التنسيق المرمري

- أ.م.د. عدوية الزبيدي
- الاحياء العامة المرحلة الاولى

التنسيق الهرموني

- ان قدرة الكائن الحي على البقاء والمحافظة على استقراره او توازنه تعتمد على قدرته في الاستجابة للتغيرات او المنبهات في بيئته الخارجية وبيئته الداخلية . ففي الحيوانات تكون الاستجابة للتغيرات البيئية الخارجية من اختصاص الجهاز العصبي ، اما **الاستجابة الداخلية فهي من شأن جهاز الافراز الداخلي** ، اما النباتات فهي تستجيب للتغيرات البيئية ابطأ من الحيوانات هي تفتقد الجهاز العصبي والعضلات للحركة لذلك فهي تستجيب للمنبهات الخارجية والداخلية بفعل هرمونات خاصة تسمى الهرمونات النباتية .

- **الهرمونات Hormones**

مادة كيميائية تتكون داخل الغدة الصماء وتنتقل عن طريق الدم إلى العضو الذي يؤثر على وظيفته ونموه .معظم **الهرمونات من النوع المحفز** حيث تقوم بتنشيط أعضاء أو غدد أخرى.

وتختلف الهرمونات النباتية (phytohormones) plant hormones عن الهرمونات الحيوانية animal hormones في ان الاولى تنتجها خلايا غير متخصصه (خلايا مرستيميه قميه في الغالب) اما الثانية فتنتجها غدد خاصه Glands .

اكتشاف الهرمونات

- أ- كلود برنار ١٨٥٥

درس وظائف الكبد أعتبر أن(السكر المدخر في الكبد إفراز داخلي والصفراء إفراز خارجي)

- ب- ستارلنج ١٩٠٥

لاحظ آن البنكرياس يفرز عصارته الهاضمة فور وصول كتلة الغذاء الى الاثني عشر رغم قطع اي اتصال عصبي بين البنكرياس والأعضاء واستنتج ان هناك نوع من التوصيل العصبي و تبين أن الغشاء المخاطي المبطن للاثني عشر يكون إفراز خاص (هرمونات) يسرى في الدم الى البنكرياس ينبهه الى إفراز عصارته الهاضمة و أطلق ستارلنج على الرسائل الكيميائية (الهرمونات) = المواد المنشطة كما ان في بعض الدراسات أمكن التعرف على الغدد الصماء في الجسم الإنسان والهرمونات الخاصة بكل غدة .

-

التنسيق الهرموني في الحيوانات

- لقد عرفت فعالية الافراز الداخلي في الغالبية العظمى من مجموعة اللافقريات ، ففي بعض اللافقريات تفرز الهرمونات من مجموعة خلايا في العقد العصبية Nerve ganglia ، في حين في اللافقريات الاخرى غدد متخصصة تنتج وتحرر الهرمونات . أذ تتأثر فعاليات كثيرة بالهرمونات ومنها النمو والنضج الجنسي والتكاثر والتلون والانسلاخ والتشكل . ويرى البعض ان التئام الجروح في الديدان المسطحة يكون تحت تأثير السيطرة الهرمونية .
- اما في الحيوانات الفقرية فأن جهاز الافراز الداخلي يعمل متضامناً مع الجهاز العصبي من اجل المحافظة على حالة الاتزان ، اذ تساعد الهرمونات على تنظيم النمو والتكاثر وفي تنظيم الايض وموازنة الماء والاملاح وغير ذلك.
- من الناحية الكيمياوية تقع الهرمونات الحيوانية ضمن مجموعة الستيرويدات steroids او ضمن عائلة البروتين (بروتينات ، ببتيدات ، او مشتقات الحوامض الامينية).
- تحرر هذه الغدد الهرمونات الى السائل المحيط بالأنسجة ومن ثم الى الشعيرات الدموية ومن ثم تنتقل هذه الهرمونات الى الأنسجة المستهدفة Target tissue، قد يكون النسيج المستهدف غدة صماء اخرى او يكون هدفاً من نوع اخر مختلف تماما مثل العظم . وفي اغلب الاحيان يقع النسيج المستهدف بعيدا عن مصدر الهرمون .

- **السؤال هنا:** كيف يشخص النسيج المستهدف هرمونه ؟؟؟؟
- **الجواب :** هناك بروتينات مستقبلة خاصة (Specific receptor proteins) تربط موقع المستقبل بالهرمون ، وهذه من العمليات عالية التخصص . ويمكن تمثيل الموقع المستقبل بالقفل والهرمونات بمفاتيح مختلفة ، وعلى وفق ذلك فأن الهرمون المناسب للقفل هو الوحيد الذي يمكنه التأثير في الماكنة الايضية للخلية .
- من الممكن ان تدخل هرمونات عدة مختلفة في تنظيم الفعاليات الحيوية لنوع معين من الخلايا ، لذا ينبغي على معظم الخلايا امتلاك مستقبلات اكثر من نوع واحد من الهرمونات ، وتنتج الهرمونات في احيان كثيرة تأثيراً متعاوناً (اي وجود احد الهرمونات قد يزيد من تأثير الهرمون الاخر).

الصفات الأساسية للهرمونات:

١- التأثير البعيد للهرمون : حيث انه يفرز من غدة ويؤثر علي نسيج بعيد عن مكان الغدة في الجسم.

٢- التخصص الدقيق جدا لفعل الهرمونات : بمعني أن التأثير الذي تحدثه علي عضو ما لا يمكن أحداثه بأي مادة بيولوجية أخري وانه في حالة غياب الغدة أو الهرمون يحدث خلل معين في وظائف الجسم ولا يمكن إزالة هذا الخلل إلا بحقن هذا الهرمون الغائب.

