٨- الهرمونات Hormones

الأستاذ الدكتور/عبدالحميد يوسف عبدالرحمن

مقدمة :

كلمة هورمون يونانية الأصل ومعناها تنبيه Stimulate وقد استعملت لأول مرة بواسطة العالمين Bayliss and Starling سنة ١٩٠٢ والهرمونات تقوم بالمساعدة فى تنظيم وظائف الجسم اذ أنه من المعروف أن الجهاز العصبى Norvous system هو المنظم الرئيسى لوظائف أعضاء الجسم المختلفة ولكن يحدث تعاون بين الجهاز العصبى والهرمونات فى هذا التنظيم ويجب أن يكون واضح لنا تمام الوضوح أن دور الهرمون تنظيمى فقط (أى يسرع أو يبطئ) عملية حيوية معينة ولكنه لايمدها بالطاقة أو يبدأ هذه العملية الحيوية المعنية فى الجسم أى أن الهرمون يؤثر على معدل عملية حيوية معينة جارية فى الجسم ويكون ذلك غالبا عن طريق تأثير الهرمون على سرعة نشاط الأنزيمات المستخدمة فى هذه العملية .

هذا ويجب أن نفرق بين الهرمون وما يسمى بالمشابهات الهرمونية parahormones وهى هرمونات موضعية Local hormones لاتتوافر لها كل العناصر الثمانية التى سنذكرها فى تعريف الهرمون ومن أمثلة البراهرمون فى الجسم البروستاجلاندين prostaglandins وهى أيضا منظمات فسيولوجية ولكنها تنتج بواسطة العديد من أنسجة الجسم وتأثيرها غالبا يكون موضعى أى لايتعدى مكان انتاجها٠مثال آخر للبراهرمون هو الأريثروبيوتين Erythropoietin وتفرزه الكلية وينبه انتاج كرات الدم الحمراء من نخاع العظام Bone marrow. آخر هذه الأمثلة هو الهستامين Histamine حيث تفرزه الأنسجة المصابة ويحدث تأثيره فقط على الأنسجة المحيطة بمكان افرازه ٠

عزل الهرمونات :

نظرا لأن الهرمونات تنتج بكميات ضئيلة للغاية وفى وقت قصير لذلك فانه ليس من السهل عزلها وبلورتها اذ أن ذلك يتطلب جهدا كبيرا (الهرمونات عرفت من نشاطها قبل معرفة تركيبها الكيماوى) ٠٠ومع ذلك تمكن لفيف من العلماء من عزل وتنقية بعض الهرمونات مثل الهرمونات الستيرويدية Steroid hormones وهرمون الثيروكسين وأمكن تحضير الأنسولين فى صورة نقية ٠

تعريف الهرمون Defination of hormone

يمكن تعريف الهرمونات على أنها:

١ - منظمات فسيولوجية.

٢ - تركيزات ضئيلة منها تكون فعالة فى احداث التنظيم.

٣ - تخلقها خلايا حية .

٤ - هذه الخلايا توجد فى شكل غدد.

٥ - هذه الغدد تصب افرازاتهامباشرة فىمجرى الدم (غدد لاقنوية).

٦ - هذه الافرازات تنقلها الدورة الدموية الى خلايا أو أعضاء معينة بالجسم.

٧ - تقع على مسافة من الغدة.

٨ - تؤدى الى احداث تأثيرات معينة فى هذه الخلايا أو الأعضاء.

ويمكن القول أن الهرمون عبارةعن مركب أو مادة عضوية التركيب قد تكون بروتينية و غير بروتينية وتفرزمن غدد صماء وتنقل عن طريق الأوعية الدموية أو عن طريق الأنسياب على الأحبال العصبية وتذهب الى العضو حيث تلزم بكميات قليلة وتحدث تأثيرها مثبطة أو منشطة لوظائف معينة فى هذا العضو ثم تنهدم وتخرج من الجسم وعلى ذلك تكون الهرمونات مواد منظمة وتعمل بكميات بسيطة Trace amounts .

يمكن القول بأن التفاعلات الكيموحيوية التى تتم فى الخلية الحية تتم وفق نظامين أساسيين:

١ - نظام التغذية Feed back

وهى تتم بواسطة تفاعلات محدودة داخل الكائن الحى مثل تحول ADP الى ATP أو العكس وفى هذه التفاعلات يتم اكتساب الطاقة وتخزينها الى وقت الحاجة اليها

٢- نظام عصبى

مرتبط بنظام هرمونىويوجد فى الكائنات الحية العديدة الخلايا وتفاعلات هذا النظام تحدث فى الأنسجة العصبية وتؤثر عليها الهرمونات.

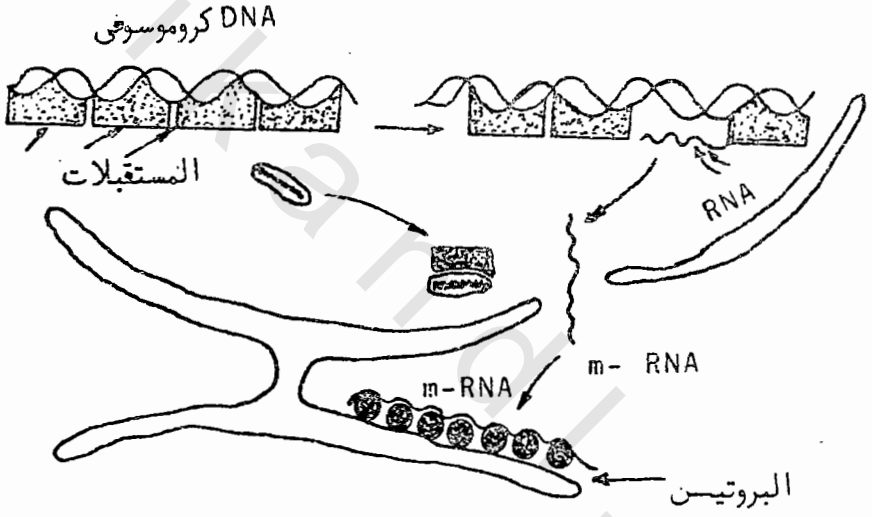
التمثيل الحيوى للهرمونات Metabolizm of hormones

الهرمونات مواد منظمة وتعمل بكميات بسيطة Trace amounts كما سبق القول وهى مواد تفرز داخليا وتنتج بواسطة الكائن الحى وهذه الصفة هى عكس الفيتامينات حيث أنها مؤثرة وبكميات بسيطة ولكن يجب أن تؤخذ من الوسط الذى يعيش فيه الكائن الحى والقليل من الغدد مثل الغدة الدرقية thyroid gland تخزن كمية من الهرمونات الناتجة والبعض الآخر يخرج هرموناته فى الدورة بنفس المعدل الذى يكونه ومثال ذلك الغدة فوق الكلية. وبعض الكائنات

الحية لديها فيضان من الهرمونات حيث أن الهرمونات تعمل مع الأنزيمات خلال عملية الهدم Degradation والبناء Synthesis سواء فى الانسان أو الحيوان وأمكن معرفة ودراسة المسارات الحيوية Biochemical pathways ومعرفة دور الهرمونات المثير خلال عمليات الميتابوليزم الوسيط.

نوع النشاط الهرمونى Mode of action of hormones

للهرمونات تأثيرات كيماوية وفسيولوجية وعادة فان التأثير الكيماوى يظهر بسرعة فى حين يتأخر ظهور التأثير الفسيولوجى كثيرا بعد التأثير الكيماوى والهرمونات بجانب الأنزيمات تقوم ببناء البروتينات وأمكن دراسة هذه العملية فى البكتيريا .



شكل ٨ - ١ يوضح عمل الهرمونات والأنزيمات فى بناء البروتين ويظهر DNA الكروموسومى مغطى بواسطة المستقبلات Repressors .

والهرمون يصطاد المستقبل والجين المقابل يبدأ فى بناء m-RNA الذى يهاجر الى السيتوبلازم ويبأ مباشرة فى بناء البروتين المطابق أو المقابل.

والشكل المرفق يوضح رسم تخطيطى لنشاط الهرمونات مع الأنزيمات فعلى اليسار يظهر Chomosomal DNA مغطى بواسطة المستقبلات Repressors حيث أن الهرمونات تصطاد الواصفات ثم تقوم الجينات المقابلة بانتاج m-RNA الذى يقوم بالهجرة الى السيتوبلازما ثم يتم بناء البروتين المقابل.

تقسيم الهرمونات Classification of hormones

يمكن تقسيم الهرمونات الى ثلاث مجموعات رئيسية على أساس تركيبها الكيماوى وتفاعلاتها الحيوية وهذه المجموعات الثلاثة هى :

١ - الهرمونات السيترويدية Steroid hormones

٢- الهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية Amino acid derived hormones

٣- الهرمونات الببتيدية والبروتينية Peptide and protein hormones

وقد ذكر البعض أنه من الناحية الكيماوية يمكن تقسيم جميع الهرمونات التى تنتج من الجسم الى قسمين رئيسيين:

١ - هرمونات بروتينية وجليكوبروتينية Protein and glycoprotein hormones

هذه الهرمونات تتكون من الأحماض الأمينية وقد يحتوى الهرمون علاوة على الأحماض الأمينية جزئ كربوهيدراتى وبذلك يصبح جليكوبروتين هرمون. وتخليق هذه الهرمونات داخل الغدد المنتجة لها يتوقف على وجود المادة الخام المناسبة Proper substrate وتوافر مصدر للطاقة وأخيرا على وجود التنبيه البيولوجى المناسب وهذه الهرمونات يمكن تقسيمها تبعا لوزنها الجزيئى الى:

أ - هرمونات بروتينية Protein hormones

وهى تشمل الهرمونات التى يكون وزنها الجزيئى أكثر من ١٠ر٠٠٠ دالتون ومن أمثلتها: هرمونات النخامية الغدية Adenohypophysis مثل هرمون النمو Growth hormones وهرمون البرلاكتين Prolactin .

بعض الهرمونات البروتينية تحتوى فى تركيبها على جزء كربوهيدراتى علاوة على الأحماض الأمينية وهى أيضا تنتج من النخامية الغدية ومن أمثلتها الرمون المنبه لنمو الحويصلات المبيضية Follicle stimulating hormones (FSH) وهرمون التبويض Luteinizing hormones (LH) والهرمون المنبه للغدة الدرقية(TSH) Thyroid stimulating hormone.

ب - هرمونات عديدة الببتيدات Polypeptide hormones

وزنها الجزيئى أصغر من الهرمونات البروتينية اذ أنها تكون أقل من ١٠ر٠٠٠ دالتون وتشمل هرمون الأنسولين Insulin والجلوكاجون Glucagon وهرمونات الفص العصبى للغدة النخامية Antidiuretic Oxytocin hormones (ADH) وهرمون الكالسيتونين Calcitonin وهرمونات الجهاز الهضمى.

جـ - هرمونات مشتقة من الأحماض الأمينية Amino acid deriratives

مثل هرمونات نخاع الأدرينال Noroepinephrine, Epinephrine وهرمونات الغدة الدرقية : الثيروكسين Triiodothyronin, Thyroxine وهذه المجموعات عباره عن مشتقات من الحمض الأميني تيروسين Tyrosine ويجب ملاحظة عدم اعطاء هرمونات جميع الأقسام السابقة عن طريق الفم واعطائها تحت الجلد حيث أن أنزيمات الجهاز الهضمى تؤدى الى تكسيرها وبالتالى عدم استفادة الجسم منها.

٢ - هرمونات أستيرودية Steroid hormones

تضم هرمونات قشرة الأدرينال Adrenal cortical hormones والهرمونات التى تنتجها الغدد الجنسية Gonadal hormones والمادة الأساسية التى تخلق منها الهرمونات واحدة وهى الخلات Acetate والتى تتحول الى كوليسترول Cholesterol ثم تحدث بعض التغيرات فى الكوليسترول ونوعية هذه التغيرات تحدد نوع الأستيرويدهرمون المفرز والهرمونات الستيرودية Steroid hormones يمكن تقسيمها الى:

أ - استيرويدات تحتوى على ٢١ ذرة كربون وهى :

١ - هرمونات قشرة الأدرينال Adrenal cortical hormones

٢- هرمون البرجسترون Progesterone

ب - هرمونات تحتوى على ١٩ ذرة كربون :

مثل هرمونات الذكر والتى أهمها التستسرون Testosterone

جـ - هرمونات تحتوى على ١٨ ذرة كربون:

مثل هرمونات الأنثى المسماه بالأستروجينات Estrogens

أولا: هرمونات قشرة الأدرينال Adrenal corticoids

وهى كما ذكرنا هرمونات استيرويدية وأهم هذه الهرمونات:

١ - الالدوسترون Aldosterone

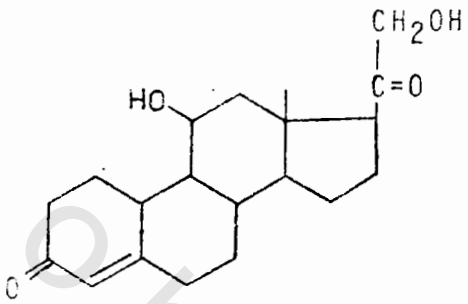
٢- الكورتيكوستيرون Corticosterone

٣- الكورتيزول Cortisol

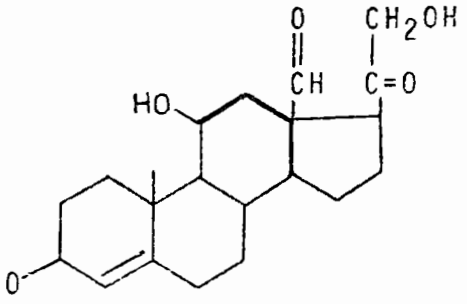
٤ - كورتيزون Cortisone

٥- دى أكسى كورتى كوستيرون Deoxy corticosterone

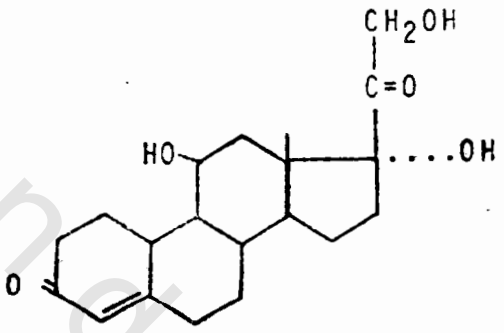
٦ - (١٧-هيدروكسى دى أوكسيكورتيكوسترون) 17- OH deoxy corticosterone



3 mg
Corticosterone



الدوستيرون
0.3 mg
Aldosterone



10 - 20 mg
Cortisol

الكمية المنتجة بواسطة الجسم يوميا

هذه الهرمونات تخلق وتفرز من قشرة الأدرينال والتى تشكل حوالى ٣/٢ غدة الأدرينال بينما يشكل نخاع الغدة الثلث الباقى الداخلى.

