الأم ، وقد يكون جين الأب مماثل لجين الأم homozygous وقد يكونا مختلفان hetrozygous ، وعند اختلاف الجينين يكون الجين الموجب هو السائد والسالب هو المتنحى . فالطفل الذي يكون (−Rh) لديه 2 من الجينات السالبة . والأم التي تكون (−Rh) تعطى لأبنائها جين سالب ، بينما الأب الذي يكون موجبا يعطى للأبناء جين سالب أو جين موجب ، وفى هذه الحالة إما يكون الطفل سالب أو موجب .

كيفية حدوث المشكلة

الصور التالية تبين مراحل التحسس







في الأحوال العادية لا تسمح الأوعية الدموية الموجودة بالمشيمة بمرور خلايا الدم الحمر ولكن تسمح بمرور السائل الدموي (البلازما) وذلك يسمى بحواجز المشيمة placental barriers ، ولكن عند وجود خلل بالمشيمة يؤثر على الأوعية الدموية بها فإن الكرات الحمر لدم الجنين والتي تحمل البروتين (+Rh) تمر إلى السائل الدموي للأم ، وحيث أن هذا البروتين يمثل جسما غريبا antigen بالنسبة للأم فإن الجهاز المناعي للأم متمثلا في كرات الدم البيضاء يتعرف على هذا البروتين مكونا أجسام مضادة له antibodies ، بعدها تمر هذه الأجسام المضادة مع السائل الدموي للأم من خلال المشيمة – والتي تسمح بمرور البلازما – وتحدث المشكلة عندما تتحد هذه الأجسام المضادة مع العامل Rh على جدار خلايا الدم الحمر للجنين أو الطفل مكونة مركبات مناعية –antigen antibody complexes مسببة تكسر هذه الخلايا . ويشبه هذا التفاعل المناعي تفاعل الحساسية والذي يحدث في أجسامنا عند التعرض لما هو غريب عن أجسامنا وهو ما يطلق عليه التحسس sensitization

<u>ماذا بالنسبة للجنين</u>

إذا حدث تحسس للأم وتكونت الأجسام المضادة في دمها ، فإنها تظل موجودة مدي الحياة لتحدث المشكلة مع كل الأجنة ذوى العامل الريسي حيث تعبر هذه الأجسام المضادة المشيمة وتتفاعل مع العامل الريسي الموجود على سطح كرات الدم الحمر مما يسبب تكسرها محدثا أنيميا شديدة. severe heamolytic anaemia ونتيجة لتكسر كرات الدم الحمر للجنين يستجيب الجسم بإنتاج كرات دم حمر قبل نضجها والتي يكون بها نواة على خلاف كرات الدم الحمر الناضجة والتي لا يوجد بها نواه وتسمى هذه الحالة المرضية بداء أورام البدائيات الدموية erythroblastosis fetalis. ويولد الطفل متأثرا بدرجات مختلفة في شدتها ، ففي بعض الحالات لا يكون لدي الطفل أي أعراض مرضية وفى حالات أخرى يصل الأمر إلى حد موت الجنين قبل الولادة أو موت المولود بعد الولادة مباشرة death of the fetus or newborn وهذه الدرجات هي :

1. **حالة خفيفة ويعانى فيها المولود من زيادة نسبة البليروبين (الصفار) دون وجود فقر دم أو وجود فقر دم بسيط .**
2. **حالة متوسطة وفيها يعانى المولود من وجود فقر دم وزيادة نسبة البليروبين .**
3. **حالة شديدة وفيها يعانى المولود من أنيميا شديدة وارتفاع شديد لمادة البليروبين وترسبها في أنسجة الجهاز العصبي المركزيcentral nervous system tissues .**
4. **صورة هي الأشد من فقر الدم ومهددة لحياة المولود ويحدث بها هبوط لعضلة القلب ، ويحتاج المولود في هذه الحالة لنقل وتغيير دم عاجل emergent exchange transfusion بغرض إنقاذ حياته .**

وفى العادة ينجو المولود الأول وذلك لان أغلب الحالات يمر فيها كرات الدم من الطفل عبر المشيمة أثناء الولادة الأولى وتكون الفترة من بداية التحسس حتى الولادة قصيرة وغير كافية لإحداث أثر في الجنين الأول .

كيفية تجنب حدوث هذه المشاكل

يجب عمل فصيلة الدم لكل سيدة لمعرفة هل (Rh−) أم . (Rh+) وبالنسبة للسيدات ذوي (Rh−) يمكن عمل تحليل للأجسام المضادة antibody screen لمعرفة حدوث تحسس من عدمه . ويمكن إعطاء السيدات اللاتي لم يحدث لهن تحسس مستحضر Human anti−D immune globulin بغرض منع التحسس desesitization بالحقن العضلي أثناء الحمل عند الأسبوع ال 28 أو بعد الولادة مباشرة لطفل (Rh+) في خلال 72 ساعة من الولادة ، وهذا المستحضر يقوم بتكسير كرات دم الطفل التي تسربت إلى دم الأم من خلال المشيمة – والتي تحتوي على (Rh+) وذلك قبل أن يكون جهاز المناعة للأم أجسام مضادة للعامل الريسي ، أما عند ولادة طفل (Rh+) فليس هناك حاجة لإعطاء هذه المستحضرات وتكرر هذه الحقن عند كل ولادة لطفل (Rh+)وأيضا في الحالات التي يمكن فيها أن تتسرب كرات دم الطفل إلى الأم. وهذه المستحضرات لا تفيد الحالات التي حدث لها تحسس للأم وتم بسبب هذا التحسس تكون أجسام مضادة بجسمها.

المحاضرة (3)

فسيولوجيا العضلات Muscle Physiology

العضلات Muscles : هي اماكن تحويل الطاقة الكيمياوية الى شغل ميكانيكي ولذلك فهي تلعب دور مهم كعضو استجابة يساهم في تكيف الجسم لمتغيرات المحيط الخارجي.

تعتبر الحركة واحدة من اهم مميزات الاحياء وتقترن بعالم الحيوان وبواسطتها يتمكن من الحصول على الغذاء والدفاع عن النفس او الابتعاد عن الخطر وللتكاثر . ولا تقتصر الحركة على الاحياء المتقدمة فخاصية التقلص تعتبر من خواص البروتوبلازم اذ نلاحظ ان غشاء الخلية يتحرك الى الداخل عند انقسامها وكذلك حركة والاسواط والاهداب وهذه جميعها امثلة على حركة الاحياء الاولية.

انواع العضلات

ان من الامور التي يسرت للجهاز العصبي السيطرة على الحركة هو تنوع العضلات واختلاف استجابتها بما يناسب وظائف الاعضاء. فعضلات الاطراف القوية والسريعة لايمكن ان تحل محل عضلات الامعاء وتؤدي نفس وظيفتها في تحريك الطعام، كذلك فان عضلة القلب تمتلك خاصية التقلص الذاتي النسقي فهي لاتحتاج الى سيالة عصبية متواصلة للتقلص .

تقسم العضلات في الفقريات الى ثلاثة انواع هي:

اولا - العضلات الهيكلية: تشكل هذه العضلات جميع العضلات المتصلة بالهيكل العظمي. وهي عضلات لا ارادية اي ان تقلصها يقع تحت ارادة وسيطرة الفرد لانها مجهزة باعصاب قشرية- شوكية اي انها تخضع لسيطرة المرتكز القشرية الدماغية، فهي لا تستغني عن التزود العصبي وبهذه الصفة فانها تختلف عن باقي انواع العضلات فهي

تصاب بالشللوالضمور عند قطع او تلف اعصابها. كما تمتاز بانها ذات تقلص سريع وقوي عصبي المنشا وانها تتعب بسرعة

ثانيا ـ العضلة القلبية : هي عضلة لا ارادية ذات تقلص عضلي المنشا ، وتتصف بخاصيتين هما النسقية اي انها تتفلص وتنبسط بالتعاقب ، وخاصية التوصيلية والتي تعني ان اليافها المتفرعة والمتشابكة تيسر انتقال جهود الفعل انتقالا كهربائيا ليعم النشاط الكهربائي كامل العضلة. وبالمقارنة مع العضلات الهيكلية فان تقلص العضلة القلبية يستغرق وقتا اطول .

ان من الملاحظات المهمة ان جهد الفعل الذي يسبق تقلص عضلة البطين يختلف عن جهد الفعل في الليف العصبي او العضلي الهيكلي فهو يستمر لفترة اطول (مئات الملي ثانيية) في طور النزول من الذروة الى جهد الراحة وهذه المدة تمكن العضلة من التقلص بكامل اليافها وبذلك يتقلص البطين قطعة واحدة ، ويتبع كل جهد فعل للبطين فترة عصيان طويلة نسبيا تجعل البطين بعيدا عن الوقوع في حالة التقلص المستمر التي تسمى التكزز. وتتيح له فرصة الامتلاء بالدم .
ثالثا ـ العضلات الملساء : وهي العضلات التي توجد في الاحشاء الداخلية عدا القلب . وهي على نوعين
1ـ العضلات الملساء الوحدوية : في القناة الهضمية والحالبين والمثانة وهي لا ارادية مجهزة باعصاب من الجهاز العصبي الذاتي .
2ـ العضلات الملساء متعددة الوحدات : في جدران الاوعية الدموية وقزحية العين .
تتمتع العضلات الملساء بخاصيتي التنسيقية والتوصيلية مثل العصلات القلبية اما دور الاعصاب المجهزة لها فيقتصر على تنظيم نشاطها لانها عضلات لا ارادية .

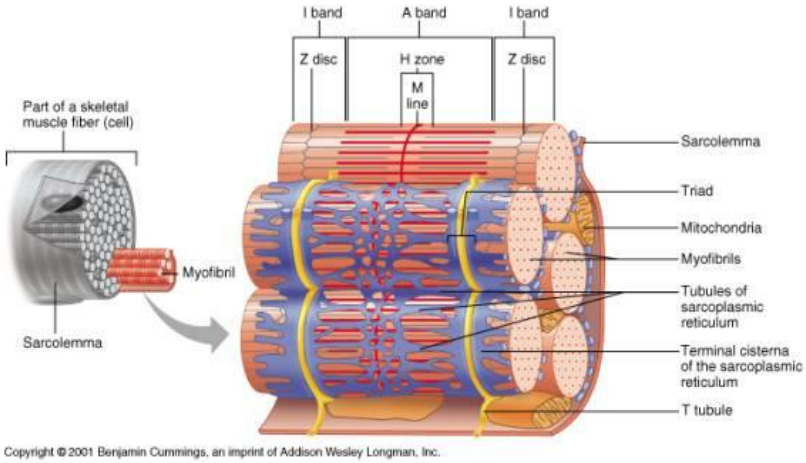
وظائف العضلات

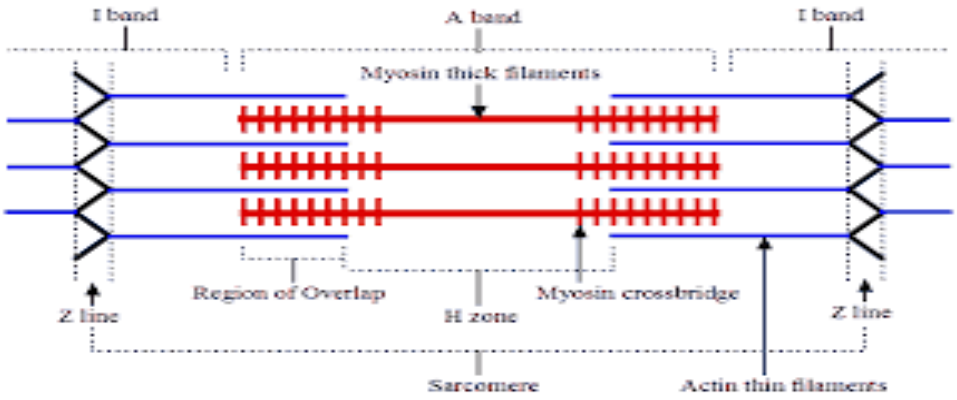
- **الحركة.**
- **عمل الاعضاء الداخلية**
- **إنتاج حرارة.**
- **تخزين الطاقة.**

- **حماية فعالة وغير فعالة.**
- **المحافظة على التوازن .**
- **المحافظة على المفاصل .**

التركيب الدقيق للخلايا العضلية المخططة (الهيكلية)

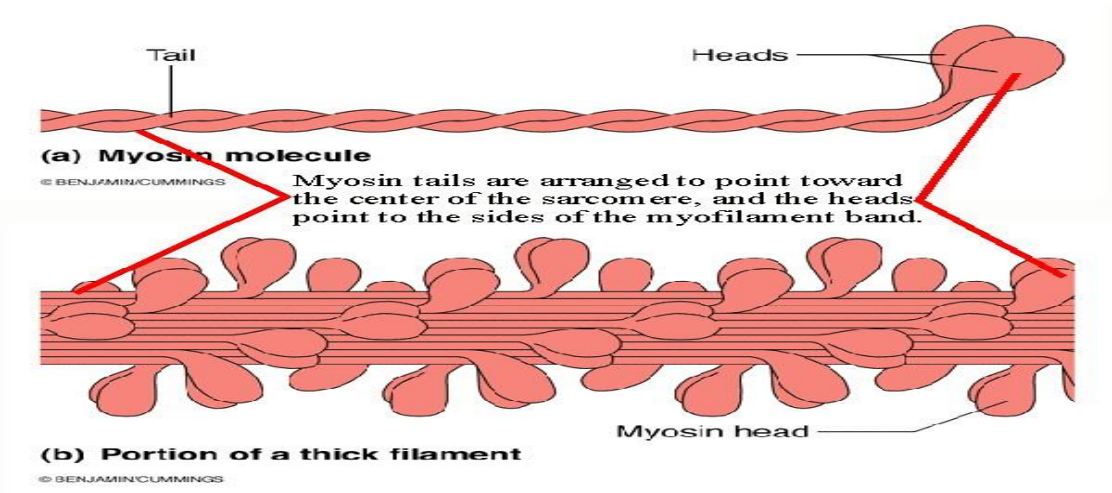
تتالف العضلة من حزم من الالياف العضلية والتي هي كتل خلوية متعددة الانوية قريبة من غشاء الليف . يحاط الليف بغشاء رقيق يسمى الغشاء العضلي ويحتوي كل ليف على عدد من الخيوط البروتينية تمتد طوليا بموازاة محور الليف وتتجمع في حزم ويبلغ قطر الحزمة الواحدة 1 - 2 مايكروميتر وتسمى الليفات العضلية والتي يجري بينها سايتوبلازم الليف العضلي Sarcoplasm .
عند فحص الالياف العضلية الهيكلية تحت المجهر الضوئي نجد ان كل ليف يتميز الى نمط منتظم من مناطق نيرة واخرى معتمة تقطع الليفات بالعرض . تبدو المناطق النيرة متجانسة ضوئيا ولذلك تسمى الاشرطة المتجانسة ضوئيا Isotropic band (I-band)، بينما تبدو المناطق المعتمة غير متجانسة ضوئيا (Anisotropic band (A-band. ولكون هذه الاشرطة النيرة والمعتمة في اي ليف عضلي تقع بجانب اقراص اخرى في ليف اخر لذلك تبدو العضلة وكانها مخططة فتسمى بالعضلات المخططة (الهيكلية والقلبية هي عضلات مخططة).
لقد كشف المجهر الالكتروني ان كل لييف عضلي مكون من نوعين من الخيوط هي :
1- الخيوط السميكة : بقطر 100 انكستروم.
2- الخيوط الدقيقة : بقطر 40 - 50 انكستروم.
وان كلا النوعين من الخيوط تتواجد في المنطقة المعتمة فيما يقتصر وجود الخيوط الدقيقة على المنطقة المنيرة . كما لوحظ وجود شريط منير نسبيا وسط كل منطقة معتمة اطلق عليه شريط H (H-band)، كما ويقطع خط معتم ومتعرج كل منطقة منيرة يدعى خط Z (Z- LINE) وتسمى المنطقة المحصورة بين خطي Z متجاورين باسم وحدة التركيب لليف العضلي Sarcomere . كذلك بينت الدراسات ان هناك نوع ثالث من الخيوط العضلية يبرز من الخيوط السميكة على مسافات منتظمة وتمتد باتجاه الخيوط الدقيقة وقد سميت هذه الخيوط بالجسور العرضية Cross bridge وهي تؤدي دور مهم في عملية الانزلاق للخيوط الدقيقة اثناء التقلص العضلي .
تتواجد داخل السايتوبلازم العضلي منظومة من النبيبات تمثل الشبكة الاندوبلازمية الداخلية تعرف بالجهاز النبيبي العضلي ويسمى الجزء العرضي منها انبوب T (T - tube) .



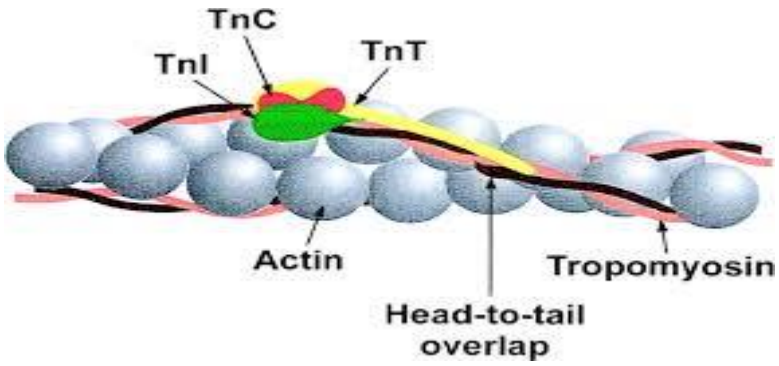


<u>بروتينات الليفات العضلية</u> : وتتضمن اربعة انواع هي

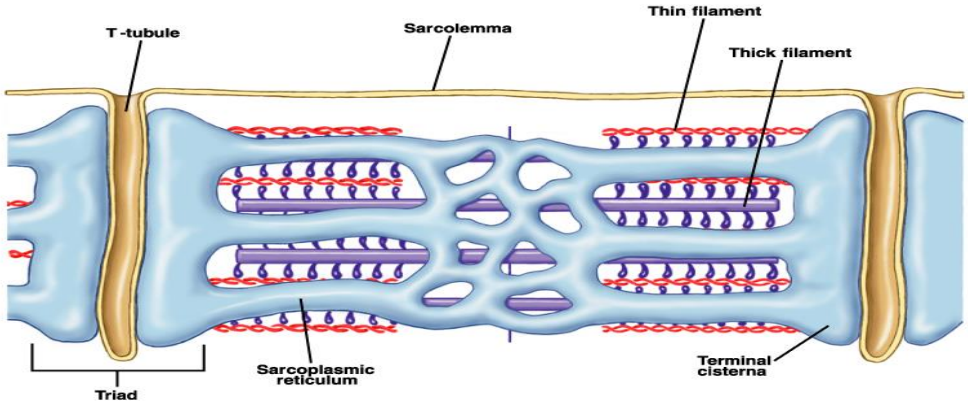
1 - المايوسين Myosin: يؤلف نصف مجموع البروتين الليفي وهو المكون للخيوط السميكة داخل الليف العضلي وكذلك الجسور العضلية . تتالف جزيئة المايوسين من عدة سلاسل تشكل خيطا حلزونيا ذو نهاية راسية مزدوجة وذيل ، ويمكن ان تنفصم هذه الجزيئة باستخدام انزيم التربسين الى جزيئتين ، جزء امامي يضم الراس وقليل من الذيل ويسمى الميرومايسين الثقيل Heavy meromysine(Hmm) وجزء ثاني يمثل بقية الجزيئة يسمى الميرومايسين الثقيل Light meromysine(Lmm) . يرتبط ال ATP مع المايوسين وان القدرة على دفع التفاعل تعود الى الجزء الثقيل Hmm اي انه يعمل بمثابة انزيم .



2- الاكتين Actin : هو بروتين حلزوني مزدوج وعند ازالته تختفي الخيوط الدقيقة وكذلك المناطق المنيرة مما يدل على انه المكون الاساسي للخيوط الدقيقة .



3- التروبومايسين Tropomyosin: بروتين ليفي يتمركز في ثنايا حلزون الاكتين .
4- التروبونين Troponin : هو معقد من ثلاث جزيئات بروتينية كروية هي (TNT) (TNI) (TNC) تقع في اخاديد حلزون الاكتين . يقوم النوع TNI بمنع الجسور العرضية للمايوسين من الاتصال مع خيوط الاكتين في الالياف المستريحة ، اي انها تثبط عمل Hmm . النوع الثاني TNC يختص بالاتحاد مع ايونات الكالسيوم Ca+2 فيما يعمل النوع الثالث TNT على ربط التروبومايسين والتروبونين على خيط الاكتين .

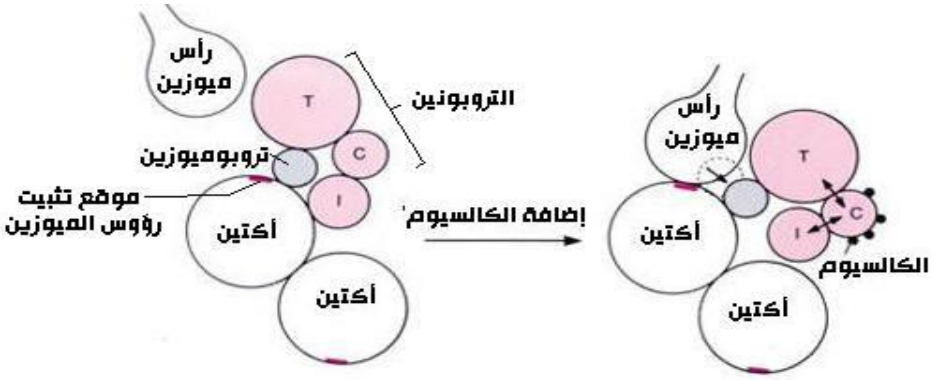


نظرية الانزلاق الخيطي Sliding filament theory

ان اكثر النظريات قبولا لتفسير الية التقلص العضلي هي نظرية الانزلاق الخيطي . ويعزى فيها التقلص الى انزلاق وتحرك خيوط الاكتين فوق خيوط المايوسين باتجاه المنطقة المعتمة وبما ان الخيوط الدقيقة (الاكتين) متصلة مع خيوط Z فانها عندما تنزلق تجذب معها خيوط Z فيقصر الليف ، وهي نظرية العالم المجري (سنت جيورجي). ويمكن تلخيص هذه النظرية بالخطوات التالية

1-تكون خيوط الاكتين والمايوسين موازية لبعضها وتمتد الجسور العرضية نحو خيوط الاكتين ولكنها لاترتبط مع المواقع الفعالة في الاكتين لكون هذه المواقع مغطاة ببروتين التروبومايسين.

