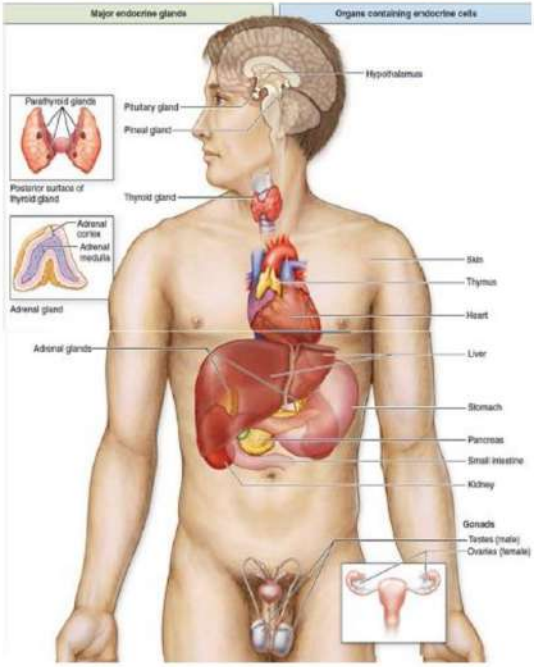
الغدد الصم Endocrine Glands

يتشارك الجهاز العصبي Nervous System مع الجهاز الغدي الصماوي Endocrine System في تأمين الوظائف والحياة الإعاشية في جسم الكائن الحي، حيث يتعاونان مع بعضهما البعض وكل منهما يؤثر في الآخر (يتآثران Interaction) بحيث تتم هذه الوظائف على الشكل السليم عن طريق المراقبة Monitoring والتنسيق Coordination والتحكم Controlling، مما يؤدي في النهاية إلى ما يسمى استتباب Homeostasis الوظيفة ضمن العضوية الحية في كل نواحي الحياة.



- الغدد الصم (الجهاز الغدي الصماوي) عبارة عن خلايا ونسج ذات إفراز داخلي (تفرز الهرمونات).
- تتميز بأنها لا تتضمن على أقنية، وإنما تقوم بإفراز واطلاق محتوياتها خارج الخلايا (في السائل الخلالي Interstitial Fluid) ومنه إلى جهاز الدوران الدموي.

الهرمونات (Hormones)

- هي مادة حيوية (Biologic Substance)، تُنتج من قبل الغدد (وخاصة الغدد الصماء) بكميات قليلة.
- لها مُستقبل على الخلية الهدف، يقوم بترجمة الأوامر التي تنقلها الهرمونات وبالتالي يتم التأثير في وظيفة الخلية أو النسيج.
- تُمثل أوامر تخضع لها الأعضاء في كل الجسم، وتعمل بشكل مترافق مع الجهاز العصبي الذاتي.
- تنسق وتضبط العمليات الحيوية في الجسم كـ:

1. الاستتباب الداخلي (Homeostasis).
2. التكاثر (Reproduction).
3. النمو والتطور (Growth & Development).
4. الاستقلاب (Metabolism).
5. الاستجابة للضغط (Response To Stress).

تصنيف الهرمونات Classification of Hormones

تصنف الهرمونات بعدة طريق كالآتي:

أولاً: تصنيف الهرمونات حسب تركيزها في الدم

1. هرمونات ذات تركيز ثابت في الدم (Constant Level Hormones):

- إن أغلب الهرمونات في الجسم تكون ذات تركيز ثابت في الدم (بمدى Range محدد)، تغير هذا التركيز يدل على أمراض معينة، مثل: هرمونات الغدة الدرقية (Thyroid Hormones).

2. هرمونات ذات تركيز متغير (Variable Level Hormones):

- خاصة الهرمونات التي تتحكم بها عوامل التوتر stress، مثل: هرمونات الغدة الكظرية (الإيبنفرين Epinephrine) والتي تكون كميتها متبدلة باستمرار.

3. هرمونات تفرز بشكل دوري (Cyclic Level Hormones):

- كما هو الحال في الهرمونات الجنسية (Hormones Reproductive).
- مثل: الأستروجين والبروجسترون.

ثانياً: تصنيف الهرمونات تبعاً لطبيعتها الكيميائية

ثالثاً: تصنيف الهرمونات من حيث التأثير

1. هرمونات ذات تأثير بؤري أو موضعي (Focal):

كالهرمونات المفروزة من النوى العصبية الموجودة في الوطاء يكون تأثيرها مباشرة على القسم البعيد (Distal Pars) من الفص الأمامي للنخامة.

2. هرمونات ذات تأثير عام (Global):

لهذه الهرمونات مستقبلات في أعضاء و أنسجة مختلفة في الجسم كـ:

1. هرمون النمو (Growth Hormones).
2. الإنسولين (Insulin) والغلوكاغون (Glucagon).
3. التيروكسين (Thyroxine) والتيرونين (Thyronine).

آلية تأثير الهرمون بالخلايا الهدف

- إن الخطوة الأولى من قيام الهرمون بوظيفته في الخلايا الهدف هي الارتباط بمستقبل نوعي لهذا الهرمون (Specific Hormone Receptor).
- توجد المستقبلات إما على **سطح الخلية** أو في **السيتوبلاسما** أو **النواة**، لذلك تم تعيين مجموعتين من مستقبلات الهرمونات:

المستقبلات خارج الخلوية Cell Surface Receptor	المستقبلات داخل الخلوية Intracellular Receptor
خاصة بالهرمونات التي لا تستطيع اختراق الغشاء الخلوي (الهرمونات ذات الطبيعة البروتينية والكاتيكولامينات)	خاصة بالهرمونات التي تستطيع اختراق الغشاء الخلوي (الهرمونات الستيروئيدية وهرمونات الغدة الدرقية)
عند ارتباط الهرمون بها يتم انتاج رسول ثانوي يحدث شلال من العمليات الحيوية لإحداث الأثر المطلوب.	عند ارتباط الهرمون بها لا يتم انتاج رسول ثانوي، بل يغير المستقبل المرتبط مع هرمونه التصيير الجيني مباشرة.

مستويات جهاز الغدد الصماء

يوصف جهاز الغدد الصماء بأنه جهاز طبقي (هرمي)، حيث يتم العمل فيه على عدة مستويات، ومحاور (Axes)، بحيث يوجد ربط ما بين الجهاز العصبي وجهاز الإفراز الداخلي:

هذه الطوابق أو المستويات هي:

1) قشر المخ Cerebral Cortex
2) تحت المهاد (الوطاء) Hypothalamus
3) الغدة النخامية Pituitary Gland
4) الغدد الصم المحيطية Peripheral Endocrine Gland

المحاور Axis

❖ يمكن تعريف المحور على أنه مجموعة بنى متسلسلة **تهدف إلى** التحكم بكميات الهرمون المفرزة.

❖ يكون مؤلفاً من سلسة من الخلايا، كل خلية تقوم بإفراز هرمون واحد، لتحفز الخلية التالية على إنتاج مادة تحفز الخلية التالية وهكذا...

❖ مع الأخذ بعين الاعتبار أن المنتج الأخير يمكنه أن يؤثر بالخلايا السابقة بطريقة التلقيم الراجع Feedback (غالباً سلبي وأحياناً إيجابي).

أمثلة عن بعض المحاور:

✔ المحور الوطائي النخامي الكظري Hypothalamic-Pituitary-Adrenal.

✔ المحور الوطائي النخامي الدرقي Hypothalamic-Pituitary-Thyroid.

انتظام الخلايا في الجهاز الغدي الصماوي

✓ في الغدد ذات **الافراز الخارجي** درسنا أنها تصنف إلى غدد وحيدة الخلايا وغدد عديدة الخلايا.

✓ أما جهاز **الافراز الداخلي** فمن الممكن أن يأخذ شكلاً من الأربع أشكال التالية:

1) خلية مفردة.
2) عنقود أو تجمع من الخلايا الصماوية.
3) نسيج يملك وظيفة صماوية.
4) غدة صماوية منفصلة (مستقلة).

سندرس الغدد الصماوية المنفصلة:

الغدة النخامية Hypophysis, Pituitary gland

➢ ترتبط الغدة النخامية بالوطاء ارتباطاً شكلياً (تتعلق به بواسطة سويقة قصيرة)، ووظيفياً بشكل وثيق.

➢ يُدعى كل من الوطاء والنخامى بـ: **الأعضاء السيدة أو الرئيسة (Master Organs)**، إذ يقومان معاً بـ: **ضبط** عمل الغدد الصم الأُخرى، و يلعبان الدور الأهم **بتنظيم** التلقيم الراجع.

وصف الغدة النخامية

✓ الغدة النخامية هي غدة صماوية مركبة Compound endocrine gland.

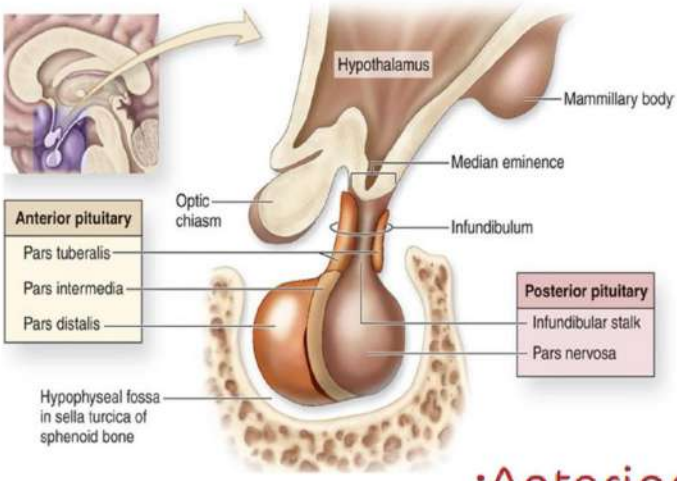
✓ صغيرة بحجم حبة البازلاء.