الوظائف العامة لهرمونات قشرة الأدرينال

General funcions of adrenal corticoids

(القيمة الحيوية لهرمونات قشرة الأدرينال)

من الناحية الوظيفية يمكن تقسيم هرمونات قشرة الأدرينال الى مجموعتين:

١ - هرمونات مسئولة عن مستوى الأملاح فى الجسم وتسمى Mineralo Corticoids وهذه تنظم مستوى الصوديوم والبوتاسيوم فى الجسم وأهمها هرمون الألدوستيرون.

obeikandl.com

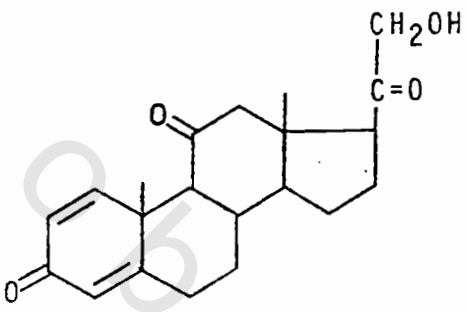
٢ - هرمونات تؤثر على تمثيل الكربوهيدرات فى الجسم وتسمى جلوكوكورتيكويد عن طريق تأثيرها على عملية الـ Gluconeogenesis أو تصنيع السكر من مصادر غير كربوهيدراتية وأهم هرمونات هذه المجموعة هرمون الكورتيزول والكورتيكوسترون والكورتيزون ٠كما أن هرمونات هذه المجموعة تؤدى الى تكسير الدهن فى الأنسجة الدهنية الى جليسرول وأحماض دهنية وأيضا تزيد من تكسير بروتين العضلات وتحويله الى أحماض أمينية٠

كل تلك المكونات تستخدم فى عملية تصنيع السكر من مصادر غير كربوهيدراتية فى الكبد أو مايسمى جليكونيوجنسيس Glucokeogenesis وعلاوة على ذلك فان هرمونات هذه المجموعة تزيد فى عملية تحويل الجلوكوز الى جليكوجين فى الكبد وهو مايسمى Glucogenesis.

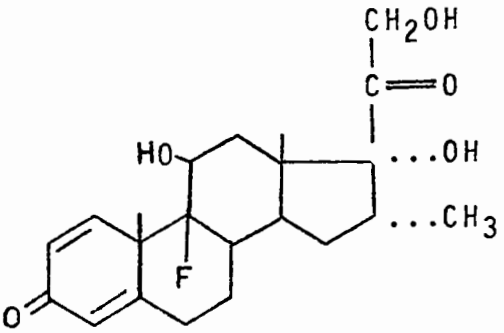
أحد الأعضاء الهامة التى تؤثر عليها هرمونات الـ Mineralocorticoids هى الكلية حيث يعمل هرمون الألدوسترون على زيادة امتصاص الصوديوم من الأنابيب الكلوية واعادته الى الدم ويسبب الهرمون قلة امتصاص البوتاسيوم ولذلك فان نقص مستوى هرمون الألدسترون يؤدى الى العكس حيث يقل امتصاص الصوديوم من الأنابيب الكلوية ويزداد افرازه فى البول وبالتالى يقل مستواه فى الدم بينما يزداد امتصاص البوتاسيوم ويقل افرازه فى البول ويرتفع مستواه فى الدم٠ تأثير هرمونات الجلوكوكورتيكويد يكون على العضلات والكبد ويؤدى الى نزع مجموعة الأمين deamination من الأحماض الأمينية وتحويلها الى أحماض كيتونية حيث تدخل دورة كربس Krebes cycle وتصبح مصدرا للطاقة أو تستعمل كمادة أساسية لبناء الجلوكوز ولذلك فان هذه الهرمونات تحافظ على مستوى سكر الدم فى الحيوان الصائم٠

وتؤثر هرمونات قشرة الأدرينال تأثيرا كبيرا على الأنسجة المصابة حيث تؤدى هرمونات الـ Mineralocorticoids الى زيادة التهاب الأنسجة بينما تعمل الـ Glucocorticoids على نقص التهاب هذه الأنسجة٠ وعلى ذلك نستطيع أن نستنتج أن الخلل فى نظام هذه الهرمونات يؤدى الى الموت فى غضون أيام قليلة٠

وهرمونات الغدة فوق الكلية لها تأثير علاجى على العديد من الأمراض مثل أمراض المفاصل والالتهابات الجلدية ووجد أن تعديل تركيبها الكيماوىخاصة بعد وضع ذرة فلور أو مجموعة ميثايل فى المركب يؤدى الى تكوين مركب ذو صفات مختلفة عن المركب الأصلى والمثال على ذلك المركبين Prednisone & Dexamethasone: فكلاهما له صفات عالية ضد التهاب الأعصاب ولكن تأثيرهما أقل على ميتابوليزم المعادن٠



Prednisone



Dexomethasone

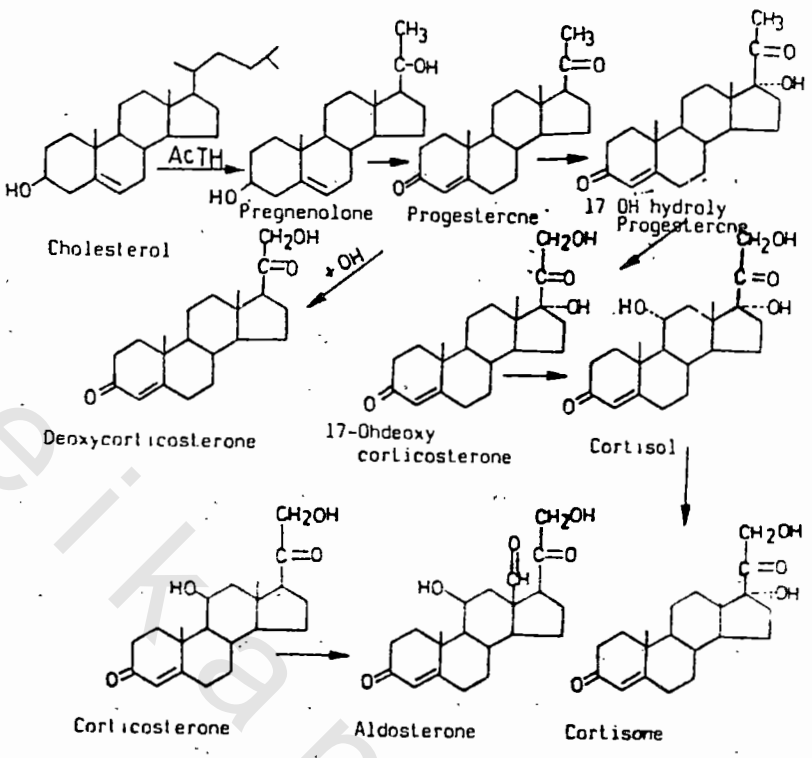
التركيب الكيماوى لهرمونات قشرة الأدرينال:

جميع هرمونات قشرة الأدرينال عبارة عن أستيرويدات Steroids بها ٢١ كربون كما أن جميع هذه الهرمونات بها مجموعة الدهيد عند كربون ٣ - رابطة زوجية بين كربون ٤، ٥ - مجموعة الدهيد عند كربون ٢٠ ومجموعة هيدروكسيد عند كربون ٢١.

التمييز بين الجلوكوكورتيكويد والمنيرالوكورتيكويد يعتبر سهلا حيث أن الأولى بها مجموعة هيدروكسيل فى الوضع ألفا عند كربون ١٧ بينما لاتوجد فى الدورة ويزداد النشاط البيولوجى لهرمونات هاتين المجموعتين باضافة اكسجين سواء على صورة الدهيد أو هيدروكسيدعند كربون ١١ .

تحدث زيادة كبيرة فى النشاط البيولوجى لهرمونات المنيرالوكورتيكويد باضافة أكسجين عند كربون ١٨ كما فى حالة هرمون الألدوسترون الذى يعتبر أكثر هرمونات هذه المجموعة تأثيرا.

obeikandl.com



شكل ٨-٢ خطوات تصنيع هرمونات قشرة الأدرينال .

ثانيا: الهرمونات التى تنتجها الغدد الجنسية أو هرمونات الجنس Sex hormones

تفرز هذه الهرمونات من الغدد الجنسية حيث فى الذكر تفرز من الخصية testes وفى الأنثى تفرز من المبيض ovary ولذلك يطلق عليها أحيانا هرمونات الغدد الجنسية Gonadal steroid hormones ويتم تصنيع جميع الهرمونات الأستيرودية من الكولسترول الذى ينتج من الأسيتات ويحدث ذلك على الشبكة الأندوبلازمية الناعمة Smoth Endoplasmic Reticulum وتختصر SER يتم بعد ذلك انتقال الكولسترول الى الميتوكوندريا Mitochondria حيث يحدث فصل المجموعة الجانبية للكولسترول بين كربون ٢٠ ، ٢٢ لينتج الـ pregnenolone الذى يتحول الى progesterone على الشبكة الأندوبلازمية ويحتوى البروجسترون على ٢١ كربون وتعتبر مجموعة الكيتون على كربون ٣ والرابطة غير المشبعة بين كربون ٤ ، ٥ مهمين لنشاط الهرمون ويعتبر المادة الخام لتخليق هرمونات الذكر Androgens التى تحتوى على ١٩ ذرة كربون. وأهم هرمونات الذكر هو هرمون الـ Testosterone وتعتبر مجموعة الكيتون على كربون ٣ ومجموعة الهيدروكسيل (OH) على كربون ١٧ مهمين للنشاط البيولوجى للهرمون. وتفرز هرمونات ذكرية أخرى من الخصية ولكنها أقل من هرمون التستوسترون فى نشاطها البيولوجى كما أن الكمية المفرزة منها أقل من التستوسترون مثل هرمون

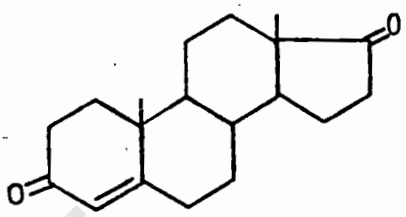
الأندروستين دايون Androstene dione والداى هيدروتستترون Dihydrotestosterone والـ Androsterone وتحتوى هرمونات الأنثى المعروفة بالأستروجينات Estrogens على ١٨ ذرة كربون وهى تنشأ من هرمونات الذكر Androgens عن طريق استبعاد (فصل) مجموعة الميثيل الموجودة على كربون ١٩ وتكوين ثلاث روابط غير مشبعة على الحلقة A فى الهرمون وأهم الأستروجينات وأقواها فى النشاط البيولوجى هو هرمون Estradiol - 17 B يليه الـ Estrone.

وظائف الهرمونات الجنسية Functions of sex hormones

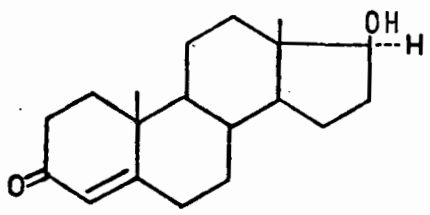
الهرمونات الذكرية Androgens-Androgenic hormones-male sex hormones

فى الذكر يعتبر هرمون الـ Testosterone المفرز من الخلايا البينية فى الخصية مسئول عن نمو الأعضاء الجنسية الثانوية ونشاطها الافرازى. هذا وتفرز الأعضاء الجنسية الثانوية فى الذكر مواد تعتبر مصدرا للطاقة الازمة لتغذية الحيوان المنوى عقب القذف Ejaculation كما أنها تحافظ على الـ pH المناسبة لنشاط الحيوانات المنوية فى السائل المنوى.