٣- النشاط البيولوجي العالي للهرمونات : حيث أنها تفرز من الغدد الصماء بكميات قليلة جدا (ميكروجرام) ويكون تأثيرا كبيرا جدا .كما تتميز الهرمونات بأنها ذات نشاط حيوي علي درجة عالية من التخصص إذ تكفي كمية ضئيلة جدا من الهرمون لإحداث تغير كبير في النشاط الفسيولوجي للأعضاء.

٤- تتكون الهرمونات من جزيئات صغيرة الحجم لتتمكن من المرور خلال جدران الأوعية الدموية إلي الأعضاء والأنسجة والخلايا.

٥- لا تسبب الهرمونات بيوكيميائية خاصة بل تؤثر علي معدل سير العمليات التي تحدث فعلا في أجهزة جسم الحيوان المختلفة وذلك عن طريق تأثيرها علي الأنظمة الأنزيمية المختلفة بالجسم أو على معدل نفاذية غشاء الخلية للأيونات والكاتيونات والجزيئات والبروتينات والسكريات والدهون.

٦- انتقال الهرمونات للعضو المستهدف يكون سريع بينما رد فعل العضو لهذه الهرمونات يستغرق مده طويلة من عده ساعات إلي بضعة أيام مقارنة بانتقال الإشارات العصبية إلي العضو ورد فعل العضو لهذه الإشارات العصبية

وظائف الهرمونات:Functions Of Hormones

تنظم الهرمونات نشاط كل خلايا الجسم تقريبا:

١- التوازن الداخلي:Homeostasis

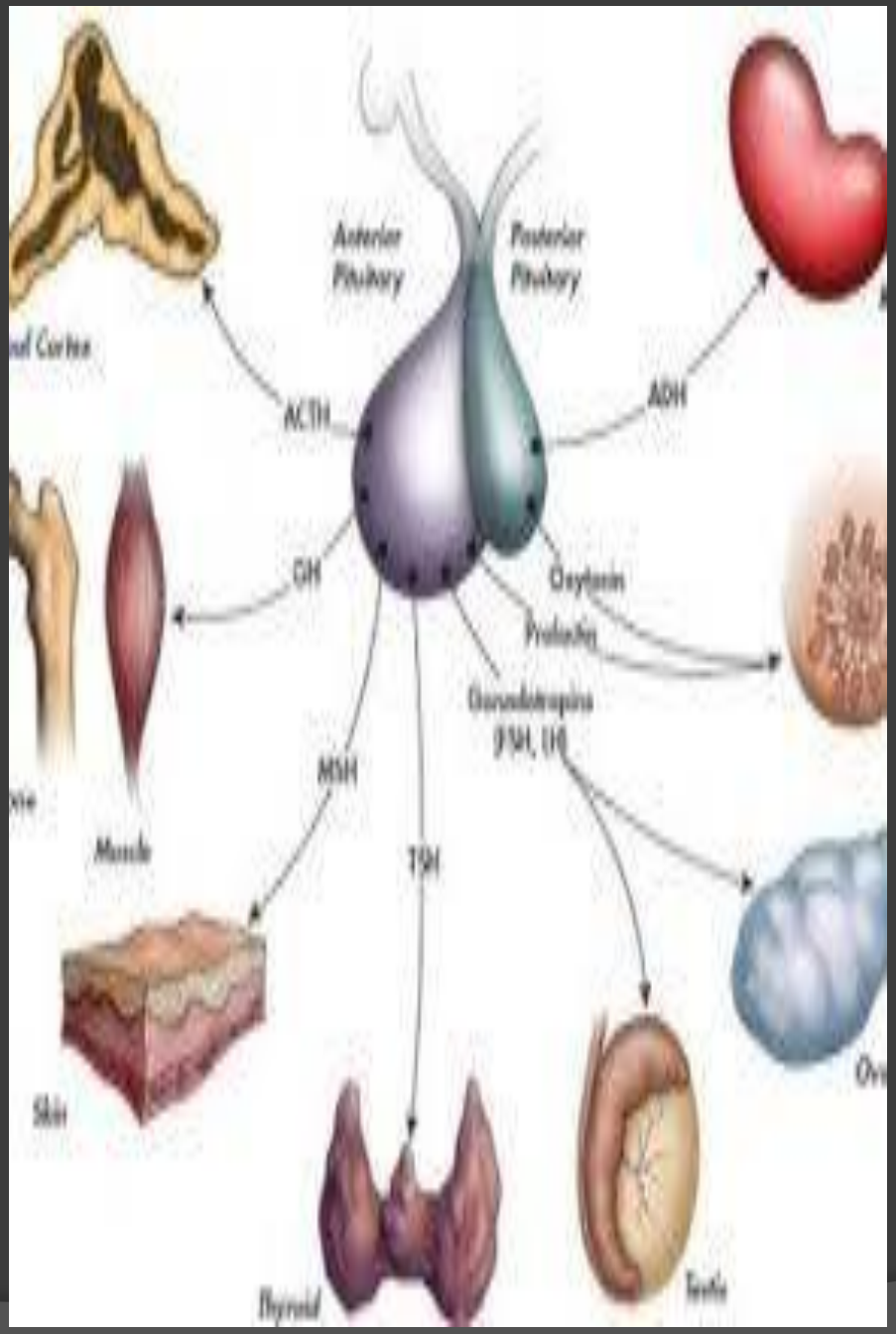
ويعني المحافظة على ثبات الظروف البيئية الداخلية للجسم مثل حجم السوائل خارج الخلايا ، ضغط الدم ، محتوي الإلكترونيات في سوائل الجسم ، مستوى ايونات الكالسيوم والفوسفور بالبلازما ، مستوي السكر في الدم ، كذلك المحافظة علي العظام والعضلات ومخزون الدهن في الجسم كما يؤثر الهرمونات علي عمليات ميتا بوليزم (الايض)في معظم خلايا الجسم فتخليق وهدم الكربوهيدرات والدهون والبروتين وتنظيم بواسطة الهرمونات لمقابلة حاجة الجسم للطاقة أو النمو.