2- عند تنبيه العضلة الهيكلية يسري جهد الفعل في غشاء الليف العضلي الى الداخل عن طريق انبوب T حتى يصل الى نبيبات الشبكة الساركوبلازمية فيتسبب في تحرر ايونات الكالسيوم Ca+2 والتي ستتحد مع بروتين التروبونين TNC والذي سيعاني تغيرا في شكله مما يجعله يقوم بازاحة التروبونين TNI من مكانه وسحب التروبومايوسين فتتكشف المواقع الفعالة على خيط الاكتين فيحدث الارتباط بين رؤوس الجسور العرضية وخيط الاكتين.
3- يمتلك راس الجسر العرضي العديد من المواقع الفعالة القادرة على الارتباط مع الاكتين ، وبعد الاتصال يقوم راس الجسر العرضي بالانتقال من موقع لاخر على طول خيط الاكتين وفي نفس الوقت يدور حول نفسه فيولد شدا في الجسر وينتقل هذا الشد الى الخيط السميك(المايوسين) فيسحب خيط الاكتين وينزلق فوق خيط المايوسين ساحبا معه خطي Z المرتبطة اصلا بخيوط الاكتين فيقصر الليف العصبي وتختفي المناطق المنيرة وهذا هو التقلص .
4- ولكي يحدث الانبساط العضلي وتستعيد العضلة طولها الاصلي ، يتحلل مركب ATP لتوفير الطاقة لفك ارتباط الجسر مع الاكتين ليعود الراس حرا من جديد، كما تعود ايونات الكالسيوم الى داخل نبيبات الشبكة الساركوبلازمية تاركة بروتين التروبونين TNC ليعود الى شكله الاصلي فيرجع التروبونين بكل انواعه والتروبومايوسين الى مواقعها الاصلية قبل التقلص ليمنعو راس الجسر العرضي من الارتباط بخيط الاكتين فتعود بالنتيجة خيوط الاكتين الى سابق وضعها وتظهر المناطق النيرة من جديد ويستعيد ال Sarcomere طوله الاصلي وتعود العضلة الى حالة الانبساط.



أنواع التقلص العضلي Muscle contraction

تترتب العضلات الجسمية عادة بطرق بحيث تكون مجموعات متضادة الافعال Antagonistic actions فيما بينها وتصنف العضلات تبعا لنوع الحركة التي تحدثها الى عضلات مقلصة واخرى باسطة وعضلات مقربه واخرى مبعده وعضلات خافضه او رافعة او دوارة .

ويوجد نوعان للتقلص العضلي هما :

1- **التقلص متساوي الطول Isometric contraction :وفيه لايحدث تغيير في طول العضلة وانما يزداد الضغط او التوتر بداخلها كما هو الحال عند فشل العضلة في رفع ثقل معين .**
2- **التقلص متساوي التوتر Isotonic contraction : ويحدث تغيير في طول العضلة بينما الضغط او التوتر على حالة بداخلها .**

مصادر الطاقة في التقلص العضلي

ان المصدر المباشر للطاقة هو المركب ATP ، اذ يتحلل هذا المركب انزيميا بفعل ال Hmm الى ADP وفوسفات غير عضوية وتتحرر كمية من الطاقة كما في المعادلة

$$ATP \xrightarrow{Hmm} ADP + Pi + Energy$$

ولكون كمية ATP داخل العضلة محدودة فانها ستنفذ بسرعة عند التقلص المستمر لذلك يتوجب على العضلة ايجاد مصدر بديل للطاقة وهذا يحدث عن طريق فسفرة ADP لواسطة المركل فوسفات الكرياتين (CP) .

$$ADP + CP \xrightarrow{Creatin\ phosphkinas} ATP + Creatin$$

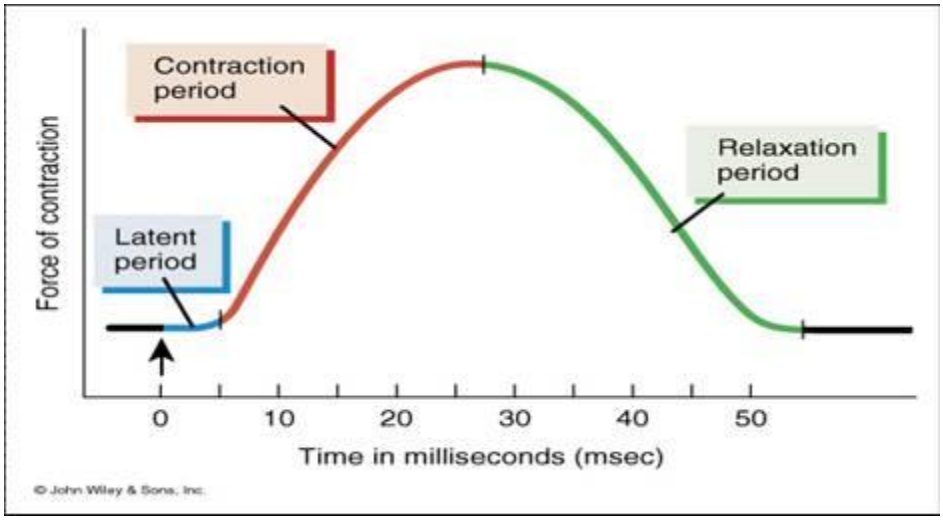
توجد فوسفات الكرياتين الغنية بالطاقة في عضلات الفقريات واللافقريات وهي لا تمنح طاقتها مباشرة في عملية التقلص ولكنها تمنحها الى جزيئة ال ATP محولة اياها الى ADP بوجود الانزيم Creatin phosphkinase كما ويمكن اعادة بناء مركب ATP بواسطة اتحاد جزيئتين من ADP لوجود انزيم Myokinase

$$ADP + ADP \xrightarrow{Myokinase} ATP + AMP$$

المصدر الاخر للطاقة هو الكلايكوجين في العضلة الهيكلية اذ يتحول الى حامض البايروفيك في عملية التجلل السكري Glycolysis ليجهز العضلة بالطاقة لهيئة ATP عبر دورة كربس والسلسلة التنفسية وان احتراق جزيئة كلوكوز واحدة احتراقا كاملا يوفر36 جزيئة ATP . يضاف الى هذه المصادر استخدام العضلة للبروتينات والدهون كمصادر للطاقة.

النفضة العضلية Muscle Twitch

تمر النفضة العضلية بثلاث مراحل هي:
1- الكمون Latent period : هي فترة قصيرة لا تتجاوز 10 ملي ثانية وتمثل المدة الزمنية اللازمة لانتقال المنبه عبر المشبك العصبي العضلي وانتشار جهد الفعل وتحرر ايونات الكالسيوم .
2- التقلص Contraction Period : ويستمر 40ملي ثانية وتمثل مدة تقلص العضلة وتوترها .
3- الارخاء Relaxation Period : ويستغرق 50 ملي ثانية تعود فيها العضلة الى طولها الاعتيادي .



<u>انتاج الحرارة في العضلة</u>

تقسم الحرارة المنبعثة من العضلة عند تقلصها الى الانواع التالية:
1- <u>الحرارة البدئية</u>: وهي الحرارة المنبعثة اثناء تقلص وانبساط العضلة وتنقسم الى

A : حرارة الانكماش Shorting Heat وهي حرارة تنبعث في طور التقلص بشكل انفجاري ولمدة زمنية قصيرة وتتناسب في مقدارها طرديا مع درجة الانكماش.
B: حرارة الارخاء وهي اقل شدة من الاولى وتدوم لمدة اطول وتنلعث في طور الارتخاء العضلي .

2- <u>الحرارة النتاخرة او حرارة الترميم</u> : وهي حرارة تنتج لدقائق بصورة هادئة وقد تطول مدة انبعاثها اضعاف زمن الحرارة البدئية.

==========

المحاضرة (4)

فسيولوجيا الغدد الصم Muscle Physiology

تقع بيولوجية الإنسان تحت تأثير عدد كبير من العوامل تسيطر على مختلف النواحي الفسيولوجية وتتحكم في مسيرتها التطورية . وفاعلية هذه العوامل تبدو أكثر وضوحاً عند اجتماعها معاً وتراكمها في التأثير.

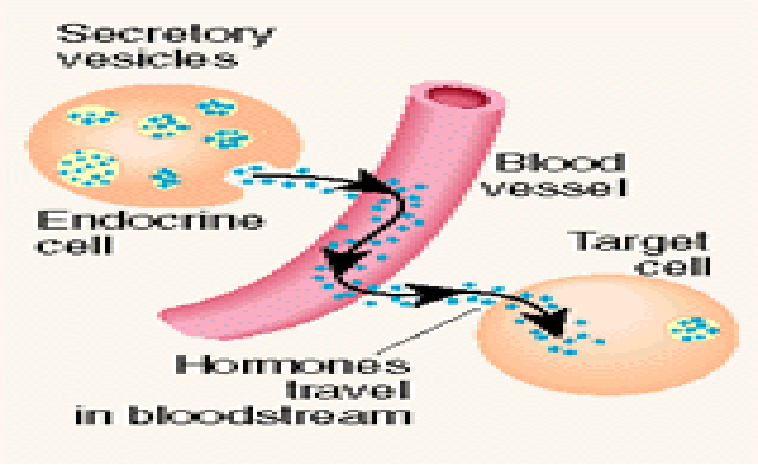
ففي جسم الإنسان تجري عمليات حيوية وفسيولوجية مختلفة ترتبط بعضها ببعض ارتباطاً محكماً كوحدة واحدة إلا أن نشاط الجسم وفاعليته خاضع بشكل رئيسي لجهازين هما :

1) الجهاز العصبي .

2) جهاز الغدد الصماء .

وفاعلية هذه العوامل تبدو أكثر وضوحاً عند اجتماعها معاً وتراكمها في التأثير. لا تعمل الغدة مستقلة عن الأخرى بل تعمل معاً في جهاز كبقية أجهزة الجسم، ومن هنا يطلق عليها جهاز الغدد الصماء.

الهرمونات : هى مواد كيميائية تفرز بواسطة الغدد الصماء الى الدم مباشرة ويقوم الدم بحملها الى العضو المستهدف لتؤدى عملها . وتعمل عملها الحيوي سواء ان كان تحفيز لنشاط حيوي أو تثبيط لنشاط حيوي. وهي أشبه بالرسائل المرسلة من مركز التحكم إلى الهدف,ويقوم الهدف باستقبال هذه الرسائل وقرائتها وعمل عمله حسب الأوامر في هذه الرسالة.



التركيب الكيميائى للهرمونات : يمكن تقسيم الهرمونات الى أربع مجاميع

1- البروتينات وهنا تتكون الهرمونات من سلاسل متعددة الببتيد مثل :

- **الانسولين (هرمون البنكرياس)**
- **هرمونات الغدة جار الدرقية .**
- **هرمونات الفص الأمامى للغدة النخامية**

2 - ببتيدات صغيرة

- **هرمونات الفص الخلفى للغدة النخامية**
- **هرمونات Hypthalamas الغدة تحت المهاد البصرى .**

3- أمينات

- **مثل هرمونات الغدة الدرقية .**
- **الغدة الصنوبرية .**

4- ستيرويدات

- **فيتامين د (يعمل كهرمون)**
- **هرمونات الغدة الكظرية .**
- **الهرمونات الجنسية .**

- تنظيم افراز الهرمون.

يعتمد تنظيم افراز الهرمون على عدة مكننات وهي :-

1- السيطرة الخلطيةHumoral control ، حيث ان تدرج تركيز المادة المنتجة ايضا هو واحد من ابسط طرق السيطرة التي نفكر بها . وكمثال على ذلك هو ان ارتفاع مستوى سكر الكلوكوز في الجسم يبديء انطلاق هرمون الانسولين (الهرمون الخافض لسكر الدم) . وهذا الهرمون يسهل حركة الكلوكوز خلال غشاء الخلية وبالتالي فان الكلوكوز اما ان يمثل او يخزن على شكل كلايكوجين ، واما انخفاض مستوى الكلوكوز إلى اقل من المستوى الطبيعي سوف يؤثر بالتالي في انطلاق الكلوكاكون Glucagon وهو الهرمون الرافع لمستوى السكر في الدم مسببا في النهاية في انطلاق السكر من مواقع خزنه ككلايكوجين في الكبد ليرجع السكر إلى مستواه الطبيعي .

2- التغذية العكسية Feed back mechanism ، حيث ان تركيز هرمون ما يؤثر على تركيز هرمون ثان. وكمثال عليها هو هرمونات الفص الامامي للغدة النخامية والتي تنظم افراز هرمونات من غدد اخرى حيث ان الاخيرة تثبط افراز هرمونات الفص الامامي عن طريق تاثيرها على هرمونات تحت المهاد والتي تسمى عوامل الانطلاق او التثبيط .

3- السيطرة العصبية .

نقاط التشابهه بين الانزيم والهرمون

1- كلاهما يعمل كمحفز للعمليات الحيوية.

2- كلاهما يحتاج اليه الجسم بكميات قليلة.

3- كلاهما لايستهلك أثناء التفاعل .

نقاط الاختلاف بين الانزيم والهرمون

1- يتم تصنيع الهرمونات فى عضو يختلف عن العضو المستهدف .

2- يتم أفراز الهرمونات الى الدم أولا حيث ينقلها الى العضو المستهدف وبالتالى فأن تركيز الهرمونات فى الدم هومقياس لنشاط الغدد الصماء .

3-الانزيمات دائما تكون بروتينات فى طبيعتها أما الهرمونات تختلف فى تركيبها الكيميائى.

<u>الية عمل الهرمون</u>

تنتقل الهرمونات عن طريق الدورة الدموية الى كل خلايا الجسم ولكن هذه الهرمونات لا تؤثر الا في خلايا معينة وبالتالي فان انسجة معينة في الجسم هي التي تتاثر بهرمون معين رغم مرور هذا الهرمون على كل خلايا الجسم والسؤال هنا هو لماذا يتاثر نسيج معين او خلايا معينة بهرمون ما رغم مروره في الدورة الدموية على كل خلايا الجسم والجواب هو ان الهرمون يمتاز بخاصية التخصصSpecificity والتخصص بالنسبة للهرمون مع خلايا النسيج الهدف يعتمد على مطابقة الهرمون مع المستقبل الخاص به على خلايا النسيج الهدف . والمستقبل هو عبارة عن بروتينات موجودة اما على جدار الخلية Cell membrane او في سايتوبلازم الخلية الهدف .

ان اغلب الهرمونات الببتيدية والبروتينية تعمل على الجدار الخارجي للخلية الهدف Target cell وذالك بالارتباط مع المستقبل الخاص بها على جدار الخلية Cell membrane receptor وهذا الارتباط سوف ينشط الانزيم Adenyl cyclase والذي يعمل بدوره على تحويل ATP الى Cyclic AMP .

يقوم Cyclic AMP الناتج بالوظائف البايلوجية للهرمون ، اذ يرتبط بال Regulatory inactive protein kinase وتنطلق ال Active proteinkinase ، وبوجود الكالسيوم وال ATP يقوم Active proteinkinase بعملية فسفرة Phosphorelation وبالتالي يبدا في اظهار الاثار البايلوجية للهرمون داخل الخلية. (نظرية الرسل (Messenger theory).اما فيما يتعلق بالهرمونات الستيرويدية صغيرة الحجم فانها عادة تذوب في اللبيدات وتنتشر من جدار الخلية الى سايتوبلازمها ليرتبط مع Specific cytoplasmic receptor protein قيتكون معقد الهرمون والمستقبل Hormone receptor(HR) والذي سيقوم بدوره بتنشيط جزء من ال DNA داخل النواة ونتيجة لذلك يقوم DNA بانتاج بروتين جديد والذي يسبب ظهور الاثار البايلوجية للهرمون.

الغدد الصماءEndocrine gland :- عبارة عن أجسام غدية عديمة القنوات تفرز مواد كيمائية خاصة مباشرة في الدم تعرف بالهرمونات ، وتفرز الهرمونات عادة بكميات ضئيلة جداً لكنها كافية لإحداث التأثير المطلوب في جسم الإنسان .

- يوجد في جسم الانسان ثلاثة أنواع من الغدد هي :

1- الغدد ذات الافراز الخارجي Exocrione Glands:

- تحتوي هذه الغدد على قنوات خاصة بها تصب بواسطتها الافرازات إما داخل الجسم كما هو الحال في الغدد اللعابية أو خارج الجسم كما في الغدد الدمعيه والغدد العرقيه التي تصب إفرازاتها على سطح الجلد الخارجي. ويكون مكان الاستفادة من هذه الافرازات محدداً ومحصوراً في منطقة معينه.

2- الغدد داخلية الافراز Endocrione Glands : هذه الغدد ذات الافراز الداخلي تمتاز بأن ليس لها قنوات خاصة بها بل تصب افرازاتها مباشرة في (الدم) أو الدورة الدموية، ولهذا يكون تأثيرها غير محدد بمنطقة معينه بل شاملاً لمعظم مناطق الجسم.

3- الغدد المشتركة أو المختلطه Mixed Glands :

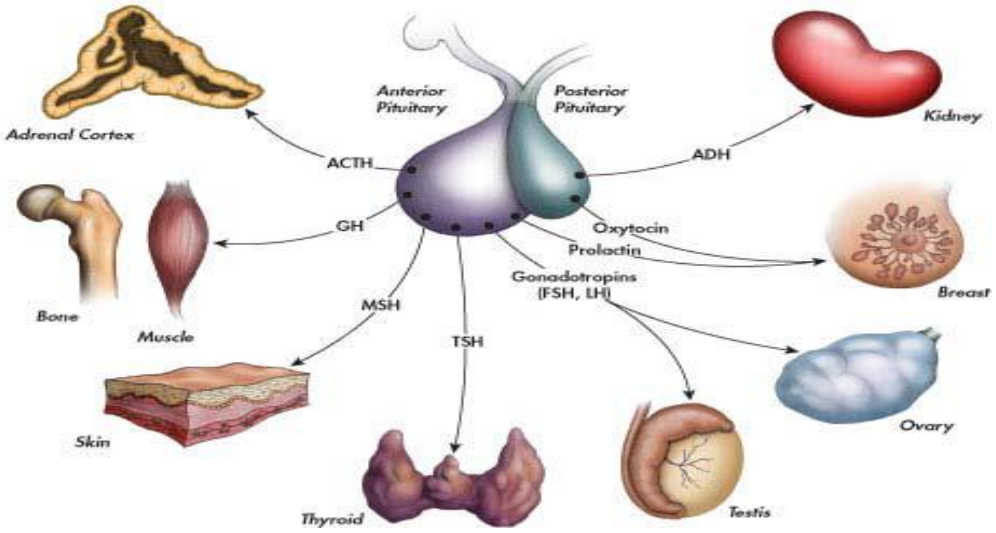
تجمع هذه الغدد ين النوعين السابقين، وعليه فإن لها قنوات خاصة بها وبنفس الوقت لها القدرة على أن تصب افرازاتها في الدم مباشرة كما في غدة البنكرياس – الغدد الجنسية.

للغدد الصماء وافرازاتها الهرمونية على قلتها أهمية كبيرة في حياة الإنسان تتمثل في أداء الوظائف التالية :

1. **توازن واتزان الوضع الداخلي للجسم وتنظيمه (الاتزان الداخلي).**
2. **نمو الجسم.**
3. **النضوج الجنسي.**
4. **التمثيل الغذائي .**
5. **سلوك الانسان ونموه العاطفي والتفكيري.**

<u>توزيع الغدد الصماء في جسم الإنسان كما يلي:</u>

1- الغدة النخاميه	**3- الغده الدرقية**
2- الغدد جارات الدرقيه	**4- غدة البنكرياس**
5- الغدد الكظرية (فوق كلويه)	**6- الغدد الجنسية .**
7- الغدة التيموسيه	**8- الغده الصنوبريه**



1/ الغده النخاميه Pituitary Gland :

وهي غده صغيره الجسم توجد أسفل الدماغ. وتعتبر أهم غدة في الجسم لأنها تسيطر على معظم الغدد الصماء وتنظيم إفرازاتها. ولذلك يطلق عليها أحياناً بأنها "سيدة الغدد" Master glands. وتتألف الغدة من ثلاثة أجزاء أو فصوص هي:

اولا) الفص الأمامي(Adenohypophysis) Anterior Lobe: ويشكل الجزء الأكبر والهام من الغدة النخاميه، ويفرز هرمونات عديدة لها أهمية كبيرة في نمو الجسم وتنظيمه الجنسي. وهذه الهرمونات هي :

1- هرمون النمو : Growth H

وهو هرمون بروتيني يعمل على تنشيط نمو العضلات والعظام ، ولهذا يسمى الهرمون المنشط للجسم، وهو يرتبط ايضاً بالتمثيل الغذائي العام للجسم وبالتالي تنشيط انقسام الخلايا ونمو الجسم وبنائه.

إن نقص هذا الهرمون في سن مبكر يسبب ما يعرف بالأتزمه (القزامه) وعلى العكس إذا أفرز هذا الهرمون بكميات كبيرة خلال مرحلة الصبا فإنه يؤدي إلى العملقه Acromegaly .

2- الهرمون المنشط لافراز الحليب أو البروالكتين : (Lateotrphic-H)

وينشط الغدد اللبنية في الإثراء لافراز الحليب لتغذية الطفل ما له علاقة مباشرة في إظهار غريزة الأمومة عند الأم.

3- الهرمونات المنشطة للغدد التناسلية (Gonadtrophic – H -)

وهي هرمونات ذات تأثير كبير على أعمال وفاعلية الهرمونات التناسلية المفرزه وهي:

A) الهرمون المنبه للجريب (FSH) أو(Follicle Stimulating Hormone)

وينشط عملية نمو حويصله جراف في مبيض الأنثى. كما يعمل على تنشيط عملية تكوين الحيوانات المنوية في الذكر.

B) الهرمون اللوتيني (Luteinizing Hormone) (LH)

يعمل هذا الهرمون في الاناث نضوج البويضه ومن ثم إنفجار حوصلة جراف وخروج البويضه. كما ينشط نمو الجسم الأصفر ليمنع إفراز بويضات أخرى. أما في الذكر فيؤثر على النسيج البيني في الخصيه وينبه إفراز هرمون التسيترون المسؤول عن إظهار الصفات الجنسية الثانوية الذكرية.

4) الهرمون المنشط للغدد الدرقيه (T.S.H) Thyroid stimulating hormone

يعمل على تنشيط وتنظيم إفرازات الغده الدرقيه،

5) الهرمون المنشط لقشرة الغدة الكظرية (ACTH) Adreno corticotropin وهو هرمون بروتيني يعمل على تنظيم نمو إفرازات قشرة الغدد الكظرية (فوق الكلويه).

ثانيا) الفص المتوسط Intermedian Lobe : كشف في هذا الجزء من الغدة النخاميه عن وجود هرمون يؤثر في الخلايا الصبغية في كثير من الحيوانات الفقاريه يعرف باسم الهرمون المنبه للخلايا الصبغيه السوداء

Melatonin (M.S.H)، إن كثافة انتشار الاصباغ هذه الخلايا وأنسجة الجسم تسبب تغيراً في ألوان الحيوانات الفقاريه مما يساعدها في الاختفاء أو الهروب من وجه الأعداء.