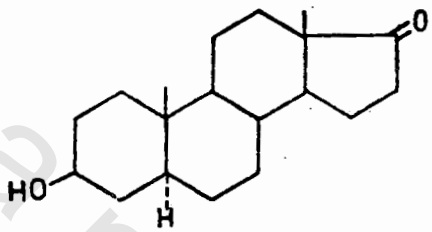
كما أن هرمونات الذكر Testosterone ينبه تحويل الخلايا الجرثومية Germinal epithelium الى خلايا أمية Spermatogonia التى تنشأ منها الحيوانات المنوية. كما أنه ضرورى لتكوين الحيوانات المنوية Spermatogenesis على الأخص تحويل الـ Spermatogoniaالى spermatocytes ويعتبر هرمون الذكر مسئول عن حدوث وزيادة الرغبة الجنسية Libido فى الذكور كما أنه مسئول عن السلوك العدائى للذكور بالمقارنة بالاناث وهرمونات الذكر Androgens لها تأثير على تمثيل البروتين فى الجسم اذ أنها تقلل من افراز النيتروجين فى البول ويحدث نتيجة لذلك زيادة فى بناء البروتين فى الجسم كما أن هرمونات الذكر تؤدى الى نمو الذقن beard growth وزيادة نمو العضلات وغلاظة الصوت فى الذكور وتعتمد التغييرات خلال فترة البلوغ على هرمون Testosteroe أساسا اذ أنه الهرمون المسئول عن انتاج الحيوانات المنوية علاوة على أهميته لنشاط الغدد الأخرى المسئولة عن اظهار الصفات الذكرية.



Androstenedione



Testosterone



Androsterone

هرمونات الأنثى الجنسية (الهرمونات الأنثوية Female sex hormones)

تنتج الأنثى مجموعتين من الهرمونات :

١ - الستروجينات Estrogens

٢- الـ Gastagens أو الـ Progestins (البروجسترونات).

ومعظم الاستروجينات تنتج من الحويصلات المبيضية Ovarian follicles وعلى الأخص من خلايا طبقة البطانة الداخلية Thecainterna وخلايا الطبقة الحبيبيةgranulosa cellsالمحيطة بالبويضة كما تنتج كميات قليلة من الاستروجينات من خلايا الـ granubsa والـ Theca interna المحيطة بالجسم الأصفر Corpus luteum(CL) .

وكلمة استروجينات تشير الى عدة مركبات استيرويدية تمتاز بتماثلها فى تأثيرها البيولوجى وتقسم الى :

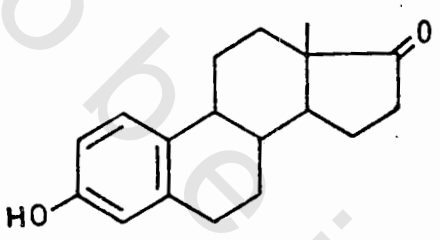
أ - استروجينات طبيعية Naturally Occuring Estrogens

١- تلك التى تحدث فى معظم الحيوانات والطيور Animal Estrogens وهى :

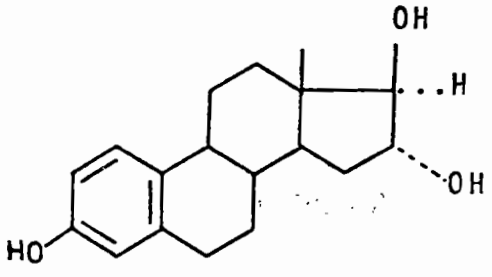
(١) Estradiol - 17 β (٢) Estrone

(٣) Estradiol-17 ∝ (٤) Estriol

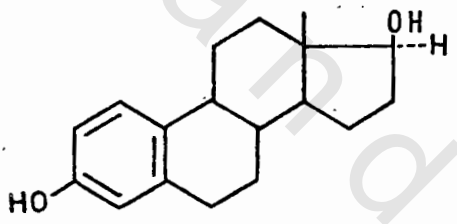
ويجب ملاحظة ان النشاط البيولوجى لهذه الهرمونات يتناقص بنفس الترتيب المذكور وتمتاز جميعها بأنها تحتوى على ١٨ ذرة كربون كما أن الحلقة A غير مشبعة.



Estrone



Estriol

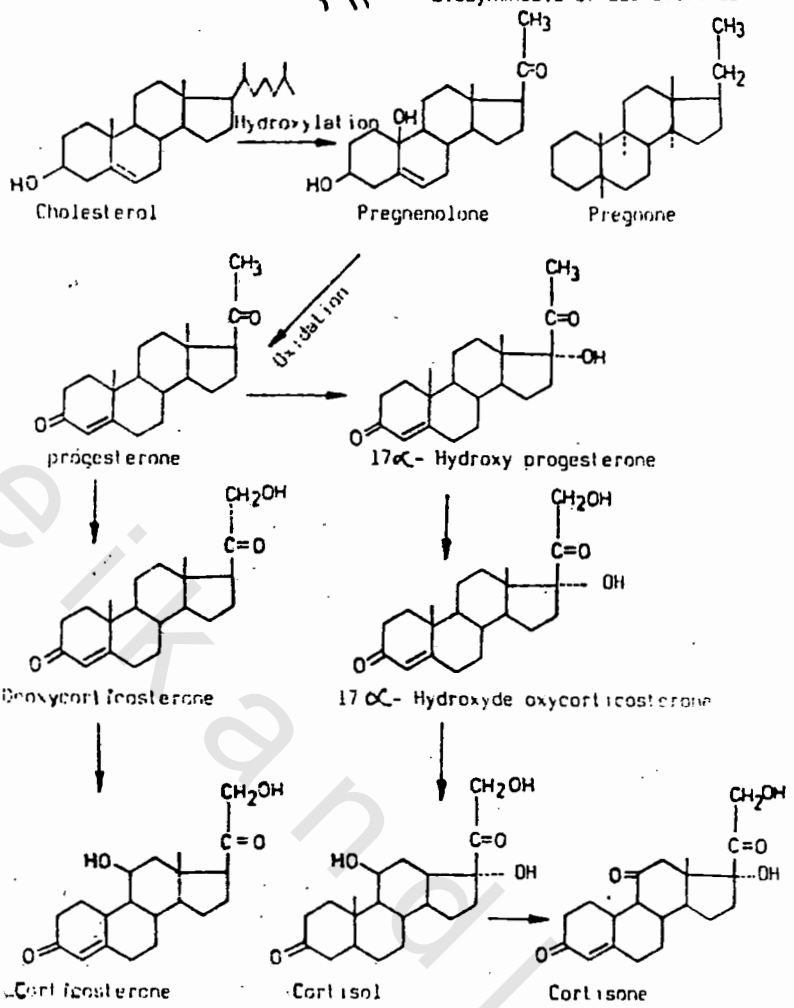


Estradiol

تخليق وتركيب الهرمونات الستيرويدية:

البروجسترون كما ذكر هو هرمون الجسم الأصفر وهو فى نفس الوقت مادة للـ Corticoids Hormones والتى تحتوى على مجموعة هيدروكسيل أضافية وأدخال هذه المجموعة يتم بناءا على عمليات الأكسدة الأنزيمية والتى تقوم بها الأنزيمات ومرافقات الأنزيمات المتخصصة وتحطيم هذه الهرمونات يحدث بواسطة أنزيمات متخصصة والتحطيم يحدث غالبا فى الكبد بانقاص أو تقليل الكيتونات الغير مشبعة ويحدث التحطيم عند الكربون رقم ٣ أو عند ذرة الكربون رقم ٥ حيث أن هذه الذرة هى نقطة وصل الحلقة وعند تحطيم هذه الهرمونات ترتبط مع حمض الجلوكيورينيك وتظهر فى البول أو يحدث تحطيم أكثر فى السلسلة الجانبية خاصة عند ذرة الكربون رقم ١٧ والصورة الغالبة للهرمونات المحطمة هى صورة جلوكويورونيدات ونادرا ما تظهر فى صورة مركبات السلفا .

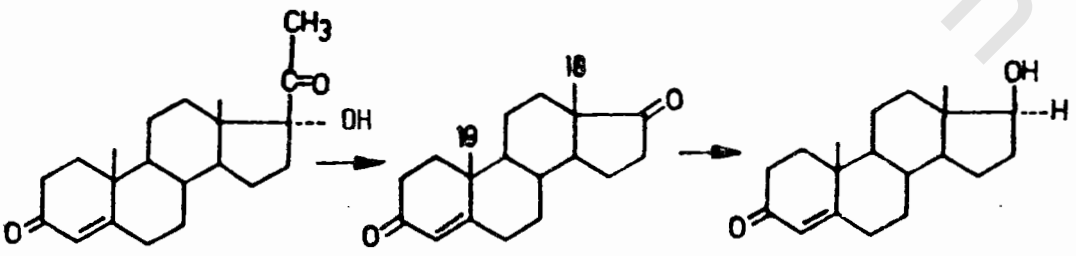
obeikandl.com



شكل ٨ – ٣ يوضح خطوات تخليق الهرمونات السيتيرويدية

Biosyntaesis of C_{19} - steroids

الهرمونات السيتيرويدية المحتوية على ١٩ ذرة كربون هى هرمونات الجنس الذكرية وأهمها هرمون الـ Testosterone ويتكون فى الخصية نتيجة تقصير السلسلة الجانبية لمركب 17∝ hydroxy progesterone كما هو موضح فى المعادلات:



Bisoynthesis of C_{18} steroids (estrogens)

تختلف الأستروجينات عن السيترويدات السابقة حيث أن الحلقة الاولى A فى الهرمون حلقة عطرية كذلك يمكن أن توجد مجموعة ميثايل عند ذرة الكربون رقم ١٠ ومجموعة هيدروكسيل بين ذرة كربون رقم ٣ لذلك هذه الحلقة لها خواص فينولية والبناء الحيوى يبدأ مع بناء الهرمون الذكرى Testosterone حيث أن مجموعة الميثايل الموجودة على ذرة الكربون رقم ١٩ تتلاشى.

الهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية
Amino acid derive hormones

هرمونات نخاع غدة الأدرينال Hormones of adrenal medulla

خلايا نخاع غدة الأدرينال عبارة عن خلايا عصبية سمبثاوية متحورة لها نفس منشأ العقدة السمبثاوية Sympathetic ganglia ولذلك فأنها خلايا بعد عقدية متحورة Modified post ganglionic cells وتظل على اتصال بالألياف السمبتاوية قبل العقدية preganglionic fibers of S.N.S ولذلك فان الجهاز العصبى السمبثاوى ينظم نشاط وافراز نخاع غدة الأدرينال وتعرف خلايا نخاع غدة الأدرينال بأنها خلايا كورموفونية Chromaffin cells وذلك نظرا لأن الحبيبات الدقيقة الموجودة بهذه الخلايا تصبغ بالكرومات chromate .

نخاع غدة الأدرينال Adrenal gland يصنع ويفرز فى الدورة الدموية هرمونين:

- **هرمون الابنفرين Epinephrine (EP)** ويسمى أيضا أدرينالين Adrenalin
- **هرمون النورابنفرين Norepinephrine (NE)** ويسمى أيضا Noradrenalin

هذين الهرمونين عبارة عن Catecholamines ويجب أن تعرف الفرق بينها وبين الـ Catecholaminesالتى تستخدم كناقل عصبى Neurotransmitter اذ أن الأولى تفرز الى مجرى الدم مباشرة بينما الثانية تفرز عند الاتصالات العصبية Neural synaptic junction والنهايات العصبية Nerve ending ولايتعدى تأثيرها هذا بينما الأولى تنقل الدم الى أجزاء مختلفة من الجسم وتؤثر على العديد من الخلايا التى تستجيب لها.

التأثيرات الفسيولوجية لهرمونات نخاع غدة الأدرينال
Physiological effects of adrenal medullary hormones

بالرغم من أن هرمونى الأبنفرين والنورابنفرين يبدوان متشابهين كيماويا الا أنه توجد اختلافات هامة بينهما فى تأثيرهما الفسيولوجى على الكائن الحى ويجب أن نعرف الآتى: من ناحية الوظائف الفسيولوجية لهذين الهرمونين : -

١ - هرمون الـ Norepinephrine يعتبر مسئولا أساسا عن التغيرات التى تحدث فى الجهاز الدورى Circulatory adjustments .

٢- هرمون الـ Epinephrine مسئول عن التغيرات التى تحدث فى التمثيل الغذائى فهو يؤثر بدرجة كبيرة على تمثيل الكربوهيدرات وعلى وجه الخصوص على عملية تحويل الجليكوجين الى جلوكوز والمسماه Glycogenolysis والتغيرات التى تحدث كأستجابة لحالات الطوارئ Emergencies والتى يتعرض لها الكائن الحى.

٣ - هرمون الـ EP يؤدى الى رفع ضغط الدم على الرغم من أنه يسبب ارتخاء فى الأوعية الدموية الطرفية ويحدث ذلك عن طريق تأثير الهرمون على زيادة الدم الخارج من الدم (Cardiac out put).

٤- يعمل هرمون الـ EP على زيادة الدم المتوارد الى العضلات الهيكلية والمخ والكبد.

٥ - فى حالات الإجهاد يعمل هرمون الـ EP على اعادة توزيع الدم فيقلل الدم المتوجه الى الأعضاء الأقل أهمية مثل الجلد والكلية بينما يزيد مؤقتا حجم الدم المتوجه الى الأعضاء الأكثر أهمية (العضلات - الكبد - المخ).