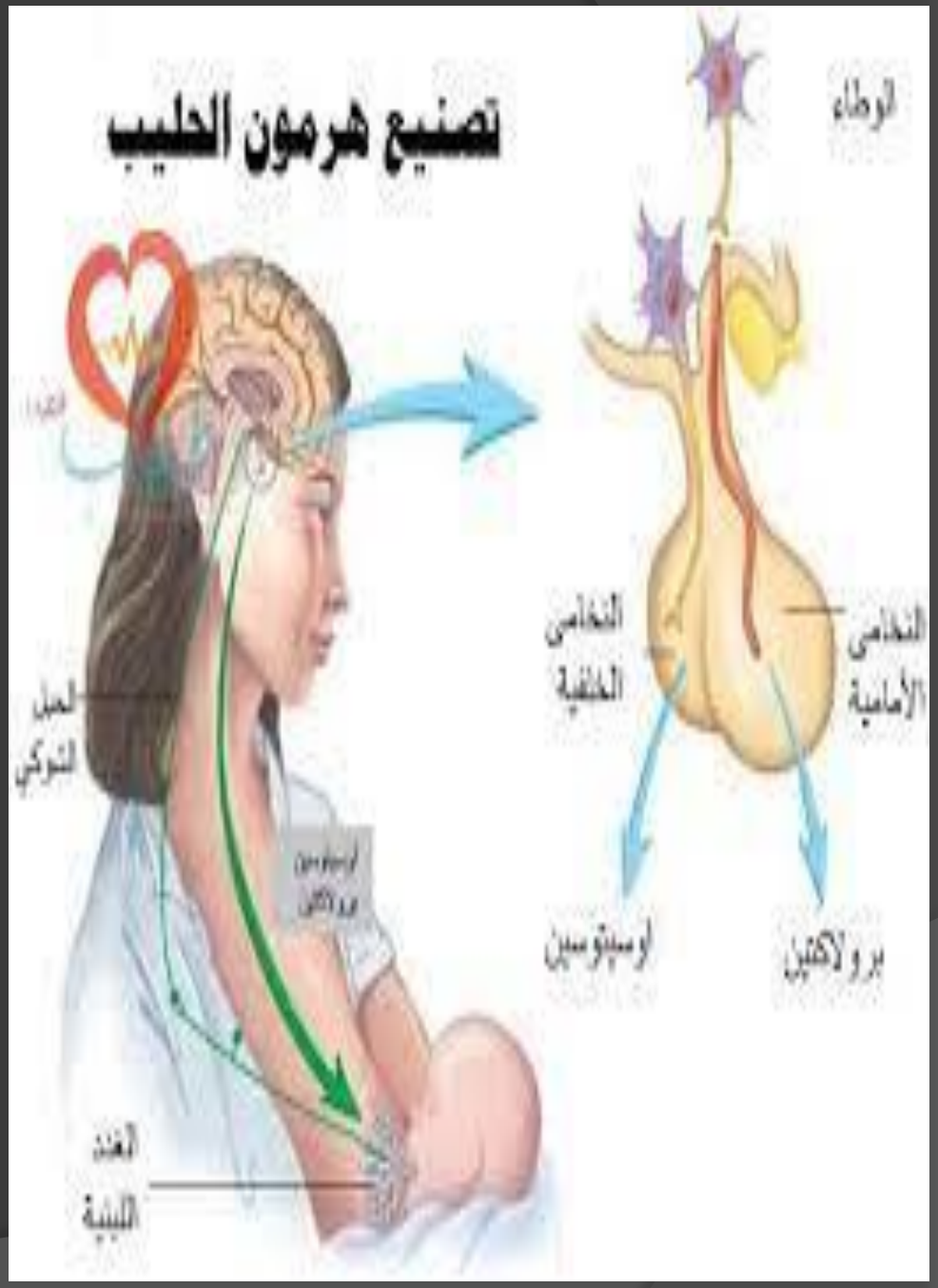
٢- التناسل:Reproduction

الهرمونات المفرزة من الغدد الجنسية مثل الهرمونات الذكرية الهرمونات الأنثوية (الأستروجين_ البروجسترون) وهرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية مثل هرمون النمو GH والبرولاكتين، والهرمون المحدث للتبويض والهرمون المناط لنمو الحويصلات المبيضية تعمل جميعها متداخلة مع بعضها لتنظيم نمو استدامة الأجهزة التناسلية في كلا الذكر والأنثى وإنتاج الكميتات والسلوك الجنسي لكلا من الذكر والأنثى والشكل المظهري لكلا من الجنسين للمحافظة علي النوع .

٣- النمو والتطور:

تساهم معظم الهرمونات في هذا العمل ومن أمثلة ذلك دور هرمون النمو في تنشيط النمو العام للجسم ودور هرمون الثيروكسين على نمو الجسم ونضج الجهاز العصبي المركزي وتحور يرقات الضفادع إلي ضفادع بالغة ودور الهرمونات الجنسية علي نمو وتطور الجهاز التناسلي وتخليق الامشاج


Anterior Pituitary
Posterior Pituitary
ACTH
ADH
GH
Oxytocin
Prolactin
Gonadotropins
(FSH, LH)
MSH
TSH
Muscle
Skin
Thyroid
Testis


تصنيع هرمون الحليب
الوطاء
النخامي الخلفية
النخامي الأمامية
الحبل الشوكي
الغدد الثديية
أوسيتوسين
بروﻻكتين

٤- تكامل الأحداث الفسيولوجيةIntegration :

يساهم فيها الجهاز العصبي مع الهرمونات كما تحدث في حالة انزل اللبن في الأبقار وعملية التبويض في الأرانب.