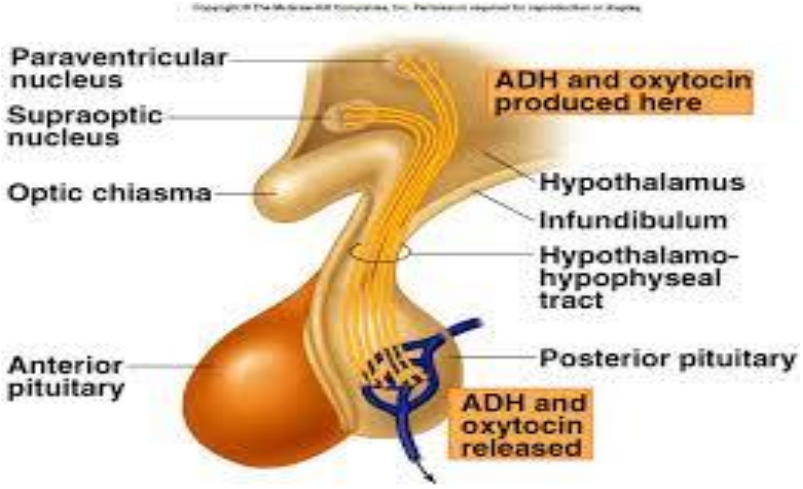
ثالثا) الفص الخلفي :posterior lobe of hypophysis يفرز هرمونات لها تأثير على أعمال كثير من الأعضاء والأجهزة ذات الأهمية الكبيرة في حياة الإنسان. (القلب – الأوعية الدموية – التنفس – الكليتين)، ويعرف من هذه الهرمونات هرمونات على الأقل هما:

أ- الهرمون القابض للأوعية الدموية (الفاسوبريسين) Vasopressin، ويؤثر هذا الهرمون على القلب والأوعية الدموية ويسبب إرتفاع ضغط الدم، لذا يستخدم هذا الهرمون لرفع ضغط الدم خاصة أثناء بعض العمليات الجراحية التي فيها يهبط ضغط دم المريض.

ويطلق عليه ايضاً هرمون المانع لادرار البول Antidiuretic hormone (ADH) فهو ينظم إفراز البول ويعمل على إعادة امتصاص الماء، ولهذا فإن نقص إفرازه يسبب ازدياداً كبيراً في إدرار البول الذي يصحبه عطش كبير لتعويض ما فقد من الماء، وهذا يعرف بمرض السكري الكاذب.

ب- هرمون الاوكسيتوسين Oxytocin H : وله علاقة مباشرة في عملية تنظيم تقلصات الرحم إذا يوقفها أثناء الحمل ويزيدها بشدة عند الولادة من أجل إخراج الجنين، ولهذا غالباً ما يستخدمه الأطباء للإسراع في عمليات الولادة، كما أن لهذا الهرمون أثراً مشجعاً في اندفاع أو نزول الحليب من الغدد اللبنيه استجابة لعملية الرضاعة حيث يؤثر على العضلات الملساء لحملات الاثداء.

أن هذين الهرمونين (الفاسوبرسيبين والأوكسيتوسين) يتم تكوينها في بعض الخلايا في أنسجة خاصة من المخ تسمى الهيبوتلامس (Hypothalamas) بعدها تنتقل الهرمونات خلال محاور عصبية يتم تخزينها في أنسجة الفص الخلفي للغدة النخامية.



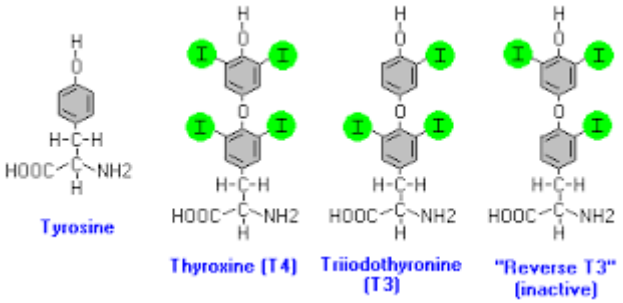
2) الغدة الدرقية Thyroid gland :

تتكون الغدة الدرقية من فصين يوجدان على جانبي القصبه الهوائية في منطقة العنق يربطها غشاء رقيق، وتعتبر الغدة الدرقية أكبر الغدد الصماء حجماً إذ يصل وزنها حوالي (28) غم في الإنسان البالغ.

وللغدة الدرقية القدرة على سحب عنصر اليود من الدم وتخزينه فيها لتكوين الهرمونات.فقد ذكر أن 25% من يود الجسم موجود في الغدة الدرقيه، إذ أن اليود يرتبط بدرجة كبيرة في مكونات هرمونات الغدة الدرقيه.

من أهم الهرمونات التي تفرزها هي:

1- **هرمون الثيروكسين Thyroxin**
2- **هرمون ثلاثي يود الثايرونين Triiodothgronine H**
3- **هرمون ثنائي يود الثايرونين Diiodothgronine H**



وترجع أهمية هذه الهرمونات إلى أنها :

1- **تسرع من معدل التنفس الخلوي (أكسدة الغذاء) وبالتالي تزيد من سرعة التمثيل الغذائي في الجسم. ولهذا يزداد استهلاك الجسم للاوكسجين ويزداد انطلاق الطاقة الحرارية من الجسم.**
2- **تعمل بالتعاون مع هرمونات أخرى، على تنظيم نمو ونضج الجسم، وهذا يشمل نمو ونضوج العظام والأسنان والنضوج الجسمي والأنشطة العقلية.**

كما أنها تفرز هرموناً يسمى (Calcitonin) يمنع انطلاق الكالسيوم من العظام، وبالتالي يعمل على خفض نسبة الكالسيوم في الدم.

كما أنه يتوقف نشاط الغدة الدرقية على عدم عوامل منها :

1) **كمية اليود في الدم ومدى توارد الدم إلى الغدة الدرقيه.**
2) **الغذاء : الأغذية الفقيره في مركبات اليود والبروتينات تقلل من نشاط الغده والعكس صحيح.**
3) **التحكم الهرموني للغدة النخامية بواسطة الهرمون المنشط للغدة الدرقيه TSH.**
4) **درجة الحرارة: الجو البارد ينشط الغدة الدرقية ولهذا النشاط علاقة بالطاقة الحرارية التي تتكون نتيجة أكسدة الغذاء حيث يستخدم لتدفئة الجسم.**

إن نشاط الغدة الدرقيه بشكل غير طبيعي يسبب آثاراً غير مرضية في جسم الإنسان.

1- تضخم الغدة الدرقيه نفسها وهو نوعان :

أ) تضخم كلي أو بسيط: وينتج عن نقص وجود اليود في الغذاء والماء والهواء وبخاصة عند السكان الذين يسكنون في مناطق بعيدة عن الشواطئ البحرية.

وعلاج ذلك يكون بضمان توافر اليود في الغذاء وتناول الأطعمة البحرية الطازجه والمعلبه الغنيه باليود.

ب) تضخم جحوظي: وينتج عن إفراط في افراز هرمونات الغدة بشكل غير طبيعي، مما يسبب تضخماً ملحوظاً للغدة الدرقية. وينتفخ الجزء الأمامي من الرقبه تبعاً لذلك.

كما يترتب على ذلك زيادة تأكسد الغذاء وعملية التحول الغذائي ويؤدي بالتالي إلى نقص في وزن الجسم. كما تزداد دقات القلب، ويرتفع ضغط الدم ويزداد التهيج العصبي. وقد يكون التضخم مصحوباً بجحوظ في العينين ومن هنا جاءت التسمية، أما علاجه فقد يلجأ بعض الأطباء إلى بتر جزء من الغده الدرقيه أو يعالجون (التضخم) بمركبات طبية أخرى.

2- أما نقص إفراز الغده الدرقيه فيؤدي إلى ظهور حالتين أو مرضين في الإنسان هما:

1) نقص إفرازات الغدة في مرحلة الطفوله يؤثر على نمو الجسم والنضوج العقلي، ويسبب مرض القصر أو ما يعرف بالقماءة فيبدو الجسم قصير أو الرأس متسعاً والرقبه قصيره.

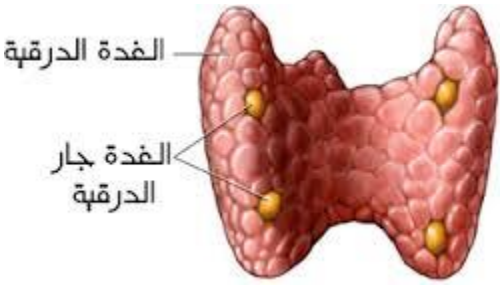
كما نقص الهرمون يؤثر على تطور خلايا الجسم خاصة الدماغ وبالتالي يؤثر على النضج العقلي للطفل وقد يسبب له تخلفاً عقلياً دائماً وتأخراً في النضوج الجنسي.

2) نقص إفرازات الغده في الأشخاص البالغين يسبب مرض الميكيديما (Myxedema) ويصاب الشخص بجفاف في جلده وقلة الشعر ونقص في النشاط العقلي والجسمي. كما يؤدي إلى زيادة في وزن الجسم لدرجة السمنه المفرطه وهبوط مستوى التمثيل الغذائي فلا يتحمل البروده. كما يتعب الشخص بسرعة خاصة وأن دقات القلب تتقاعس وتتباطأ ويقل ضغط الدم. ويعالج المرضان بهرمونات الغده الدرقيه أو مستخلصاتها ولا بد دائماً من استشارة الطبيب المختص.

3- <u>الغدد جارات الدرقيه Parathyroid gland</u> : وهي أربع غدد صغيرة الجسم، تقع داخل أو على جانبي الغده الدرقيه. ويسمى الهرمون الذي تفرزه :

 # هرمون جارات الدرقيه Parathyroid H أو الهرمون الجار درقي، وهو هرمون بروتيني مسؤول عن تنظيم أو ثبات نسبة الكالسيوم والفسفور في الدم، وذلك عن طريق تنظيم عملية التمثيل الغذائي لعنصري الكالسيوم والفسفور في الجسم. وعليه، فإن أية زيادة في هذه العناصر الغذائية يؤدي إلى ترسيبها واندماجها مع العظام. أو تفرز عن طريق الجهاز البولي إذ أن الكليتين تتخلص من هذه المواد والتي تزيد عن نسبة معينة في الجسم. إن زيادة أو نقصان إفراز هذا الهرمون تسبب حالات ر مرضيه في الجسم، فإن زيادة إفراه يعني زيادة في تركيز الكالسيوم في الدم وبالتالي يتخلص الجسم من الكمية الزائدة عن طريق الكليتين. لكن هذه الزيادة تكون على حساب كالسيوم العظام لا الغذاء مما يسبب ليونتها وتعرضها للكسر بسهولة.

أما نقصان إفراز الهرمون فيسبب نقصاً في تركيز الكالسيوم في الدم وبالتالي يؤدي إلى تأثيرات عصبيه وعضلية وكيميائية. حيث يؤدي ذلك إلى تشنج الأعصاب ويصبح الشخص متوتر الأعصاب وسريع الاندفاعات العاطفيه وتنقبض العضلات انقباضات متتالية. ولهذا يقترح البعض أن هذه الغدد (جارات الدرقيه) هي سبب التغيرات اليومية في الأمزجه التي نصادفها جميعاً أو لهذا يطلق عليها أحياناً (بغدد المزاج).



4) غدة البنكرياس Pancreas Gland

بالرغم أن البنكرياس يعتبر من الغدد الملحقه بالقناة الهضية إلا أنه يعتبر ايضاً من الغدد المختلطة التي تجمع بين الغدد ذات الإفراز الخارجي والغدد الصماء.

1- فهو يقوم بصب انزيماته الهاضمة في الاثنى عشر عن طريق قناة خاصة به.
2- كما يقوم بافراز هرمونات في الدم مباشرة وذلك من خلايا غديه صغيرة متخصصة تعرف بجزر لانجرهانس. ويمكن تميز نوعين من الخلايا في جزر لانجرهانس هي:

أ) خلايا ألفا Alpha (A) Cells : وهي خلايا أقل في العدد من نظيراتها خلايا بينا، وتحتوي على حبيبات قابلة للذوبان في الماء، وفيها يتكون هرمون الجلوكاجون .

ب) خلايا بيتا Beta (B) Cells وهي خلايا تحتوي على حبيبات تذوب في الكحول. وفيها يتكون هرمون الانسولين. تفرز غدة البنكرياس هرمونين لها علاقة مباشرة باستخدام السكر في الجسم، وبالتالي المحافظة على مستوى ثابت من السكر في الدم level Blood Sugar .

والهرمونين هما :

(أ) هرمون الانسولين Insalin H وهو هرمون بروتيني يتكون من سلستين من البروتين الأولى تعرف بسلسلة (A) وتتكون من (21) حامضاً أمينياً.

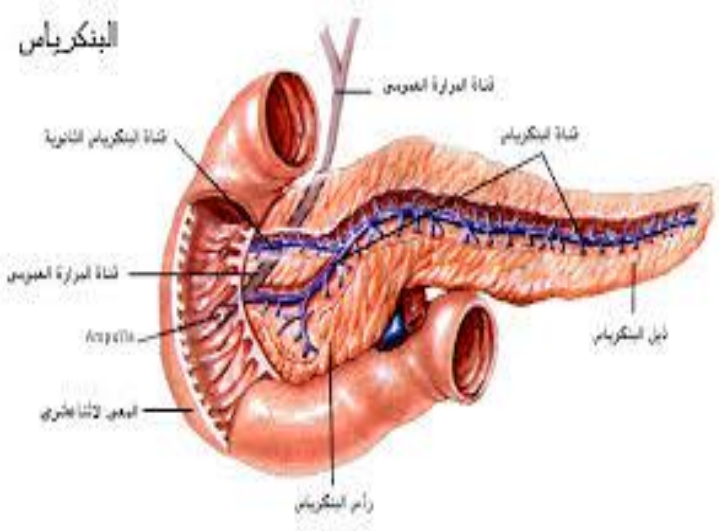
الثانية تعرف بسلسلة (B) وتتكون من (30) حامضاً أمينياً.

ويعمل الانسولين على خفض تركيز سكر الجلوكوز بالدم وذلك عن طريق :

1- الحض على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم حيث وجد أن الأنسولين ضروري لمرور السكريات الأحادية (ما عدا الفركتوز) من خلال غشاء الخلية إلى داخلها حتى يمكن استخدامه.
2- التحكم بالعلاقة بين الجلايكوجين المخزن والجلوكوز المنفرد في الدم. فهو يشجع تحول الجلوكوز إلى جلايكوجين أو إلى مواد دهنيه تخزن في الكبد والعضلات أو أنسجة الجسم الأخرى.

(ب) هرمون الجلوكاجون Glucagon وهو هرمون بروتيني مكون من (29) حامضاً أمينياً يعمل عكس هرمون الأنسولين، وذلك برفع تركيز الجلوكوز بالدم. ويكون ذلك عن طريق تحويل الجلايكوجين المخزن في الكبد فقط إلى جلوكوز.

وبناءً على ما سبق، فإنه إذا ما عجز البنكرياس عن إفراز هرموناته فإن ذلك يؤدي إلى زيادة ملحوظه في نسبة السكر في الدم Hyperglycemia والذي لا يلبث أن يفرز مع البول عن طريق الكليتين ويسبب ما يعرف بمرض السكري، والذي من أعراضه بالاضافه إلى وجود سكر في البول زيادة كمية البول مما يسبب فقدان كمية كبيرة من المادة والسكر، ولهذا يشعر الشخص المصاب بالعطش والجوع. كما ينقص وزن الجسم تدريجياً لسرعة نفاذ الجلايكوجين المدخر في الكبد والعضلات. ويعالج مرضى السكري عادة بإعطاء المريض هرمون الأنسولين.



5- الغدد الكظرية (فوق الكلويه) Adrenal (Suprarenal) Glands

وهما غدتان تقع كل غدة فوق كليه واحدة، وتنقسم كل غده إلى نسيجين:

1- نسيج خارجي يدعى القشرة Cortex

2- نسيج داخلي مركزي يدعي النخاع Medalla

وتفرز عدداً كبيراً من الهرمونات قد تصل إلى ثلاثين هرموناً، والهرمونات التي تفرزها القشرة تختلف عن نظيرتها (الهرمونات) التي يفرزها النخاع وهي كما يلي:

1- هرمون القشره Corticosteroid Hormones تفرز القشرة هرمونات عديدة تعتبر ضرورية لحياة الإنسان وتصنف هذه الهرمونات حسب وظيفتها إلى ثلاث مجموعات هرمونية رئيسية هي:

I. مجموعة الهرمونات السكرية Glococorticoids مثل : كوريتزول Cortisol وكورتيكوسيترون Corticosterone ولها علاقة قوية بعملية التمثيل الغذائي وضد الالتهابات، كما يعملان على تحول

المواد غير السكرية كالأحماض الأمينية والدهون إلى جلوكوز. وهذه الخطوة ضرورية للحياة. حيث إن معظم طاقة الجسم تكون مخزنه على شكل دهون وأحماض أمينية والتي لا بد من تحولها إلى سكر لاستخلاص الطاقة منها، كما تستخدم الهرمونان Cortisol, Corticosterone, Cprtisone في حالات الالتهابات لإزالة الشعور بالألم كما في حالات الروماتيزم Arthritis والحساسية Allergies . إلا أنه يجب استخدامها بعناية كبير مع استشارة الطبيب المختص لأن الخطأ في استعمالها قد يقلل من مقاومة الجسم لحالات العدوى .

II. مجموعة الهرمونات المعدنيه Mineral ocorticoids مثل الالدوسيترون Aldosterone وديوكسي كوريتكوستيرون Deoxycorti-Costerone وتعمل على توازن وتنظيم عمليات التمثيل الغذائي للأملاح والماء، كما تنظم كمياتها التي تخرج مع البول، كما تعمل على توازن الأملاح المعدنية في الدم.

III. مجموعة الهرمونات الجنسية Sex Hormnes أو مجموعة السيترويدات Steroids وتشمل الهرمونات الذكرية والأنثوية .

- تستيرون Testosterine
- استروجين Astrogen
- بروجستيرون Progesterone

على الرغم أنها تفرز وتنتج من الغدد الجنسية، إلا أنه وجد أن قشرة الغده الكظرية لها دور في إفراز هرمونات لها نشاط مشابه للهرمونات الجنسية المذكوره. لهذا إذا حدث اختلال بين هذه الهرمونات والهرمونات الجنسية المفرزة من الغدد المختلفه. فإن ذلك يؤدي إلى ظهور صفات عوارض الرجوله في النساء (كشخونة الصوت وزيادة قوة العضلات ونمو الشعر في الوجه) . وفي الذكور يؤدي إلى ظهور علامات الأنوثه كندرة الشعر، ونعومة الصوت، وكبر الأثداء، وقد يؤدي إلى ضمور .

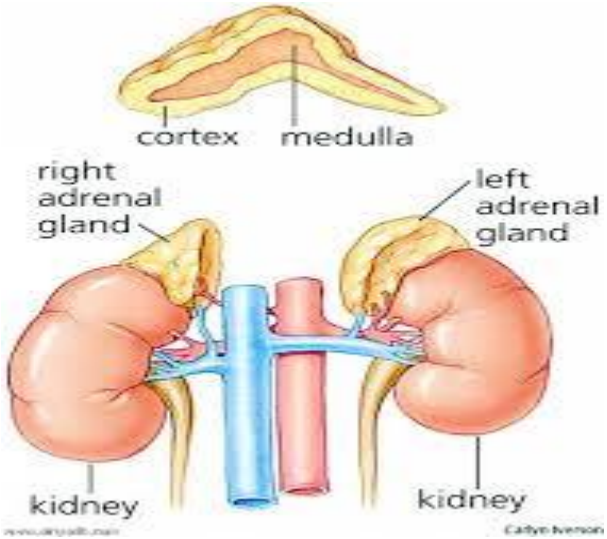
2- هرمونات النخاع Medalla Hormones يفرز نخاع الغدة الكظرية هرمونين متشابهين في التركيب والتأثير لحد كبير هما:

أ) هرمون الأدرينالين Adrenaline أو ابي نيفرين .

ب) هرمون نورا ابي نيفرين Norcipinephrine ويمكن تلخيص أثرهما بما يلي :

1- لهما دور هام في التمثيل الغذائي للمواد الكربوهيدراتيه إذ يعملان على زيادة نسبة سكر الجلوكوز في الدم عن طريق الاسراع في تحويل جلايكوجين الكبد إلى جلوكوز الدم. وتحويل جلايكوجين الكبد إلى جلوكوز في الدم. ويرافق ذلك إنتاج طاقة مباشرة بالعضلات في حين يتحول الحامض في النهاية إلى جلايكوجين في الكبد وهكذا.
2- انقباض الأوعية الدموية في الجلد والعضلات وذلك لاتاحة الفرصة لتوصيل الدم الكافي لها.
3- انقباض الأوعية الدموية Vasoconstrictor مما يؤدي إلى رفع ضغط الدم وزيادة سرعة دقات القلب لضخ كميات كبيرة في الدم إلى العضلات. ويصاحب ذلك سرعة في التنفس لتزويد الدم بكمية كافية من الأكسجين وبالتالي تزويد العضلات بهذا الاكسجين.

إن هذين الهرمونين يزداد افرازهما بكثرة في حالات الخوف والاضطرابات أو الانفعالات النفسية للإنسان. أو في حالة شعور الإنسان (أو الحيوان) أنه في حالة غضب أو الشعور بالمشاجره أو العدوانية أو الدفاع ... الخ.
كل ذلك يؤدي بالإنسان القيام بعمل فوق طاقة الناس أحياناً. ولذا يطلق على هذه الهرمونات (بهرمونات الطوارئ) كما يزداد افرازها ايضاً عند نقص جلوكوز الدم أو التعرض للبرودة.



6- الغدد التناسلية : (Sex Glands (Gonads

بالاضافة إلى وظيفة الغدد الجنسية (الخصى والمبايض في إنتاج الخلايا التناسلية وتشكيل الصفات التناسلية، فإنها تقوم بإفراز هرمونات جنسية تؤدي إلى التمايز الجنسي بين الذكر والانثى بعدد من الخصائص والصفات تسمى الصفات الجنسية الثانوية. وتختص هذه الصفات بالمظهر – السلوك والطباع – الخصائص النفسية وغيرها ، والتي تتضح بشكل قوي للغاية في مرحلة الشيخوخة .

تكون الهرمونات المنبهة للغدد الجنسية التي يفرزها الفص الأمامي للغده النخاميه، وهذه الهرمونات هي:

1- الهرمونات الذكرية وتسمى الاندروجينات (Androgens) وتفرز هذه الهرمونات من الخصى وأهمها :

#) هرمون التيستيرون Testosterone وهو مسؤول عن إظهار الصفات الجنسية الثانوية الذكرية كخشونة الصوت ونمو الشعر في الوجه والذقن ونمو العضو الذكري وكيس الصفن والبروستاتا والحويصلات المنويه والبربخ ولهذا فإن إزالة الخصيتين تؤدي إلى اختفاء تدريجي في الصفات الذكرية.