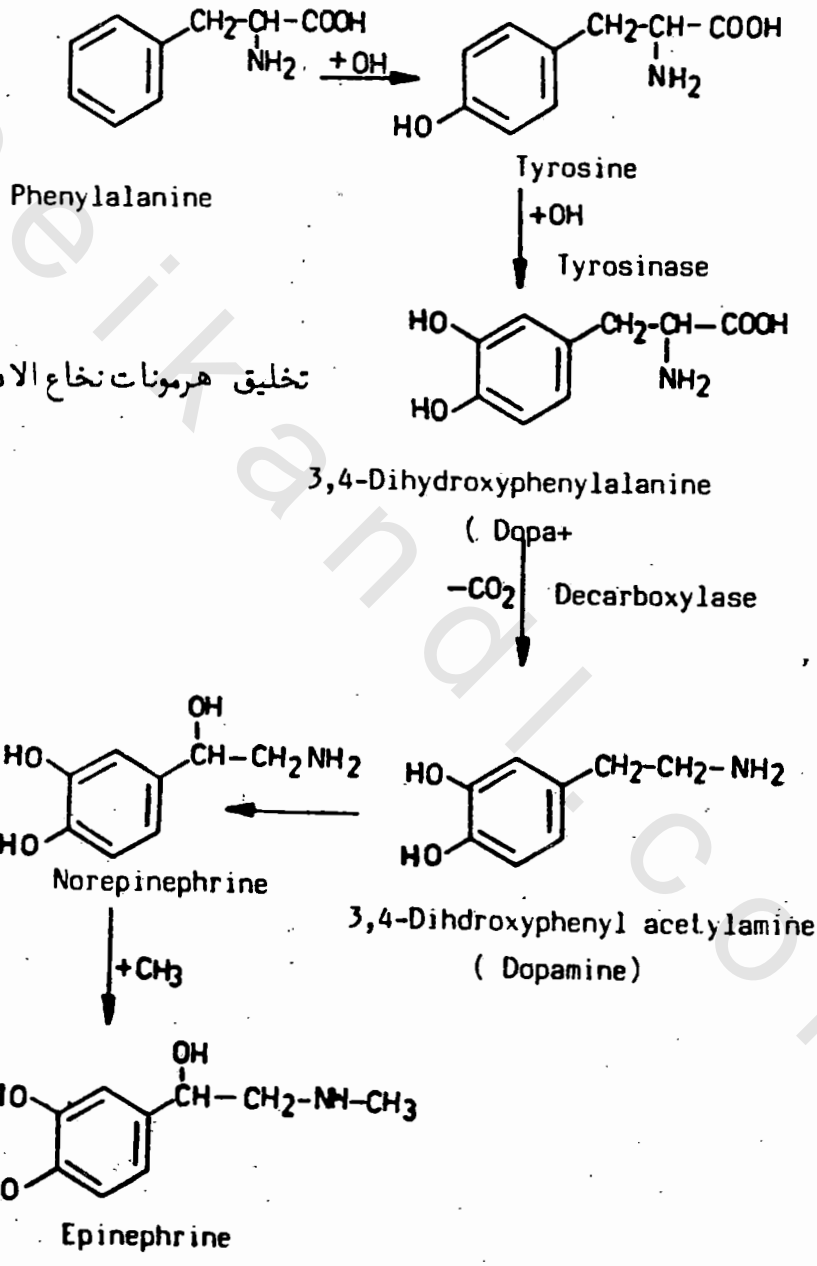
٦ - هرمون الـ NE يؤدى الى زيادة انقباض الأوعية الدموية عموما General vasoconstriction فيما عدا الشرايين التاجية ونظرا لأن هذا الهرمون يؤدى الى انقباض الأوعية الدموية الطرفية فانه يسبب رفع ضغط الدم.

٧ - هرمون الـ NE يعتبر أهم ناقل عصبى للأعصاب الأدرنرجية Adrenergic neuron للجهاز العصبى الذاتى Autonomic nervous system .

٨- كلا الهرمونين يزيد من معدل ضربات القلب Heart rate مع العلم أن تأثير الـ EP يكون أكبر على معدل ضربات القلب.

٩ - يجب ملاحظة أن كلا الهرمونين يـؤدى الـى ارتخـاء الشـرايين المغذية للقلـبCoronary artery وهذا مـــهم جدا نظرا لزيادة نشاط العضلات القلبية فيلاحـظ أن الـ NE, EP يؤديان الى زيادة نشاط القلب وقوته.

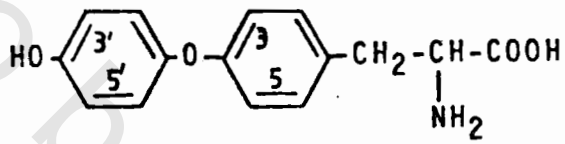
تخليق هرمونات نخاع الاد رينـــال



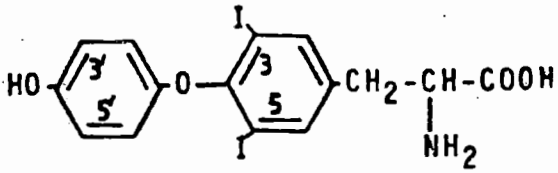
شكل ٨ - ٤ يوضح خطوات تخليق هرمونى Epinephrine , norepinephrine

obeikandl.com

ثالثا: هرمونات الغدة الدرقية Thyroid hormones



Thyronine



Thyroxine

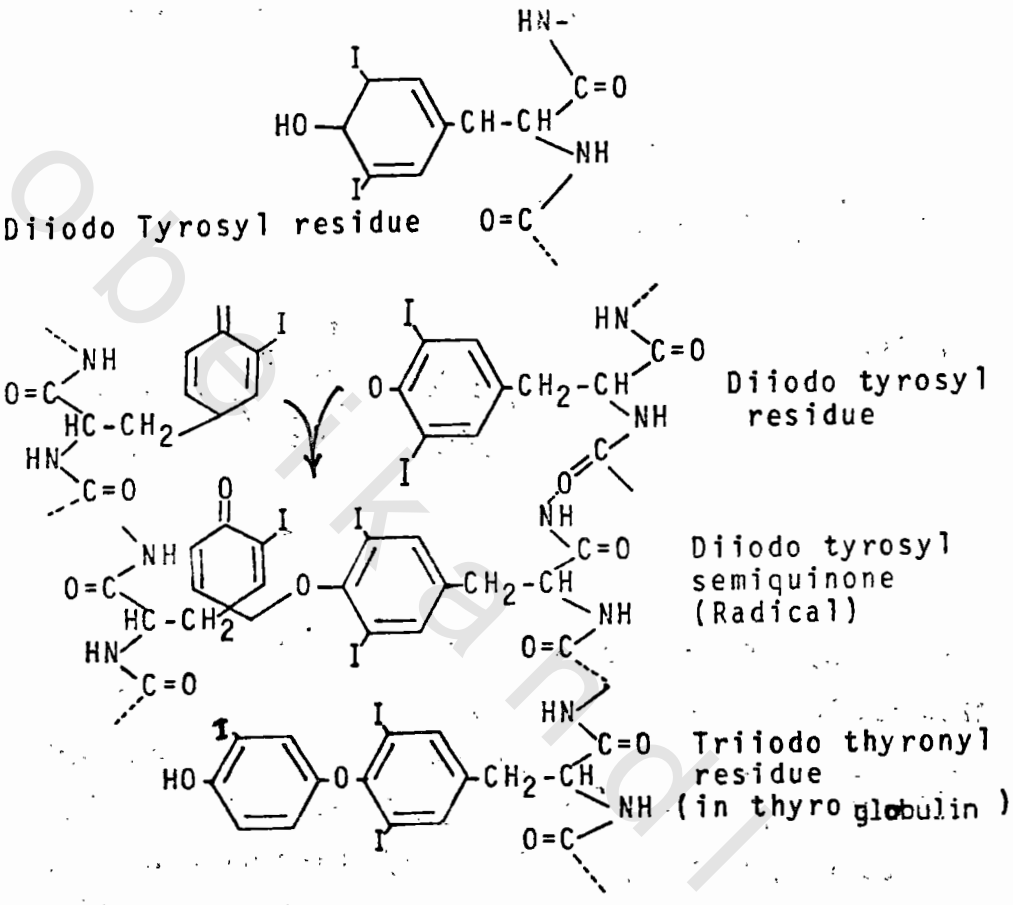
أشهر هرمونات الغدة الدرقية الثيروكسين و Triiodothyroxine وهرمون الثيروكسين عزل ١٩١٥ بواسطة العالم Kendall وعرف تركيبه وصنع ١٩٢٥ بواسطة Harington والثيروكسين عبارة عن حامض أميني عطري يحتوى على أليود حيث أنه اشتق من الحمض الأميني Thyronine وذرات اليود اما عند الموقع ٣ ، ٥ أو ٣ ، ٥ أما هرمون Triiodothyronine فذرات اليود على الموقع ٣ ، ٥ ، ٣ وقيمته الحيوية تعادل خمسة أضعاف هرمون الثيروكسين.

البناء الحيوى للثيروكسين:

الثيروكسين يتكون فى الغدة الدرقية من بروتين مرتبط مع الثيروسين المتصل بمعدن اليود والأديودين يأتى عن طريق الدم والثيروكسين يمكن أن يتكون انزيميا أوغيرانزيميا من الثيروجلوبيولين اليودى أو من Iodinated tyrosine peptides .

فحسب احتياجات الكائن الحى فان الغدة الدرقية تحث بواسطة هرمون Thyrotropic والنتيجة أن البروتين اليودى Thyroglobulin يتحطم بكميات كبيرة أو صغيرة حسب الحاجة للهرمون والنتيجة أن Thyroxine أو Triiodothyronine يخرج فى مجرى الدم.

obeikandl.com



شكل ٨ – ٥: يوضح تكوين الثيروكسين من البروتين اليودى Thyroglobulin أو من الببتيدات Iodinated tyrosine peptides.

المواد المثبطة للثيروكسين:

العديد من المواد لها المقدرة على التداخل مع الطرق الطبيعية لتكوين الثيروكسين ومن أوائل هذه المواد الأثيونات الأحادية مثل Thiocynate و Nitrate و Iodate حيث تمنع انتقال الأيودين وتجمع لتكوين الهرمون ثانى مجموعة مهمة مثبطة للثيروكسين المركبات الكبريتية الموجودة فى بعض النباتات مثل الكرنب وفى التجارب على الأرانب وجد أنها تحطم الغدة الدرقية للأرانب المغذاه على الكرنب فقط والعديد من هذه المركبات صنعت كيماويا وتستخدم فى حالات زيادة نشاط الغدة الدرقية Hyperthyroids وتأثيرها المبدئى يمنع الاستفادة من الأيودين كذلك وجد بعض الأنزيمات مثل Iodine oxidase له تأثير فى منع الاستفادة من الأيودين وبالتالى يعوق تكوين الهرمون.

Tyrosine وبالتالى لايتكون الثيروكسين مثلا مركب P-Amino salicylic acid والعديد من المركبات Sulfar amide والفينولات البسيطة مثل Resorcinol تتنافس مع الحمض الأمينى وبالتالى لايتكون الثيروكسين.

ميتابلزم الثيروكسين Thyroxine metabolism

الثيروكسين أو Triiodothyronine تفرز من الغدة الدرقية فى مجرى الدم والهرمون مرتبط مع الجليكوبروتين وهو أحد أفراد الألفا جلوبيولينات globuline - ∝ والثيروكسين Tri iodo thyronine ينتزع منها مجموعة الأمين أثناء عمليات التمثيل مثلها مثل الأحماض الأمينية أى عمليات Transamination أو عمليات الأكسدة والنتيجة أن حمض الثيروبيروفيك الناتج تنزع منه مجموعة الكربوكسيل ليعطى حمض الثيروأسيتيك Thyro acetic الذى له نشاط هرمونى والثيروكسين ومنتجات الهدم الناتجة منه يمكنها الاتحاد مع حمض الجلوكيورنيك وتدخل المرارة .

ولحفظ توازن الأيودين للكائن الحى فمن المهم أن هذا الأيودين يكون فى حالة حرة أى متحرر من المواد المحتوية على اليود وذلك بواسطة أنزيم خاص هو أنزيم Deiodinase ثم أعادته مرة اخرى للغدة الدرقية فى صورة أيوديد.

التأثير الحيوى لهرمونات الغدة الدرقية :

الغدة الدرقية تنظم الميتابلزم الداخلى للكائنات الحية البالغة والخلل فى نظام هذه الغدة يؤثر على معدل الميتابلزم القاعدى Basal metabolic rate ففى حالة نشاط الغدة تنشأ حالة مرضية تسمى Thyrotoxicosis نتيجة زيادة افرازات الغدة ويرتفع معدل الميتابلزم القاعدى وهذا التأثير يستمر لعدة أيام ثم بعد ذلك يحدث هبوط أما Triiodothyronine فعله أسرع وأقوى من Thyroxine ولكن فترة نشاطه أقل بالمقارنة بهرمون الثيروكسين.

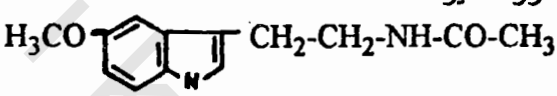
هرمون الثيروكسين يؤثر على السلسلة التنفسية فى الأحياء نتيجة تأثيره على الأكسدة الفسفورية Oxidative phosphory lation ويفسر تأثيره على زيادة معدل التمثيل عندما يكون المرغوب والمفيد للجسم تقليل تأثيره على التمثيل لذلك من المهم تنظيم الميتابلزم الاعتيادى والتحكم فيه وبالرغم من ذلك وجد أن الهرمون مسئول عن Thyrocosis والتى تعتبر حالة مرضية نتيجة زيادة افراز الثيروكسين مع زيادة معدل الميتابلزم القاعدى.