٥- سلوك الحيوان Animal Behavior :

السلوك الجنسي وسلوك الأمومة يتحكم فيها الهرمونات الجنسية و وهرمونات النخامية وسلوك الجماعة والتجمع وقد يتأثر بإفراز اشارات كيميائية في البيئية الخارجية.

٦- تنظيم الطاقة القابلة للاستفادة Regulation Of Energy Availability :

لكي يعيش الكائن الحي يجب إن يكون قادر علي تحويل الكالوري الموجودة في الغذاء إلي طاقة تخزين جزء منها ليستخدمها فيما بعد ويمكن إن تحويل المخزون منها إلي طاقة عند الاحتياج إليها.

توصل العلماء إلى معرفة الكثير من وظائف الهرمونات عن طريق:

١ – دراسة الأعراض التي تظهر على الإنسان والحيوان نتيجة تضخم غدة صماء أو استئصالها

٢ – دراسة التركيب الكيميائي لخلاصة الغدة والتعرف على أثرها في العمليات المختلفة.

الغدد في الانسان

يحتوى الجسم علي ثلاثة غدد هي:

١ – غدد قنوية Duct Glands :

وهي تسمي بالغدد ذات الإفراز الخارجي Exocrione Glands وتحتوى علي قنوات خاصة تصب بواسطتها الإفرازات أما خارج الجسم مثلما في الغدد العرقية أو الدمعية أو داخل الجسم مثال الغدد اللعابية.

٢ – غدد لا قنوية أو صماء Ductless Glands:

وتسمي بالغدد ذات الإفراز الداخلي Endocrine Glands وليست لها قنوات خاصة تصب افرازتها مباشرة في الدورة الدموية وتؤثر تأثير تنظيما وتسمي إفرازات هذا النوع من الغدد الهرمونات. ومن أمثلتها (السرير البصري ، الغدة النخامية ، الغدة الدرقية ، جارات الدرقية ، الغدة الكظرية ، الغدة الصنوبرية ، الغدة الزعترية والقلب).

٣ – غدد مختلطةMixed Glands:

تجمع بين النوعين السابقين إذا لها قنوات خاصة وفي نفس الوقت تصب إفرازاتها في الدم مباشرة كما في البنكرياس والغدد الجنسية