✓ قياساتها 13x10x6 mml.

✓ تزن 0.5g

✓ تتوضع النخامى في قاعدة الدماغ تحت الدماغ البيني Diencephalon، حيث تسكن ضمن تجويف عظمي في العظم الوتدي له شكل السرج Saddle-shaped يدعى السرج التركي Sella turcica.

✓ ترتبط النخامى بالوطاء بواسطة سويقة صغيرة تعرف بـ **السويقة النخامية Pituitary stalk** أو **القمع Infundibulum**، بالإضافة إلى شبكة وعائية Vascular network.



✓ تتكون النخامى من قسمين رئيسيين:

✓ **الفص الأمامي (النخامى الغدية) Anterior Lobe (Adenohypophysis).**

✓ **الفص الخلفي (النخامى العصبية) Posterior Lobe (Neurohypophysis).**

الفص الأمامي Anterior lobe:

- يسمى بالنخامى الغدية Adenohypophysis.
- حيث يمثل النسيج شبه الظهاري الغدي في النخامى Glandular Epithelial Tissue.
- يتألف من :

a) **القسم البعيد Pars distal:** ويشكل القسم الأعظم (حوالي 80٪)، ويرتكز على الجزء المتوسط للفص الأمامي للغدة النخامية.

b) **القسم المتوسط Pars Intermediate:** يكون أثرياً (شبه مختفٍ) عند الإنسان (يشكل جزء صغير جداً من الغدة النخامية)، و لكن يكون متطوراً بشكل ملحوظ عند البرمائيات.

c) **القسم الحدبي pars Tuberalis:** يشكّل طوقاً Collar أو غمداً Sheath حول القمع Infundibulum فيحيط به إحاطة شبه كاملة، كما يشكّل جزء أساسي من بنية السويقة النخامية Stalk.

الفص الخلفي Posterior lobe:

- يسمى أيضاً بالفص النخامي العصبي Neurohypophysis.
- وهو نسيج إفرازي عصبي Neural Secretory Tissue أي أنه غير منتج للهرمونات وإنما مفرز لها فقط، حيث يتم إنتاج الهرمونات التى يفرزها فى مكان آخر هو الوطاء.
- يتألف من:

a) **الجزء العصبي Pars nervosa:**

✓ تقع فيه المحاور الإسطوانية للعصبونات الإفرازية Neurosecretory axons (التي تفرز الفازوبريسين والأوكسيتوسين) ونهاياتها.

✓ توجد أجسام هذه العصبونات في الوطاء: النواة فوق البصرية (Supraoptic Nucleus) والنواة جانب البطين الثالث (Paraventricular).

b) **القمع The Infundibulum**:

✓ يكون مستمراً مع البارزة المتوسطة Median Eminence في قاعدة البطين الثالث.

✓ يحوي حزماً من محاوير العصبونات الإفرازية المشكلة لـ: السبل الوطائية النخامية Hypothalamohypophyseal tracts.

c) **البارزة المتوسطة Median Eminence**.

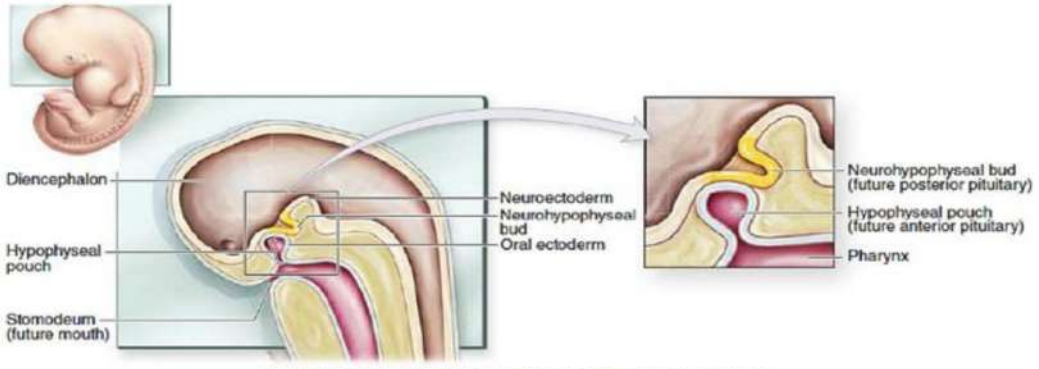
التطور الجنيني للنخامى

❖ بالرغم من أن كل من الفص الأمامي والخلفي للغدة الأمامية ينشآن من **الوريقة الخارجية**، إلا أن لكليهما **منشأ جنيني مختلف**.

❖ في **الأسبوع الثالث** يتشكل جيب نخامي (جيب راتكه Rathke's pouch) من إنخماص في سقف الوريقة الخارجية للبلعوم الفموي Ectoderm of the oropharynx، ينمو هذا الإنخماص نحو الأعلى (رأسياً) Rostral باتجاه الدماغ (وبالتحديد قاعدة الدماغ البيني).

❖ في **الأسبوع الرابع** يحدث تطاول Elongation في الوريقة الخارجية العصبية لأرضية البطين الثالث (أرضية الدماغ البيني) باتجاه الأسفل على شكل برعم Bud، مما يشكل القمع Infundibulum ثم الفص العصبي للنخامى، وهذا ما يبقي اتصال الفص العصبي مع الدماغ البيني.

❖ في **الأسبوع السادس** تتنكس (تتحلل) السويقة الواصلة بين جيب راتكه والتجويف الفموي (Connecting Stalk)، أي أن جيب راتكيه ينفصل عن الجوف الفموي الأولي.



(a) Week 3: Hypophyseal pouch and neurohypophyseal bud form

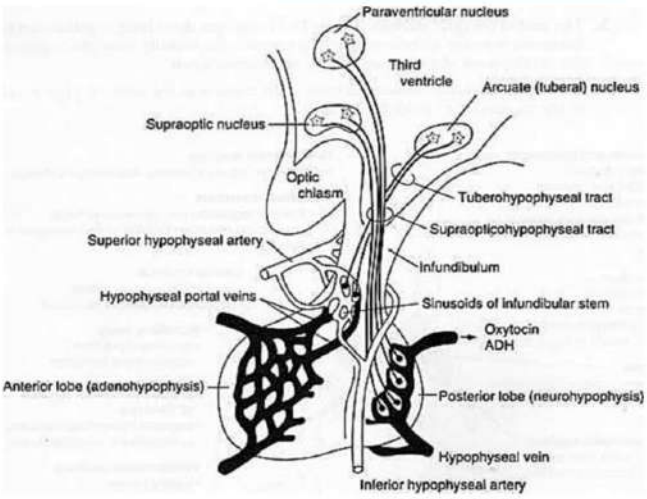
تتم تروية النخامى عن طريق مجموعتين من الشرايين الرئيسية:

✓ الشرايين النخامية العلوي Superior Hypophyseal Arteries.

✓ الشرايين النخامية السفلي Inferior Hypophyseal Arteries.

نوى الوطاء:

النواة فوق البصرية Supraoptic Nuclie	النواة جانب البطينية Paraventricular Nuclei



- يصنع هرمون الفازوبرسين (المضاد للإدرار) ADH ضمن عصبونات في النواة فوق البصرية، ويصنع هرمون الأوكسيتوسين Oxytocin (OT) ضمن عصبونات في النواة جانب البطينية.
- يتدكس كل من الهرمونين السابقين (هرمونات ببتديدية) مؤقتاً في محاوير هذا السبيل المجردة من النخاعين قبل أن يتم إطلاقها ،حيث تشكل هذه المحاوير مشابك عصبية دموية Neurohemal مع الشعريات الدموية المتفرعة من الشرايين النخامية العلوية، ثم قبطها Uptake من قبل تلك الشعريات المتفرعة.

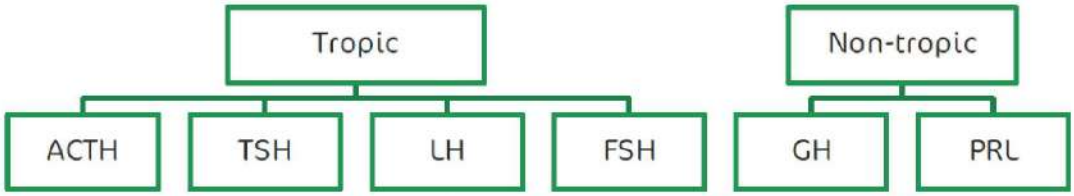
بنية ووظيفة الغدة النخامية

الفص الأمامي الغدي للغدة النخامية Adenohypophysis (Anterior lobe)

- القسم الأعظم من الفص الأمامي للغدة النخامية يملك ترتيباً مماثلاً للنسج الصمية، حيث:
  - تنتظم الخلايا في مجموعات وحبال خلوية (clumps and cords)، تفصل بينها شعريات دموية مثقبة ذات قطر أكبر من هذه الحبال.
  - تستجيب هذه الخلايا للإشارات القادمة من الوطاء، وتقوم بتركيب وإفراز عدد من الهرمونات النخامية.
- هذه الهرمونات هي:
  1. Adrenocorticotropic hormone (ACTH).
  2. Thyroid stimulating (Thyrotropic) hormone (TSH).
  3. Follicle stimulating hormone (FSH)
  4. Luteinizing hormone (LH).