زيادة جرعات الهرمون لوحظ أنها تسبب انتفاخ الميتوكوندريا Mitocondria وعلاج هذه الحالة باعطاء المواد المثبطة لتكوين البروتينات حيث توقف نشاط الغدة الدرقية وهذا الموضوع مثار للجدل والمناقشة.

هرمون الثيروكسين يؤثر على معدل الميتابلزم وبالتالى يؤثر على معدل النمو ولقد ثبت أنه عند ازالة الغدة الدرقية حدث تأخير فى النمو وتأخير في النمو الجنسى والعكس عند النشاط الزائد للغدة الدرقية حيث يزيد معدل البناء وفى مجال الكيمياء الحيوية يجب التفرقة بين التطورات الفسيولوجية التى يسببها الهرمون وتأثيره على قواعد الميتابلازم.

جـ - هرمون الغدة الصنبورية The hormonne of the pineal gland

الغدة الصنبورية تفرز هرمون الميلاتونين Melatonin وهو مشتق من أندول الحمض الأمينى وهذا الهرمون يوجد فى جلد الحيوانات البرمائية وهو مسئول عن تلون جلودها ولاتوجد تأثيرات فسيولوجية معروفة غير ذلك.



Melatonin

الهرمونات المشتقة من الببتيدات

هرمون الغدة الجاردرقية The parathyroid hormones

الغدة الجار درقية تفرز هرمون حيوى يسمى الباراثرمون parathormone وهو عبارة عن عديد الببتيدات polypeptide ووزنه الجزيئى ٨٦٠٠ والهرمون تحت ظروف خاصة يتحلل الى ببتيدات صغيرة لها بعض النشاط والأكسدة تسبب تثبيط الهرمون بسرعة.

التأثير الحيوى Biological effect

الباراثرمون ينظم الأيونات الثنائية خاصة الكالسيوم والفوسفات فى الأنسجة والدم وفى حالة حدوث نقص فى الهرمون والمثال على ذلك حين ازالة الغدة الجاردرقيةpara thyroidectomy يعطى نتيجة سريعة فى تقليل معدل الكالسيوم فى الدم وفى حالات تشنجات التيتانوس نتيجة التغيرات فى توازن الألكتروليتات فى العضلات والأنسجة العصبية .

الحقن بالهرمون يسبب زيادة تركيز فوسفات الدم واسترات الكالسيوم وزيادة خروج الفوسفات من الكلية.

والهرمون له تأثير على ميتابلزم العظام وتنظيم المعادن داخلها كذلك له تأثير على الكلية حيث ينظم خروج الفوسفات ويقلل معدل امتصاصها مرة أخرى وبذلك تخرج للخارج بكمية أكثر.

هرمونات البنكرياس The pancreatic hormones

البنكرياس ينتج انزيمات هاضمة وهرمونين هما الأنسولين والجلوكاجون والهرمونين يتكونان فى جزر لانجرهانس Langerhans

١- ∝ - Cells والتى تنتج الجلوكاجون .

٢- β - Cells والتى تنتج الأنسولين.

وكلا الهرمونين من الهرمونات عديدة الببتيدات polypeptides .

الأنسولين Insulin :

درس جيدا بواسطة العالم F.Sanger ويتكون من سلسلتين من سلاسل عديد الببتيدات Polypeptides ومرتبطة مع بعض بواسطة قنطرة كبريت Sulfur bridge ووزنه الجزيئى مايقرب من ٦٠٠٠ والأنسولين من السهل أن يدخل فى تركيبه أيون زنك ويربط جزئين منه ويتكون وزنه الجزيئى من ١٢٠٠ أو أكثر.

تكوين الأنسولين حيويا مثل تكوين البروتين حيويا وتثبيطه نتيجة تحطيم بانزيم Insulinase

تأثيره الحيوى:

الأنسولين يخفض مستوى السكر فى الدم ويزيد من نفاذية جدر الخلايا للجلوكوز والسكريات البسيطة الأخرى وفى نفس الوقت يمنع تحطيم الكربوهيدرات فى الخلايا لدرجة معينة كذلك يدخل فى بناء الدهون حيث أنه ينظم مستوى الجلوكوز فى الدم.

مرض زيادة مستوى السكر فى الدم Diabetes melitus يتميز بصفات ارتفاع مستوى السكر فى الدم وخروج السكر مع البول وتكوين الأجسام الكيتونية Ketone bodies .

مرض البول السكرى المعروف باسم Diabetes ينشأ عن نقص الأنسولين والأعراض تقلل بحقن الأنسولين فى الجسم حيث أن الأنسولين يتكون من عديد الببتيدات فمن السهل تحطيمه فى القناه المعوية لذلك يعالج نقصه فى الجسم بوسطة الحقن المباشر.

مرض البول السكرى Alloxan diabetes يمكن أن يبدأ صناعيا بادخال مركب Alloxan للجسم والنتيجة أن خلايا بيتا β-cells التى تنتج الأنسولين فى جزر لانجرهانس تكون قد تحطمت بواسطة مركب Alloxan والأنسولين لاينتج بعد ذلك.

الجلوكاجون Glucagon

الوزن الجزيئى للجلوكاجون ٣٥٠٠ ويحتوى على سلسلة واحدة من عديد الببتيد وبها ٢٩ حمض أمينى وترتيبها معروف ومختلف عن الأنسولين والجلوكاجون ينتج من خلايا ألفا ∝ - cells

ويمكن منع تكوين الجلوكاجون عن طريق دخول أيون الكوبلت Co على الخلايا فتنشأ حالة مشابهة لمرض البول السكرى الناشئ من مركب Alloxan ولكن بأعراض عكسية.

التأثير الحيوى

تأثيره الحيوى عكس تأثير الأنسولين حيث أن الجلوكاجون يرفع معدل السكر فى الدم ويحرك مستودع الكربوهيدرات وغالبا جليكوجين الكبد يزداد بزيادة نشاط أنزيم الفسفرة Phosphory lase.

هرمونات الغدة النخامية Hypophyseal hormones

الغدة النخامية هى غدة مساعدة للمخ وتحتوىعلى عضوين تشريحيين مميزين وهما:

أ - الفص الداخلى Anterior lobe

ب - الفص الأوسط Middle lobe

جـ - الفص الخلفى Posterior lobe

وكل فص يخرج العديد من الهرمونات ومعظم هرمونات الفص الداخلى من الهرمونات الأساسية Master hormones ، وهرمونات الغدة النخامية كلها مكونة من الببتيدات لذلك فان خواصها الكيماوية متشابهة ولكن الوزن الجزيئى مختلف فهو مابين ١٠٠٠ الى ٥٠٠٠٠ وبعض هذه الهرمونات تحتوى على مركبات كربوهيدراتية وهو الجليكوبروتين. وهذه الهرمونات من الهرمونات المتخصصة لذلك فان سلسلة الأحماض الأمينية المكونة للببتيدات قد تختلف من حيوان لآخر حسب تخصصها.

أ - هرمونات الفص الخلفى للغدة النخامية

Hormones of the posterior lobe of the hypophysis

الحلمة الخلفية للغدة النخامية تحتوى على هرمونين هما :

Ocytocin و Vasopression وكلا الهرمونين فى الحقيقة يتكونان فى العصب الزائد Hypothalmus وليس فى الفص الخلفى.

هرمونات الحلمة الخلفية تختلف اختلافا كبيرا من الناحية الفسيولوجية ولكنهم متشابهين كيماويا حيث تعتبر أنها Oligopeptides يحتوى على ٩ أحماض أمينية وهرمون Ocytocin يحتوى على Isoleucine فى الموقع ٣، Leucine فى الموقع ٨ هرمونVasopressin يحتوى على Arginine, lysine, phenylalanin فى الأماكن المناسبة.

هرمون vasotocin يستخرج من الزواحف Reptiles والبرمائيات Amphibia والسمك حيث يوجد isoleucine فى الموقع ٣ والأرجينين فى الموقع ٨ .

العالم Vandyke عزل بروتين Neuroypophysis أى من الأعصاب النخامية والتى لها نشاط لكل من Ocytocin ,Vasopressin وبواسطة الطرق الطبيعية يمكن تحرير Vasopressin, ocytocin من البروتين حيث يمكن اعتبار البروتين كمخزن وناقل للببتيدات ذات الوزن الجزيئى الصغير.

التأثير الفسيولوجى Physiological effect

هرمون Ocytocin اسمه مشتق من اسم يونانى بمعنى مسرع للولادة والأسم المقابل بالانجليزية Oxytocin لذلك فضل اسم Ocytocin لمنع الاختلاط على الحرف Oxy الذى يعنى أنه يحتوى على أكسجين. وهذا الهرمون يعمل على العضلات اللينة للرحم ويزيد التقلصات وبدون شك يلعب دورا كبيرا أثناء الولادة حيث يبدأ بالاضافة الى ذلك فهو يعمل غدة الثدى المختصة بادرار اللبن لحث خروج اللبن وكذلك يعمل خلال انقباض العضلات.

هرمون Vasopressin اسم يدل على تأثيره على ضغط الدم لذلك عند حقنه يسبب ارتفاع ضغط الدم علاوة على ذلك فهو يثير العضلات اللينة فى الأمعاء ففى الفسيولوجى العادى فتأثيره على الكلية هو الأهم حيث يمنع البول الغزير ويساعد على امتصاص الماء وفى تركيز اليوريا وعدم انتاج الهرمون أو قلة انتاجه أو افرازه يسبب مرض يسمى مرض البول الغبى الغير متحكم فيه Diabetes insipidus حيث تخرج كمية كبيرة من البول وبه كمية مخففة من اليوريا وكمية البول الخارجة من الجسم حوالى ٥٦ لتر فى اليوم لذلك الشخص المصاب بهذه الحالة يشعر بحالة عطش شديدة والحقن بالهرمون يقلل هذه الأعراض.

ب - هرمونات الفص الأوسط للغدة النخامية:

hormones of middle lobe of the hypophysis

الفص الأوسط أو الأعمدة الوسطى تنتج هرمون Melanotropin ومكوناته الكيماوية معروفة وحديثا حضر فى صورة نقية وهو مشابه لتأثير الهرمونات المنشطة لقشرة الغدة الجاركلوية Corticotropin . هرمون Melanotropin يشجع زيادة Melanophores فى جلد البرمائيات والأسماك ثم تسود بعد ذلك والهرمون يمكن أن يخرج كذلك من الثدييات حيث لاتملك Melanophores وبالرغم من ذلك تسبب اسوداد جلد الانسان وتأثيرها الحيوى غير معروف تماما ولكن بعض الأدلة أظهرت أنها تساعد على التأقلم فى الظلام وتساعد فى بناء العصب القرمزى.

جـ - هرمونات الفص الداخلى :

Hormones of anterior lobe of the hypophysis

١- هرمونات النمو The growth hormones أو سوماتروبين Somatropin هذا الهرمون عزل من نخاميات البقر Bovine pituitaries . والهرمون المعزول لم يؤثر فى الانسان وحديثا عزل من نخاميات الانسان. وكل أنواع هرمون النمو Somatropin التى عزلت ودرست أوزانها الجزيئية وعدد الأحماض الأمينية فى كل هرمون كالآتى:

مصدر السوماتروبين Somatropin	الوزن الجزيئى	عدد الأحماض الأمينية
البقر	٤٦٠٠٠	٣٩٦
القردة	٢٥٤٠٠	٢٤١
الأنسان	٢٧١٠٠	٢٤٥

عملية النمو معقدة وهرمونات النمو يجب أن تؤثر على تضاعف العمليات الحيوية فالعظام والغضاريف يشجع نموها والدهون تحرق بمعدل كبير والبروتين يحبس والكثير منه يبنى وسكر الدم يزداد والوزن يزداد وزيادة الوزن دليل على نشاط الهرمون مع زيادة نمو العظام.

٢ - هرمون الثيروتروبين

Thyrotropic hormone أو TSH أو Thyrotropin أو الهرمون المنشط للغدة الدرقية.

هو أحد الهرمونات المنشطة للغدد الصماء Glandotropic وهى تنشط الغدة الدرقية وتركيبها الكيماوى جليكوبروتين ووزنها الجزيئى ١٠٠٠٠ وتأثيرها الحيوى ينحصر فى رقابة الغدة الدرقية والثيروتروبين يحفز أو ينشط تحرير الثيروكسين بينما محتويات الأيودين فى الغدة تنخفض بشدة.

٣ - الهرمون المنشط لقشرة الغدة الجاركلوية (أدرينال)

Adrenocorticotripic hormone corticotropin

وغالبا مايكتب اسمه مختصرا ACTH وهرمونات Corticotropins حضرت من مصادر حيوانية مختلفة وبصورة نقية وتركيبها الكيماوى مواد ببتيدية كل هرمون يحتوى على ٣٩ حمض أمينى وترتيب الأحماض الأمينية داخلها معروف. والتأثير الحيوى لتلك الهرمونات أنها تنشط الغدة الكظرية أو القشـــرة الكظـرية أو المحفظة الكظرية Adrenal cortex وانتاج

هرمونات corticoids يزداد والكولسترول المخزن يسحب والتأثيرات الخارجية تلاحظ نتيجة لنشاط هرمونات Corticotropins والتى تسبب من نشاط هرمونات corticoids .