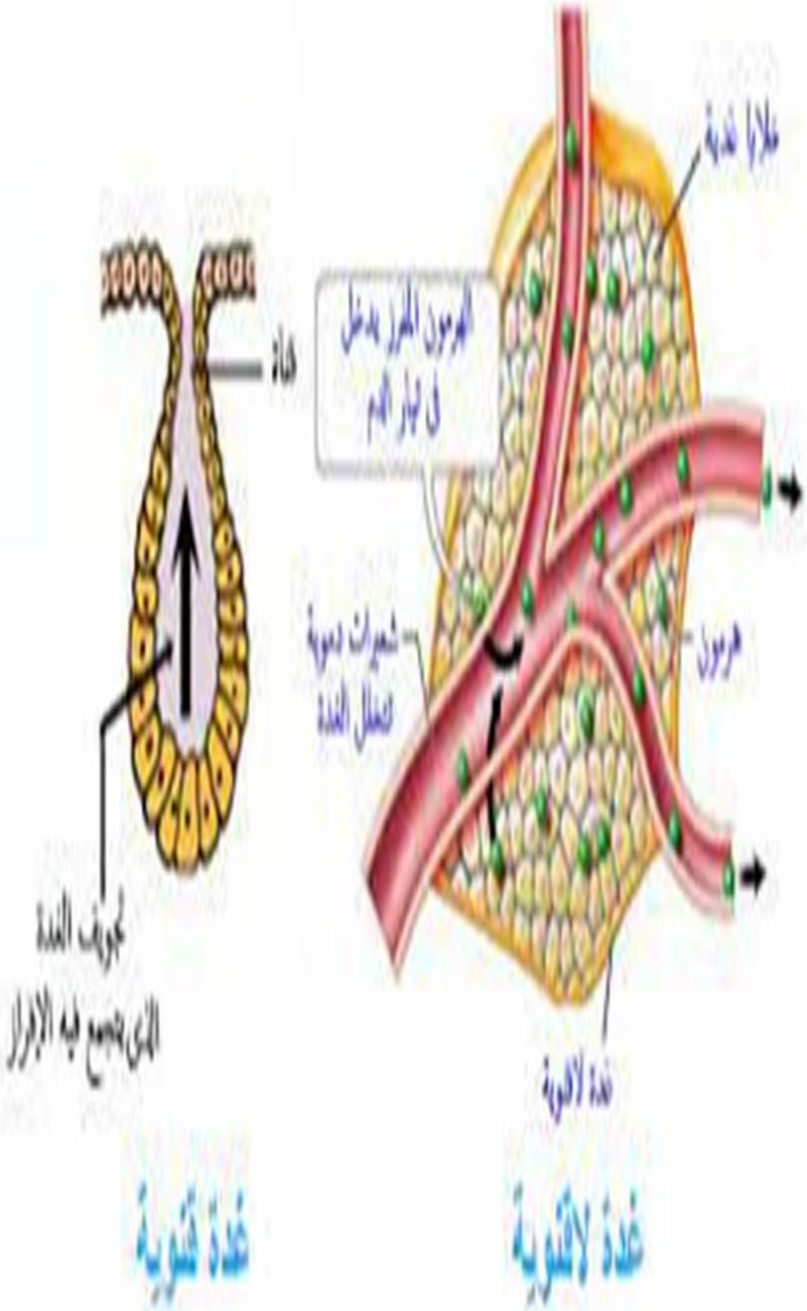
الغدة

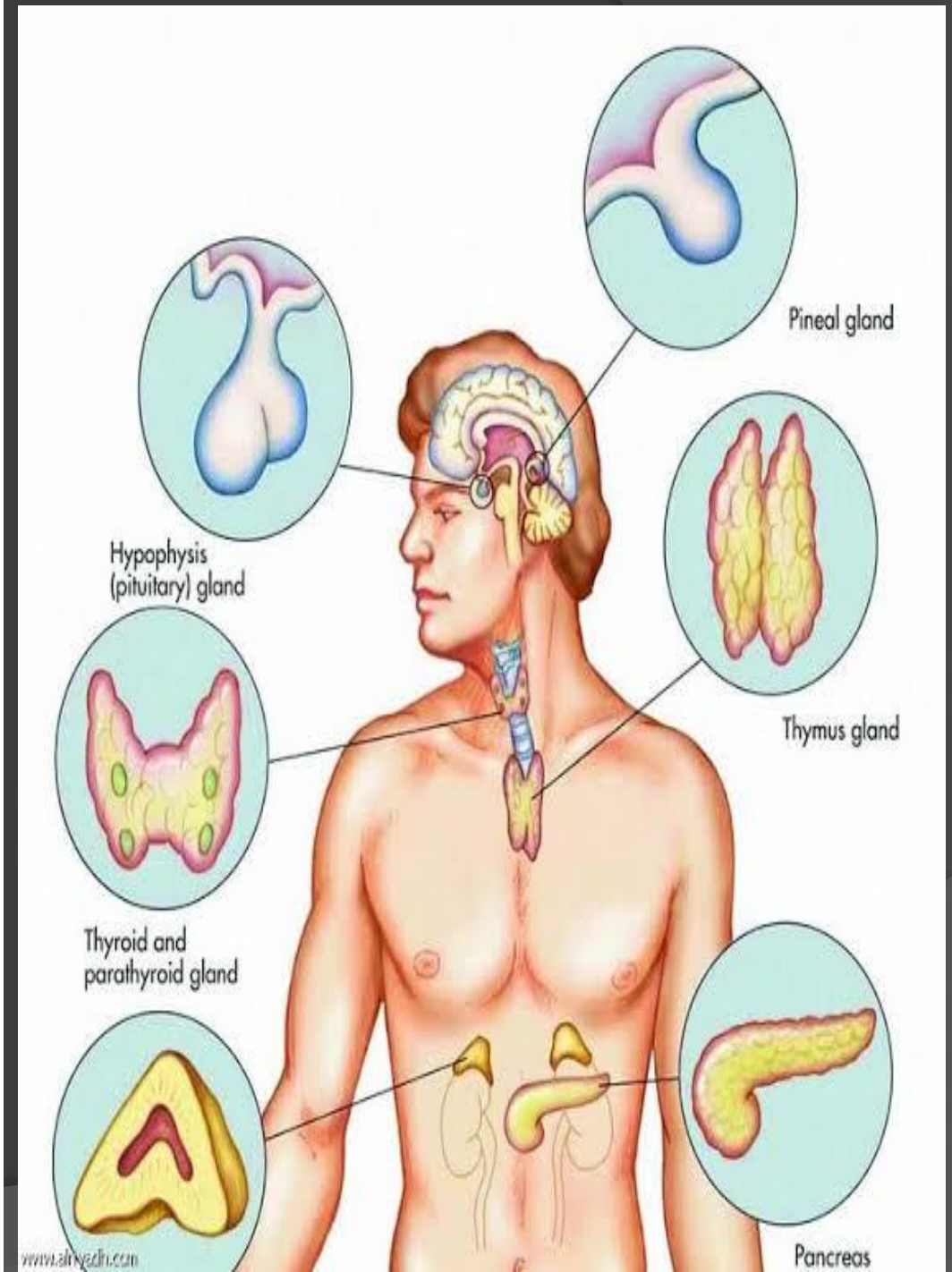
قنوية

- اللعابية
- العرقية
- البنكرياسية

لا قنوية (صماء)

- النخامية
- الدرقية
- البنكرياسية
- الكظرية


غدة قنوية
غدة لاقنوية


Pineal gland
Hypophysis
(pituitary) gland
Thymus gland
Thyroid and
parathyroid gland
Pancreas

جهاز الغدد الصم Endocrine system

عبارة عن جهاز متكامل من الغدد، كل منها تفرز أنواع مختلفة من الهرمونات التي تنتقل عبر الدم. يختلف جهاز الغدد الصم عن الغدد خارجية الإفراز التي بدورها تفرز موادها الكيميائية عبر قنوات.

جهاز الغدد الصماء يشابه الجهاز العصبي بانه ينقل المعلومات، مع انهما يختلفان بآلية العمل. فجهاز الغدد الصم بطيء لكنه مطول حيث يستمر من بضع ساعات إلى اسابيع. لكن الجهاز العصبي فهو سريع لكنه قصير الاثر.