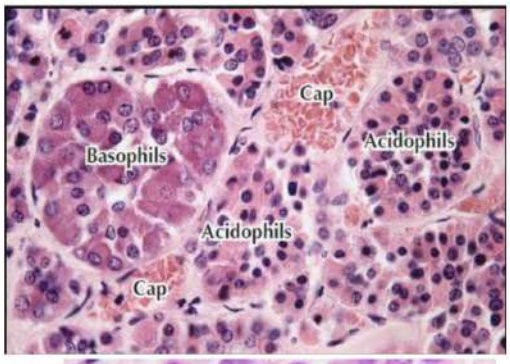
- تدعى الهرمونات الأربعة السابقة التي يفرزها الفص الأمامي بـ Tropic hormones لأنها تقوم بتنظيم نشاط خلايا غدد صم أخرى في الجسم.
  5. هرمون النمو Growth hormone (GH).
  6. البرولاكتين Prolactin (PRL).
- لا يعتبر هذان الهرمونان من ضمن الـ Tropic Hormones، لأنهما **يقومان بالتأثير مباشرة في خلايا العضو الهدف (والذي لا يكون من الغدد الصمية)**.

➢ إذاً: يقوم الفص الأمامي للغدة النخامية بالوظائف التالية:
1. تنظيم نشاط **غدد صمية** Endocrine Glands أخرى.
2. تنظيم نشاط **بعض النسج غير الصمية** Nonendocrine Tissues أيضاً.

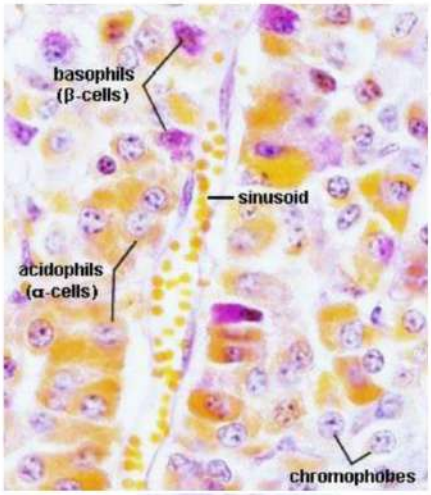


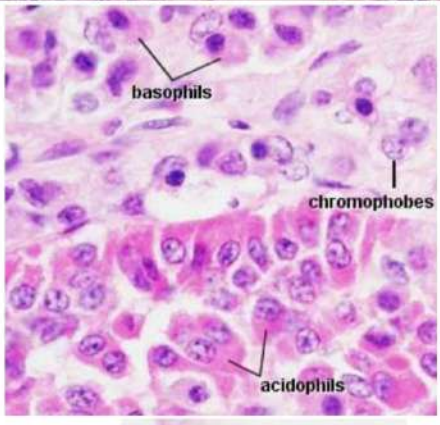
1) الجزء البعيد Pars Distal للفص الأمامي:

- تترتب الخلايا ضمن حبال cords أو أعشاش nests أو ضمن أجربة (ولكن بشكل نادر) بحيث تشكّل مجموعات خلويّة متفاوتة بالأحجام.
- تحيط بكل مجموعة cluster خلوية، صفيحة قاعدية وشبكة من الألياف الشباكية، تفصل بينها الشعريات الدموية المثقبة (ثقوب فيزيولوجية).
- وقد تم تصنيف هذه الخلايا بشكل أولي بناء على **الخصائص التلوينية (حامضية أم أساسية)**
- بالتلوين العادي (هيماتوكسيلين/أيوزين H/E) وُجِد أنّ الجزء البعيد للفص الأمامي يتألف من:
  - ✓ 50٪ من خلايا محبة للون Chromophils.
  - ✓ 50٪ من خلايا كارهة للون Chromophobes.
- وتُقسم الخلايا المحبة للون إلى:
  - ✓ خلايا محبة للحمض Acidophils (نسبتها 40٪) منها ما هو مضلع (متعدد السطوح) ومنها ما هو كروي.
  - ✓ خلايا محبّة للأساس Basophils. (نسبتها 10٪)



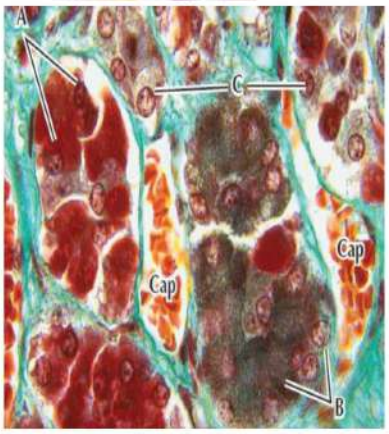
مقطع في الجزء البعيد للفص الأمامي
تظهر فيه أنماط الخلايا المحبّة للون
(حامضية - قلوية)





Pituitary Gland H&E

Pituitary Gland
PAS & Orange G



مقطع للقسم البعيد باستخدام
تلوين Masson's Trichrome
B: Basophils
A: Acidophils
C: Chromophobes
Cap: capillaries
تستخدم هذه الصبغة لإظهار النسيج
الضام باللون الأخضر.

تصنيف خلايا الغدة النخامية حسب مفرزاتها

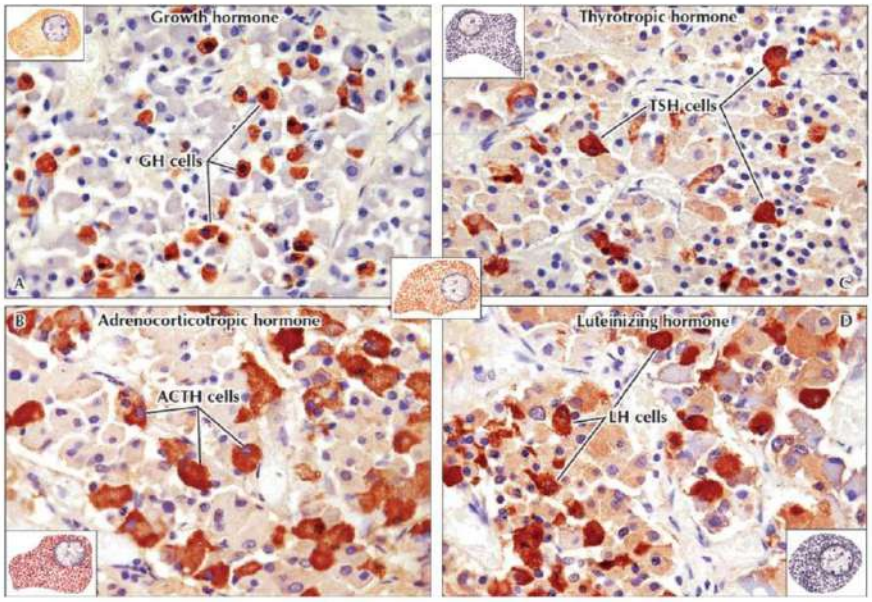
❖ تم الاعتماد على تقنيات المجهر الالكتروني والكيمياء-النسيجية-المناعية لتصنيف خلايا الغدة النخامية حسب مفرزاتها.

❖ حيث تم تحديد **خمس أنماط وظيفية** من الخلايا الموجودة في الجزء القاصي بالاعتماد على المناعة الخلوية الكيميائية (أضداد وحيدة النسيلة) أو بطريقة التهجين في المكان FISH:

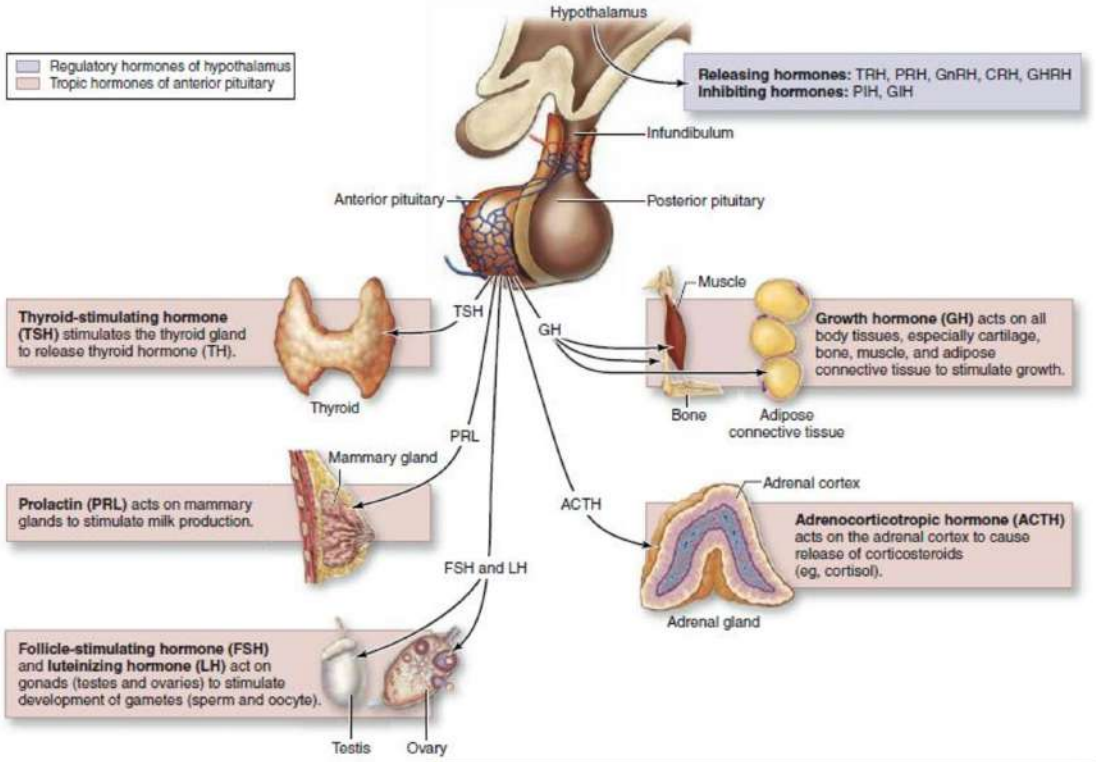
1. Somatotropes (GH cells).
2. Lactotropes (PRL cells), mammotropes.
3. Corticotropes (ACTH cells).
4. Gonadotropes (FSH & LH cells).
5. Thyrotropes (TSH cells).

❖ جميع هرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية عبارة عن **بروتينات صغيرة small proteins أو بروتينات سكرية glycoproteins**.

خلايا الـ TSH	خلايا الـ GH	خلايا الـ LH & FSH	خلايا الـ ACTH
الخلايا مضلّعة، والنوى مكورة لا مركزية	الخلايا بيضوية، والنوى مكورة لامركزية غنية بالكروماتين الحقيقي	الخلايا شبه بيضوية، النوى مكورة لا مركزيّة	الخلايا متعددة السطوح (مضلعة)، ومن الممكن أن ترسل استطالة أحياناً، نواها لا مركزية غنية بالكروماتين الحقيقي، ويكون الكروماتين المغاير على السطوح، وجميع عضياتها الداخلية تكون متطورة



Cell Type	% of Total Cells	Hormone Produced	Major Function
Somatotrophs	50	Somatotropin (growth hormone, GH), a 22-kDa protein	Stimulates growth in epiphyseal plates of long bones via insulin-like growth factors (IGFs) produced in liver
Lactotrophs (or mammotrophs)	15-20	Prolactin (PRL), a 22.5-kDa protein	Promotes milk secretion
Gonadotrophs	10	Follicle-stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH; interstitial cell-stimulating hormone [ICSH] in men), both 28-kDa glycoprotein dimers, secreted from the same cell type	FSH promotes ovarian follicle development and estrogen secretion in women and spermatogenesis in men; LH promotes ovarian follicle maturation and progesterone secretion in women and interstitial cell androgen secretion in men
Thyrotrophs	5	Thyrotropin (TSH), a 28-kDa glycoprotein dimer	Stimulates thyroid hormone synthesis, storage, and liberation
Corticotrophs	15-20	Adrenal corticotropin (ACTH), a 4-kDa polypeptide	Stimulates secretion of adrenal cortex hormones
		Lipotropin (LPH)	Helps regulate lipid metabolism



2) الجزء المتوسط Pars Intermedia لفص الأمامي:

✓ يتشكل من **الجزء الخلفي لجيب راتكيه** .

✓ الخلايا تنتظم على شكل مجموعات خلوية وأجربة (بقايا لمعة جيب راتكيه) لذلك تظهر في المقطع على شكل أشباه أكياس .

✓ تكون هذه الخلايا من نمط محب للأساس Basophils والقليل جداً من الخلايا الكارهة للون Chromophobe ونواتها مكورة .

✓ لدينا نوعين مميزين من الخلايا في الفص المتوسط:

- خلايا نجمية (تابعية) Stellate Cells: تبطن الأجربة الموجودة في الفص.
- خلايا محبة للأساس Basophils: توجد على شكل مجموعات

✓تنتج الخلايا الإفرازية:

melanocyte stimulating hormone (MSH)

Lipotrophic γ-LPH له دور ضعيف في حل الدسم

β-endorphin مركبات أفيونية لها دور في تخفيف الألم وزيادة البهجة (مركبات الهوس).

3) الجزء الحدبي Pars Tuberalis للفص الأمامي:

✓امتداد من الجزء البعيد نحو القمع، أي أنه ينمو نحو الأعلى باتجاه الدماغ.

✓يشبه الجزء البعيد للنخامة.

✓يشكل جزء من السويقة stalk .

✓يمتاز بأنه غني بالأوعية الدموية

✓الخلايا تنتظم على شكل حبال أو مجموعات خلوية بينها شعريات دموية مثقبة .

✓تكون الخلايا نصفها كاره للون ونصفها محب للون (الأغلب محبة للأساس Basophils).

الفص العصبي (الخلفي) Posterior Lobe (Neurohypophysis)

✓ الفص الخلفي للنخامة هو امتداد للجهاز العصبي المركزي، والذي يخزن ويحرر منتجات إفرازية للوطاء.

✓ يعرف كذلك بالنخامة العصبية Neurohypophysis.

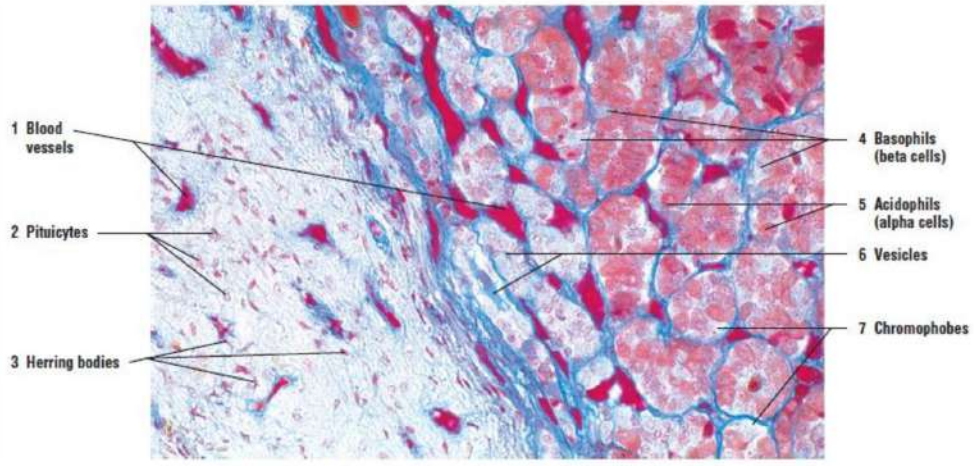
✓ يؤمن الفص العصبي الارتباط المورفولوجي (الشكلي) بين النخامة والوطاء.

✓ يحرر الفص العصبي كل من: الأوكسيتوسين oxytocin و الفازوبريسين vasopressin (ADH).

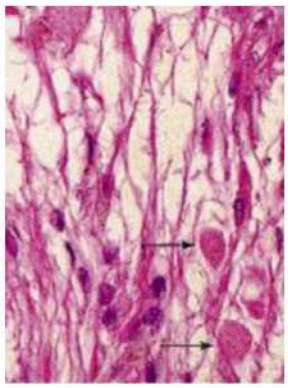
✓ تتكون النخامة العصبية من الجزء العصبي Pars Nervosa والقمع Infundibulum الذي بدوره يتصل مع الوطاء والبارزة المتوسطة Median Eminence.

✓ تحوي محاوير عصبية لا نخاعينية ونهايات عصبية لما يقارب 100.000 عصبون مفرز Neurosecretory neurons، التي تقع أجسامها في النواة فوق البصرية Supraoptic Nucleus والنواة جانب البطينية Paraventicular Nucleus.

- ✓ الفص الخلفي للنخامة ليس غدة صماء إنما موقع تخزين للإفرازات العصبية لعصبونات النواتين فوق البصرية وجانب البطينية للوطاء.
- ✓ يتكون البروز المتوسط Median Eminence من: **نهايات عصبية + ضفيرة أولية (دموية)** (وكذلك نجد فيه خلايا مصورة لليف، خلايا بدينة، خلايا نجمية، وخلايا دبقية صغيرة).
- ✓ القمع: حزمة من محاوير أسطوانية عديمة النخاعين. عددها أكثر أو أقل من 100.000 يدعمها خلايا نخامية Pituicyte بالإضافة لخلايا دبقية عصبية صغيرة.
- ✓ هذه المحاوير تنتهي بأزرار في النهاية العصبية في مستوى الشعيرات الدموية المثقبة **مشكلة المشبك العصبي الدموي**.
- ✓ يوجد ضمن هذه المحاوير كما يوجد ضمن أي محاوير عصبية أخرى:
  - Microtubules+ Microfilaments (neurofilaments) خيوط ونبيبات مجهرية وهي وسائل نقل الحبيبات الإفرازية.
  - حبيبات إفرازية في مستوي المحوار الأسطواني والتي تجتمع مشكلة جسيمات هيرنغ.