٤- العامل المسبب لافراز الهرمون المنشط للغدة القشرية الجاركلوية

Corticotropin - releasing factor

العامل الهرمونى وجد حديثا فى المخ الأوسط Mid-brain حيث يؤثر على Adenohypophysis أوCRF أو الهيبوثالامس فى المخ. وهذا العامل تأثيره مشابه لهرمونات الغدة الداخلية للغدة النخامية والافراز هنا افراز عصبى وغير واضح للأن اذاكان هذا العامل نظام داخلى للنظامcortex Hypophysis adrenal أو نتيجة التفاعلات الضاغطة Stress reactions.

٥- الهرمونات المنشطة للغدة التناسلية Gonadotropic hormones

العديد من الهرمونات لها افرازات ذات تأثير منشط على الغدد التناسلية وليس من السهل ملاحظة تأثير أنها منفصلة فى حيوانات التجارب لذلك حدث اختلاف فى تسميتها ولكن أمكن تمييز ثلاث من تأثيراتها:

أ - تأثير تنشيط البويضة:

The follicle - stimulating effect (FSH - Follicle stmiulating)

حيث تنشط تطور البويضة أو البويضات فى المبيض أو خلايا الاينبات فى النبات أو الاخصاب فى الخصى.

ب - الهرمون المنشط للخلايا البينية The interstitial cell-stimulating effect

(ICSH = Interstitial stimulating hormones)

تشجع انتاج الهرمونات فى الخلايا البينية وهى هرمونات Esterone أو Tesasterone وتأثيرها المزهر Luteinizing effect وتأثيرها على تحول البويضة الى الجسم الأصفر.

جـ - The leuteotropic effect (LTH = Lutotropic hormones)

يشجع انتاج هرمون البرجسترون والأستروجين فى الجسم الأصفر corporus luteum ولكل واحد من هذه التأثيرات يوجد هرمون فى الغدد النخامية هذا بالاضافة الى العديد من الهرمونات الأخرى المنشطة للغدد التناسلية والتى وجدت فى البول والبعض من هذه الهرمونات وجد أن أصله من هرمونات الغدد النخامية ولها نفس التأثير المنشط للغدد التناسلية.

والهرمونات المنشطة للغدد التناسلية تظهر العديد من أنواع تخصص فى مكوناتها الكيماوية وكما هومعروف فان هذه الهرمونات من أنواع أخرى ومؤثرة فسيولوجيا.

هرمون الجسم الأصفر The luteotropic hormone (LTH) يظهر كذلك فى مرحلة الادرار مع Lactotropic hormone أو Mammotropic كذلك قد يسمى Lactotropin أو Prolactin والهرمون عزل ونقى من الغدة النخامية للغنم ووجد أنه بروتين ووزنه الجزيئى ٢٤٠٠٠ وسلسلة الأحماض الأمينية الخاصة به معروفة.

وهرمون Lactotropin يشجع افراز اللبن من الغدد اللبنية حيث أن الأنسجة تنمو وانتاج اللبن يزداد – كذلك هذا الهرمون يزيد التناسل أو التزاوج بالغريزة فى حيوانات التجارب كذلك يشجع انتاج البروجسترون فى الجسم الأصفر.

هرمون تنشيط البويضة Follicle-stimulating hormone (FSH) هذا الهرمون وزنه الجزيئى ٢٥٠٠٠ ، ٣٠٠٠٠ الجزيئى بجانب احتوائهعلى الأحماض الأمينية كذلك كربوهيدرات وهى جالاكتوزومانوز Hexosamine, Fucose ومجموع الكربوهيدرات ٥ر٧ ٪ .

وهرمون تنشيط البويضة تشجع نمو وتطور الغدد التناسلية ففى المبيض البويضة تتضخم وانتاج الاستروجين فى البويضة يزيد فقط بجرعات كبيرة أما فى الخصى فان الحيوانات المنوية تزداد والهرمون نشط خاصة خلال دورة الحيض.

الهرمون الكوريونى المنشط للغدد الجنسية Chorionic Gonadotropins

أثناء الحمل كمية كبيرة من هذا الهرمون تخرج مع البول والهرمون ينتج فى المشيمة وليس فى الغدة النخامية وهرمون الأنسان الكوريونى المنشط للغدد الجنسية Human chorionic ganadotropic (HCG) مشابه للهرمون المنشط للخلايا اللبنية Interstitial cell stimulating hormone فى تأثيرة ويشجع زياده انتاج هرمون البروجسترون والأستروجين وله دور ثانوى فى تطور الرحم وكيماويا أى تركيبه الكيميائى مشابه لهرمونات الغدة النخامية Hypophyseal ومع ذلك فهو جليكوبروتين و Gonadotropins وجدت فى بول السيدات فى فترة انتهاء الحيض.

والهرمون الذى تفرزه السيدات بعد سن اليأس لتنشيط البويضة تأثيره مثل تأثير هرمون تنشيط البويضة Human menopausal hormone ولكنه مشتق هرمونى من الغدة النخامية ونشاطه أقل من هرمون تنشيط البويضة FSH .

هرمون ريلاكسين Relaxin

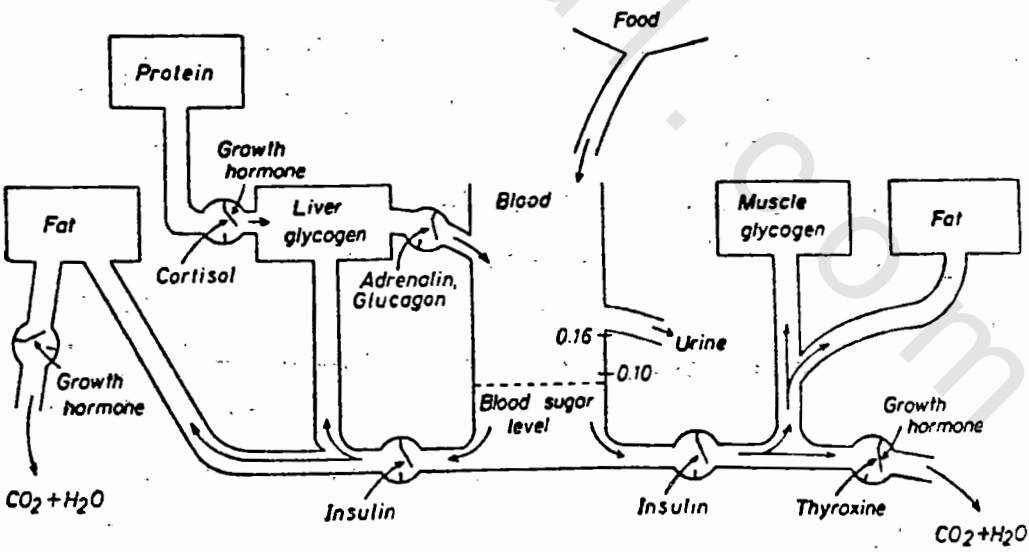
هرمون أنثوى اضافى ويتكون من المبيض وهو عديد الببتيد ووزنه الجزيئى ١٢٠٠٠ وتأثيره استرخاء الأعصاب وهو مهم فى حالات الولادة ولقد أكتشف كذلك فى الرجال .

الهرمونات المنظمة لجلوكوز الدم Hormonal Regulation of Blood Glucose

الدم العادى يحتوى على06 ر٠ الى ١٠ر٠ ٪ جلوكوز (الطرق الاختزالية Reducing Methods تعطى قيمة أعلى ١٠ر٠ - ١٢ر٠ ٪ لوجود مواد أخرى لها خاصية اختزالية) والجلوكوز فى الدم تابت بطريقة غير عادية وهذا مهم فى تغذية الأنسجة وعلى سبيل المثال المخ علميا ليس عنده مستودع للكربوهيدرات المؤكسدة ويعتمد على خواص السكر الموجود فى الدم ويجب أن يؤخذ فى الأعتبار أن السكر لايؤخذ بصفة مستمرة وبثبات ولكن فى حالات وسطية وعلى دفعات ومع الغذاء أثناء الوجبات فالسكر يخزن فى الكبد فى صورة جليكوجين لذلك فان الرقابة على مستوى الجلوكوز تعتمد على الجلوكوز الناتج والجلوكوز المستهلك أثناء العمليات وهذه الطرق هى :

الجلوكوز الناتج	الجلوكوز المستهلك
تحطيم الجليكوجين	الجلوكوز المتكون
تحول الجالاكتوز والفركتوز	الأكسدة
تكوين الجلوكوز Gluconeogenesis	تكوين الدهون

والفطام الداخلى لجلوكوز الدم موضح بالشكل مع الأخذ فى الاعتبار أن هذه صورة مبسطة جدا.



شكل ٨ - ٦: يوضح نظام سكر الدم فعلى اليسار يوضح الميتابلزم فى الكبد وعلى اليمين يوضح الاخراج الخارجى ويلاحظ وجود صمامات Flip-Flop حيث تفتح وتقفل بفعل النظام الهرمونى.

انخفاض مستوى الجلوكوز فى الدم يتأثر بالأنسولين وتأثيره سائد على الأنسجة الخارجية بتشجيعه تدفق الجلوكوز خلال الأنسجة والمنفعة تتم بعد ذلك وفى العضلات فان الأنسولين يزيد تكوين الجليكوجين وأكسدة الجلوكوز وأكتشفت كذلك زيادة تكوين الدهون من الكربوهيدرات فى الأنسجة الدهنية Adipose tissues وفى نفس الوقت فان الأنسولين يمنع انطلاق الأحماض الدهنية الحرة فى بلازما الدم وتأثيره على الأنسجة الدهنية مهم لفهم مرض السكر Diabetes .

تصاعد محتوى الجلوكوز فى الدم يتم معظمه بسهولة بواسطة تحرك المخزون فعلى سبيل المثال فسفره الجليكوجين ففى هذه الحالة يوجد هرمونين نشيطين هما Glucagon, Epinephrine وهرمون Epinephrine يشجع تحطيم الجليكوجين فى الكبد والعضلات ويعمل كعامل مساعد Catalyst فى تحول الصورة الغير نشطة لأنزيم Phpsphorylase الى الصورة النشطة كجليوكوجين الكبد يتحطم ويتحرر الجلوكوز ولكن عمليات التحول اللاهوائية Glycolysis فى العضلات تسرع وينتج اللاكتيت Lactate وهذه اللاكتيت جزء منها يتحول فى الكبد الى جليكوجين لذلك فان كثير من الجليكوجين الغير مألوف يوجد فى الكبد فى النهاية عنه فى البداية حيث أن هذه اللاكتيت تأتى من العضلات الى الكبد .

ميكانيكية هرمون الجلوكاجون مازالت غير واضحة ولكن يحفز أو ينشط تحطيم الجليكوجين الموجود فى الكبد وذلك بتحريك انزيم phosphorylase النشط ولتأثيره الخارجى عدة آراء قد وضعت - فبجانب التحول الداخلى للجليكوجين ← الجلوكوز فان معدل الأكسدة الى ثانى أكسيد الكربون وماء وتكوين جلوكوز جديد من البروتين والكربوهيدرات لذلك فان الميتابوليزم الوسيط يلعب دور أساسى فى بقاء مستوى الجلوكوز فى الدم أما هرمون الثيروكسين والذى ينشط الهدم Catabolism أهميته أنه تحت الطلب فى هذه الحالة ولكن هرمونات الغدة فوق الكلية ومنها هرمونات تكوين الجلوكوز القشرية Glucocorticoids وهما هرمونى Cortison والكورتيزون أكثر أهمية حيث أنه يحفز عمليات تكوين الجلوكوز Gluconeogenesis من البروتين ويدفع مستوى السكر فى الدم أما هرمون Coltisol الكورتيزول فله تأثير على حدوث مرض السكر Diabetogenic وبذلك يكون مقاوم للأنسولين ويمنع أكسدة الكربوهيدرات .

هرمون النمو Somatotropin يعمل فى الجانب العكسى أو المضاد فهو يشجع عمليات بناء البروتين ويقلل تحطيم الأحماض الأمينية ومن ثم يتدخل فى تكوين البروتين أى أن هرمون النمو يمنع تكوين الجلوكوز Gluconeogenis ومن ثم يزيد بناء البروتينات وبالرغم من ذلك تسبب مرض السكر Diabetogenic أى أنه مضاد Antagonistic للأنسولين وبذلك ترفع

مستوى السكر فى الدم حيث أنه أساسا يمنع أكسدة الجلوكوز والمحصلة النهائية لنشاط هذا الهرمون تقليل أكسدة الكربوهيدرات والبروتين وزيادة هدم الدهون.

ويمكن القول أن ميكانيكية التنظيمات المختلفة تعمل على عدم ثبات تركيز الجلوكوز فى الدم فالميتابلزم له مسارات مختلفة ويتحكم فى هذه المسارات الغدة الكظرية والغدة النخامية بما تفرزانه من هرمونات للعمل على ثبات مستوى تركيز السكر فى الدم فثبات مستوى تركيز الجلوكوز فى الدم هو الهدف الأول لهرمون الأنسولين ومن هذا يتضح أن صعود محتوى الجلوكوز فى الدم نتيجة زيادة الطعام مثلا فالنتيجة يزيد معدل افراز الأنسولين لذلك من المهم معرفة التغذية الأساسية فعلى أساسه يزيد أو يقل افراز الهرمونات وحركة هرمون Epinephrineعلى أساس أنه هرمون طوارئ حيث يأتى فى اللبن خلال الانخفاض الحاد لسكر الدم أو عندما توجد ظروف غير طبيعية تحتاج لكميات عالية من السكر و Epinephrine تأثيره فى هذه الحالة يضبط مباشرة بواسطة الجهاز العصبى.