الغدد الصم

الغدد الصماء هي غدد لا قنوية ، تفرز الهرمونات والتي تصب في الدم مباشرة ، ولابد من إفراز هذه الهرمونات بالكميات المطلوبة لكى تؤدى وظائفها على أحسن وجه لأنه اذا زاد إفراز الهرمون أو نقص سيؤدى ذلك إلى اختلال في الوظيفة مما قد يسبب اعراضا مرضية تختلف من هرمون إلى أخر. وهي الجزء الثاني من الأجهزة التى تتحكم فى وظائف الجسم مع الجهاز العصبي ولذلك فإن وظائف الجسم المختلفة تكون تحت سيطرة التحكم العصبي الهرموني.

ان العلم الذي يختص بفعالية الافراز الداخلي بعلم الغدد الصم Endocrinologyوهو من الحقول الجديدة والمثيرة في مجال الطب ، وتكون الغدد الصم متفرقه وموزعه في داخل جسم الحيوان الفقري .

يحتوى جسم الإنسان على مجموعة من الغدد الصماء موزعة فى أماكن متفرقة من الجسم ولكل غدة إفراز خاص بها يحتوى على هرمون أو مجموعة من الهرمونات.

- الغدة النخامية Pituitary gland

وهي سيدة الغدد الصماء نظرا لما تلعبه من دور كبير في تنظيم أعمال الغدد الصماء الأخرى ، توجد في قاعدة الدماغ وتتكون من فصين الأمامي anterior lope والذي له وظيفة السيطرة على النمو والايض والفص الخلفي posterior lopeوالذي له وظيفة السيطرة على الدورة الجنسية ، وتتم السيطرة للفص الامامي بستة هرمونات ذات طبيعة بروتينيه وهذه الهرمونات هي :

١ – **هرمون النمو** Growth hormone (**GH**):وتتضح وظيفته من اسمه حيث أنه له الدور الأكبر في نمو الجسم سواء على مستوى العظام أو الأنسجة، نقص هذا الهرمون في الصغر يسبب قصر القامة وبطؤ النمو، أما زيادته في الصغر فتسبب العملقة..

٢– **الهرمون المحفز للغدة الدرقية** Thyrotrophic hormone (**TSH**):والذي يحفز الغدة الدرقية لإفراز الثيروكسين .

٣– **الهرمون المحفز للغدة الكظرية** Adrenocortic trophic : hormone **ACTH**وهو الذي يحفز الغدة الكظرية لإفراز الكورتيزون.

٤– **هرمون الحليب** **Prolactin (PH)**:وهو المسؤول مع الأستروجين Estrogens عن نمو الثدي و تكوين حليب الأم.

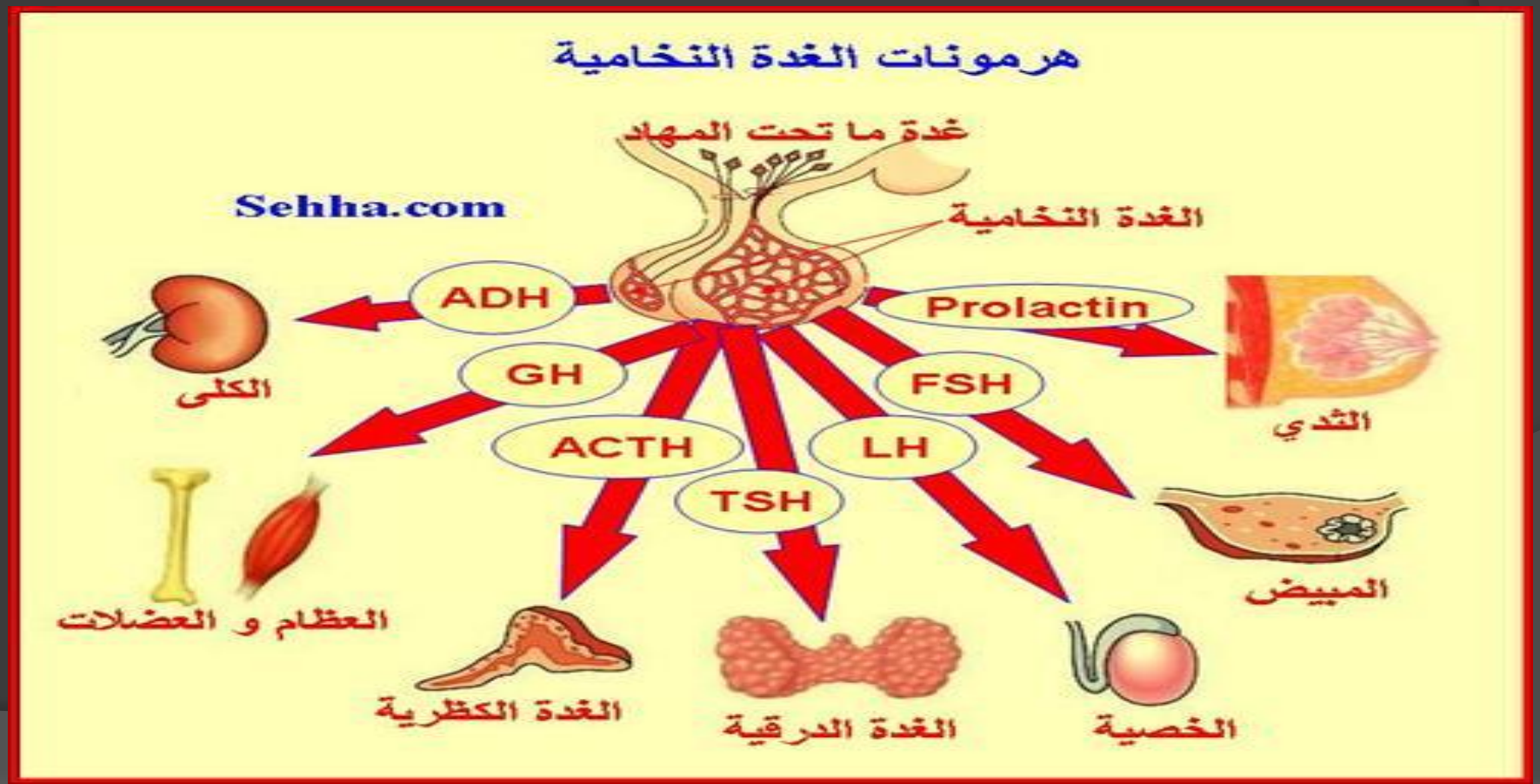
٥– **الهرمون المنبه للحوصلة** Follical stimulating hormone (**FSH**) وهو مسؤول عن تحفيز الخلايا الحويصلية في المبيض على افراز هرمون الاستروجين Oestrogen .