2- الهرمونات الانثوية وتدعي: الاستروجينات Astroges وتفرز هذه الهرمونات من المبيض علاوة على إنتاج البويضات. وترجع أهميتها إلى إبراز وتطوير نمو الثانوية الأنثوية كنمو الأثداء – نعومة الصوت – حدوث الحيض – توزيع الشعر في الجسم – ترسيب الدهن في أماكن معينه في الجسم – نمو الأعضاء الجنسية الأنثوية.

ومن أهم هذه الهرمونات (الأنثوية) ما يلي:

a) مجموعة من الهرمونات الأنثوية تعمل على تهيئة بطانة الرحم وزيادة سمكه كما تعمل على نمو الصفات المميزه للأنثى ونمو الأعضاء التناسلية ومن هذه الهرمونات الاستراديول **Estradiol** ، الاسترون **Estrone** ، الاستيرول **Estriol** ، ونقص إفراز هذه الهرمونات يؤدي إلى ضمور تدريجي في الأعضاء الجنسية والصفات الجنسية الثانوية الانثوية.

b) الجسم الأصفر **Corpusluteam** بعد انفجار حويصلة جراف وخروج البويضه يتكون الجسم الأصفر مكانها على سطح المبيض. بالإضافة إلى أنه يمنع تكوين بويضات جديدة ، فهو يقوم بإفراز الهرمونات التالية:

- ❖ هرمون البروجسترون **Porgesterone H** ويعمل على تهيئة الرحم لاستقبال البويضه المخصبه وتطور الجنين، كما يؤمن الظروف الطبيعية لاستمرار الحمل.
- ❖ هرمون ريلاكسين **Relaxin H** ويعتقد أنه يمنع انقباض عضلات الرحم أثناء الحمل، كما يهيء الفراغ لنمو الجنين واتساع عظام الحوض عند الولادة ويساعد ايضاً على نمو الاثداء استعداداً لتكوين الحليب.

7- الغدة الصنوبرية : (Pineal Gland)

وهي غدة بيضاء صغيرة ، وتبدو على هيئة نتوء في السطح العلوي للدماغ بين نصفي الكرة المخيين ويطلق عليها أحياناً اسم الجسم الصنوبري، تتصف هذه الغدة بكثرة الأوعية الدموية المتصلة بها، مما يدل على قيامها بنشاط فسيولوجي كبير لم يعرف بشكل دقيق حتى الآن. إلا أن بعض التقارير العلمية تشير إلى أن استئصال هذه الغدة يؤدي إلى تحول الحيوان الصغير إلى حيوان بالغ. وهذا دعا بعض العلماء للافتراض بأن لهذه الغده علاقة بايقاف أو منع النضج الجنسي عند الحيوان بوقت مبكر.

8- الغده التيموسيه : Thymus Gland

وهي غدة تقع في الصدر عند تفرع القصبه الهوائية إلى شعبتين فوق القلب. هذه الغدة مصدر للخلايا اللمفاوية التي تسبح مع تيار الدم وتستقر في الطحال والعقد اللمفاوية . وتصبح مسؤولية عن إنتاج الأجسام المضادة الضرورية لمقاومة الأمراض.

9- هرمونات القناة الهضمية Gastriontestinal Hormones على الرغم أن اعضاء القناة الهضمية ليست غدداً صماء إلا أنها تفرز هرمونات بصورة متسلسله مرتبه بشكل متناسق. أهم هذه الهرمونات هي:

1) هرمونات المعده : يفرز الجزء السفلي للمعدة هرموناً واحداً هو:

هرمون الجاسترين Gastrin H : وجد أن مرور الطعام إلى المعدة ينشأ عنه إفراز هذا الهرمون في دم الشخص، الذي بدوره ينبه الغدد المعدية لافراز عصارتها المعديه (الأنزيمات) خاصة حامض الهيدروكلوريك لهضم الغذاء. ويتوقف إفرازه عندما يزداد تركيز حامض الهيدروكلوريك في المعده عن حد معين.

2) هرمونات الأثنى عشر

وجد أن ملامسة محتويات الكتله الغذائية الآتية من المعده وخاصة حامض الهيروكلوريك والأحماض الدهنية لسطح الغشاء المخاطي المبطن للاثنى عشر ينبه إفراز الهرمونات التالية:

A. هرمون السكرتين Secretin. H ويفزز بتأثير حموضة الطعام ويستجيب له البنكرياس بإفراز عصارة بنكرياس غزيرة وغنيه في بابكربونات الصوديوم وفقيره في الانزيمات ويرسلها إلى الاثنى عشر لمعادلة حموضة الكتله الغذائية.

B. هرمون البنكريوزايمين Pancreozgmin ويفرز بتنبيه من المواد الغذائية البروتينية الموجودة في الكتله الغذائية ، ويسبب إفراز عصارة بنكرياسية غنيه في الانزيمات البنكرياسية الهاضمة.

C. هرمون الكولسيتوكين Cholecystokinin. H. ويفرز تحت تأثير المواد الدهنية الموجودة في الغذاء، وتستجيب له الحوصله المرارية لتصب محتوياتها في الاثنى عشر.

D. هرمون الانيتروجاسترون Enterogastrone ويفرز بتأثير المواد الدهنية في الطعام. ويعمل على وقف حركة المعدة كما يوقف افرازاتها ايضاً.

E. هرمون الديكوكينين Duocrinin. H. ويفرز بتأثير حموضة الطعام، وينبه جدران الاثنى عشر نفسها لافراز انزيماته الهاضمة.

3) هرمونات الامعاء: تفرز بطانه جدران منطقة الصائم من الأمعاء الدقيقة عدة هرمونات أهمها :

a. هرمون الانتيروكرين Enterocrinin.H. ويفرز بتأثير نواتج الهضم الجزئي للبروتينات الموجودة في الغذاء ويقوم بتنبيه جدران الأمعاء الدقيقة بأكملها لصب إفرازاتها الهاضمة من أجل إتمام عملية هضم الغذاء .

10- هرمونات المشيمه Placental Hormones المشيمه عبارة عن تركيب مؤقت تتكون في جدار الرحم للمرأة الحامل، وعن طريقها يتم انتشار الغذاء والاكسجين من الأم إلى الجنين أو العكس.

وعلى الرغم أن المشيمه ليست غدة صماء إلا أنها تفرز الهرمونات التالية:

A. هرمون الاستروجين Estrogen. H. تفرز المشيمه كميات كبيرة من الاستروجين تعمل على تعزيز واتمام عمل هرمونات الاستروجينات المفرزه من المبيض في الانثى، كما تعمل ايضاً على ايجاد توازن مع هرمون البروجستيرون .

B. هرمون البروجستيرون Progesterone. H. يعمل على تعزيز وإتمام عمل هرمون البروجستيرون المفرزة من المبيض وذلك لأحكام استمرار عملية الحمل.

C. الهرمونات الكورنية Chorionic Gondotropin.H. وتعلم على تنشيط الجسم الأصفر، للاستمرار في إفراز هرمون البروجستيرون الذي بدوره يمنع إفراز الهرمون المنشط للحوصله FsH وبالتالي عدم نضوج حويصله جراف جديدة طيلة فترة الحمل.

==========

المحاضرة (5)

التنظيم الفسلجي لدرجة الحرارة

تعد الحرارة احد العوامل البيئية المهمة في تاثيرها على الاحياء وفعالياتها ونجاح انتشارها على الارض . ان دراسة تاثير الحرارة يمكننا من مقاومة الانسجة لدرجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة ، فمثلا في حالة اجراء العمليات الجراحية كجراحة القلب والتي قد تستغرق الكثير من الوقت فان التبريد يؤدي الى خفض معدل التمثيل الغذائي الى حده الادنى وبذلك يبقى النسيج حيا رغم توقف الدورة الدموية .

تنظيم درجة حرارة الجسم Regulation of body temperature

ان درجة حرارة الانسان في العموم هي اعلى من درجة حرارة المحيط ولذالك يكون هناك فقد مستمر لحرارة الجسم ، وعلى العكس من ذلك فعندما تكون حرارته اقل من درجة حرارة المحيط فانه يبدا باكتساب الحرارة ولذا يقال { ليس هناك ثبات مطلق لدرجة الحرارة }

تنقسم الحيوانات الى مجموعتين من حيث درجة الحرارة الجسم هما :

اولا: الحيوانات المتغيرة الحرارة Poikilotherms:

تمتاز هذه الحيونات بكون درجة حرارة اجسامها مساوية لدرجة حرارة المحيط اذ انها لاتتمكن من التحكم بدرجة حرارة الجسم الا في حالات نادرة فقط وضمن حدود ضيقة لا تتجاوز بضع درجات تحت او فوق درجة حرارة المحيط ويعود ذلك بصورة رئيسية الى عدم امتلاكها وسائل حفظ وتصريف الحرارة الناتجة من التمثيل الغذائي وكذلك كون التمثيل الغذائي فيها واطئ مقارنة مع الحيوانات ثابته الحرارة .

بعض الحيوانات المتغيرة الحرارة تقوم بتنظيم درجة حرارة الجسم او المناطق التي تعيش فيها بواسطاطة وسائل سلوكية Behavioral means وليست وظيفية مثلا تقوم الافاعي والعضيات في الشتاء بتعريض اجسامها لاشعة الشمس لرفع درجة حرارة اجسامها وبالعكس تلجا في الجو الحار الى الظلال والاماكن الباردة . كما يلاحظ ان بعض انواع الفراش والحشرات الاخرى تحرك اجنحتها لبضع ثواني قبل الاقلاع وذلك لرفع درجة حرارة العضلات المحركة للاجنحة بضع درجات فوق درجة حرارة المحيط في الشتاء ويقوم النحل بترطيب قاع الخلية بالماء ثم تحرك اجنحتها لتبخير الماء فتبرد الخلية اما في الشتاء فانها تتجمع بشكل عناقيد حول الصغار لتدفئتهم

ان عدم استطاعة الحيوانات المتغيرة الحرارة على التحكم في درجة حرارة اجسامها بطرق وظيفية كفؤه جعلها لا تنتشر في البيئات المختلفة ويتركز انتشارها في المناطق المعتدلة والاستوائية ونادرا ما تنتشر في المناطق التي تنخفض فيها درجة حرارة المحيط واذا وجدت في هذه المناطق فتلجا الى وسائل لمواجهة الموقف وضمان استمرار النوع منها :

1- **تموت كثير من الحشرات والديدان وغيرها في فصل الشتاء في المناطق الباردة تاركة البيوض التي تؤدي رسالة استمرار النوع الى الفصل الدافيء التالي اذ ان البيوض مقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة كما انها تكون موضوعة في مناطق تحفظها من الانجماد مثلا في داخل التربة او داخل انسجة الحيوانات والنباتات او تلقى في الماء بعيدا عن المنطقة السطحية المنجمدة .**
2- **ان اغلب الحيوانات المتغيرة الحرارة هي مائية وبذلك تستطيع تجنب الانجماد في الشتاء من خلال عيشتها تحت الطبقة الثلجية وفي البحار والمحيطات والانهار اذ ان درجة حرارة الماء لاتنخفض عن 40م° .**
3- **اما الحيوانات الاكثر حساسية للدرجات الحرارية الوطئة فانها اما تلجأ الى السبات الشتوي Hibernation اذ تزاول ادنى حد ممكن من الفعاليات الوظيفية او انها تهاجر الى مناطق اكثر دفئا.**

ثانيا: الحيوانات ثابتة الحرارة Homotherms:

تستطيع هذه الحيوانات (الطيور واللبائن) ان تحافظ على درجة حرارة اجسامها ثايتـه ضمن حدود ضيقة جدا على الرغم من التغير في درجة حرارة المحيط . تتراوح درجة حرارة اجسام اللبائن بين 37-38م° ، وفي الطيور تتراوح بين 40-42 م° وتعود هذه القابلية على تنظيم درجة الحرارة الى عاملين هما :

1- **قدرة الانسجة على توليد كمية كبيرة من الحرارة في الجو البارد والتقليل من توليد الحرارة في الجو الحار على العكس من الحيوانات المتغيرة الحرارة التي يكون فيها كمية الحرارة المنبعثة متناسبة طرديا مع درجة حرارة المحيط وتدعى هذه الوسلية في تنظيم درجة حرارة الجسم بالتنظيم الحراري الكيميائي chemical Thermoregulation**
2- **امتلاك هذه الحيونات وسائل عديدة للتحكم في كمية الحرارة المفقودة الى المحيط الخارجي ويتم ذلك بوساطة مايدعى التنظيم الحراري الفيزيائي Physical Thermorrgulation ، اذ يفقد الحيوان الحرارة الى المحيط الخارجي كاي جسم ساخن اخر بطرق فيزيائية منها الاشعاع Radiation والحمل Convection والتبخر Evaporation اما الحرارة الناتجة فيكون مصدرها هو التمثيل الغذائي Metabolism .**

ان من اهم الاليات التي يلجا اليها الانسان اراديا ولا اراديا للحفاظ على ثبوت درجة حرارته هي :

اولا: الاليات التي تنشط في البرد : وتتضمن

I. زيادة الانتاج الحراري عن طريق :
- **a) الارتجاف**
- **b) الشعور بالجوع**
- **c) ازدياد الانشطة الارادية**
- **d) ازدياد افراز هرمونات الابنفرين والنورابنفرين.**

خفض الفقد الحراري عن طريق: يتعرف هذا المركز على التغيرات الحاصلة في درجة الحرارة بواسطة الاعصاب الحسية الحرارية التي تنقل هذه المعلومات من الجلد .

II. خفض الفقد الحراري بواسطة
- **a) انقباض الاوعية الدموية**
- **b) الانطواء او الانكماش**
- **c) انتصاب الشعر**

ثانيا : الاليات التي تنشط في الجو الحار : وتتضمن

أ- زيادة الفقد الحراري بواسطة:
- **توسع الاوعية الدموية**
- **التعرق**
- **زيادة معدل التنفس**

ب- خفض الانتاج الحراري بواسطة:
- **فقدان الشهية(الشعور بالجوع)**
- **الكسل والخمول واللامبالاة .**

آلية التحكم الحراري في الجسم

ان ثبوت درجة الحرارة النسبي في الانسان وباقي اللبائن رغم تغير درجة حرارة المحيط يتم بسيطرة دقيقة من قبل منطقة ماتحت المهاد Hypothalamus والذي هو مركز عصبي تحت الدماغ يدير الانشطة التي لها علاقة بالتنظيم الحراري مثل التحكم في توسع وانقباض الاوعية الدموية والشد العضلي والارتجاف .

يتالف هذا المركز Hypothalamus من منطقتين هما :

اولا: المركز المضاد للارتفاع الحراري= وهو يمثل الجزء الامامي من المركز Anterior hypothalamus فهو يعمل على منع ارتفاع درجة حرارة الجسم ويمثل وصلة وصلة تشابكية مثبطة مع الاعصاب الودية ووصلة تشابكية منشطة مع الاعصاب نظيرالودية. ان ازالة هذا المركز تجريبيا او تعطيله فان الكائن الحي يسلك سلوكا طبيعيا في الجو البارد .

عند تعرض الكائن الحي لدرجة حرارة مرتفعة تحصل التكيفات الاتية=

1- توسع الاوعية الدموية الصغيرة في الجلد Vascodilatation of cutaneous blood vessels فتزداد كمية الدم الواردة الى سطح الجسم وبالتالي تزداد كمية الحرارة المفقودة بالاشعاع.

2- ازدياد نشاط الغدد العرقية بسبب ازدياد كمية الدم الوارد اليها خلال الجلد فتزاد عملية التعرق وبالتالي يزداد فقد الحرارة بالتبخر.

ثانيا : المركز المضاد للانخفاض الحراري= وهو يمثل الجزء الخلفي من المركز Posterior hypothalamus فهو يعمل على منع انخفاض درجة حرارة الجسم ويمثل وصلة وصلة تشابكية منشطة مع الاعصاب الودية ووصلة تشابكية مثبطةمع الاعصاب نظيرالودية. ان ازالة هذا المركز تجريبيا او تعطيله فان الكائن الحي يسلك سلوكا طبيعيا في الجو الحار.

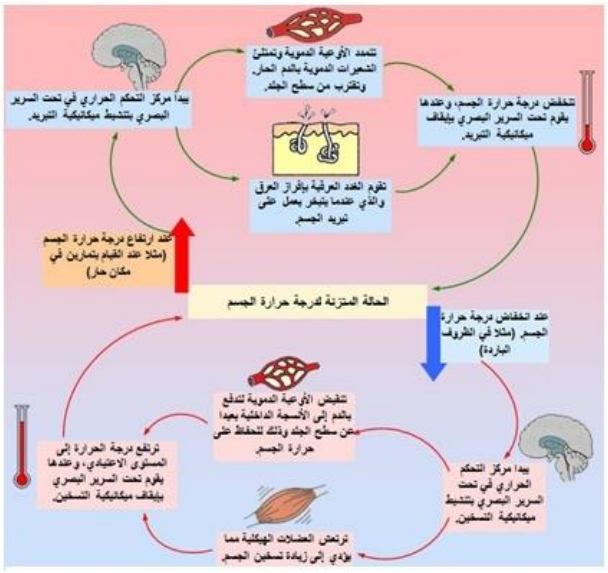
عند تعرض الكائن الحي لدرجة حرارة مرتفعة تحصل التكيفات الاتية =

1-- انقباض الاوعية الدموية الصغيرة في الجلد فتقل كمية الدم الواردة الى سطح الجسم وبالتالي تقل كمية الحرارة المفقودة بالاشعاع.

2- انخفاض نشاط الغدد العرقية بسبب قلة كمية الدم الوارد اليها خلال الجلد فتقل عملية التعرق وبالتالي يقل فقد الحرارة بالتبخر.

3- ازدياد معدل الايض في الانسجة اذ ان التحفيز الودي يزيد من افراز هرمون الابنفرين الى الدم من لب الغدة الكضرية وهو يزيد من اكسدة المواد الغذائية .

4- بدا الجسم بالارتجاف نتيجة ازدياد نشاط المراكز الابتدائية الحركية في الجزء الخلفي من تحت المهاد ، ويزيد الارتجاف من الانتاج الحراري 4 - 5 مرات فوق الحد الطبيعي .



تلجا الحيوانات الفاقدة للغدد العرقية الى طرق بديلة للتخلص من الفائض من الحرارة ومن هذه الوسائل =

- **اللهثان Panting وهي حركات تنفسية سريعة جدا وضحلة (حتى لايتم طرح كميات كبيرة من غازات التنفس مما يؤثر على حامضية الدم) تلجا اليها افراد المجموعة الكلبية بسبب افتقارها للغدد العرقية ويكون سطح اللسان وسقف الفم اكثر تبخيرا للماء ليتم بذلك تبريد الدم المار بسطوح هذه الاعضاء .**
- **اللعق او افراز اللعاب Salivation ويعني قيام الحيوان مثل القطط والكنغر بلغق جسمه وخاصة منطقة الراس والصدر وبتبخر هذا اللعاب يبرد الجسم.**
- **الانزواء Hiding وهي عملية لجوء الحيوان مثل الجرذ والفأر الى جحورها في النهار وخروجها طلبا للغذاء ليلا .**

لا تستطيع الحيوانات الصغيرة مثل الفئران والجرذان اتباع طرق التعرق واللهثان وافراز اللعاب في التخلص من الحرارة الزائدة وذلك لسببين هما :-

1- ان نسبة السطح الى الجسم عالية نسبيا في الحيوانات الصغيرة لذا فانها تسخن بسرعة في الجو الحار وان التبريد بالوسائل المذكورة اعلاه (التعرق ، اللهثان ، افراز اللعاب) يؤدي الى فقدان كمية كبيرة نسبيا من الماء مما يؤدي الى اصابة الحيوان بالجفاف Dehydration ذو العواقب الوخيمة .

2- للحيوانات الصغيرة تمثيل غذائي عالي اي انها تنتج كمية كبيرة من الحرارة الشيء الذي يؤدي فقدان كمية كبيرة جدا من ماء الجسم اذا تم تصريفها عن طريق التعرق واللهثان وافراز اللعاب ولذلك فان الحيوانات الصغيرة لاتملك غددا ولاتلهث وبدلا من ذلك فانها تتجنب الحرارة بالالتجاء الى حفرها في الارض اثناء النهار وتسعى وراء غذائها اثناء الليل فقط .

- **السبات Hibernation وهي وسيلة فسلجية لمجابهة البرد القارص والتخلص من مشكلة نقص الغذاء ، والسبات هو انخفاض في معدل جميع الافعال الحيوية اذ يعيش الحيوان على الخزين من المواد الغذائية في جسمه ويستهلكها ببطء مع انخفاض معدل الايض الى ادنى حدوده .**

اضطرابات التنظيم الحراري

1- التشنج الحراريHeat cramp: ان تحمل درجات الحرارة العالية يزداد مع انخفاض الرطوبة النسبية ولكن هذا الجو يزيد من عملية التعرق مما قد يؤدي الى الجفاف والذي يتم علاجه بتناول كميات كبيرة من الماء الا ان الاملاح المفقودة مع العرق تسبب ما يعرف بالتشنج الحراري حيث لا تزداد حرارة الجسم ولكن الاضطراب ينحصر في ازدياد الالم وتشنج العضلات .

2- الضربة الحرارية او ضربة الشمسSun stroke : ضربة الشمس هي نوع من أنواع حالات ارتفاع درجة حرارة الجسم بشكل غير طبيعي لتصل إلى 40°م أو أكثر. ويتصاحب هذا الارتفاع مع أعراض جسدية وعصبية متعددة.

وتعتبر ضربة الشمس حالة طارئة، حيث أنها تحتاج إلى رعاية طبية فورية لمنع حدوث تلف في الدماغ أو فشل في أعضاء الجسم أو حتى الوفاة. ولمعرفة كيفية الإصابة بضربة الشمس، يجب أن نشير إلى أن الجسم عادة ما ينتج الحرارة عن طريق عملية الأيض (الاستقلاب). وفي الحالات الطبيعية، يكون الجسم قادراً على تبديد هذه الحرارة، وذلك إما عن طريق إشعاعها من خلال الجلد أو عن طريق التبخر للعرق. إلا أنه في بعض الحالات، والتي تتضمن الحرارة المرتفعة بشدة والرطوبة الشديدة والجهد الشديد تحت الشمس، فإن الجسم قد لا يستطيع التخلص من الحرارة الزائدة، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارته لتصل أحيانا إلى 41°م أو أكثر. ويعتبر الجفاف سبباً آخر للإصابة بضربة الشمس. فالشخص المصاب بالجفاف قد لا يستطيع التعرق بسرعة كافية للتخلص من الحرارة الزائدة، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة جسمه.

3- الانهاك او الاعياء الحراري Heat exhaustion: واكثر من يعاني منه هم كبار السن ، اذ تكون درجة حرارة الجسم طبيعية او دونها بقليل ولكن الذي يحصل هو ارتباك في الية نقل الدم عبر الاوعية القلبية يرافقه انخفاض في ضغط الدم وضعف عام سريع ونبض خافت وعلاج الحالة يكون بالراحة التامة .
4- الحمىFever : وهي ارتفاع حراري يصاحب الكثير من الامراض وربما ينتج من الاضطراب في تنظيم الانتاج الحراري(انتاج كبير وفقد قليل) .