مرض السكر Diabetes Mellitus

هذا المرض نتيجة خلل فى ميتابلزم الجسم ولقد أعطى علم الكيمياء الحيوية العديد من المسائل فالمرض مبنى على أساس عدم وجود كمية كافية من الأنسولين (كمية غير كافية من الأنسولين أو زيادة المواد المضادة للأنسولين مثل هرمونات Glucagon, somatotropin cortisol) والعلامة الأساسية لهذا المرض هو زيادة معدل السكر فى الدم وقد يكون من الممكن أن يكون مصحوبا بوجود السكر فى البول وظهور الأجسام الكيتونية Ketone bodies (أسيتون) Aceto acetate ومركباتها المختزلة hydroxy butarate- فى الدم والبول مع مصاحبة انخفاض المخزون القلوى فى الدم وصعود البلازما والأحماض الدهنية الغير مؤسترة .

فمن الواضح أن ارتفاع مستوى السكر فى الدم Hyperglucemia ومرض البول السكرى تعتبر من الأدلة على حدوث خلل فى ميتابلزم الكربوهيدرات وبالرغم من ذلك فمعدل صعود سكر الدم فى الحقيقة يدل على ميكانيكية منتظمة وزيادة استطاعة الدم أن يأخذ الجلوكوز من مصادر خارجية أخرى كألغذاء كذلك الخلل فى ميتابلزم الدهون من المحتمل أنه متساوى فى الأهمية ان لم يكن أقل قليلا دليلا على عجز كمية الأنسولين بالجسم فزيادة الأحماض الدهنية الحرة التى تمر فى الأنسجة الدهنية الى الدم ومنها للكبد حيث تتخطم فى الكبد وتتحول الى Acetyl-COAخلال عمليات أكسدة الأحماض الدهنية Oxidation- β والمعروف أن العدد الكبير من Acetyl-COA تزداد كفاءته خلال دورة السترات لدرجة Acety-COA يعيد

طريـــقه لتكويـــن Aceto Acetyl-COAويستمر أكثر من ذلك ويكون free acetate وهذا لتفسير تكوين الكيتونات Ketogenosisولكن هذا التفسير مازال نظريا لبعض الاعتبارات فى الميتابلزم ولكن يمكن فقط الاجابة على بعض المسائل فى الخلل الميتابلزمى وظهور مرض السكر Diabetes .

الرقابة الهرمونية فى دورة الحيض

Hormonal control of the Menstrual cycle

ظاهرة الدورة فى النشاط الفسيولوجى تنظم هرمونيا فبدراسة الدورةالجنسية فى الفئران والأرانب وجد أن المنظم لهذه الدورة هى هرمونات الغدد الجنسية.

دورة الحيض فى المراة لها صفات أنها مرتبطة بفترة نضج البويضة فى الرحم والتغيرات الحادثة فىالأغشية المخاطية للرحم تنزف للخارج والدورة الجديدة تنشط بواسطة هرمونات الغدة النخامية حيث أنها أولا تعد لتنشيط الهرمونات المسئولة عن نشاط البويضة-Follicle Stimulating Hormone (FSH) وأخيرا تنشيط الهرمون المنشط للخلايا البينيةthe (ICSH) Interstitial Cell Stimulating Hormoneحيث أن هرمون تنشيط البويضة (FSH) يعمل مباشرة على خلايا الغدد الجنسية Gonadal cells وتشجع نضج بويضة جديدة وتحت تأثير (ICSH)فان البويضة تنتج هرمون المبيضfollicular hormone هما هرمونEstrone أو Estradiol ومع ارتفاع تركيز ICSHفتأثيره المزهر يصبح أكثر وضوحا وبزيادة نسبة ICSH / FSHفان التبيض أو تمزق البويضة يتم ويحدث تطور للجسم الأصفر.

الغدة النخامية تؤثر أساسا على المبايض ولكن عملية الحمل تنظم بواسطة هرمونات الغدد الصماء والأستروجين يؤثر على انتاج الأغشية المخاطية الجديدة والتى تتوقف لفترة قصيرة قبل التبيض Ovulation وفى نفس الوقت يخرج الأسترون حيث له تأثير على الغدد النخامية الصماء وذلك يمنع تأثير هرمون تنشيط البويضة FSH وزيادة انتاج هرمون prolactin وهرمون ICSH والتى بدورها تشجع انتاج البروجسترون لفترة قصيرة قبل التبويض Ovulationوالبروجستيرون يشجع نقل أغشية الرحم المخاطية الى قبل حالة السكون وبعد الحمل أو لبيات أو لمأوى البيضة المخصبة وهذه الحالة تقاوم البروجسترون الناتج .

أما اذا كانت البويضة لم تخصب فان الجسم الأصفر يضمر لأن انتاج هرمون الاخصاب من الغدد النخامية يبطئ وفى هذه الحالة فان التأثير المنبه للأستروجين على تمثيل LTH

بواسطة الغدة النخامية Hypophysis لايذكر وربما أن البروجستيرون يمنع انتاج ICSH كذلك يمنع سير الجسم الأصفر نتيجة قلة انتاج الهرمون والمخاط المفرز لايمكن أن يستمر فى غياب البروجستيرون ويهمل أثناء الدورة الشهرية .

ومع الحيض الشهرى فأغشية الرحم ترجع لحالة البداية من الدورة والبويضة الناضجة الجديدة تنتج الأسترون حيث أنه مهم لانتاج البويضة والعملية تجدد وهكذا .

والدورة تعتمد أساسا على تحول القوى المنبهة للمبيض بواسطة هرمونات الغدد النخامية والتفاعلات الداخلية لهرمونات التبويض على الغدد النخامية .

هرمونات النسيج Tissue hormones

لفظ Tissue hormone يطبق على مجموعة من المواد الناتجة من غدد خاصة ولكن لايمكن أن تعتبر من الهرمونات بالمعنى الشائع .

فالعوامل المساعدة فى الافرازات المعوية يمكن اعتبارها احدى مجموعات هرمونات الأنسجة فهى لاتفرز من خلايا الاخراج ولكن تنتج من الأنسجة المخاطية وتصل لهدفها خلال مجرى الدم وبالرغم من ذلك فهى تعتبر هرمونات حقيقية ومجموعة أخرى من العوامل المساعدة مثل الهستامين ..... Acetyl cholines الخ

فهى تنتج من العديد من الأنسجة وهدفها الأعضاء وهذه المواد يمكن اعتبارها من بين الهرمونات فقط فى صورة مختصرة لذلك فمن الأفضل تقديم مجموعة جديدة من الأسماء ذات النشاط الدوائى المبدئى .

١ - هرمونات العصير المعوى The hormone of the gastro-intestinal tract

تخرج من الغدد الهاضمة وهى مايلى :

أ - هرمون Secretin

فدخول كتلة الأغذية الحمضية تنشط تمثيل هرمون Secretin بواسط الأغشية المخاطية للاثنى عشر والنشاط الرئيسى يزيد انتاج البنكرياس من العصير الهاضم والبيكربونات وهذا الهرمون يحتوى على مجموعه .

ب - هرمون Pancreozymin

تركيزه يرتفع فى الاثنى عشر ويزيد انتاج أنزيمات الأمعاء .

جـ - هرمون Cholecystokinin

حيث ينتج فى المرارة ويختلط بعصارة الصفراء كذلك تنتج من الأنسجة المخاطية لقناة الأمعاء .

د - هرمون Gastrin

حيث ينتج من جميع أجزاء الأمعاء أما Urogastrone يوجد فى البول حيث أن الجاسترين Gastrinوالهرمونات يمنعان الحركة وانتاج الحمض فى الأمعاء .

٢ - هرمونات الأنسجة النشطة المحلية Locally active tissue hormones

هذه الهرمونات غالبا ماتنظم ضغط الدم وحركة العضلات السهلة :

أ - هرمون Angiotensin وكان يسمى Hypertensin أو Angiotonin

حيث يؤثر على انقباض وارتخاء الأمعية الدموية وهو ببتيدى Decapeptide حيث يرفع من حركة proteose renin من الكلية وتركيبه معروف وأهميته الحيوية مازال فيها جدال ومن الناحية المرضية فانه المسئول عن ضغط الدم المرتفع فى الكلية.

ب - هرمون Histamin

يوجد بكميات كبيرة فى الأنسجة خاصة الجلد وخلايا الدم البيضاء Leucocytes فى الثدييات ولكن فى الثدييات يوجد فى حركة مقيدة وغير نشطة وتأثيره تخفيف ضغط الدم فى الشعيرات الدموية وزيادة افرازه يظهر النسيج على أنه مصاب بصدمة حيوية.

الهستامين يراقب الدورة الدموية فى الحيوانات العادية ويلعب دور كبير فى انتاج تفاعلات الحساسية لذلك زيادة نشاطه يوقف بوضع مواد مضادة له Antihistamine .

والهستامين يتكون بواسطة تفاعلات أنزيمية عن طريق ازالة مجموعة الكربوكسيل Decarboxylation للهستيدين حيث يتحطم بواسطة Diamine oxidase وهو فلافوبروتين Flavoprotein ليعطى ألدهيد، NH_3 حيث يثبط التفاعل والتفاعل مشابه لتفاعلات Oxidative deamination للأحماض الأمينية.

جـ - هرمون Serotonin

يوجد فى كل من الحيوانات والنباتات ويتكون من الحمض الأمينى التربتوفان حيث يوجد مجموعة أيدروكسيل على ذرة كربون رقم (٥) وتأثيره على ضغط الدم كذلك يهاجر أثناء تجلط الدم وتحدث فى الأنسجة المخاطية حيث تسمح بالحركة الدودية كذلك وجد فى النظام العصبى الرئيسى ويظهر كظاهرة نفسية وفى حالة غير مفهومة .

د - هرمون Tyramine

يرفع ضغط الدم ويحرك الأنسجة الرقيقة مثل الرحم والمهم هو الهيدروكسى تيرامين Hyroxytramine أو Dopamine المشتق من الحمض الأمينى تيروسين والمعروف أن الهيدروكسى تيرامين هو المادة المولدة لهرمونى Neropinephrine و Epinephrine هو كذلك مركب ناقل مثل Neropinephrine حيث يتحرر فى نهاية العصب السيمباتاوى Sympathetic nerve.

هـ - Acetyl Choline

مادة ناقلة فى معظم الأعصاب وهى تخفض ضغط الدم .

و- Amino butyric acid ٧

ينتج من نزع مجموعة الكربوكسيل Decarboxylation لحمض الجلوتاميك والمادة ترتفع أساسيا فى المخ وتأثيره بالضغط غير معروف ولكنه يكسر المماسات العصبيةSynapses والأنسجة العصبية تحتوى على انزيم Decarboxylase والذى ينتج amino butyrate أما انزيم Transaminase فانه يتحطم .

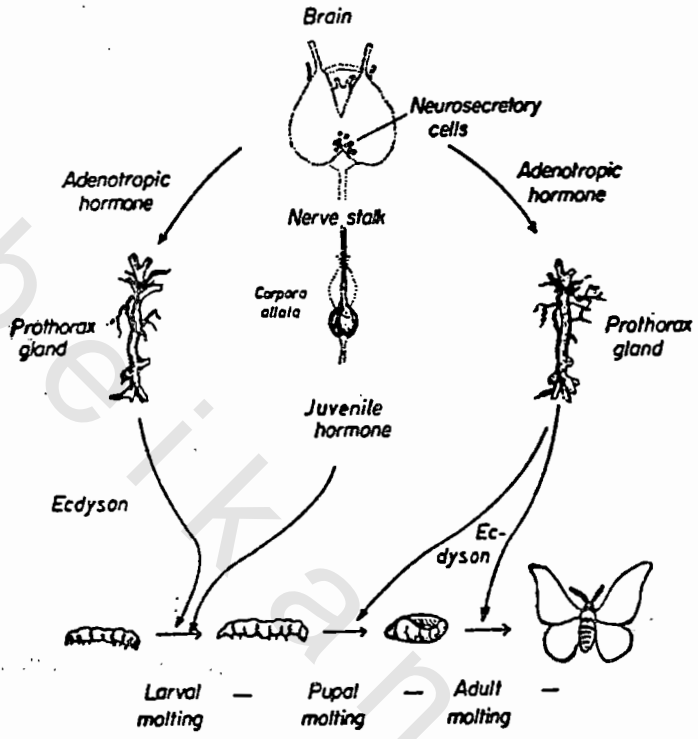
هرمونات الحيوانات اللافقريات Hormones of Invertebrates

مراحل تطور الحشرات تأتى خلال سلسلة من الحركة مثلا تحرك المرحلة الدودية الى مرحلة التطور الكامل Holometabola وكذلك أثناء فترة التشرنق ومعظم الأمثلة الكاملة على ذلك الدودة Caterpillar -الشرنقة Pupa -الفراشة Butterfly .

وكل مرحلة تنشط بواسطة افرازات عصبية من خلايا المخ حيث أن هذه الخلايا تفرز الهرمونات التىتؤثر على غدد أخرى – فغدة التزاوج prothorax gland تعطى الهرمون المناسب وهو هرمون الانسلاخ Ecdyson حيث يسبب الانسلاخ ثم تحدث بعد ذلك باقى التطورات ومراحل نمو الدودة تتأثر بواسطة الجسم الحساس Corpora Allata علاوة على هرمونات الانسلاخ .