٦– **الهرمون المحفز للجسم الاصفر** Luteinizing hormone (**LH**) : وهو مسؤول عن تحفيز الجسم الاصفر على افراز هرمون البروجسترون Progesterone في مبيض الانثى . ويحفز انتاج وافراز التستوستيرون Testosterone من خلايا في خصية الذكر .

اما الفص الخلفي للغدة النخامية فأنه يفرز هرمونين هما :

١-الهرمون المضاد لغزارة البول (ADH) Antidiuretic hormone ويعمل على الحفاظ على كمية الماء في الجسم عن طريق تركيز البول.

٢-هرمون الاوكسي توسين Oxytocin المحفز لتقلص عضلات الرحم في اثناء الولادة.



الغدة الدرقيه Thyroid gland

توجد هذه الغدة في منطقة الرقبه امام القصبه الهوائيه وتحت الحنجرة ، وتنتج هذه الغدة هرمون الثايروكسين Thyroxin (T4) وهو مركب عضوي معقد يخلق من الحامض الاميني التايروسين tyrosin ويحتوي على اربع ذرات يود في الجزيئه ، والغذاء هو مصدر اليود وبغياب الاخير في الغذاء فأنه لايمكن تخليق الهرمون واهم وظائف هذا الهرمون :

١-يعد الثايروكسين اساسيا للنمو الطبيعي والتكشف ومهما في تحفيز معدل الايض.
٢- ضروري في التميز الخلوي cellular differentiation .
٣- يعمل على زيادة استهلاك الاوكسجين حيث يرتبط بعملية التنفس الخلوي وانتاج معظم انسجة الجسم
٤- يزيد من فعالية هرمون النمو الذي يسيطر على النمو من خلال زيادة تخليق الحامض النووي الرايبوزي RNA والبروتين .

ان معدل فعالية الغدة الدرقية يتأثر بهرمون اخر هو الهرمون المحفز للغدة الدرقية **TSH** الذي يفرز من الفص الامامي للغدة النخامية . فالزيادة في انتاج هذا الهرمون تسبب زيادة في كمية الثايروكسين ، اما الزيادة في كمية الثايروكسين في مجرى الدم فأنها تخفض انتاج هرمون **TSH** . وتضمن هذه الطريقة التجهيز المتزن للثيروكسين .

الغدتان الكضريتان Adrenal gland

وهي تراكيب صغيره وتقع الواحده منها فوق الكلية مباشرة وتتألف كل غدة كظريه من منطقتين خارجيه تعرف بالقشرة الكظريه Adrenal cortex التي تفرز هرمونات ستيرويديه من بينها الكورتزون Cortisone الذي من وظائفه تعجيل عمليات تحويل البروتينات الى كلوكوز.

اما المنطقة الداخلية تعرف بالنخاع الكظري Adrenal medulla فأنه يفرز هرمونات تحفز الجهاز العصبي من الناحية الكيماويه فان الهرمونين متشابهان جدا ويعودان الى مجموعه كيمياويه تعرف بالكاتيكول امين وهما :

١-الادرينالين **Adrenaline**: الذي يتحرر يكميات كبيره الى مجرى الدم عند تعرض الفرد لأجهاد مفاجيء مثل حالات الغضب والخوف والقلق والاثارة والاستفزاز وبأنتشاره في داخل الجسم فأن ضروبا من الاستجابات مثل زيادة ضربات القلب وقوتها وزيادة ضغط الدم وزيادة معدل وانتصاب الشعر.

٢-النورادرينالين Noradrenalin: يسبب زيادة ضغط الدم من خلال تحفيز تلقص الشرايين الصغيره .

التنسيق الهرموني في النبات

الهرمونات النباتية هي مواد عضويه ينتجها النبات بتراكيز قليله تحفز النمو او تثبطه في مناطق عادة ما تكون بعيده عن موقع انتاجها ، وتختلف هذه الهرمونات عن الهرمونات الحيوانية بأنها تنتج من غدد متخصصة.
تشيع في النباتات البذرية خمسة انواع من الهرمونات النباتية ، وهذه الهرمونات تدخل كعوامل مهمه في تنسيق النمو في عموم النبات . قد تعمل هذه الهرمونات منفردة او بنوع من التوازن فيما بينها . وقد يحفز احدها عددا من الاستجابات المختلفة ، فضلا عن ذلك فأن النوع الواحد من هذه الهرمونات قد يحدث استجابة في نظام معين تختلف عن تلك التي يحدث استجابة في نظام نباتي معين تختلف عن تلك التي يحدثها الهرمون نفسه في نبات اخر او عضو اخر من النبات نفسه . من بين المنبهات التي تثير الاستجابات في النباتات هي الضوء والرطوبة والجاذبية والمواد الكيمياوية . وتستجيب الانواع النباتية جميعها للمنبهات البيئية الا ان استجابات النباتات تختلف في سرعتها وفي اتجاه الحركة وفي الاليات التي وراها وغير ذلك . وعلى الرغم من تلك الاختلافات فأن هناك صفات معينه مشتركه في معظم انواع الحركات او الاستجابات ومن اهمها :