Mallory-Azan and orange G. x80.



تلوين عام تظهر فيها نهايات المحاور الاسطوانية التي تشكل جسيمات هيرينغ

تقوم الخلايا النخامية Pituicytes بوظيفة داعمة.

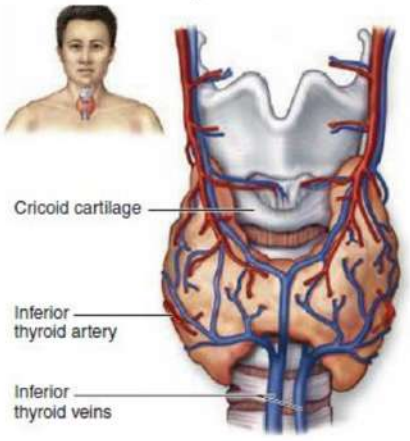
التطبيقات الطبية:

- ✓ **الأورام النخامية الغدية Benign pituitary adenomas :** هي أورام حميدة، تنتج أعداد كبيرة من الخلايا المحبة للحمض acidophils والخلايا المحبة للاساس basophils. يمكن لهذه الكتلة أن تسبب العملقة عند الأطفال إذا حدثت قبل تعظم الصفيحة المشاشية للعظام أو ضخامة الأطراف عند البالغين.
- ✓ يمكن أن تتأثر **وظيفة الغدة النخامية الخلفية Posterior pituitary** بشكل سلبي من خلال الطفرات الموروثة في جين الفازوبريسين (ADH)، مما يؤدي إلى مرض السكري الكاذب، وهو اضطراب يتميز بعدم القدرة على تركيز البول، مما يؤدي إلى كثرة التبول (polyuria) وزيادة العطش.

الغدة الدرقية Thyroid Gland

- **موقعها:** تقع الغدة الدرقية أسفل الحنجرة أمام الرغامى في المنطقة الأمامية للعنق.
- الغدة الدرقية من أكبر غدد الإفراز الداخلي الموجودة في الجسم (هي الغدة الوحيدة التي تخزن هرموناتها).
- غدة ثنائية الفصوص تتكون من **فصين** يفصل بينهما **برزخ Isthmus** مكون من برانشيم وظيفي.
- عرض الفصيص الواحد فيها 2-2.5 cm بارتفاع 5-6 cm والعمق حوالي 2 سم.
- وزنها 15-25 g.
- تحاط **بمحفظة ضامة** مؤلفة من طبقتين:

  خارجية ليفية وداخلية رخوة.



- ترسل المحفظة **حجب ضامة** تقسمها إلى **فصوص** و**فصيصات** غير واضحة الحدود
- يحوي كل فصيص حوالي (30- 40) جريب تسمى **الجريبات الدرقية Thiroid Follicle** وهي الوحدة الأساسية والنسيجية والوظيفية للغدة الدرقية.
- تحوي الحجب الضامة شرايين واوردة صغيرة وأوعية شعرية.
- تبدأ الغدة الدرقية بالتشكل في الأسبوع الرابع من الحمل من **الوريقة الداخلية** المبطنة لأرضية البلعوم البدئي.
- **أما إفراز الهرمونات الدرقية:**
  - يكتمل بحدود **الأسبوع 14** تطور الغدة وتصبح **قادرة على افراز T4 و T3**.
  - قبل الأسبوع 14 يحصل الجنين على T4 و T3 من الأم، فهذان الهرمونان يجتازان الحاجز الأموي الجنيني في المشيمة Placenta.

- لذلك نقص هذه الهرمونات عند الأم في المراحل الأولى من الحمل يكون ذا تبعات خطيرة على المستوى الفيزيائي البنيوي من جهة والمستوى العقلي للجنين من جهة أخرى حيث أن معظم تأثير T4و T3 يكون على **الجملة العصبية المركزية والمحيطية**.

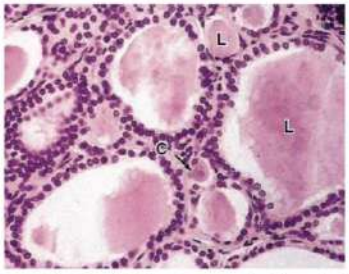
حيث يؤدي نقص الهرمونات الدرقية عند الأجنة إلى ما يدعى **بقصور الدرق الخلقي Congenital Hypothyroidism**، وأعراضه:

- انخفاض عدد الأعصاب، خلل في تكون النخاعين، تخلف عقلي.
- نمو جسم ضعيف.

← لذلك يجب إجراء فحوص دورية للـ T4و T3 في الأسابيع الـ14 الأولى لتعويض النقص فيهما في حال وجوده ثم بعد الأسبوع 14 يقوم الجنين بتركيبهما بذاته.

الأجربة الدرقية Thyroid Follicles

- هي عبارة عن **الوحدة الوظيفية والبنيوية الرئيسية** في الغدة الدرقية.
- مدورة، تشبه الكيس cystlike، لها لمعة مليئة بالغراء وتحدها الخلايا الجرابية، والخلايا C.
- تكون **غير متجانسة بالحجم**، حيث تتراوح أقطارها 1- 0.2 mm.
- يحوي الجراب في لمعته: "سائل الدرق" **الغراء Colloid** الشبيه بالجيل.
- إن الغدة الدرقية هي الغدة الوحيدة التي تقوم **بتخزين مفرزاتها**، ولكن هذا التخزين يكون بشكل **غير فعال (هرمونات غير فعالة Inactive)**، حيث تخزن كميات كبيرة من المفرزات على شكل غراء ضمن الأجربة الدرقية.



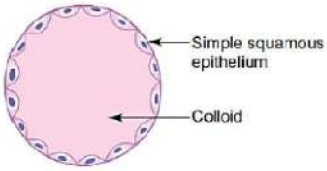
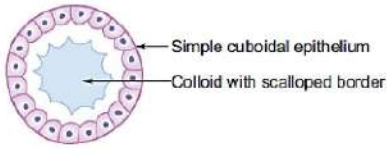
The lumen (L) of each follicle is surrounded by a simple epithelium of thyrocytes in which the cell height ranges from squamous to low columnar. Also present are large pale-staining parafollicular or C cells (C) that secrete calcitonin

الغراء الدرقي :

مادة جيلاتينية المظهر، تتشكل من إفرازات الخلايا الظهارية، تتركب من :

- **بروتينات سكرية** تدعى الثيروغلوبيولين thyroglobulin (هو الأهم حيث تتثبت عليه الهرمونات الدرقية أثناء التخزين)
- **بروتينات مخاطية**
- **أنزيمات حالة بروتينية**

- تتواجد الخلايا الجرابية (الخلايا الغدية الظهارية) على **ثلاثة أشكال**:
  1. **مسطحة**: تشبه الإندوتليوم وذلك في حالة الراحة Rest cell.
  2. **مكعبية**: في حال كانت نشيطة Active cell والتي تنتج thyroglobulin داخل الغراء.
  3. **اسطوانية قليلة الارتفاع**: أكثر ارتفاعاً من سابقتها ونجد أمامها عدداً من الفضوات، تكون هذه الخلايا راشفة أي أنها ترشف الغراء وتنتج الهرمونات الفعالة (T4 ، T3).

Resting follicle	Active follicle
	
• Follicles are large. • Lined by squamous epithelium with few microvilli on the luminal surface. • Nucleus of epithelial cell is dark. • Large amount of acidophilic colloid in the lumen.	• Follicles are small. • Lined by cuboidal to low columnar epithelium with more microvilli. • Nucleus of epithelial cell is pale. • Little amount of colloid with scalloped border.

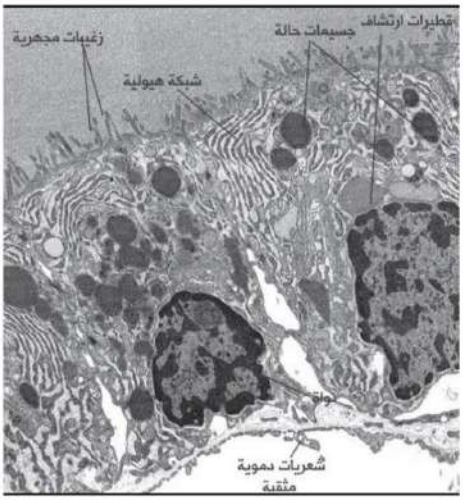
تتميز الخلايا الجرابية بـ:

تطور ملحوظ لـ: الزغابات المجهرية غير المتجانسة في الأبعاد ووجود شبكة حبيبية نامية.

نلاحظ في الخلايا الجرابية الإسطوانية: جسيمات حالة كثيفة جداً مقارنة مع الخلايا المكعبة إضافة إلى وجود قطيرات الارتشاف.

النواة تكون مكورة مركزية ونرى في المحيط الكروماتين المغاير heterochromatin وتحت الغشاء النووي و النوية واضحة وفي المركز الكروماتين الحقيقي euchromatin.