اسباب الموت الحراري للخلايا:

1- زيادة لزوجة البروتوبلازم.
2- تخثر المواد البروتينية
3- تلف الانزيمات
4- تاثير الحرارة على المواد الشحمية والدهنية
5- تحرر الكالسيوم .

اسباب الموت البرودي للخلايا

1- الضرر الميكانيكي على تركيب الخلية
2- زيادة تركيز الاملاح داخل الخلايا
3- اختلال تركيز المحاليل داخل الخلية وخارجها نتيجة انخفاض عملية التنفس
4- انخفاض قابلية الهيموكلوبين على نقل الاوكسجين من الاعضاء التنفسية الى الانسجة .

%%%

(المحاضرة 6)

الجهاز البولي Urinary System

أثناء عمليات الايض للمواد الغذائية نجد أن الخلايا تنتج مخلفات مثل H_2O, CO_2 ، حرارة وبالإضافة إلى ذلك نجد أن هدم البروتين يؤدى لإنتاج مخلفات نتروجينية سامة مثل الأمونيا واليوريا فضلا عن تراكم كميات كبيرة من أيونات الصوديوم والكبريتات والفوسفات والهيدروجين . ولذلك لابد من التخلص من هذه المواد السامة المتراكمة بالجسم . ويوجد بالجسم العديد من الأعضاء التى تشارك فى التخلص من المخلفات الضارة مثل :

- **الكليتين : تقوم بإخراج الماء والمخلفات النتروجينية الناتجة من ايض البروتين والأليكتروليتات وبعض الحرارة .**
- **الرئتين : تقوم بإخراج CO_2 والحرارة وقليل من الماء .**
- **الجلد : يقوم بإخراج الماء والحرارة , CO_2 وكميات قليلة من الأملاح واليوريا .**
- **الجهاز الهضمى : يقوم بإخراج المخلفات الصلبة غير المهضومة , CO_2 والماء والأملاح والحرارة**

وتعتبر الوظيفة الرئيسية للجهاز البولى هى المحافظة على ثبات الحالة الطبيعية للجسم عن طريق التحكم فى حجم ومكونات وضغط الدم ويتم ذلك عن طريق إزالة واستعادة كميات معينة من الماء والأملاح . ويتكون الجهاز البولى من كليتين وحالبين ومثانة وقناة بولية .

وظائف الكلية :

1. **تنظيم حجم ومكونات الدم وإزالة المخلفات من الدم فى صورة يوريا فضلا عن إخراج (H^+) مما يحافظ على pH الدم .**
2. **تنظيم ضغط الدم عن طريق إفراز إنزيم الرنين الذى ينشط مسار (الرنين – أنجيوتنسين)**
3. **المشاركة فى الايض عن طريق :**
   - **تخليق جلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية خلال فترات الصيام والعطش .**
   - **إفراز هرمون Erythropoietin الذى ينشط تخليق كرات الدم الحمراء .**
   - **المشاركة فى تخليق Calcitriol وهو الصورة النشطة لفيتامين V.D .**

ويفرز البول من الكليتين ويمر عبر الحالبين ويخزن البول فى المثانة البولية لحين التخلص منة إلى خارج الجسم عن طريق القناة البولية وفشل الكليتين فى القيام بوظيفتها يؤدى إلى تراكم اليوريا بالدم إلى حد يسبب سمية للجسم .

الكليتين kidneys

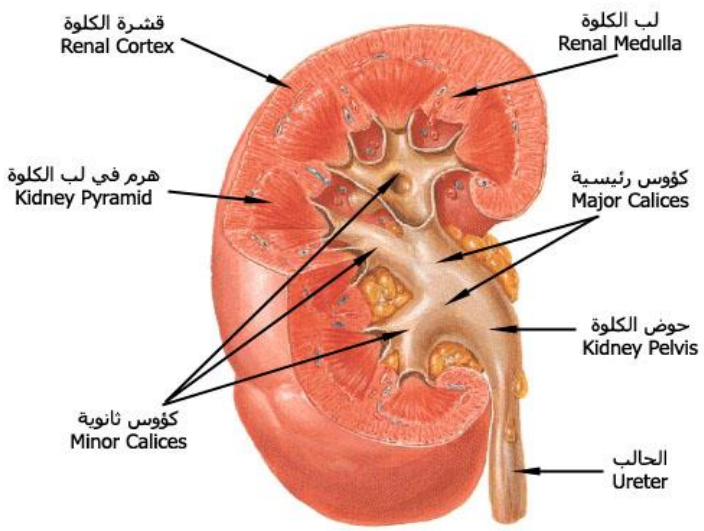
التركيب الخارجى للكلية :

- **الكلية تأخذ شكل حبة الفاصوليا وعلى سطحها المقعر يوجد انخفاض يخرج منة الحالب ويدخل منه الشريان والوريد والوعاء الليمفاوى والتمويل العصبى وهذا الانخفاض يؤدى فى الداخل إلى تجويف يسمى جيب الكلية (Renal Sinus) .**
- **تحاط الكلية بثلاث طبقات :**
  - **الطبقة الداخلية : عبارة عن غشاء ليفى شفاف ناعم يحيط بالكلية ويحميها من الصدمات والعدوى .**
  - **الطبقة الوسطى : عبارة عن طبقة دهنية تحيط بالطبقة الداخلية وتحمى الكلية من الصدمات وتثبتها فى فراغ البطن .**
  - **الطبقة الخارجية : عبارة عن طبقة رقيقة من نسيج ضام كثيف تثبت الكلية مع ما يجاورها من أعضاء ومع جدار البطن .**

التركيب الداخلى للكلية :

عند عمل قطاع طولى فى الكلية يتضح إنها تتكون من طبقة خارجية داكنة الاحمرار تسمى القشرة (Cortex) وطبقة داخلية بنية اللون تسمى النخاع (Medulla) ويحتوى النخاع على أشكال مخروطية تسمى أهرامات الكلية (renal pyramids) وهى تبدو كأنها مخططة بسبب وجود قنوات وأوعية تمتد طولياً بها . قواعد هذه الأهرامات تكون مواجهة لمنطقة القشرة بينما قممها تواجه مركز الكلية وتسمى حلمات الكلية (renal papilla) . القشرة تمتد من غشاء الكلية حتى قواعد الأهرامات وتمتد بين الأهرامات مكونة أعمدة الكلية (renal columns) والقشرة مع أهرامات الكلية تمثل الجزء الوظيفى الفعال فى الكلية حيث يحتوى حوالى 1 مليون من تراكيب دقيقة تسمى النفرون (nephrone) وذلك فى كل كلية والنفرون هو الوحدة الوظيفية فى الكلية .

ويوجد بين الأهرامات تجاويف تسمى جيب الكلية (renal sinus) حيث تتصل بتجويف كبير يسمى حوض الكلية (renal pelvis) . حافة حوض الكلية تحتوى تراكيب كأسية ثانوية (minor calyx) تفتح فى تراكيب كأسية رئيسية (major calyx) التراكيب الكأسية الثانوية تتلقى البول من الأنابيب المجمعة الموجودة فى هرم واحد من أهرامات الكلية وتوصل بعد ذلك البول إلى التراكيب الكأسية الرئيسية والتى منها يتدفق البول إلى حوض الكلية ومنها إلى الحالب ثم المثانة .



النفرون Nephron

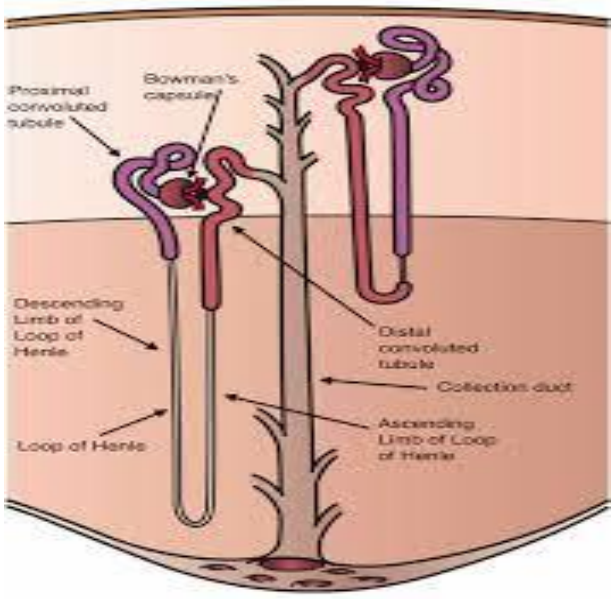
النفرون هو الوحدة الوظيفية للكلية ويقوم بثلاث وظائف أساسية وهى الترشيح والإفراز وإعادة الامتصاص . خلال عملية الترشيح يسمح لبعض مكونات الدم أن تمر من الدم إلى النفرون بعد ذلك هذا الراشح يمر عبر النفرون وخلال ذلك يفرز فيه بعض المواد سواء كانت مخلفات أو زائدة عن حاجة الجسم وهذا يسمى بالإفراز ولكن بعض المواد الهامة يعاد امتصاصها إلى الدم ويسمى ذلك إعادة الامتصاص . وفى نهاية هذه العمليات الثلاثة (الترشيح – الإفراز – إعادة الامتصاص) يتكون البول .

تركيب النفرون

يتكون النفرون من جزئين : الجسيم الكلوى (renal corpuscle) الذى يتم فيه ترشيح الدم والقنيات الكلوية (renal tubule) ويتم فيها مرور السوائل المترشحة .

الجسيم الكلوى يتكون من جزئين : الجسيم الكروى (glomerulus) وهو عبارة عن مجموعة من الأوعية الدموية الملتفة تحاط بما يسمى محفظة بومان (Bowman's capsule) وهى عبارة عن كبسولة مزدوجة الجدار من نسيج طلائى حرشفى . (يمكن تشبيه ذلك بقبضة يد (تمثل glomerulus) منغمسة فى بالون مفرغ من الهواء (تمثل Bowman's capsule) مع وجود فراغ بين جدارى البالون) . ونظراً لأن الجسيم الكروى (glomerulus) عبارة عن شبكة من الشعيرات الدموية لذلك فإن الدم يدخل إليها عن طريق الشريان الداخل (afferent arteriole) ويخرج منها عن طريق الشريان الخارج (efferent arteriole) . الجدار الخارجى لمحفظة بومان ينفصل عن الجدار الداخلى بواسطة فراغ الكبسولة . وعند تدفق الدم فى الشعيرات الدموية فى الجسيم الكروى glomerulus يترشح منه الماء ومعظم المواد الغذائية فيه إلى فراغ الكبسولة ولكن خلايا الدم وبروتينات البلازما الكبيرة الوزن الجزيئى لا تترشح إلى فراغ الكبسولة .

وفى فراغ الكبسولة نجد أن السوائل المترشحة تمر عبر القنيات الكلوية وهى تتكون من القنيات الملتفة القريبة (proximal convoluted tubule) وعروة هنلي (lope of Henle) والقنيات الملتفة البعيدة (Distal convoluted tubule) ويلاحظ أن الجسيم الكلوى renal corpuscle والقنيات الملتفة القريبة والبعيدة توجد فى منطقة القشرة فى الكلية بينما عروة هنلي تمتد إلى نخاع الكلية ثم تعود بعد ذلك إلى القشرة مرة أخرى . والعديد من القنيات الملتفة البعيدة تتصل بقنيه قصيرة واحدة تسمى القناة الجامعة (collecting duct) بعد ذلك تتحد القنوات الجامعة لتكون القنوات الحلمية (papillary duct) التي تصب فى (minor calyx) .



التركيب النسيجي للنفرون Histology of the nephron

الطبقة الداخلية من محفظة بومان والطبقة الإندوثيلية للشعيرات الدموية فى الجسيم الكروى glomerulus تمثل الغشاء الإندوثيلى الكبسولى endothelial–capsular membrane الذى يعمل كفلتر تتم خلاله عملية الترشيح حيث يسمح بمرور بعض مكونات الدم ولكن يمنع مرور مكونات أخرى . والمواد المترشحة من الدم تمر عبر ثلاث أغشية بالترتيب التالى :

- **الطبقة الإندوثيلية للجسيم الكروى : عبارة عن طبقة مفردة من خلايا إندوثيلية تحتوى على ثغور قطرها 50 – 100 نانوميتلر تمنع مرور خلايا الدم .**
- **الغشاء القاعدى للجسيم الكروى : هذه الطبقة تقع بين الطبقة الإندوثيلية للجسيم الكروى والطبقة الداخلية لمحفظة بومان وتمنع مرور البروتينات الكبيرة .**

- **شقوق الترشيح فى الخلايا القدمية (podocyte) : الخلايا المكونة للطبقة الداخلية من محفظة بومان عبارة عن خلايا طلائية متخصصة تسمى الخلايا القدمية podocyte وكل خلية قدمية (podocyte) يمتد منها آلاف التراكيب التى تشبه الأقدام تسمى الأقدام الصغيرة (pedicels) وهذه الأقدام الصغيرة تغطى الغشاء القاعدى تاركة فراغات فيما بينها تسمى شقوق الترشيح (filtration slit) ويوجد بهذه الشقوق غشاء رقيق يسمى غشاء الشقوق (slit membrane) يمنع مرور البروتينات صغيرة الحجم .**

نسيج القنيات الكلوية

تتكون القنيات الكلوية من طبقة واحدة من خلايا طلائية ترتكز على غشاء قاعدى

- **القنية الملتفة القريبة تبطن بخلايا طلائية مكعبة سطحها الحر المواجه لفراغ القنية يحتوى العديد من الزوائد الدقيقة تزيد مساحة السطح اللازم لعملية إعادة الامتصاص والإفراز . ووجد أن حوالى 65٪ من الماء و 100٪من المواد الذائبة التى ترشح من الدم خلال الغشاء الإندوثيلى الكبسولى – endothelial capsular membrane تعود إلى الدم مرة أخرى عن طريق إعادة الامتصاص عبر القنيات الملتفة القريبة**
- **الذراع النازل من عروة هنلي والجزء الأول من الذراع الصاعد من عروة هنلي (الجزء الرفيع من الذراع الصاعد) يبطن بخلايا طلائية حرشفية بسيطة . أما الجزء الثانى من الذراع الصاعد من عروة هنلي (الجزء السميك من الذراع الصاعد) يبطن بخلايا طلائية مكعبة .**
- **القنية الملتفة البعيدة والقنيات المجمعة تبطن بخلايا طلائية مكعبة .**

ويلاحظ أن كلا من القنية الملتفة البعيدة والقنيات الجامعة تحتوى نوعين من الخلايا : الخلايا الرئيسية (principal cells) وهى تكون حساسة للهرمون المانع للتبول Antidiuretic hormone (ADH) وهرمون الالدوستيرون Aldosterone وهذين الهرمونين ينظما وظائف الكلية . أما النوع الثانى من الخلايا يسمى الخلايا المضيفة (intercalated cells) وهى تفرز الـ (H^+) لتخلص الجسم من الحموضة الزائدة .

- **القنوات الحلمية تبطن بخلايا طلائية عمودية .**

الجهاز المجاور للجسيم الكروى Juxtaglomerular apparatus (JGA)

فى كل نفرون نجد أن الجزء النهائى للذراع الصاعد من عروة هنلي يلتصق مع الشريان الداخل للجسيم الكروى ونجد أن الخلايا المبطنة للقنية الكلوية فى هذه المنطقة تكون طويلة مزدحمة وتسمى بالبقعة الكثيفة (Macula densa) وهى ترصد تركيز كلوريد الصوديوم فى السائل المار بفراغ القنية الكلوية .

ونجد أن ألياف العضلات الناعمة فى جدار الشريان الداخل فى المنطقة المجاورة للبقعة الكثيفة يحدث بها تحورات حيث يحتوى السيتوبلازم على حبيبات تحتوى الرنين (Renin) بدلاً من الليفات العضلية وهذه الألياف العضلية الناعمة المحورة تسمى الخلايا المجاورة للجسيم الكروى Juxtaglomerular cells وهذه الخلايا المجاورة للجسيم الكروى بالإضافة إلى البقعة الكثيفة يكونا الجهاز المجاور للجسيم الكروى Juxtaglomerular apparatus (JGA) الذى تكون وظيفته تنظيم ضغط الدم ومعدل الترشيح فى الكلية.

التجهيز الدموى للكلية

يجهزالشريان الكلوى الأيمن والأيسر 25٪من الدم الخارج من القلب إلى الكلية أى حوالى 1200 مل/ دقيقة وبمجرد دخول الشريان الكلوى إلى الكلية فإنه يتفرع إلى فرع أمامى كبير وفرع خلفى صغير ومن هذين الفرعين تتفرع 5 شرايين كل منها تغذى منطقة معينة من الكلية . كل شريان يعطى العديد من الفروع التى تدخل عبر أعمدة الكلية بين أهرامات الكلية وتسمى شرايين بين فصية التى تدخل القشرة وتتفرع إلى الشريانات الداخلة Afferent arterioles .

كل جسيم كلوى (renal corpuscle) يدخل فية شريان داخل واحد يتفرع بداخله إلى شبكة من الشعيرات الدموية تسمى بالجسيم الكروى (glomerulus) . بعد ذلك تتجمع الشعيرات الدموية فى الجسيم الكروى لتكون الشريان الخارج وبذلك يخرج الدم خارج الجسيم الكروى . ونظراً لأن قطر الشريان الخارج يكون أقل من قطر الشريان الداخل لذلك فإن ضغط الدم فى الشعيرات الدموية للجسيم الكروى يكون أعلى باستمرار عما هو فى أى شعيرات دموية أخرى فى أى جزء من الجسم . ويلاحظ أن الدم يدخل الجسيم الكروى فى صورة شريان داخل ويخرج منة فى صورة شريان خارج وهى حالة تعتبر فريدة من نوعها حيث أن الدم عادة ما يدخل فى أى عضو فى صورة شريان ويخرج منه فى صورة وريد وليس شريان آخر . يكون الشريين الخارج شبكة من الشعيرات الدموية حول القنيات بالإضافة إلى تكوين أوعية طويلة ملتفة تمتد على جانبى عروة هنلي عبر منطقة النخاع وتسمى (vasa recta)، تتجمع الشعيرات الدموية حول القنيات لتكون أوردة حول القنيات ثم أوردة بين الفصيصات ثم أوردة قوسية ثم أوردة بين الفصوص تمتد بين أهرامات الكلية وتصب فى الأوردة وبدورها تصب فى الوريد الكلوى .

فسيولوجيا تكوين البول Physiology of urine formation

الوظيفة الرئيسية للجهاز البولى تتم عن طريق النفرون حيث أنه يؤدى ثلاث وظائف هامة : ضبط تركيز وحجم الدم عن طريق إزالة كميات محددة من الماء والأملاح ، تنظيم الـ pH ، إزالة المخلفات السامة. وأثناء أداء النفرون لهذه الوظائف فإنه يزيل العديد من المواد من الدم ويعيد بعض هذه المواد التى يحتاجها الجسم إلى الدم مرة أخرى ويفرز الباقى الذى لا يحتاجه الجسم . والسائل الذى يتم التخلص منة من الجسم يسمى البول وتكوين البول يشمل ثلاث عمليات أساسية : الترشيح ، إعادة الامتصاص ، الإفراز . ويلاحظ أن الترشيح هو وظيفة الجسيم الكلوى بينما إعادة الامتصاص والإفراز تتم فى القنيات الكلوية .

اولا–الترشيح فى الجسيم الكروى Glomerular filtration

أول مراحل تكوين البول هو عملية ترشيح الدم فى الجسيم الكلوى . أساس الترشيح هو دفع سائل والمواد الذائبة فيه عبر غشاء عن طريق الضغط وهذا ما يحدث فى الشعيرات الدموية فى الجسيم الكروى عبر الغشاء الإندوثيلى الكبسولى . أن ضغط الدم داخل شعيرات الجسيم الكروى تدفع الماء والمواد الذائبة فى الدم عبر ثغور الخلايا الإندوثيلية للشعيرات الدموية ثم تمر عبر الغشاء القاعدى للشعيرات الدموية ثم عبر فتحات الترشيح

للطبقة الداخلية لكبسولة الجسيم الكروى والسائل المترشح يسمى الراشح . أن 180 لتر من الراشح تدخل فراغ كبسولة الجسيم الكروى كل يوم وهذا يعنى أن بلازما الدم يتم ترشيحها 60 مرة فى اليوم . ووجد أن 178 أو 179 لتر من هذا الراشح تعود إلى تيار الدم مرة أخرى عن طريق إعادة الامتصاص فى القنيات البولية ويتبقى 1 أو 2 لتر تفرز فى صورة بول . وفى الحالة الطبيعية نجد أن السائل المترشح فى فراغ كبسولة الجسيم الكروى يحتوى كل مكونات الدم ما عدا خلايا الدم والبروتينات كبيرة الحجم لأنها تكون كبيرة لدرجة لا تسمح بمرورها عبر الغشاء الإندوثيلى الكبسولى .

يتميز الجسيم الكلوى ببعض التراكيب التى تزيد قدرتة على ترشيح الدم وهى :

- **الشعيرات الدموية الطويلة والملتفة فى الجسيم الكروى وبالتالى يزيد مساحة سطح الترشيح .**
- **الغشاء الإندوثيلى الكبسولى يكون رقيق ويحتوى على ثغور حيث يبلغ سمك هذا الغشاء (0,1 ميكرون) . ووجد أن الشعيرات الدموية فى الجسيم الكروى تكون أكثر نفاذية بمقدار 50 مرة عما هو فى أى شعيرات دموية أخرى بالجسم وبالرغم من أن ثغور الطبقة الإندوثيلية المبطنة للشعيرات الدموية لا تمنع مرور المواد الذائبة فى الدم إلا أن الغشاء القاعدى وفتحات الترشيح فى الجزء الداخلى من الكبسولة تسمح بمرور الجزيئات الصغيرة فقط . ولذلك نجد أن الماء والجلوكوز والفيتامينات والأحماض الأمينية والبروتينات الصغيرة والمخلفات النتروجينية والأيونات تمر بسهولة إلى فراغ الكبسولة .**
- **ضغط الدم يكون عالى فى الشعيرات الدموية : يلاحظ أن قطر الشريان الخارج يكون أقل من قطر الشريان الداخل لذلك فإن هناك مقاومة لخروج الدم من الجسيم الكروى لذلك يكون ضغط الدم داخل شعيرات الجسيم الكروى أعلى مما هو فى أى شعيرات دموية أخرى بالجسم وعلى ذلك فكلما زاد الضغط زاد الترشيح .**

<u>ان ترشيح الدم فى الجسيم الكروى يعتمد على ثلاث ضغوط رئيسية هى</u> :

- **ضغط الدم الهيدروستاتيكى داخل الجسيم الكروى : (يبلغ 60 ملم زئبق) ويعاكس فعله قوتين آخرتين هما :**

- **الضغط الهيدروستاتيكى للكبسولة : عندما يدفع الراشح إلى داخل فراغ الكبسولة فإنه يواجه نوعين من المقاومة جدار الكبسولة والسائل المتراكم ولذلك فإن جزء من الراشح يدفع مرة أخرى إلى داخل الشعيرات الدموية للجسيم الكروى وقوة دفع الراشح إلى داخل الشعيرات الدموية يسمى الضغط الهيدروستاتيكى للكبسولة (ويبلغ 15 ملم زئبق) .**
- **الضغط الأسموزى الغروى للدم : وهو يرجع لوجود بروتينات فى بلازما الدم .**

ونظراً لأن تركيز المواد الذائبة فى كل من الدم والراشح يكون متماثل ولكن الدم يحتوى تركيز أعلى من البروتين عما هو فى الراشح لذلك فإن الماء يتحرك من الراشح ويعود إلى الشعيرات الدموية مرة أخرى وذلك إذا لم يكن ضغط الدم فى الجسيم الكروى أعلى من الضغط الإسموزى الغروى للدم . الضغط الإسموزى الغروى للدم فى الجسيم الكروى يبلغ (27 ملم زئبق) . ولحساب محصلة ضغط الترشيح فى الجسيم الكروى نطرح القوة المضادة للترشيح من ضغط الدم الهيدروستاتيكى فى الجسيم الكروى

محصلة ضغط الترشيح = ضغط الدم الهيدروستاتيكى فى الجسيم الكروى– (الضغط الهيدروستاتيكى للكبسولة +الضغط الأسموزى الغروى للدم)=6 ملم زئبق– (15 ملم زئبق + 27 ملم زئبق)= 60– 4= 18 ملم زئبق
(الضغط المساعد للترشيح) – (الضغط المضاد للترشيح)

معدل الترشيح فى الجسيم الكروى : كمية الراشح المتكون فى كل الجسيمات الكلوية فى كلا الكليتين فى الدقيقة وهو يبلغ 125 ملم / دقيقة = 180 لتر فى اليوم .