١-استلام المنبهات . ٢-نقل هرمونات النمو. ٣-تغيرات في خلايا او انسجه معينه مما يؤدي الى حركتها .
كما هو الحال في الحيوانات فأن في النباتات المنبه قد يستلمه عضو معين من الجسم في حين قد تحدث الاستجابة او الحركة في جزء اخر من النبات . ففي الاوراق على سبيل المثال ، يستلم نصل الورقة الضوء (منبه) ويستجيب عنق الورقة بالانحناء ، مما يشير الى انتقال المنبه من جزء الى اخر في النبات ، ولافتقار النباتات الى التراكيب المشابهة للأعصاب والعضلات في الحيوانات فأن تأثيرات المنبهات المسببة للاستجابات النباتية ينبغي ان تتضمن انواعا اخرى من الاليات الفسلجية.

انواع الحركات في النبات

تظهر النباتات انواعا مختلفة من التفاعلات او الحركات (اي الاستجابات)عند وجود منبهات وتقسم هذه الحركات بشكل رئيسي على اساس الاليات الفسلجية المسببة لهذه الحركات . ومن الحركات الشائعة في النباتات هي تلك التي تحدث في النباتات الزهرية وهي :

- حركات النمو Growth movements

تنتج هذه الحركات بسبب اختلاف معدلات النمو في اجزاء مختلفة من العضو . ويعود هذا الاختلاف في معدلات النمو الى توزيع الهرمون غير المتساوي ، وينحصر حدوث هذه الحركات بشكل رئيس في الاجزاء النامية الفتيه من النبات . ومن اكثر هذه الحركات انتشارا هي تلك المعروفة بألانتحاءات Tropisms وهي حركات او استجابات نمو لمنبهات احادية الاتجاه unidirectional التي تؤثر في جزء من النبات بصورة اقوى مما في جزء اخر.

وتسمى الانتحاءات على اساس المنبهات التي تحدثها اذ تعرف الاستجابة للجاذبية الأرضية بالانتحاء الارضي Geotropism ، وللضوء بالانتحاء الضوئي phototropism وللماء بالانتحاء المائي hydrotropism ولبعض الكيمياويات بالانتحاء الكيمياوي chemotropism ويوصف بان الانتحاء الموجب positive tropism عندما تكون الحركة باتجاه المنبه او انتحاء سالب negative tropisme عندما تكون الحركة بعيدا عن المنبه ، وتبعا لذلك توصف حركة الساق والاوراق باتجاه الضوء بانها انتحاء موجب ، في حين توصف حركه الجذور بعيدا عن الضوء بأنها انتحاء سالب .

٢-الحركات الموضعية nastic movements

يحدث هذا النوع من الحركات كأستجابه لمنبهات غير متجهه non-directional مثل: الحرارة
، وشدة الضوء ، الرطوبه ، اللمس . ومن الامثلة على هذه الحركات تفتح الازهار والاوراق وغلقها .

آلية عمل الهرمونات النباتيه

يعتقد ان الية عمل الهرمون النباتي تتضمن ارتباط الهرمون ببروتين مستقبل receptor protein ولهذا البروتين وظيفة خاصة بتثبيط inhibiting عملية استنساخ transcription عامل وراثي معين او تنشيطه او مجموعه من عوامل وراثيه .

اهم الهرمونات النباتيه

١-الاوكسينات Auxine

هي هرمونات نباتيه تنتجها مناطق فعاله على مستوى الانقسام الخلوي والنمو مثل القمم المرستيميه للسيقان والجذور وهذه الهرمونات تنظم كثيرا من الاستجابات او العمليات الفسلجيه في النبات مثل : استطالة الخلية ، الانتحاء الضوئي ، الانتحاء الارضي .

تشجع الاوكسينات النمو عن طريق زيادة معدل استطالة الخليه وعن طريق انقسام الخلية عند وجودها مع السايتوكينات ، وتكون الاوكسينات اما طبيعيه Natural اي اصلها او مصدرها من النبات مثل الاندول حامض الخليك Indoloacetic acide (IAA) ، او صناعيه Synthetic اي تحضر في المختبرات او المصانع مثل 2,4-dichlorophenoxy acetic acid ، والاكسينات الصناعيه مواد كيمياويه مشابهه للاوكسينات الطبيعيه في التاثير او الفعاليه .

٢-السايتوكينات Cytokinins

وهي الهرمونات التي تتواجد في مناطق النمو السريع ووجودها مع الاوكسينات يساعد على انقسام الخليه ومن الامثله عليه الكاينتين Kinetin و الزياتين Zeatin .

٣-الجبريلينات Gibberellins

وهي هرمونات تعنى بالنمو للنبات وهي تعمل على تثبيط نمو الجذر الرئيس والجذور العرضيه غير انها تحفز استطالة الساق ، نمو البراعم الجانبيه ، تحفز بدء عملية انتاج الاندول حامض الخليك ،وتساعد على استطالة الخلية والانقسام الخلوي وتسبب هذه الهرمونات استطالة السيقان في الضروب المتقزمه لبعض النباتات وهو ما ادى الى الاعتقاد ان السبب الوراثي في التقزم يكمن في احتمال كونها فاقدة لاليات تخليق الجبرلينات .

شكراً لحسن
الإصغاء