- **إن هذه العناصر تكون متباينة في الخلايا مع حالتها الوظيفية:**
  - **في حالة الراحة rest زغيبات قصيرة وتراجع بالشبكة الحبيبية وجهاز غولجي.**
  - **في حالة النشاط (الرشف) تكون الزغيبات نامية وجهاز غولجي والشبكة الحبيبة واضحين.**
- **كما تتميز بالاستقطابية الوظيفية أي أن ليس كل الخلايا في الجريب لها نفس الشكل فالتباين يكون حتى بالظهارة الموجودة ضمن الجريب الواحد، (أحياناً مكعبة وقسم آخر اسطواني وقسم آخر مسطح) وهذا ما يسمى <u>بالاستقطابية الوظيفية</u>.**



الخلايا الجرابية
الزغيبات واضحة الشبكة الحبيبية نامية وجهاز غولجي واضح وقطيرات الارتشاف.اللون الباهت هو عبارة عن قطيرات الارتشاف التي تحوي على colloid الدرقي.

❄ إن الوظيفة الرئيسية للغدة الدرقية هي إنتاج الهرمون الدرقي Thyroid Hormone.

❄ أهم الهرمونات الدرقية هي:

1. **التيروكسين (tetraiodothyronine) T4**.
2. **T3 (triiodothyronine)**.

❄ تقوم هذه الهرمونات بـ:

- تنظيم الاستقلاب الرئيسي للخلايا والنسج.
- زيادة تركيب البروتينات في كل خلية من الجسم.
- زيادة استهلاك الأوكسجين.

❄ إن الهرمونات الدرقية مهمة من أجل تطور ونمو الجسم، بالإضافة للنضج الطبيعي للجهاز العصبي المحيطي والمركزي.

الخلايا نظيرة الجريبية parafollicular cell، خلايا C، الخلايا النيرة

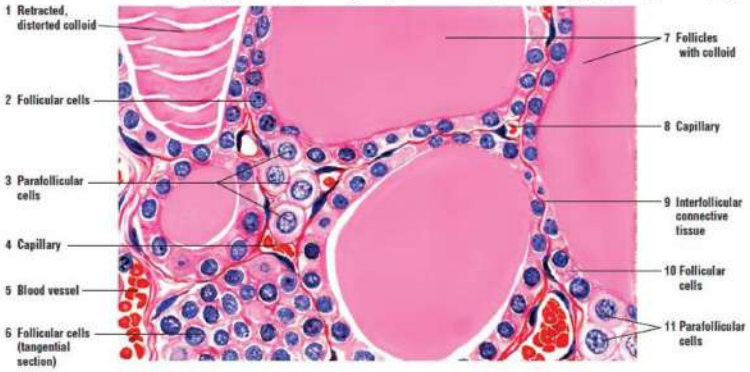
❖ ليست على تماس مع لمعة الجريب، تتوضع بين الصفيحة القاعدية والخلايا الجريبية.

❖ كبيرة، كروية الشكل

❖ هيولاها كارهة للون (نيرة).

❖ تتلون جيداً باستعمال الأملاح المعدنية (مثل الفضة والرصاص).

❖ تحوي حبيبات أليفة للفضة، تجتمع غالباً في محيط الخلية تمثل حبيبات إفرازية تصب محتواها في الشعيرات حول الجريبية.



❖ تفرز الكالسيتونين: ينظم معدل الكالسيوم في الدم (يخفض الكالسيوم بتثبيطه ارتشاف العظم من قبل ناقضات العظم وتحريض فعالية بانيات العظم)

❖ يتعلق إفرازه بمعدل كالسيوم الدم ولايتعلق بمعدل الهرمونات النخامية والدرقية.

خطوات تركيب الهرمونات الدرقية

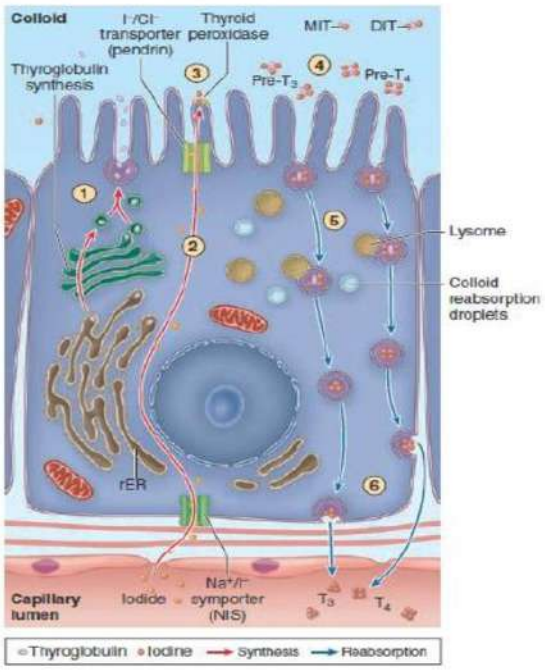
♦ يتم تركيب طليعة الـ Thyroglobulin في **الشبكة الهيولية الحبيبية rER** الموجودة في الخلايا الجرابية.

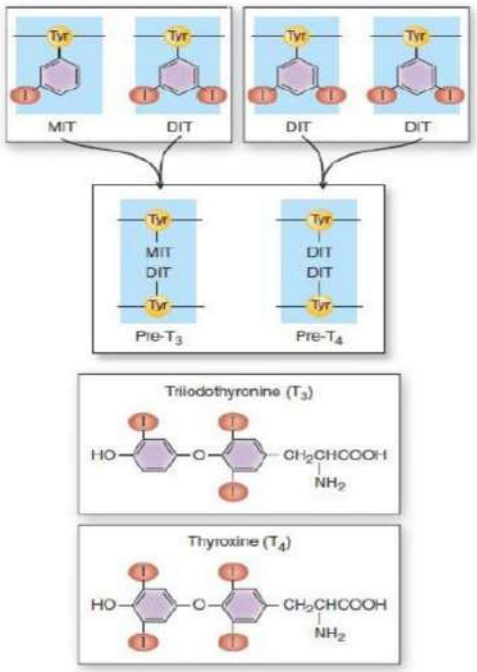
♦ يتم إضافة **السكر** إلى الـ Thyroglobulin في الشبكة الهيولية الحبيبية وجهاز غولجي، ليتم بعدها نقله عن طريق الحويصلات الإفرازية للخلية، وافرازه عبر الإخراج الخلوي إلى لمعة الأجربة الدرقية.

♦ تقوم الخلايا الجرابية بنقل الايوديد Iodide من الشعريات الدموية إليها عبر **النقل الفعال Active transport**.

- ينتقل الايوديد بعدها عبر الخلية ليصل إلى غشائها القمي، حيث يتم نقل أيونات الايوديد إلى لمعة الأجربة الدرقية عبر: **Iodide/chloride transporter** يدعى بالـ **Pendrin** وهي قناة الكلور.
- بعدها تتم أكسدة الايوديد إلى الايودين **Iodine** (وهو الشكل الفعال للايوديد).
- يتم إضافة ذرة أو اثنتين من **الايودين** إلى جزيء **التيروزين** في التيروغلوبولين، حيث:
  - إذا تم إضافة ذرة من الايودين إلى جزيء تيروزين يتشكل: **التيروزين أحادي اليود** **Monoiodotyrosine (MIT)**.
  - إذا تمت إضافة ذرة أخرى من الايودين إلى جزيء الـ MIT يتشكل: **التيروزين ثنائي اليود** **Diiodotyrosine (DIT)**.
- تحدث هذه العملية في لمعة الأجربة الدرقية بالقرب من الغشاء القمي (ذو الزغابات المجهرية) للخلايا الجرابية الدرقية، وبتحفيز من البيروكسيداز الدرقي **TPO** الموجود في مستوى الغشاء الخلوي للزغيبات المجهرية.
  - في حال اقتران جزيء **MIT** وجزيء **DIT** يتشكل: الـ **T3**
  - في حال اقتران جزيئي **DIT** يتشكل: الـ **T4**

بعد هذه العمليات يتم تخزين كل من الـ **T3** والـ**T4** والـ **DIT** والـ **MIT** المرتبطة جميعاً إلى جزيء الـ**Thyroglobulin** في الغراء **Colloid**.





- استجابةً لهرمون الـ TSH (المنشط للدرق) تقوم الخلايا الجرابية بارتشاف الـ Thyroglobulin من الغراء بعملية تدعى: **الاندخال الخلوي المتوسط بالمستقبلات Receptor-mediated endocytosis.**
- بعد عملية الاندخال الخلوي يسلك الـ Thyroglobulin طريقين داخل خلويين مختلفين على الأقل:

سبيل الجسيمات الحالة Lysosomal Pathway:

- إن وجود قطيرات ارتشافية غرائية Colloid absorption droplets في الجزء القمي للخلية الجرابية يشير إلى مرحلة الامتصاص في الخلية.
- إما أن **يتحول** الحويصل الاندخالي Endosome الحاوي على الـ Thyroglobulin إلى **جسيم حال**، أو **يندمج** الحويصل الاندخالي بجسيم حال موجود في الخلية.
- يتم تقطيع الـ Thyroglobulin بواسطة البروتياز الحال إلى: الحموض الأمينية والسكريات المشكلة له، (T3 ,T4, DIT, MIT).