<u>التنظيم الهرمونى لمعدل الترشيح</u>

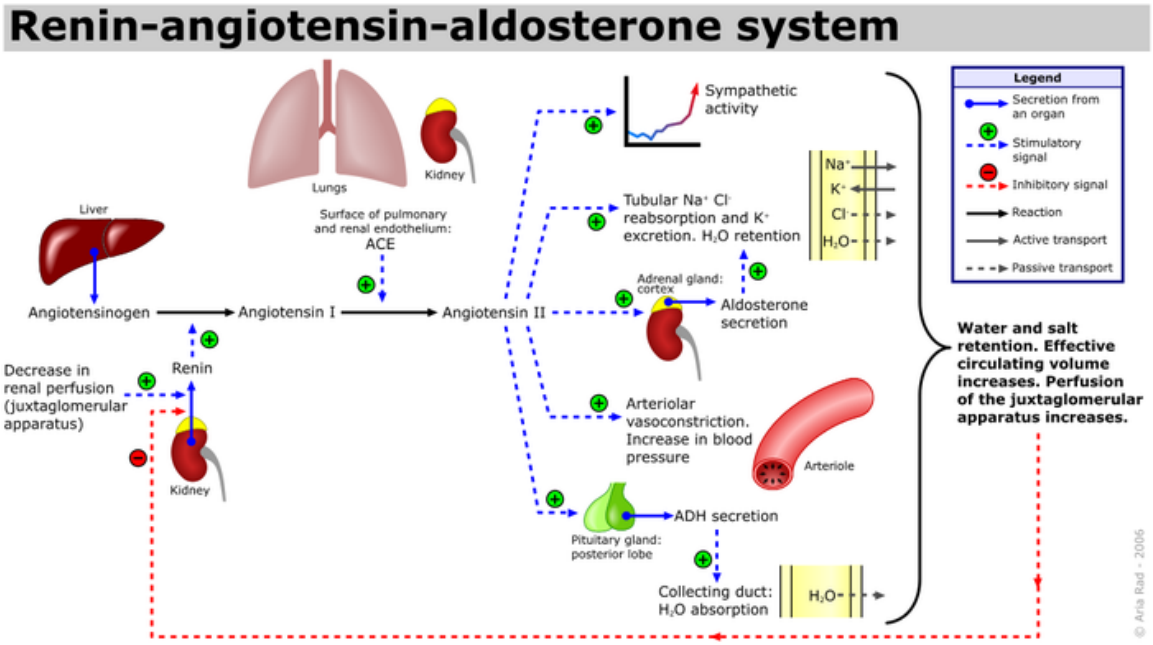
يوجد هرمونين يتحكما فى تنظيم معدل الترشيح هما : Atrial Natriuretic Peptide (ANP) ، Angiotensin II .

تفرز خلايا الجهاز المجاور للجسيم الكلوى Juxtaglomerular apparatus إنزيم الرينين Renin فى حالة :

- **انخفاض حجم السوائل وتركيز Na , Cl بها فى منطقة البقعة الكثيفة .**
- **انخفاض التمدد فى خلايا Juxtaglomerular cell (نتيجة لانخفاض حجم السوائل المارة بهذه المنطقة)**
- **زيادة معدل النبضات العصبية فى العصب الباراسمبثاوى .**

وعندما يفرز إنزيم الرينين فى الدم فإنه يعمل على بروتين فى البلازما (ينتجه الكبد) يسمى أنجيو تنسينوجين Angiotensionogen ويحوله إلى Angiotensin I الذى أثناء مروره فى الرئتين يتحول بواسطة إنزيم Angiotensin Converting Enzyme (ACE) إلى Angiotensin II وهو الصورة النشطة للهرمون وله العديد من التأثيرات البيولوجية تتلخص في :

- **التأثير القابض للأوعية الدموية (Vasoconstriction) :حيث يعمل الهرمون على انقباض الشريان الخارج مما يزيد ضغط الدم بالجسيم الكروى مما يزيد معدل الترشيح بالجسيم الكروى ويعود إلى المستوى الطبيعى له .**
- **ينشط قشرة غدة الأدرينال لإفراز هرمون Aldosterone : مما يشجع إعادة امتصاص (Na^+) فى القنوات المجمعة ومن المعروف أن الماء يصاحب الـ (Na^+) عن طريق الاسموزية وبالتالى يزداد حجم الدم ويزداد ضغط الدم وبالتالى يزداد معدل الترشيح بالجسيم الكروى ويعود إلى المستوى الطبيعى له .**
- **ينشط مركز العطش فى الهيبوثالمس : مما يؤدى لزيادة شرب الماء مما يؤدى لزيادة حجم الدم وضغط الدم وبالتالى يزداد معدل الترشيح بالجسيم الكروى ويعود إلى المستوى الطبيعى له .**
- **ينشط إفراز الهرمون المانع للتبول Antidiuretic hormone (ADH) من الغدة النخامية مما يؤدى لاحتجاز الماء بواسطة الكلية مما يؤدى لزيادة حجم الدم وضغط الدم وبالتالى يزداد معدل الترشيح بالجسيم الكروى ويعود لمستواه الطبيعى وعلى ذلك فإن هرمون Angiotensin II يساعد على استعادة ضغط الدم الطبيعى وبالتالى يعود معدل الترشيح بالجسيم الكروى إلى معدله الطبيعى .**



فيما يفرزهرمون Atrial Natriuretic Peptide (ANP) من الأذنين فى القلب ويعمل على إخراج الماء وNa^+ . عندما يزداد حجم الدم يحدث تمدد فى القلب ينشط إفراز هرمون (ANP) الذى يعمل على زيادة معدل الترشيح فى الجسيم الكروى عن طريق زيادة نفاذية الخلايا أو عن طريق توسيع الشريان الداخل . فضلاً عن أنه يقلل إفراز هرمون (ADH) وهرمون الألدوستيرون وإنزيم الرينين . وعلى ذلك فهذا الهرمون مهم لخفض ضغط الدم وخفض الاحتجاز المائى .

<u>التنظيم العصبى لمعدل الترشيح</u>

تمول الأوعية الدموية بالكلية بألياف عصبية سمبثاوية تعمل على

- **خلال فترة الراحة يكون التنبيه السمبثاوى فى أقل مستوى له وبالتالى تكون الأوعية الدموية بالكلية فى أقصى حالات الارتخاء .**
- **فى حالة التنبيه السمبثاوى البسيط تنقبض الشرايين الداخلة والخارجة بنفس الدرجة مما يقلل معدل الترشيح بالجسيم الكروى بدرجة بسيطة .**
- **فى حالة التنبيه السمبثاوى بدرجة أكبر كما هو خلال التدريب أو النزيف نجد أن الشريان الداخل ينقبض بدرجة أكبر من الشريان الخارج مما يقلل معدل الترشيح بالجسيم الكروى .**

- **فى حالة التنبيه السمبثاوى العنيف فان خلايا Juxtaglomerular cells تفرز إنزيم الرينين ويجعل خلايا نخاع غدة الأدرينال تفرز هرمون الابنفرن مما يقلل معدل الترشيح بالجسيم الكروى لأنه يسبب انقباض الشريان الداخل .**

ثانيا_إعادة الامتصاص فى القنيات الكلوية

أثناء مرور الراشح فى القنيات الكلوية تحدث إعادة امتصاص لـ 99٪ من هذا الراشح حيث يعود إلى الدم أما المتبقى ويمثل 1٪ من الراشح فإنه يخرج على صورة بول (حوالى 1.5 لتر فى اليوم) . عودة الماء والأملاح مرة أخرى إلى الأوعية الدموية المحيطة بالنفرون يسمى إعادة الامتصاص . والمواد الذائبة التى يعاد امتصاصها هى الجلوكوز والأحماض الأمينية واليوريا والأيونات مثل (Na^+ ، K^+ ، Ca^{++} ، Cl^- ، HCO_3^- ، HPO_4^{--}) أما إعادة امتصاص الماء فتحدث كنتيجة سلبية للأسموزية .

ووجد أن الخلايا الطلائية المبطنة لجدار القنيات الكلوية تقوم بعملية إعادة الامتصاص . ونجد أن القنية الملتفة القريبة تحتوى الخلايا الطلائية المبطنة لها العديد من الزوائد الدقيقة ، (microvilli) على سطحها مما يزيد السطح الذى يتم فيه إعادة الامتصاص مما يجعل القنية الملتفة القريبة لها الدور الأكبر فى عملية إعادة الامتصاص بينما القنية الملتفة البعيدة تكون مسئولة عن عملية إعادة الامتصاص فى الحالات الدقيقة التى يحتاجها الجسم للمحافظة على الاتزان الطبيعى .

يعتبر الصوديوم من أكثر المواد التى تترشح فى الجسيم الكروى ويتم إعادة امتصاص الصوديوم عبر كل أجزاء القنية البولية بعدة ميكانيكيات . وهذه الميكانيكيات تعمل ليس فقط على إعادة الصوديوم فقط ولكن إعادة امتصاص الماء والأنيونات (أيونات سالبة) والمواد الغذائية . بالإضافة أن هذه الميكانيكيات تؤدى أحيانا إلى إفراز المواد التى لا يحتاجها الجسم مثل (H^+) ، (K^+) الزائد عن حاجة الجسم .

الجلوكوز والأحماض الأمينية وحمض اللاكتيك والمواد الميتابوليزمية الأخرى التى يحتاجها الجسم يتم إعادة امتصاصها بنسبة 100٪ فى القنية الملتفة القريبة . هذه المواد يتم إعادة امتصاصها عن طريق -Na^+ symporter وهو عبارة عن بروتين غشائى مكمل حيث ينقل الصوديوم بالإضافة إلى جزىء المادة الغذائية إلى داخل سيتوبلازم الخلية . ويلاحظ أن الـ Symporter لا يستطيع نقل الصوديوم ضد منحنى التركيز لذلك فهو يعتمد على مضخة الصوديوم التى تحافظ على بقاء تركيز الصوديوم منخفض داخل الخلية .

إعادة الامتصاص فى عروة هنلي: عند نهاية القنية الملتفة القريبة يكون قد حدث إعادة امتصاص لـ 100٪ من المواد الغذائية و90٪ منHCO^-_3 و65٪ من الصوديوم والماء و50٪ من K^+, CL^-.

إعادة الامتصاص فى القنية الملتفة البعيدة والقناة المجمعة :

تحدث إعادة امتصاص لـ Na^+ , CL^- والماء فى السطح الحر للخلايا المبطنة للقنية الملتفة البعيدة وبواسطة مضخة الصوديوم الموجودة فى الغشاء القاعدى الجانبى لهذه الخلايا وعندما يصل الراشح إلى نهاية القنية الملتفة البعيدة يكون قد حدث إعادة امتصاص لـ 95٪ من محتوى الراشح من الماء والمواد الذائبة وعادت إلى تيار الدم .

ويلاحظ أنه فى نهاية القنية الكلوية يحدث ضبط دقيق لعملية إعادة الامتصاص لكل من الماء والأملاح حيث يوجد فى نهاية القنية الملتفة البعيدة والقناة المجمعة خلايا تسمى الخلايا الرئيسية principal cells التى يعمل عليها هرمونين هما Aldosterone وهرمون Antidiuritic hormone لتنظيم إعادة الامتصاص فى كل من نهاية القنية الملتفة البعيدة والقناة المجمعة .

ثالثا–الإفراز فى القنيات الكلوية

الإفراز فى القنيات الكلوية تعتبر العملية الثالثة فى عملية تكوين البول حيث أن عملية إعادة الامتصاص تعيد بعض المواد من الراشح إلى الدم بينما عملية الإفراز تزيل مواد من الدم إلى الراشح مثل K^+ , H^+ والأمونيوم NH_4^+ والكرياتينين وأهمية عملية الإفراز هى : تخليص الجسم من المواد غير المرغوبة ، التحكم فى pH الدم .

- **إفراز البوتاسيوم**

معظم البوتاسيوم المترشح يعاد امتصاصه فى القنية الملتفة القريبة وعروة هنلي والقنية الملتفة البعيدة ونظراً لتفاوت محتوى الغذاء من البوتاسيوم فإن الخلايا الرئيسية فى القنوات الجامعة تفرز كميات متفاوتة من البوتاسيوم بدلاً من الصوديوم الذى يعاد امتصاصه وذلك للمحافظة على اتزان تركيز البوتاسيوم فى الجسم .

ويتم التحكم فى إفراز البوتاسيوم عن طريق :

- **هرمون الألدوستيرون : زيادة الألدوستيرون تزيد إفراز البوتاسيوم .**
- **تركيز البوتاسيوم فى البلازما : زيادة تركيز البوتاسيوم فى البلازما يزيد إفراز البوتاسيوم .**
- **تركيز الصوديوم فى القنية الملتفة البعيدة : زيادة تركيز الصوديوم تزيد إعادة امتصاص الصوديوم ويزيد إفراز البوتاسيوم . وعملية إفراز البوتاسيوم تعتبر هامة للغاية لأن زيادة تركيز البوتاسيوم فى البلازما يحدث خلل فى معدل ضربات القلب واو يتوقف القلب فى التركيزات العالية من البوتاسيوم .**

- **إفراز أيون الهيدروجين (H^+)**

يحافظ الجسم على pH الدم عند (7.35 – 7.45) بالرغم من الإنتاج المستمر للأحماض أكثر من القواعد بواسطة الميتابولزم وخلايا القنيات الكلوية ترفع pH الدم عن طريق :

- **إفراز أيون الهيدروجين فى الراشح وبالتالى يتخلص الدم من الأحماض ويجعل البول أكثر حامضية .**
- **إعادة امتصاص HCO^-_3 المترشحة التى تعتبر مهمة لمعادلة (H^+) فى السائل خارج الخلايا .**
- **إنتاج HCO_3^- جديدة لمعادلة (H^+) فى الدم .**

##
##

(محاضرة 7)

الجهاز الهضمي وفسيولوجيا الهضم و الامتصاص

Digestive System and the Physiology of Digestion and Absorption .

يعتمد بقاء الكائن الحي على حصوله على المواد الغذائية ، فالمواد الغذائية هي التي تزوده بالطاقة والمواد الاولية للبناء او لتعويض ما يتلف او يهدم منها، هناك مواد يمكن امتصاصها ولا تحتاج للهضم كالأملاح والفيتامينات والماء، لكن البروتينات والمواد السكرية والدهنيه لا بد من تحويلها لموادها الأولية عن طريق الهضم ليسهل امتصاصها، إذا فالهضم (Digestion)هو عملية تحويل المواد الغذائية معقدة التركيب الى موادها لأساسية حتى يسهل امتصاصها .

آليات العمليات الهضمية
أ- عمليات ميكانيكية (Mechanical):
وتشمل عمليات المضغ والبلع والحركات الدودية للمعدة والأمعاء
ب- عمليات إفرازية (Secretory):
وتشمل نشاط الغدد الهضمية في افرازها للعصارات الهضمية المختلفة
ج- عمليات كيميائية (Chemical):
وتشمل تأثير الأنزيمات وتأثير مواد غير انزيمية مثل حمض الهيدروكلوريك .
د- عمليات ميكروبيولوجية (Microbiological):
وتشمل نشاط البكتيريا وبعض الهدبيات والسوطيات التي توجد في الأمعاء الغليظة وتقوم بهضم مادة السليلوز.

تركيب القناة الهضمية : تقسم القناة الهضمية من الناحية التشريحية الى الأتي : الفم /البلعوم/ المرئ / المعدة / الأثنى عشر /الأمعاء / المستقيم / الشرج ، ويختلف طول القناة ودرجة تعقيدها باختلاف الحيوان وطبيعة الغذاء.

تركيب جدار القناة الهضمية

يتكون جدار القناة الهضمية من اربع طبقات رئيسية :
1- الطبقة المخاطية (Mucosa):
تبطن القناة الهضمية من الداخل وتشكل حاجزا بين تجويف القناة الهضمية والدم والتي تمنع عبور أي مواد غير مهضومة الى الدم. وتتكون الطبقة المخاطية من طبقة واحدة من خلايا طلائية عمادية (epithelial Columnar cells) تحور بعضها الى خلايا غدية هضمية تعرف بالخلايا الكأسية (Goblet cells) تفرز المخاط (Mucus).وفي بعض اجزاء القناة الهضمية تتألف من نسيج طلائي متعدد الطبقات (Stratified epithelial layer) وتتميز هذه الطبقة بأنها خالية من الأوعية الدموية او الألياف العصبية .
2- الطبقة تحت مخاطية (Submucosa) :
وتتألف من ألياف رابطة وأوعية دموية وليمفية وألياف عصبية ،تنقل المواد الغذائية الراشحة من الطبقة المخاطية الى الدم. وتحتوى على خلايا عصبية تعرف بالضفيرة العصبية تحت مخاطبة او بضفيرة مايسنر (Sub mucosal plexus or Meissner's plexus).
3- الطبقة العضلية (Muscle layer):تتألف من عدة طبقات من الألياف العضلية غير المخططة والمترتبة من الياف عضلية طولية (Longitudinal muscle fiber) للخارج ، وألياف عضلية دائرية (Circular M.F) للداخل . تساعد انقباضاتها في خلط الطعام ودفعة بإتجاه الشرج ، تحتوى هذه الطبقة على خلايا عصبية تعرف بالضفيرة العضلية المعوية أو ضفيرة اوربياخ(Myesntreric plexus or Auerbach"s plexus) تعمل ضفائر الخلايا العصبية على التحكم في حركة العضلات اللإرادية وإفرازات الغدد الهاضمة للقناة الهضمية. ---

4- الطبقة المصلية (Serosa): هي الطبقة الخارجية التي تحيط بالقناة الهضمية وتتألف من نسيج ضام مغطى بطبقة من خلايا متوسطة طلائية حرشفية (Squamous mesothelial cell).

الفم :الغدد اللعابية والهضم اللعابي:Mouth : Salivary glands and Digestion.

توجد في الفقاريات (عدا البرمائيات والأسماك) ثلاث ازواج من الغدد اللعابية تفرز ما يقارب لتر من اللعاب يوميا وهي :

1- الغدد النكافية (Parotid gland) وهي اكبر الغدد اللعابية حجما ، تقع تحت الاذن و تحتوى على خلايا مصلية (Serous cells) تفرز معظم الأنزيمات فقط ولا تفرز المخاط.

2-الغدد الفكية (Submaxillary glands) وتوجد على جاني الفك السفلي وتحتوى على خلايا مخاطية (Mucous cells) تفرز المخاط وخلايا مصلية تفرز الأنزيمات

3- الغدة تحت اللسان (Sublingual glands) وتوجد تحت اللسان ، تحتوى على خلايا مخاطية تفرز المخاط فقط.

كما توجد غدد صغير تعرف بالغدد الفمية الصغيرة (Buccal glands) توجد في الطبقة المخاطية المبطنة للفم والخدين وتفرز كمية قليلة من اللعاب (5%) غني بالميوسين (Mucin) له اهمية صحية لأنسجة الفم .

اللعاب (Saliva): و يتكون من 99% ماء يوجد به كل من الميوسين / أملاح غير عضوية / انزيمات (الأميليز اللعابي Salivary amylase) ويعرف بالتيالين (Ptyline) وكمية قليلة من المالتيز (Maltase) يحول الاميليز النشاء الى سكريات مضاعفة الدكسترينات (Dextrin's) ثم الى المالتوز (Maltose) سكر ثنائي.
والأس الهيدروجين للعاب متعادل (pH =7)
يتم افراز اللعاب تحت تأثير السيطرة العصبية استجابة للحوافز التالية :
1- تذوق أو شم بعض الاطعمة والتي تؤثر على الحلمات الذوقية (Taste buds)
2- مضغ الطعام والمواد عديمة الطعم وهذه تثير مستقبلات الضغط
3- منظر الطعام او مجرد التفكير به ويعرف هذا بالمنعكس النفسي (psychic reflex) ويعتمد على الخبرة السابقة .

وظائف اللعاب Saliva's Functions

يقوم اللعاب بوظائف عدة مهمة وهي :
1- الهضم : لوجود انزيمين في اللعاب احدهما يؤثر على النشاء (الأميليز) والأخر (المالتيز)على سكر المالتوز.
2- ترطيب الطعام : فاللعاب يرطب الطعام ليسهل مضغه كما يذيب بعض مواد الطعام حتى يمكن اعضاء الذوق الحساسة من تميزها.
3- بلع الطعام: يسهل اللعاب عملية البلع للقمة.
4- تنظيف الفم : ينظف اللعاب الفم من بقايا الطعام فيمنع نمو الجراثيم فيه لذا تحدث تسوس للأسنان في غياب اللعاب .
5- الإحساس بالعطش :يلعب اللعاب دورا مهما في الإحساس بالعطش فعندما يقل اللعاب يجف الغشاء المخاطي للفم مما يؤدي للشعور بالعطش .
6- معادلة الحموضة او القلويات : يساعد اللعاب في التخفيف من اثر الحموضية أو القلوية العالية للأطعمة فيحمي انسجة الفم من التأثير الضار عليها.
7- طرد المواد الضارة : يقوم اللعاب بالتخلص من المواد الضارة العضوية وغير العضوية من الفم بطردها عن طريق مجها لخارج الفم .