المرحلة الثانية تجد هرمون الشباب أو الصبا Juwenile hormone مسئول عن تطور وصفات الدودة.

ولضمان مرحلة الدودة فيوجد هرمونين ضروريين لتطور الشرنقة لمرحلة الفراشة المسئول هرمون واحد فقط هو هرمون الانسلاخ ومن هذه الهرمونات هرمون الانسلاخ Ecdysone وعزل فى صورة متبلورة نقية وهو هرمون ستيرويد Steroid hormone وهذا الهرمون ينشط بعض الجينات فى مراحل تطور الحشرة .



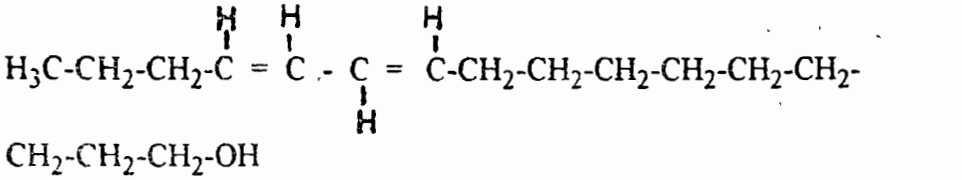
شكل (٨ – ٧) يوضح حركة الحشرة ففى الجزء العلوى تظهر الغدد المنتجة للهرمونات والجزء السفلى يبين مراحل التطور وتأثير الهرمونات عليها .

هرمون الصبا Juvenile hormone

عزل فى صورة نشطة وعلاوة على وجوده فى اللافقريات والجرعات االكبيرة من مركب Farmesolمشابهة لتأثير هرمون الصبا الطبيعى .

الفيرومونات Pheromones

مـــواد نشطة ذات تأثير لطيف متوسط ولقد سميت بهذا الاسم بواسطة العالمينLuscher & Carlson والمثال التقليدى لذلك هو التجاذب الجنسى للحشرات حيث أن الجنسين يتجاذبان من مسافات بعيدة ولقد عزل هذا الهرمون بصورة نقية من فراشة دودة القز .



Sex attractant of the silk moth

والشكل الحجمى لموقع الروابط المزدوجة مهم جدا من ناحية النشاط الحيوى فهرمون الفيرومون يستقبل بواسطة قرون الاستشعار فى الذكر وجزيئات قليلة منه كافية لعمل التفاعل البيولوجى ويحدث الاحساس عن طريق الخلايا العصبية .

الهرمونات النباتية Growth substances of plants

يخضع النمو فى النبات لديناميكيه معقدة فى مختلف أجزائه وبالتالى تتشابك هذه العمليات مع بعضها وينظم هذه العمليات مايسمى باسم منظمات النمو أو phytohormonesوهى مركبات توجد طبيعيا حيث تنتج بواسطة النبات نفسه كذلك يمكن تكوين هذه المركبات معمليا.

الوظائف الأساسية للهرمونات النباتية :

١ - التحكم فى طول الخلية .

٢ - تحلل وسقوط الأجزاء النباتية (الأوراق - الثمار - الزهور) .

٣ - بدئ تكوين الثمار ونموها .

٤ - نشأة الثمار .

وذلك عن طريق تأثيرها على الحالة الفردية للسيتوبلازم أو احداث تأثير أسموزى على جدار الخلية ويمكن وضع منظمات النمو النباتى فى خمسة مجاميع .

١ - الأكسينات Aulxins

٢-الجبرلينات Gibberellins

٣- السيتوكينينات Cytokinines

٤- حمض الأبسيسيك Absissic acid

٥- غاز الايثيلين Ethylene

١- الأكسينات Auxins

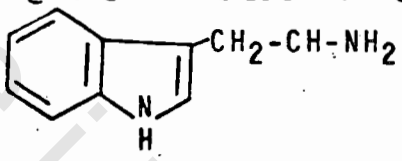
كلمة أكسين مشتقة من اللغة اليونانية القديمة ومعناها To-grow وهى تسمية عامة لأى مركب يسبب استطالة لخلايا الساق وأول مركب أكتشف فى هذه المجموعة كان سنة ١٩٣١ بواسطة الألمان وهو Indol acetic acid .

الأكسينات تتكون من القمم النامية والمناطق الميرستيمية مثل القمم النامية للساق والأوراق الصغيرة والبراعم الخضرية والزهرية وجنين البذور والثمار الصغيرة وقمم الجذور وتنقسم الأكسينات الى:

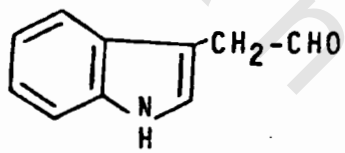
obeikandl.com

١- **أكسين حر Free Auxin** وتمثل ١٠ ٪ من التركيز الكلى للأكسين وقابل للانتشار وبالتالى يمكن فصلها عن سطح الآجار.

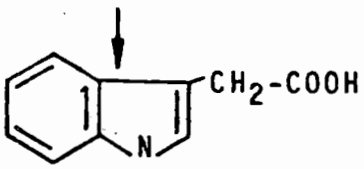
٢ - **الأكسين المقيد Bound Auxin** وتمثل ٩٠ ٪ من التركيز الكلى للأكسين ومرتبطة بمكونات الخلية ولفصلها لابد من سحق العضو النباتى واستخلاص الأكسين بواسطة المذيبات العضوية،ويتكون IAA من الحمض الأمينى التربتوفان عن طريق تفاعلات انزيمية حيث يتم نزع مجموعة الأمونيا وجزئ ثانى أكسيد الكربون والشكل التالى يوضح ذلك .



Tryptophan



Indol-3-acetaldehyde



Indol-3-acetic acid

شكل (٨-٨): التخليق الحيوى لهرمون(IAA) Indole 3-Acetic Acid فى النبات من الحمض الأمينى التربتوفان .

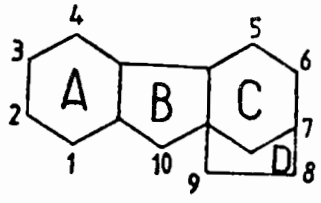
٢- الجبريلينـــات Gibberellines

الجبريلينات هى المركبات التى تسبب استطالة خلايا الساق السليم ويوجد تداخل بين الأكسينات والجبريلينات من حيث أن كل منهما تسبب استطالة الساق ولكن توجد الفروق التالية :

١ - من حيث التركيب الجزيئى فمشتقات الجبريلين تتكون من مركب من أربعة حلقات .

٢ - الجبريلين يؤثر على الساق السليم فقط أما الأكسين من الممكن أن يؤثر على الساق المقطوع .

٣ – له تأثير ممتاز على نمو النباتات القزمية عند رشها به مثل البسلة والفاصوليا وتتكون مركبات الجبريلين من وحدات الأيزوبرين وحمض الجبريليك Gibberellic acid مثال على ذلك.



The gibbane carbon skeleton

وأهمية الجبريلينات ترجع لما يأتى:

١ – تسبب استطالة الخلايا .

٢ – تساعد على تكوين الأنسجة الثانوية .

٣ – مسئولة عن تكوين RNA من DNA وذلك فى وجود الأكسينات .

٤ – رش العنب بها يعطى نبات قوى قليل البذور .

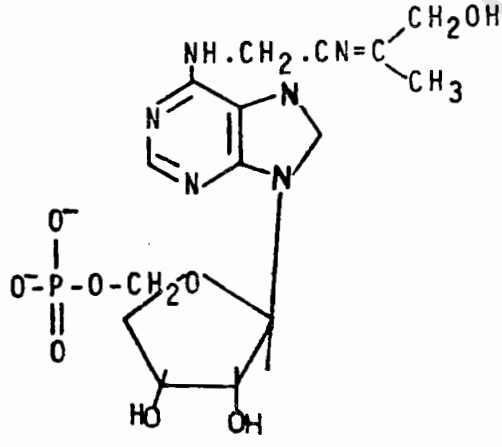
٥ – رش الكريز بها يزيد الأزهار .

٦ – رش الكمثرى بها يساعد على تحول المبيض الى ثمرة .

٧ – يزيد من كفائة تكوين المولت فى الشعير .

٣ – السيتوكينينات Gytokinins

هى مركبات لها دور أساسى فى انقسام الخلايا والتزهير وعقد الثمار وأمكن عزل مركب Zeatin سنة ١٩٦٤ من حبوب الذره الصغيرة وعزل مركب Zeatin ribotide من لب جوز الهند .



الصيغة البنائية لمركب Zeatin ribotide

obeikandl.com

وتوجد السيتوكينيات فى كل من:

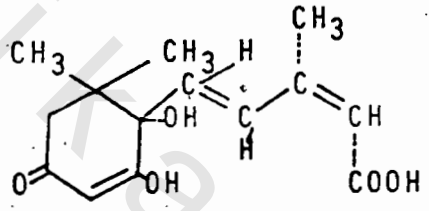
١ - الجذور وبعض افرازات الجذور .

٢ – الأزهار الصغيرة .

٣ – موجودة بتركيزات مرتفعة فى الحبوب والثمار الصغيرة .

٤- حمض الأبسيسيك Abscisis acid

وجد أن لوز القطن يفرز مادة تساعد على سقوط الأوراق وتضاد عمل الأكسينات واستخلصت هذه المادة وسميت باسم Abscisic وهذا المركب يتكون طبيعيا من البلاستيدات الخضراء ويتكون كذلك من أكسدة بعض أنواع من الزانثوفيلاتXanthophylls .



Abscisic acid

وأهمية حمض الأبسسيك ترجع لما يلى :

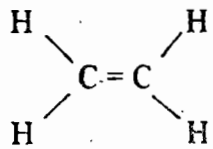
١ – يساعد على سرعة غلق الثغور عن طريق تحكم فى الخلايا الحارثة .

٢ – يساعد أيون البوتاسيوم على ترك الخلايا الحارثة فتترهل وتنغلق وبذلك يقل فقد الماء ٣ – يتدخل ويمنع تكوين البروتينات .

٤- أثناء النهار ينتقل أيون البوتاسيوم بداخل الخلايا الحارثة وينتقل العصير الخلوى فى هذه الأثناء ويتحول النشا لسكر وحمض ماليك ويزداد الضغط الأسموزى.

الايثيلين Ethylene

هو أقدم منظم للنموعرف حتى الآن وعرف سنة ١٨٦٤ وهو غـــاز خفيف الوزن- عديم اللون – ذو رائحه تشبه الأيثير – سهل الاشتعال درجة غليانه ١٠٣°م ويكون سائل عند درجة – ١٦٩°م وهو الهرمون الوحيد الموجود فى صورة غازية .



Ethylene

مصادر الايثلين هى :

١- جروح النباتات ينتج عنها الغاز .

٢- النباتات أثناء التفاعلات الكيموحيويه .

٣-انبات البذور.

٤-الكائنات الحية الدقيقة فى التربة .

٥- بكتيريا العقد الجذرية تحول غاز الاستيلين الى ايثلين .

٦- عادم السيارات .

تأثيره :

١- احداث الأزهار حيث أن الأكسين يشجع تكوين الايثلين .

٢- زيادة الأكسين فى البراعم الابطية .

٣- ذبول الأزهار بعد تلقيحها نتيجة نمو الثمار .

٤- تكوين الشعيرات الجذرية .

٥- يمنع النمو الطولى للسيقان ويسبب زيادة السمك ويقصر الجذور ويقلل تفرعها .

٦- يساعد على نضج الثمار مثل التفاح .

٧- يساعد على سقوط الأوراق متى وصلت لحالة الشيخوخة .

٨- تنشيط انبات بعض البذور .

٩- تكوين ثمار متجانسة من حيث الشكل واللون .

١٠- توحيد موعد النضج فى نبات الأناناس .

١١- سرعةسقوط الثمار لسهولة عملية الجمع الآلى فى العنب والكريز والموالح .

استخدامات الهرمونات

تستخدم الهرمونات فى الطب فى علاج الأمراض الناتجة عن نقص الهرمونات تستخدم فى علاج مرض أديسون وأمراض الغدة الدرقية والبول السكرى وفى علاج المضاعفات الروماتيزمية ولفحات الحروق وأمراض العيون وأمراض سرطان الدم.

الأكسينات والهيدروأكسينات والجبريلينات والكينين والعديد من المركبات الطبيعية والتخليقية تستخدم فى تنظيم نمو النباتات ومكافحة الحشائش الضارة بالنباتات وايقاف تبرعم البذور أثناء التخزين ولمنع السقوط المبكر لثمار أشجار الفاكهة وازالة أوراق القطن قبل الجنى.

الهرمونات هامة جدا وممكن التحكم فيها وبالتالى ممكن اعداد الوسائل الناجحة للتحكم فى نمو وتطور النباتات والحيوانات وعلاج العديد من أمراض الانسان.

obeikandl.com

المراجع

1- Granner , D.K.(1985) Hormone action . In ; Martin in , D.w.,Mayes,P.A.,Rodwell,V,W.and Granner ,D.K.-Harpers Review of Biochemistry .Longe Medical publications Los Anglos,California .

2- Karlson,P. (1976) Introduction to modern biochemistry Academic press New- york and london,

3- Leopold,A.C. (1974) Plant growth development ,Mc Graw Hill Book Company, New york and london .

obeikandl.com