السبيل العابر للظهارة Transepithelial pathway:

- يرتبط الـ Thyroglobulin بمستقبله الـ **Megalin** وهو بروتين عابر للغشاء موجود في الغشاء القمي للخلايا الجرابية الدرقية (وزنه الجزيئي 330 كيلو دالتون، وهو من عائلة مستقبلات الـ LDL).
- ثم ينتقل الحويصل الاندخالي عبر الخلية الى الغشاء القاعدي حيث يتم تحرير الـ Thyroglobulin في الشعريات الدموية.
- معظم الـ T3 والـ T4 في الجسم ينتج عن الـ Thyroglobulin عبر طريق الجسيمات الحالة.
- النسبة المنتجة من الـ T4 و الـ T3 هي: **20 جزيئة T4 إلى جزيئة T3 واحدة.**
- بعد أن يتم تحرير الـ T3 والـ T4 في الشعريات الدموية أو اللمف:
  1. **70٪** منها يرتبط مباشرة ببروتين بلازمي **متخصص** هو الـ Thyroxin binding protein (54 كيلو دالتون).
  2. **25٪** منها يرتبط ببروتين **غير متخصص** وهو طليعة الألبومين (pre-albumen).
  3. **5٪** فقط تبقى حرة في الدوران، وهي النسبة النشيطة استقلابياً و هذا النوع هو الذي يرتبط بمستقبلاته في الهيولى أو النواة وكذلك بالمصورات الحيوية لإنتاج ATP.
- إن الخلايا الجرابية هي الوحيدة القادرة على انتاج الـ T4، ولكن **بعض الأعضاء كالكبد والكلية والقلب تقوم بتحويل الـT4 إلى الـ T3.**
- إن **الـT3 نشيط أكثر بـ 5 مرات من الـ T4.**

Hormone	Composition	Source	Major Functions
Thyroxine (tetraiodothyronine, T4) and triiodothyronine (T_3)[a]	Iodinated tyrosine derivatives	Follicular cells (principal cells)	Regulates tissue basal metabolism (increases rate of carbohydrate use, protein synthesis and degradation, and fat synthesis and degradation); regulates heat production; influences body and tissue growth and development of the nervous system in the fetus and young child[b]; increases absorption of carbohydrates from the intestine
Calcitonin (thyrocalcitonin)	Polypeptide containing 32 amino acids	Parafollicular cells (C cells)	Decreases blood calcium levels by inhibiting bone resorption and stimulating absorption of calcium by the bones

التطبيقات الطبية:

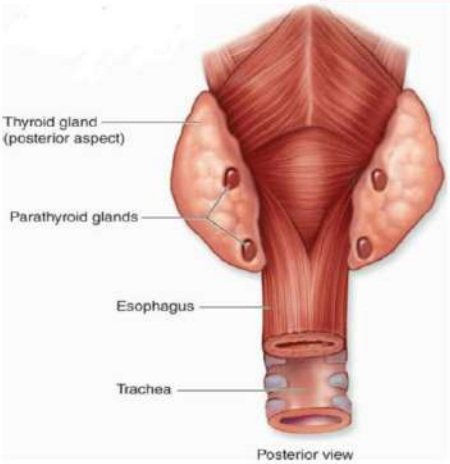
قصور اليود الغذائي المزمن Chronic dietary iodine deficiencies:

نقصان اليود في الغذاء، تمنع إنتاج هرمون الغدة الدرقية، مما تسبب في زيادة في انتاج الغدة النخامية الأمامية للـ TSH. مما يؤدي إلى نمو مفرط من بصيلات الغدة الدرقية وتضخم في الغدة الدرقية، وهي حالة تعرف باسم تضخم الغدة الدرقية.

مرض غرافس Graves disease: هو اضطراب مناعي ذاتي تحدث فيه الأجسام المضادة تحفيزًا مزمنًا للخلايا الجريبية لاطلاق هرمونات الغدة الدرقية (فرط نشاط الغدة الدرقية)، والتي تسبب حالة فرط التمثيل الغذائي تتميز بفقدان الوزن والعصبية والتعرق وعدم تحمل الحرارة وميزات أخرى.

التهاب الغدة الدرقية thyroiditis: يمكن أن يكون سبب قصور الغدة الدرقية، مع حدوث انخفاض في مستويات هرمون الغدة الدرقية ناتج عن التهاب الغدة الدرقية أو عدم كفاية إفراز هرمون TSH الذي يفرز عن طريق الغدة النخامية الأمامية وغالبا ما يتجلى ذلك من خلال التعب، وزيادة الوزن، وعدم تحمل البرد، وانخفاض القدرة على التركيز.

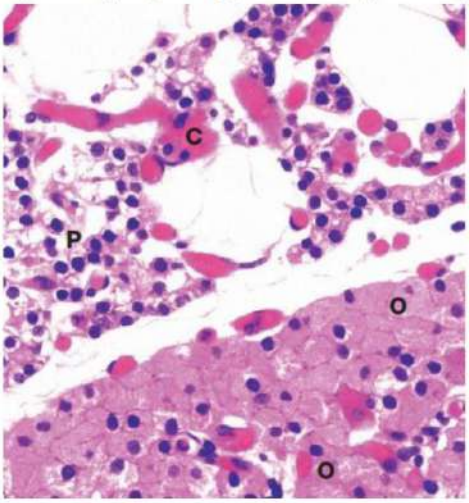
الغدد جارات الدرق Parathyroid glands



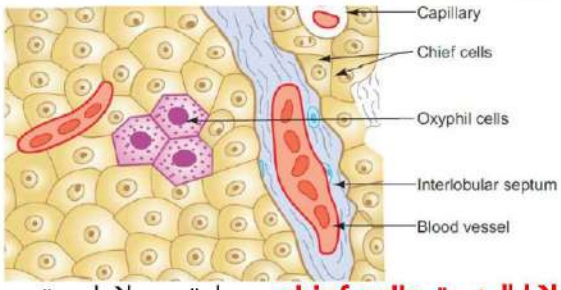
- الغدد جارات الدرق عبارة عن شفعين من الغديدات الصمية الصغيرة Small Endocrine glands.
- تتوضع في الحالة الطبيعية في النسيج الضام على الوجه الخلفي لفصيصي الغدة الدرقية الجانبيين، فشفع من هذين الشفعين يتوضع في الأعلى وشفع آخر في الأسفل.
- توجد ضمن محفظة الغدة الدرقية، إلا أنها تحاط أيضاً بمحفظة خاصّة بها.
- صغيرة جداً، أبعادها تقاس بالمليمتر، فيبلغ طولها حوالي 3-6 mm ويبلغ عرضها حوالي 2-4 mm وثخانتها حوالى 0.5 – 2 mm.

تنشأ الغدد جارات الدرق من **الوريقة الداخلية**

- تحاط الغدد جارات الدرق **بمحفظة ضامة** ترسل **حُجُباً** إلى الداخل، يمكن أن تقسمها لفصيصات وقد لا نرى حدوداً واضحة بين الفصيصات.
- تحاط أيضاً بمحفظة الغدة الدرقية.
- تتكون بشكل عام من لحمة Stroma وشعريات دموية مثقبة delicate capillaries ومجموعة من الخلايا (خلايا رئيسة Chief cell وخلايا حامضية Oxyphil cell وخلايا شحمية Fat cells).



صورة نسيجية لغدة جارة درقية توضح عناصر هذه الغدة:
(P): الخلايا الرئيسية ، (O): الخلايا الحامضية.
(C): شعيرات دموية مثقبة.



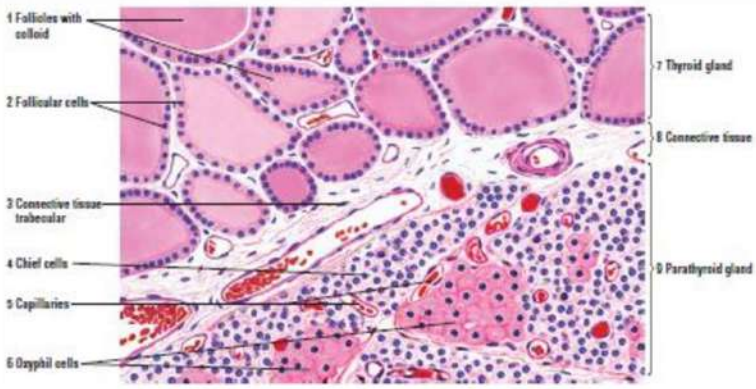
الخلايا الرئيسة chief cells: مضلعة، هيولاها نيرة، تحتوي حبيبات أليفة للفضة وترسبات الليبوفوشين وكتل من الغليكوجين وقطيرات دسمة، مسؤولة عن تركيب وتخزين كميات كبيرة من parathyroid hormone (PTH).

تمر هذه الخلايا بحالتي راحة ونشاط خلال حياتها.

الخلايا الحامضية oxyphil cells :

أكبر من السابقة، أقل عدداً، نواها صغيرة وتأخذ اللون جيداً، هيولاها أليفة للحمض، غنية جداً بالمتقدرات، فقيرة بالحبيبات الإفرازية، وهي نادرة قبل البلوغ.