الأسنان Teeth

تعد الأسنان كأعضاء مساعدة للجهاز الهضمي ولها القدرة على التعامل مع جميع انواع الأغذية وتوجد على الفكين ويختلف عددها وتوزيعها وتنوعها حسب الكائن الحي .
في الإنسان: هناك نوعان من الأسنان أسنان لبنية (Milk or deciduous teeth) عددها عشرون سنا تبدأ فيما بين الشهر 6-8 من عمر الطفل وتبدأ بالسقوط بين 6-13 سنه من العمر

أسنان دائمة (Permanent teeth) وتبدأ في الظهور بين عمر 6- 17 سنة وعددها 32 سنا وتسمى بأسماء تبعا لأشكالها ووظائفها . ففي كل فك للإنسان توجد الأسنان التالية :

أ- القواطع (Incisors): وعددها 4×2=8 وتشبه شكل الأزميل وتستخدم لتقطيع الطعام ومسكه.

ب- الأنياب (Canines): وهناك نابان في كل فك ×2 =4 شكلها مدبب لتقطيع الطعام وتنسيرة.

ج- الضواحك (premolars): وعددها 4 في كل فك ×2=8 وشكلها يختلف عن السابقة وهي شبة مربعه تعمل على سحق الطعام وتمزيقه

د- الطواحن (Molars) : وعددها 6×2=12 وهي تشبه الضواحك وتعمل على طحن الطعام وتمزيقه وأخر الأسنان من الطواحن تعرف بأسنان العقل ومجموعها 4 تبدأ بالظهور بين 17-25 سنة

البلعوم pharynx

بعد اتمام عملية مضغ (Chewing) وخلط الطعام جيدا مع اللعاب تدور اللقمة (Bolus) بواسطة اللسان ثم تدفع الى البلعوم . في لحظة البلع ترتفع اللهاة اللينة (Soft palate) لتسد فتحة المنخرين الداخلية وتسد فتحة الحنجرة بواسطة لسان المزمار (Epiglottis) وبذلك تتوقف عملية التنفس اثناء البلع بشكل مؤقت في الوقت نفسه يتوسع اعلى المرئ لاستقبال اللقمة. في لحظة البلع ترتفع اللهاة اللينة (Soft palate) لتسد فتحة المنخرين الداخلية وتسد فتحة الحنجرة بواسطة لسان المزمار (Epiglottis) وبذلك تتوقف عملية التنفس اثناء البلع بشكل مؤقت . في الوقت نفسه يتوسع اعلى المرئ لاستقبال اللقمة. وعملية البلع تبدأ بصورة ارادية ومن ثم تصبح فعلا انعكاسيا لا إراديا.

المرئ Esophagus

المرئ عبارة عن انبوبة بسيطة تصل بين البلعوم والمعدة، يصل طول المريئ في الإنسان الى 25 سم تقريبا ويخترق الحجاب الحاجز مارا من التجويف الصدري الى التجويف البطني . يقع المريئ خلف القصبة الهوائية والقلب. وتركيبة النسيجي يتكون من اربعة طبقات مثل تركيب نسيج القناة الهضمية (الطبقة المخاطية وتحت مخاطية والعضلية والمصلية). بعد عملية البلع الإرادية ودخول اللقمة للمرئ تصبح حركتها لا إرادية بفعل التقلصات العضلية اللإرادية او بواسطة الحركة الدودية (movements Peristaltic) والتي تعمل على دفع اللقمة باتجاه المعدة. و لا توجد عملية هضم او امتصاص للطعام في المريء.

المعدة والغدد المعدية والهضم Stomach Gastric Glands and Digestion

المعدة (Stomach): عبارة عن تركيب عضلي كيسي الشكل تنقسم الى ثلاث اقسام هي : قاع المعدة (Fundus) وهو الجزء الأيسر الذي يقع فوق منطقة اتصال المعدة بالمريئ ثم جسم المعدة (Body) وهو الجزء المركزي للمعدة وقد يسمى هذان الجزءان بالمنطقة الفؤادية (Cardiac region) للمعدة ثم الجزء الثالث يعرف بالجزء البوابي للمعدة (Pyloric region) تقع المعدة في الجزء العلوي للتجويف البطني اسفل الكبد والحجاب الحاجز. تعتبر المعدة اوسع اجزاء القناة الهضمية ولجدارها القدرة على التوسع لذا فهي تعمل كمخزن للطعام اثناء اخذ الوجبة لحين يتم هضمه. وعندما يترك الطعام المعدة ترجع لحجمها الطبيعي وذلك لانكماش جدارها .

الغدد المعدية Gastric Glands

يوجد في البطانية المخاطية للمعدة عدد كبير من الاندغامات تعرف بالحفر المعدية (Gastric pits) وهناك عدد كبير من الغدد الانبوبية ملتفة لها قنوات طويلة تفتح اسفل هذه الحفر .

تتألف الغدد المعدية من ثلاث انواع من الخلايا

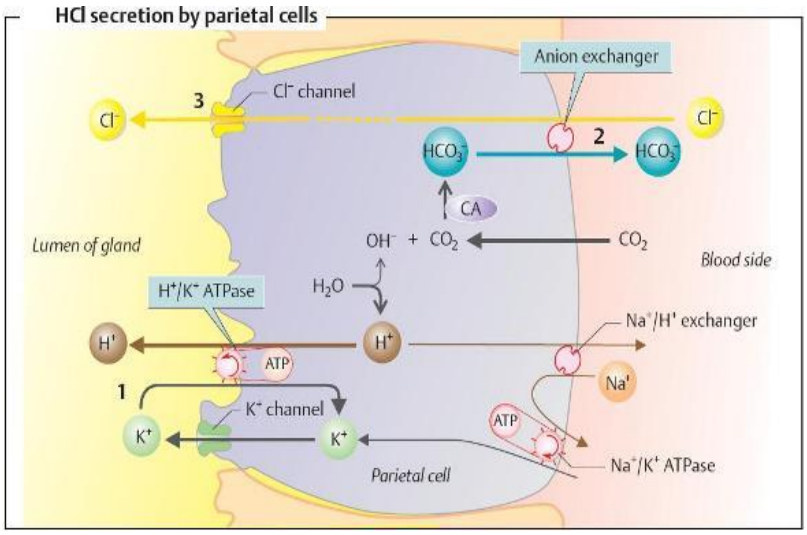
1- الخلايا المخاطية (Mucous cells) توجد عند عنق الغدد وتفرز المخاط.

2- الخلايا الرئيسة (Chief cells) متعددة الاضلاع وتفرز انزيم الببسين.

3- الخلايا الجدارية (parietal cells) وتفرز حمض الهيدروكلوريك لذا تسمى بالخلايا الحمضية (Oxyntic cells) . تتميز غدد المنطقة الفؤادية للمعدة بكثرة الخلايا الرئيسة بينما تقل في البوابية.

العصارة المعدية Gastric juice

العصارة المعدية عبارة عن سائل حامضي شفاف لزج يميل لونه الى اللون الصفر الباهت، تحتوى العصارة المعدية على مواد عضوية تمثل المخاط والأنزيمات ومواد غير عضوية اهمها حمض الهيدروكلوريك . يبلغ تركيز الحمض 0 .17 ع او 6% ، مما يقلل الاس الهيدروجيني للمعدة 1.5- 2.5 pHo يتم تكوين حمض الهيدروكلوريك بواسطة انزيم حمض الكربونيك (anahydrase Carbonic) في الخلايا الجدارية والذي يعمل على اتحاد الماء مع ثاني اكسيد الكربون ليكون حمض الكربونيك الضعيف (H2 CO3) الذي يتأين الى بيكربونات وايون هيدروجين(-H+ - HCO3) ثم يدخل الكلور للخلايا الجدارية من تيار الدم بطريقة النقل النشط (Active transport) ويتحد مع ايون الهيدروجين ليكون حمض الهيدروكلوريك (HCL) . بينما البيكربونات تتجه لتيار الدم . وهذه الحموضية قد تكون مضرة للخلايا في المعد لكن الطبقة المخاطية تشكل حاجزا بين الحامض وخلايا جدار المعدة فتستطيع ان تتحمل هذه الحموضية .



الهضم في المعدة Digestion in the Stomach

توجد في المعدة ثلاث انزيمات رئيسية :

أ- انزيم الببسين (Pepsin): يفرز من خلايا الرئيسية بشكل غير نشط يعرف بالببسينوجن (Pepsinogen) ثم تحت تأثير حمض الهيدروكلوريك يتحول الى الأنزيم النشط الببسين والذي يعمل على هضم البروتينات في المعدة . يقوم الببسين بتكسير الروابط الببتيدية بين اجزاء الأحماض الأمينية للبروتين محولا البروتينات الى عديد الببتيد (Poly peptides) عدد الاحماض الأمينية فيها 4-12 حمض اميني . ويعمل الببسين في الوسط الحامض (pH2.5).

ب- انزيم الرينين (Renin): يفرز في معدة الاطفال وصغار الثدييات وينشط في وسط حامض حيث يعمل على تحويل كازين الحليب الى باراكازين ، وهي مادة ثابته مثل الكازين، ولكن وجود أيونات الكالسيوم بصورة طبيعية في الحليب ينتج عنه تكون باراكازينات الكالسيوم وهي غير قابله للذوبان والذي يتيح الفرصة لأنزيم الببسين لهضم الكازين .

ج- انزيم الليبيز المعدي (Gastric Lipase): يعمل على هضم الدهون خاصة في الحيوانات اكلة اللحوم ويحولها الى حموض دهنية (Fatty acids) وجلسرين ، ونظرا لأنه يفرز بكمية قليلة وللحمضية الزائدة في المعدة فإن معظم الدهون يكمل هضمها في الأمعاء .

د- البطانة المخاطية المعدية او الحاجز المعدي (Gastric mucosal barrier) يقوم الحاجز المخاطي المبطن للمعدة بحماية سطح الطبقة المخاطية من الاداء الميكانيكي لعضلات المعدة وكذلك من الحمضية .

العوامل التي تتحكم بإفراز العصارة المعدية

يقع الإفراز المعدي تحت السيطرة العصبية (Neural control) والسيطرة السائلية الكيميائية (Humeral control) . يبدأ الإفراز للعصارة المعدية قبل وصول الطعام نتيجة لشم او تذوق او رؤية الطعام حيث تصل التنبيهات العصبية للعصب المبهم (Vagus nerves) والذي ينبه الاجزاء الإفرازية من مخاطية المعدة .

كما ان وصول الطعام الى المعدة وامتلائها يعتبر محفز لإفراز العصارة المعدية نتيجة لوجود بعض المحفزات مثل بعض الاحماض الأمينية والكحولات والكافينات والتى تساعد في افراز هرمون المعدة أو المعدين الجاسترين (Gastrin) من خلايا مخاطية المعدة في المنطقة البوابية وينقل بواسطة تيار الدم الى الجزء الفؤادي للمعدة والذي بدورة ينشط غدد المعدة لإفراز العصارة المعدية من الانزيمات خاصة الببسين والحمض ، تمدد جدران المعدة يعتبر ايضا منشطا لإفراز العصارة المعدية فعندما تمتلئ المعدة وتتمدد جدارها مما ينبه الأعصاب والتي بدورها تنبه الغدد المعدية على افراز عصارتها .

حركة جدار المعدة Gastric Motility

تتقلص جداران المعدة على شكل حركة دودية خفيفة بمعدل 3 موجات دقيقة وهي تبدأ وسط المعدة ثم تتجه نحو الجزء البوابي وتستغرق عدة دقائق وتقوم هذه الحركة بوظائف هي:

1- تساعد المعدة على القيام بوظيفة مخزن لكمية كبيرة من الطعام

2- تساعد في تجزئة الطعام وخلط الكيموس بالعصارة المعدية

3- تساعد في عمليات تفريغ محتويات المعدة من الكيموس بشكل منتظم ودقيق على شكل دفعات صغيرة الى الأثنى عشر .

عسر الهضم (Indigestion): تتأثر حركة جداران المعدة كثيرا بالحالات النفسية فعند الغضب او الخوف قد تتوقف الحركة الدودية الأمر الذي يؤدي الى توقف تقلصات عضلات المعدة مما يسبب عسر الهضم .

(محاضرة 8)

فسيولوجيا الاعصاب Nerve Physiology

يعد الجهاز العصبي من اعقد اجهزة الجسم في عالم الحيوان ، التي ظهرت نتيجة التطور العضوي . ويبلغ عدد خلاياه البلايين من العصيات ، ويقدر في الانسان بحوالي 10^{10} 10– 10^{11} عصبة . وتوجد اعداد مقاربة من الخلايا السائدة غير القابلة للتهيج او التنبه تسمى بالخلايا الدبقيةGlia Cells ، التي تقوم بمهمة النسيج الرابط للجهاز العصبي ، بالاضافة الى وظائف اخرى منها تغذية العصيات ومنع وصول المواد السمية اليها من الدم . وتتدرج الاجهزة العصبية في تعقيدها فلا يتجاوز عدد العصيات على عشرات او مئات الالاف في بعض اللافقريات . ولمتابعة الخطوات الرئيسة التي مر بها تطور الجهاز العصبي ، يفحص اولا التنسيق الجاري لفعاليات الاحياء الوحيدة الخلية مثل الاميبا والبرامسيوم . في هذه الاحياء نجد ان التنسيق ذو طبيعة كيمياوية والنواة هي مركز السيطرة ولها مقام الدماغ في الحيوانات المتقدمة . فهي مهيمنة على السايتوبلازم الذي يتعامل بدوره مع الوسط الخارجي والمؤثرات السائدة فيه . ويعزى سيطرتها الى اشرافها على بناء البروتينات (بما في ذلك الانزيمات) ولبعض البروتينات القدرة على التقلص وتسهم في تحريك الكائن الحي بوساطة اسواطه او اهدابه وفق ظروف البيئة وعواملها من ضوء وحرارة ومنبهات الية وغيرها .

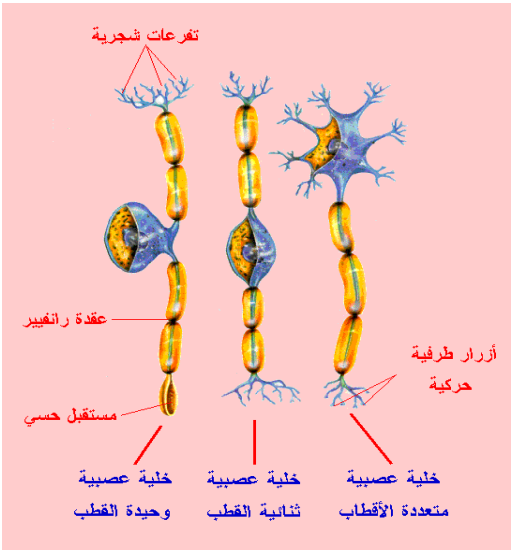
ولفهم عملية التنسيق في متعددات الخلايا لابد من مراعاة جوانب اخرى من اهمها الاتصال بين الخلايا المنتشرة في الجسم ، ولا سيما انها متنوعة ومتخصصة في وظائفها . في الاحياء الصغيرة يبقى الاتصال كيمياوياً ولكن عند بلوغها حجوماً كبيرة يصبح الوقت الذي يستغرقه انتقال المواد طويلاً وتتأخر الاجابة ، ومثل هذا الوضع غير مناسب لحياة الحيوان ولا بقاء نوعه . فقد وجد ان الوقت المطلوب لانتشار الكيمياويات يتناسب طرديا مع مربع المسافة المقطوعة . لا يعني ذلك انعدام هذه الالية كلياً في الحيوانات الكبيرة ، فالتنسيق الكيمياوي قائم في حالتين : الاولى عندما تكون سرعة الاستجابة غير مهمة ، والثانية عند وجود وسيلة لتسريع انتشار المواد مثل دوران السوائل الجسمية ، وهذا مما يحدث فعلا عند انتقال الهرمونات في اجسامنا .

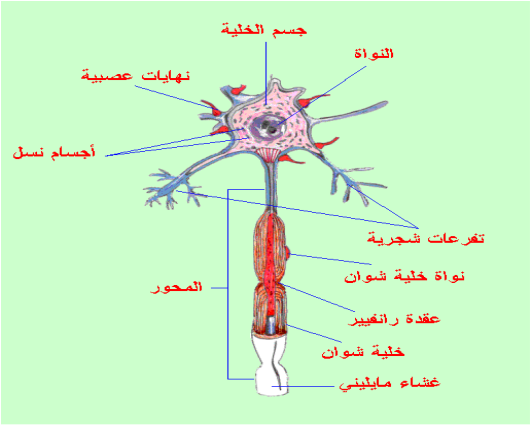
ولتحقيق استجابات سريعة وموضعية بوساطة الالياف العصبية حيث تفرز نهاياتها عوامل كيمياوية تنبه عصيات اخرى او تنبه منفذات مثل العضلات والغدد.

العصبة The Neuron

تعد العصبات من اكبر الخلايا في الجسم ويصل طولها الى اكثر من مئة سنتمتراً وتقسم بحسب عدد زوائدها ، فمنها احادية الاستقطاب Unipolar بزائدة واحدة ، او ثنائية الاستقطاب Bipolar بزائدتين ، او متعددة الاستقطاب Multipolar بزوائد عديدة . وعلى الرغم من اختلافها في الشكل والحجم ، تبقى العصبات متشابهة في بنيتها الاساسية فهي مكونة من جسم الخلية Perikaryon الذي يحتوي على النواة وعلى عدد كبير من المايتوكوندريا ، وعلى جهاز كولجي والجسيمات الحالة والشبكة البلازمية الداخلية في السايتوبلازم . ان كون الاخير غني بالعضيات يؤكد اهميته في تجهيز بقية اجزاء الخلية بالمواد الضرورية لعملها ولغرض الافراز العصبي

تتفرع الزوائد من جسم الخلية وهي اما زوائد صغيرة متعددة وتعرف بالزوائد او البروزات الشجيريةDendrites أو ان تكون بهيئة زائدة او بروز طويل نسبياً يدعى المحور Axon تسرى فيها السيالات العصبية الى عصيات اخرى او الى المنفذات Effectors . ويختلف سايتوبلازم المحور من سايتوبلازم جسم الخلية باحتوائه على النبيبات الدقيقة Micro – tubulesوالخيوط Filaments ، التي تتوضع بموازاة المحور ، ويقتصر على قليل من الجسيمات الحالة . يستنتج من هذا عدم قدرة سايتوبلازم المحور على بناء المواد الاساسية للإدامته ، غير ان ذلك يعوض بتدفق نشط للمواد المطلوبة من جسم الخلية . ينتهي المحور بتفرعات دقيقة تدعى بالتشجرات الانتهائيةTelodendria ومن النواحي الوظيفية تمثل البروزات الشجيرية السبيل لمدخلات الخلية لأنها تجمع المعلومات الواردة بينما تمثل المحاور المخرجات ولو ان لهذه القاعدة بعض الشواذ ، فقد اصبح من المؤكد ان البروزات الشجيرية لخلايا مناطق معينة من الدماغ تعمل كمخرجات اضافة الى عملها بوصفها مدخلات .





الخلايا الدبقية Glial Cells

وهي خلايا مرافقة للخلايا العصبية وظيفتها اسناد الخلايا العصبية في عملها ولا تقوم بنقل الايعاز العصبي عن طريق امدادها بالغذاء وتوفير التوازن الايوني المحيط للخلايا العصبية اضافة الى عملها في ازالة الفضلات ، وهنالك عدة انواع من الخلايا الدبقية وهي : Astrocytes و Microglia و Oligodendrocytes واحد الانواع المعروفة هي خلايا شوان التي ترتب نفسها حول محور الخلية العصبية لتكون الغلاف ألدهني .

انتقال الايعاز العصبي في الليف العصبي :

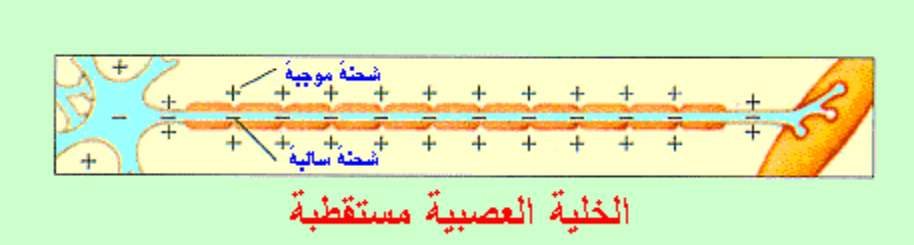
يؤدي التحفيز في منطقة معينة من الليف العصبي الى تغيير في نضوحية الغشاء لايونات الصوديوم والبوتاسيوم وهذا يؤدي الى حدوث جهد الفعل في منطقة التحفيز ، يسري جهد الفعل بسرعة كبيرة من مكان التحفيز الى نهاية الليف العصبي . تفسر ظاهرة انتقال الايعاز العصبي حسب نظرية الدائرة الموضعية . يصبح الغشاء في منطقة التحفيز سالبا على السطح الخارجي محاطة بمنطقة موجبة ، وموجبا على السطح الداخلي محاطة بمنطقة سالبة ، وفي هذه الحالة يحصل فرق في الجهد الكهربائي بين المنطقة المحفزة والمناطق غير المحفزة ، بينما تصبح المنطقة المجاورة لها مختلفة في جهدها الكهربائي بالنسبة لبقية غشاء الليف العصبي . وهكذا تستمر العملية من منطقة الى اخرى على طول الليف العصبي وتدعى هذه العملية بالتفاعل المتسلسل .

تولد الايعاز العصبي

يتولد الايعاز العصبي نتيجة تغيير في درجة استقطاب الغشاء لليف العصبي ، اي عندما يتغير فرق الجهد الكهربائي على جانبي الغشاء اذ ان هذا الغشاء يحمل فرقا في الجهد الكهربائي على جانبيه يسمى جهد الراحة Resting potential نتيجة للتوزيع غير المتكافىء لايونات الصوديوم والبوتاسيوم على جانبيه ، فيكون تركيز ايونات الصوديوم خارج الخلية اعلى من تركيزها داخل الخلية فيما نجد ان تركيز ايونات البوتاسيوم داخل الخلية اعلى من تركيزها خارج الخلية وعليه يكون سطح الغشاء من الداخل سالب الشحنة اما السطح الخارجي فهو موجب الشحنة . ان بالامكان تلخيص العوامل التي تؤدي الى تكوين جهد الراحة في النقاط الاتية:

1- الاختلاف في نضوحية (نفاذية) غشاء الخلية للايونات فهو شديد النفاذية لايونات البوتاسيوم وقليل النفاذية لايونات الصوديوم .
2- الفرق في تراكيز الايونات على جانبي الغشاء .
3- وجود ايونات سالبة عضوية لايمكنها المرور خلال الغشاء بسبب كبرحجمها مثل البروتينات المتأينة .

تحت تاثير هذه العوامل الثلاثة تخرج كميات من ايونات البوتاسيوم الى خارج الخلية وتتراكم على السطح الخارجي للغشاء مع وجود ايونات الصوديوم هناك فيصبح الغشاء موجب الشحنة من الخارج فيما يصبح الغشاء سالب الشحنة من الداخل (الايونات العضوية السالبة التي لا يمكنها العبور) وهذه الحالة تسمى حالة الاستقطاب Polarization



عند تحفيز الليف العصبي يحدث تغيير في نفاذية الغشاء (وهذه نقطة مفصلية في الموضوع) فيصبح شديد النفاذية لايونات الصوديوم (انفتاح قنوات الصوديوم) وقيل النفاذية لايونات البوتاسيوم (انغلاق معظم قنوات البوتاسيوم) وبسبب وجود الصوديوم بكميات كبيرة خارج الخلية وانسجاما مع قانون الانتشار فانه سيتحرك الى داخل الخلية مما يؤدي الى النخفاض فرق الجهد الكهربائي على جانبي الغشاء وتدعى هذه الحالة زوال الاستقطاب **Depolarization** ، وتستمر العملية حتى يتساوى فرق الجهد الكهربائي على جانبي الغشاء بحيث يصبح الغشاء سالب من الخارج وموجب من الداخل تتبع ذلك عودة الغشاء الى سابق عهده من ناحية النفاذية فيعود نفاذا للبوتاسيوم قليل النفاذية للصوديوم وبذلك يرجع الى حالة الاستقطاب **Repolarization** فهو موجب من الخارج وسالب الشحنة من الداخل . ان مجمل الحالات الثلاثة للغشاء (الاستقطاب وزوال الاستقطاب وعودة الاستقطاب) تشكل ما يعرف بجد الفعل **Active potential**.

خواص الايعاز العصبي :

1- يتبع الايعاز العصبي قانون الكل او اللاشيء في تولده ، فعند تحفيز الليف العصبي اما ان يتولد ايعاز عصبي او لايتولد على الاطلاق ، واذا تولد فان قيمته تكون ثابتة وغير معتمدة على قوة التحفيز ، اي يجب ان يتعدى الحافز العتبة Threshold فاذا كان الحافز دون العتبة لايتولد الايعاز .

2- السرعة : تتراوح سرعة سريان الايعاز العصبي بضع سنتمترات في الثانية الى 100 متر . وتعتمد السرعة على عدة عوامل منها :-
أ- نوع الحيوان : سرعة الايعازات العصبية في الحيوانات متغيرة الحرارة اوطأ من سرعتها في الحيوانات ثابتة درجة الحرارة .
ب- الغلاف الدهني : سرعة الايعاز في الالياف النخاعينية اكثر من سرعته في الالياف غير النخاعينية .
ت- قطر الليف العصبي : تتناسب سرعة الايعاز العصبي طرديا مع قطر الليف العصبي .

3- اتجاه سير الايعاز : عند تحفيز الليف العصبي المقطوع من الجسم بواسطة رجة كهربائية يسري الايعاز العصبي في نقطة التحفيز في اتجاهين متعاكسين وبنفس السرعة والقوة .

4- فترة العصيان Refractory Period : بعد التحفيز وتكون الايعازات العصبية يمر الليف العصبي في منطقة التحفيز بفترة زمنية تقدر ببضع ملي ثانية لايستطيع الليف ان يستجيب لحافز ثاني مهما كانت قوته وتدعى هذه الفترة بفترة العصيان المطلقAbsolute Refractory ، تعقبها فترة زمنية ثانية لايستجيب فيها الليف العصبي الا اذا تجاوزت قوة التحفيز حداً معينا وتدعى هذه الفترة بفترة العصيان النسبي Relative Refractory.

5-التلاؤم Accomodation : أشرنا فيما تقدم الى مقاومة المادة الحية للتأثيرات الخارجية وذلك للبقاء في حالة الاستتباب ، وتسلك العصبات هذا السلوك عندما تتعرض الى منبه ، حيث يعاني غشاء العصبة من عمليتين متضادتين أولهما عملية التنبه في حين تكون الاخرى معرقلة لها وتعمد الى تقليل تأثير المنبه أو تأخير الاستجابة وهذه الخاصية تدعى بالتلاؤم . ويحدث التلاؤم عادة عندما يكون المنبه دون العتبة او عندما يستغرق وقتاً طويلاً للوصول الى أقصى شدته.

<u>الظواهر الكهربائية للتنبيه</u> :

ترافق التنبه ثلاث ظواهر كهربائية يمكن متابعتها باستخدام المخططالذبذبي ويوضع مساري التسجيل في موضع التنبيه او على مقربة منه وفي حالة الراحة على جهتي غشاء العصبة .

1) جهد الراحة Resting Potential:

يمثل جهد الراحة في العصبات فرق الجهد الكهربائي بين جهتي الغشاء البلازمي، ، و هذه الجهود تختلف باختلاف الالياف العصبية وتتراوح عادة بين – 50 – 100 ملي فولت .

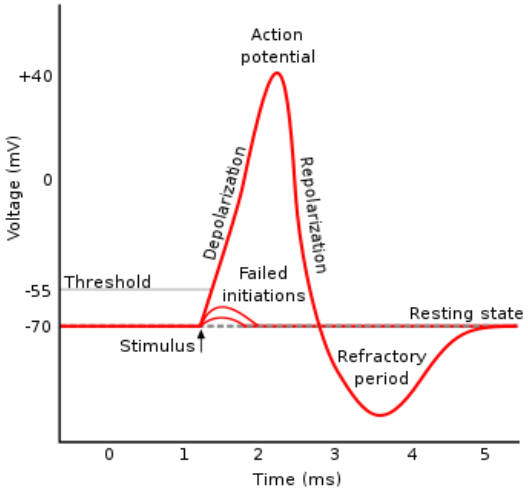
2) التوتر الكهربائي (الجهد الموضعي) Electrotonus :

يخفق الليف العصبي بتوليد جهد فعل منتشر على هيئة سيالة عصبية عندما يهيج لمنبه دون العتبة الخاصة به وتلتقط مسارات التسجيل في المنطقة المنبهة توتراً كهربائياً في الغشاء البلازمي على هيئة ازاحة جزئية لا تبلغ درجة جهد الراحة ويتصف هذا النشاط الكهربائي بكونه غير سار ويتلاشى بسرعة . ان الجهد الموضعي ما هو الا زوال جزئي لاستقطاب الغشاء ، يقاومه الليف العصبي بعملية التلاؤم ليعيد الغشاء الى حالة الراحة قبل ان يبلغ الحد الذي يسمح بقيام جهد الفعل .

3) جهد الفعل Action Potential:

يرافق تنبيه الليف العصبي في منطقة ما على طوله اضطراب في النشاط الكهربائي يبدأ على هيئة جهد موضعي وعند بلوغه عتبة الليف او تجاوزها يتولد جهد سار يطلق عليه جهد الفعل الذي يظهر بشكل موجة حادة عادةً . تنطلق الموجة من مستوى جهد الراحة لتبلغ مستوى الصفر ثم تتجاوزها لتبلغ الذروة (+ 40 ملي فولت) التي تمثل اقصى درجة لانقلاب الاستقطاب . ثم تتنكس لتعود الى فرق جهد يساوي الصفر وينحدر دونه الى ان

تصل الى مستوى جهد الراحة . يتبع ذلك جهد تلوى يسمى ما بعد الجهد السالب Negative After Potentialثم جهد تلوى موجب يسمى ما بعد الجهد الموجب Positive After Potentialقبل ان يستقر النشاط الكهربائي في المنطقة المنبهة عند جهد الراحة . ويرافق الجهدان التلويان الموجب والسالب انخفاضاً وارتفاعاً على التوالي في قابلية الليف على التنبه . ويشار غالبا الى جهد الفعل بالشوكة Spike بسبب المظهر الحاد للموجة ، وعند تحفيز الليف برجات متتالية وبفواصل زمنية تتجاوز زمن العصيان المطلق نحصل على شوكات متواترة .



المستقبلات Receptors

هي محطات لتحويل الطاقة المسلطة على الحيوان بكل انواعها الى طاقة كهربائية على الاغلب بهيئة جهد الغشاء Membrane Potential . ان تاثير المنبه (الطاقة) هو من خلال احداث تغيير في نفوذية الغشاء كما ذكرنا سابقا . ان من اهم خصائص المستقبلات هو تخصصها لنوع معين من المنبهات (الطاقة) كتخصص الاذن للصوت ، والخاصية الاخرى هي قدرتها على تضخيم طاقة المنبه ليكون مؤهلا لاحداث التغيير في فرق الجهد وبالتالي احداث الاستجابة . وباختصار فان المستقبلات هي الوسيلة التي تجهز الجهاز العصبي المركزي بالمعلومات الدقيقة عن التغيرات في المحيط الخارجي بشكل سيالات عصبية لاحداث الاستجابة الملائمة لذلك المنبه.

تنقسم المستقبلات على عدة اسس منها

اولا _ نوع الطاقة التي تستجيب لها : وهي

1_ مستقبلات ميكانيكية وتشمل مستقبلات اللمس (الجلد) والصوت (الاذن).

2- مستقبلات كيميائية وهي مستقبلات التذوق في اللسان والشم في الانف .

3- مستقبلات الاشعاع الكهرومغناطيسي وتتمثل في مستقبلات الضوء في العين.

4_ مستقبلات حرارية وهي مستقبلات الحرارة والبرودة في الجلد .

ثانيا_ مصدر الاثارة وتشمل

1- مستقبلات تتاثر بالمنبهات الداخلية (المتغيرات الداخلية) وتوجد في الاحشاء والعضلات .

2- مستقبلات تتاثر بالمنبهات الخارجية (المتغيرات الخارجية) مثل العينين والاذن والجلد والانف واللسان .

المشبك العصبي Nerve Synaps

يدعى موقع التقاء خلية عصبية معخلية عصبية اخرى بالمشبك العصبي ،فهو الموضع الذي تلتقي فيه نهايات تفرع محور خلية عصلبة مع بدايات التفرعات التشجرية لخلية عصلبة اخرى.

مميزات المشلك العصبي

1- القطبية Polarity ان انتقال الايعاز العصبي فيه يكون باتجاه واحد من الخلية العصبية قبل المشبك الى الخلية العصبية بعد المشبك اي ان المشبك يعمل كصمام يسمح للايعاز بالانتقال من نهاية محور الخلية قبل المشبك الى بداية تشجرات الخلية بعد المشبك (لماذا؟علل) وتفسير ذلك هو بسبب ان المادة الكيميائية الناقلة للايعاز توجد فقط في نهاية المحور ولا توجد في التشجرات .

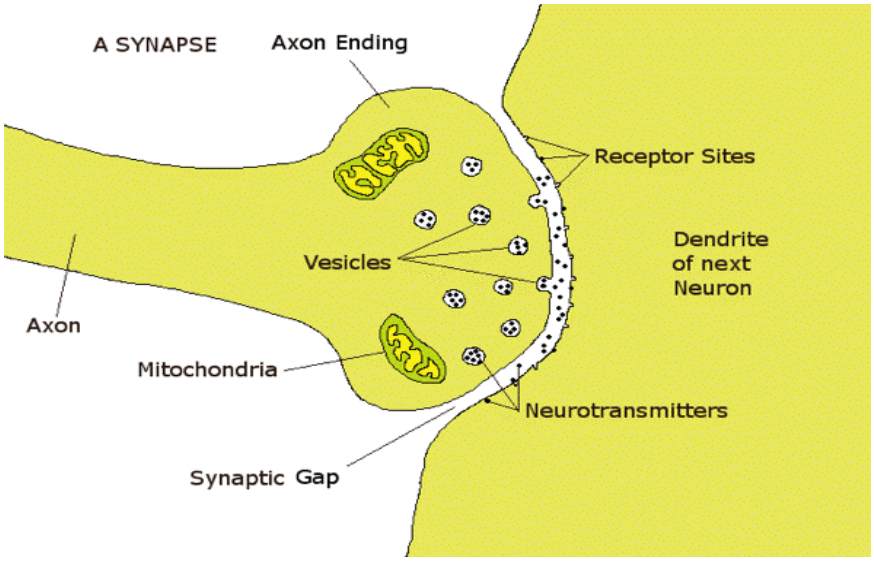
2- الابطاء Delay وتعني ان الزمن الازم لعبور المشبك العصبي من قبل السيالة يفوق الزمن الازم لقطع المسافة نفسها في الليف العصبي (لماذا ؟علل) وان تفسير ذلك هو ان بعض الوقت سيمر لحين انطلاق المادة الناقلة للايعاز لتتمكن من نقل الايعاز الى الخلية بعد المشبك .

3-التيسير Facilitation ان نجاح انتقال المنبه عبر المشبك يتوقف على عدد جهود الفعل (السيالات) فكلما زادت تيسر الانتقال (لماذا علل) وذلك لان كل سيالة عصبية تؤدي الى تحرير كمية من الناقل والتي ستتجمع حتى تصل الى تركيز معين يؤدي الى انعدام الاستقطاب بدرجة كافية لخلق جهد كهربائي اي تكون سيالة عصلبة في الخلية بعد المشبك .

4- التثبيط Inhibition لقد ظهر من تنبيه الخلية قبل المشبك امتناع ظهور التنبيه بعد المشبك وربما يعود السبب الى ان السيالة العصبية الواحدة قد لا تكون قوية بما فيه الكفاية لعبور المشبك .

التركيب الدقيق للمشبك العصبي

اظهرت دراسة التركيب الدقيق للمشلك العصبي انه لا وجود لاتصال فعلي بي سايتوبلازم او غشاء الخليتين العصبيتين قبل وبعد المشبك بل توجد فسحة او فجوة تفصل بينهما وتدعى الفالق المشبكي(Synaptic Gap) Synaptic Cleft يبلغ عمقها يبلغ عمقها حوالي 200=300 انكستروم مملوءة بمادة مخاطية متعددة السكريات . اظهر الفحص المجهري الدقيق لمنطقة المشبك ان نهايات المحور تكون بشكل انتفاخات اطلق عليها اسم الازرار الانتهائية Battons او الاقدام الانتهائية End feets والتي تحتوي على عدد من الاكياس المملوءة بالناقل العصبي Neurotransemetter . لقد ساد الاعتقاد لزمن طويل ان تبادل المعلومات(السيالة العصبية) بين العصيات عبر المشبك يكون على هيئة انتشار كهربائي الى ان قام الباحث اوتولوي بتجربته في العام 1921 والتي اراد بوساطتها اثبات فكرة ان هنالك مادة كيمياوية تتحرر عند نهايات الاعصاب وهي التي تعمل على نقل الايعاز العصبي عبر المشبك .



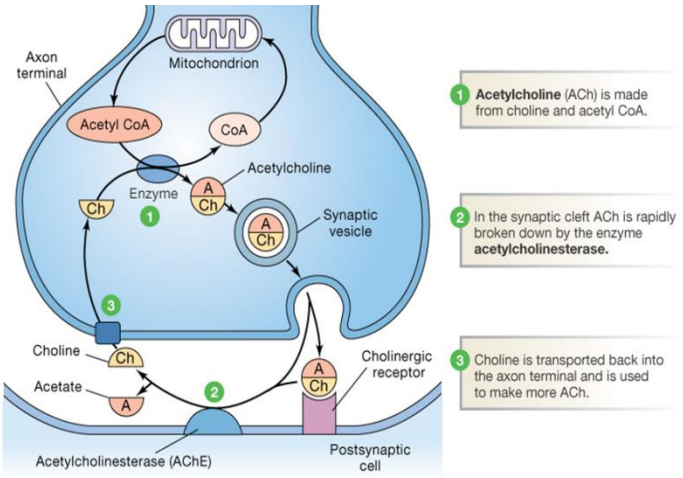
<u>تجربة اوتولوي</u>: انتزع الباحث قلبي ضفدعتين بحيث ترك القلب الاول مرتبطا باعصابه فيما انتزع هذه الاعصاب من القلب الثاني ، بعد ذلك وضع القلب الاول فوق القلب الثاني منزوع الاعصاب وقام بسكب محلول رنكر Ranger fluid بواسطة قمع زجاجي وضعه اعلى القلب الاول بحيث ان قطرات المحلول كانت تنزل من القلب الاول الى القلب الثاني الواقع اسفله بعدها عمل الباحث على تحفيز العصب التائه المتصل بالقلب الاول مما تسبب في تباطىء نبضه (وهذا امر طبيعي) الا ان الملاحظة المثيرة للانتباه هي ان نبض القلب الثاني منزوع الاعصاب قد تباطأ ايضا ، وهكذا استنتج الباحث ان تنبيه العصب التائه في القلب الاول قد تسبب في تحرر مادة كيميائية عملت على خفض نبضه وان هذه المادة انتقلت ذائبة مع محلول رنكر الى القلب الثاني واحدثت فيه ذات التاثير وقد اطلق على هذه المادة اسم الاسيتايل كولين Acetyle Choline .

<u>الية عمل الناقل العصبي الاسيتايل كولين</u>

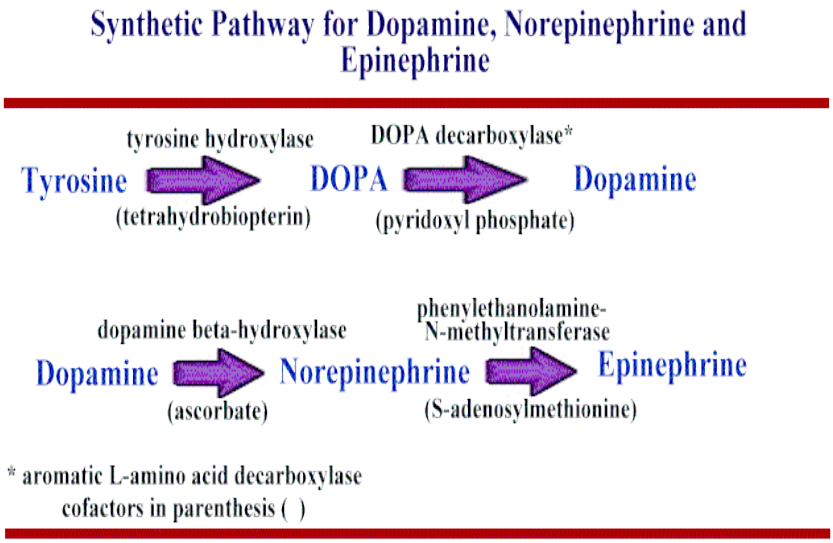
عند وصول السيالة العصبية الى نهايات المحور للخلية العصبية قبل المشبك فان اكياس المشبك تطلق الناقل العصبي الموجود بداخلها الى منطقة الفالق المشبكي ويعتقد ان جهد الفعل المتكون في المنطقة يساعد في دفع هذه الاكياس باتجاه غشاء الخلية قبل المشبك وهو اما سيتمزق او تزداد نفاذيته ليسمح للناقل العصبي بالمرور الى الفالق المشبكي وهناك فان الناقل سيرتبط بالمستقبلات المتخصصة والموجودة على غشاء الخلية بعد المشبك ليحدث فيها زوال استقطاب كاف لخلق جهد كهربائي (فتح قنوات الصوديوم وغلق قنوات البوتاسيوم) اي بمعنى اخر تكوين سيالة عصبية في الخلية العصبية بعد المشبك وهكذا يكون قد تحقق الانتقال للايعاز العصبي .
تبدا بعد ذلك خطوات تحليل الناقل العصبي بوساطة انزيم يسمى Choline Esterase والذي يتحرر من منطقة الفالق المشبكي ويهاجم الناقل العصبي الاسيتايل كولين ويحلله الى مادتي الكولين والخلات Acetateبسرعة تمكن الليف من استقبال ايعاز جديد ولذلك فان منع عمل هذا الانزيم يتسبب في بقاء الناقل ملتصقا بالغشاء بعد المشبك ويمنع عودة استقطابه مما يعني تخريبا للملتقى العصبي العضلي وربما سبب الشلل والوفاة احيانا.

لا يعد الاسيتايل كولين الناقل العصبي الوحيد المتحرر عند نهايات الاعصاب بل توجد مواد اخرى مثل الادرنالين الذي يفرز من نهايات الاعصاب الودية ، وعلى اساس نوع الناقل الذي تفرزه نهايات الاعصاب فانها تقسم الى
1- الياف عصبية كولينية الفعل Cholinergic fibers وهي الالياف التي تحرر مادة الاسيتايل كولين.
2- الياف عصبية ادرينالية الفعل Adrenergic fibers وهي الالياف التي تحرر مادة الادرنالين.

خطوات بناء الناقل الالعصبي الكيميائي
تصنع النواقل العصبية في الازرار الانتهائية Battons في نهايات الالياف العصبية
1- الاسيتايل كولين



2- الادرنالين

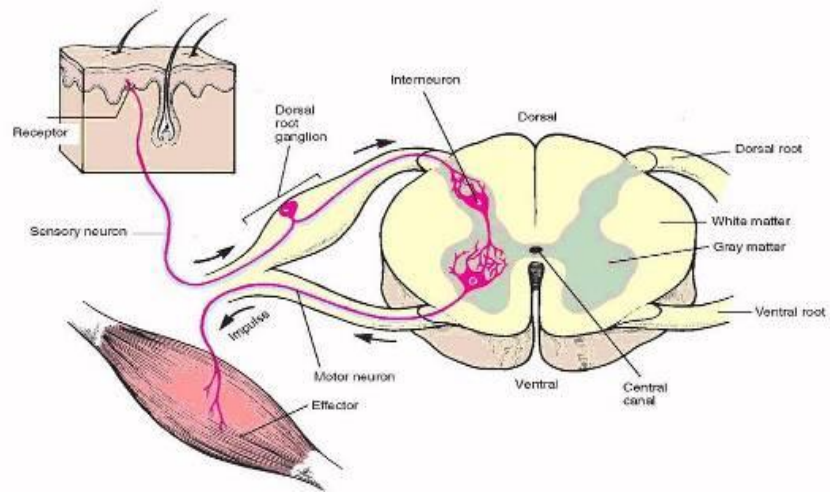


<u>الاقواس الانعكاسية Reflexes</u>
في الوقت الذي تعد فيه الخلية العصبية هي وحدة بناء الجهاز العصبي فان القوس الانعكاسي هو الوحدة الوظيفية فيه. وقد يظهر القوس الانعكاسي على هيئة حركة او افراز ويتالف القوس هذا من خمسة اجزاء هي
1- عضو استقبال كاحد اعضاء الحس مثلا
2- خلية عصلبة حسية
3- خلية عصبية بينية

4- خلية عصلبة حركية

5- عضو الاستجابة (عضلة او غدة)

مثال : عند لمس سطح ساخن تتحرك اليد بسرعة بعيدا عنه وهنا يعد الجلد هو عضو الاستقبال والذي تنتشر فيه نهايات الاعصاب النتاثرة بالحرارة ثم ينتقل الايعاز عبر الليف العصبي الحسي الى جسم الخلية العصبية الحسية الموجودة في العقدة العصبية الشوكية في الجذر الظهري للعصب الشوكي ومنها الى القرن الظهري من المادة الرمادية في الحبل الشوكي ثم الى الخلية العصلبة البينية الموجودة في القرن البطني للمادة الرمادية ومنها الى الخلية العصبية الحركية ومنها الى عضلة الذراع فتتقلص العضلة بعيدا عن الجسم الساخن وهنا تكون عضلة الذراع هي عضو الاستجابة وحركة اليد هي الاستجابة للمؤثر .



++