مع التقدم بالعمر يقل عدد الخلايا الرئيسية ويزداد عدد الخلايا الحامضية والشحمية



- إن هرمونات الغدد جارات الدرق تقوم بتنظيم نسبة الكالسيوم والفوسفات في الدم، إذ إنه **يرفع** من تركيز الكالسيوم **ويقلل** من تركيز الفوسفات.
- عند انخفاض مستوى الكالسيوم يتم إفراز الـPTH لرفعه، إذاً يلعب دوراً معاكساً للكالستونين.
في حال حذف الـPTH من الجسم: يموت الإنسان لأن العضلات (ومن ضمنها العضلات التنفسية) تتكزز بسبب انخفاض تركيز الكالسيوم في الدم.
- يعد تنظيم تركيز الكالسيوم في الدم وظيفته الأساسية:
عند انخفاض تركيز الكالسيوم تتنبه الحسسات parathyroid calcium-sensing receptors ويرسل رسالة من السطح إلى داخل الخلية لتنتج PTH، وعند ارتفاع تركيز الكالسيوم يقوم الكالسيوم بعمل تلقيم راجع سلبي فلا تنتج الخلية الـ PTH.

- يستهدف هرمون PTH **بانيات العظم** التي تفرز عامل منبه لكاسرات العظم لزيادة عدد ونشاط كاسرات العظم، مما يؤدي إلى ارتشاف المطرق العظمي المتكلس وتحرير الكالسيوم مما يؤدي إلى زيادة تركيز الكالسيوم في الدم الذي يؤدي إلى تثبيط انتاج هرمون جارات الدرق.
- يؤدي PTH إلى **زيادة امتصاص** الكالسيوم في مستوى الكلية والأمعاء.
- يقوم PTH **بتحويل فيتامين** D من الشكل غير الفعال إلى الشكل الفعال في الكلية.

التطبيقات الطبية:

قصور جارات الدرق hypoparathyroidism: يمكن أن يؤدي تناقص إفراز PTH إلى جعل العظام أكثر تمعدنًا ويسبب تقلصات غير طبيعية في العضلات الهيكلية بسبب عدم كفاية تركيز أيونات الكالسيوم.

تضخم جارات الدرق hyperparathyroidism: تنخفض نسبة الفوسفور، تزداد مستويات الكالسيوم في الدم التي يمكن أن تترسب بشكل مرضي في الغضروف والشرايين، أو الكلى.

الغدة الكظرية Adrenal Gland

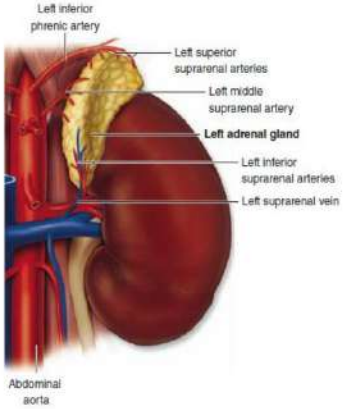
✓ الغدة الكظرية من الغدد الصم، لها عدة أسماء فتُسمى بـ Adrenal Gland لأنها تقوم بإفراز الأدرينالين، كما تُسمى بالـ Suprarenal Gland وذلك بسبب موقعها فوق الكلية.

✓ تكون محاطة بمحفظة **ومغمورة ضمن نسيج شحمي أسمر** (خلايا هذا النسيج تحوي على عديد كبير من القطيرات الدسمة الصغيرة).

✓ يقوم قشر الكظر بإفراز الستيروئيدات Steroid، أما لب الكظر فيفرز الكاتيوكولامينات Catecholamine (الأدرنالين والنور أدرينالين).

✓ **تتألف من** : القشر adrenal cortex (من الوريقة المتوسطة)

واللب adrenal medulla (من الوريقة الخارجية (خلايا العرف العصبي))

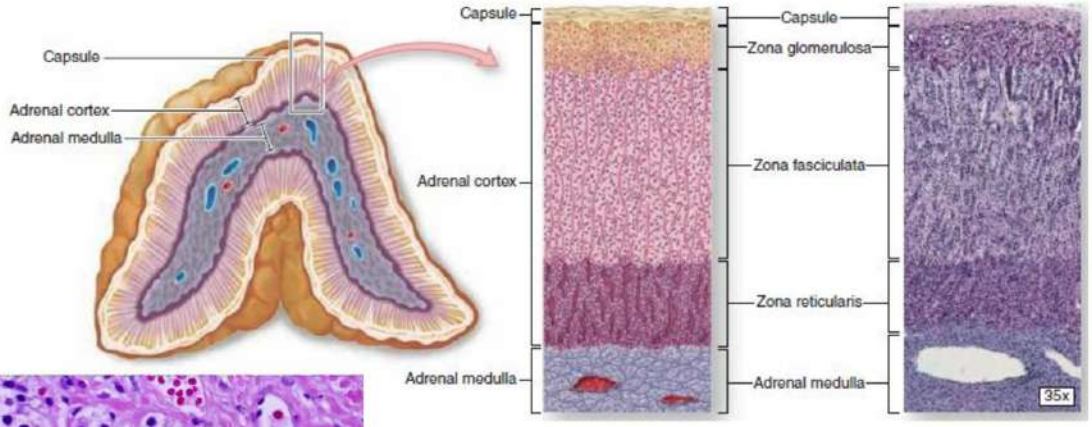


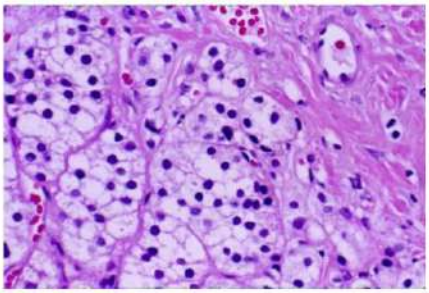
تحاط هذه الغدة **بمحفظة محيطية كثيفة** غير منتظمة تحوي حزم كولاجينية، ألياف مرنة، الأورمات الليفية، بعض الخلايا العضلية الملساء، البدينات، أوعية، وأعصاب.

قشر الكظر Cortex

يقسم قشر الكظر إلى ثلاث مناطق رئيسية:

- المنطقة الكبية Zona Glomerulosa.
- المنطقة الحزمية Zona Fasciculate.
- المنطقة الشباكية Zona Reticularis.





1- المنطقة الكبية zona glomerulosa:

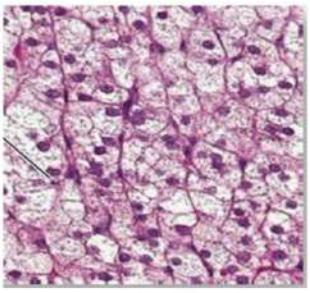
10% من القشر، خلاياها صغيرة حدودها واضحة ذات شكل هرمي إلى اسطواني نواها غنية بالكروماتين (تتلون جيداً)، هيولاها قليلة الغزارة تحوي عدد قليل من القطيرات الشحمية.

تقوم خلايا هذه المنطقة بإفراز القشريات المعدنية (الهرمونات القشرية المعدنية) Mineral-Corticoids وأهمها الألدوستيرون Aldosterone والذي يعد المفرَز الأساسي لهذه الخلايا.

وظيفته: - تنظيم شوارد الصوديوم والبوتاسيوم (بتأثيره على مضخة الصوديوم)

- تنظيم ضغط الدم

يقع افراز الالدوسترون تحت إشراف جملة الرينين (لا يخضع لاشراف ACTH)

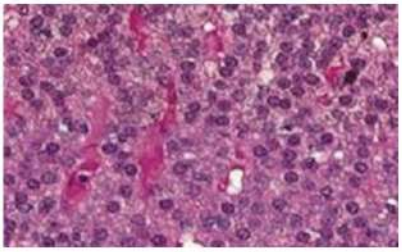


المنطقة الحزمية zona fasiculata: خلاياها كبيرة مرتفعة، النواة كبيرة مركزية التوضع، هيولاها غزيرة لاتأخذ اللون جيداً، تحوي قطيرات دسمة أكثر من سابقتها (خلايا اسفنجية)، تنتظم على شكل حبال ثنائية شبه متوازية تتخللها أوعية شعرية دقيقة متطاولة.

تقوم خلايا المنطقة الحزمية بإفراز الهرمونات القشرية السكرية glucocorticoids

كالكورتيزول والكورتيزون التي تؤثر على استقلاب البروتينات والشحوم والسكريات، ترفع الغلوكوز في الدم، تثبيط التفاعلات الالتهابية.

يقع افراز المنطقة تحت اشراف ACTH المفرز من الفص الأمامي للغدة النخامية.



2- المنطقة الشباكية zona reticularis :

خلاياها أصغر من سابقتها، تنتظم على شكل حبال تتقطع فيما بينها لتشكل شبكة، القطيرات الدسمة أقل، حبيبات صباغ الليبوفوشين (أصفر ذواب بالشحم) غزيرة.

- تقوم المنطقة الشباكية بإفراز هرمون يدعى dehydroepiandrosterone وهو هرمون أندروجيني ذكري يختصر اسمه بـ DHEA، فعاليته قليلة مقارنة بالتستوسترون.
- إذاً: عند الذكور لا يمتلك الـ DHEA أهمية كبيرة بسبب قلة فعاليته مقارنة بالتستوسترون. إذا أفرز عند الإناث يكون له دوراً في إظهار الصفات الجنسية الثانوية.
- كما تقوم المنطقة الشباكية بإفراز كميات قليلة جداً من القشرانيات السكرية.

لب الكظر Medulla

يتألف لب الكظر من برانشيم مكون من:

✓ **شعيرات دموية مثقبة، وأعصاب.**

✓ **خلايا كرومافينية (قتامينية)، وخلايا عقدية.**

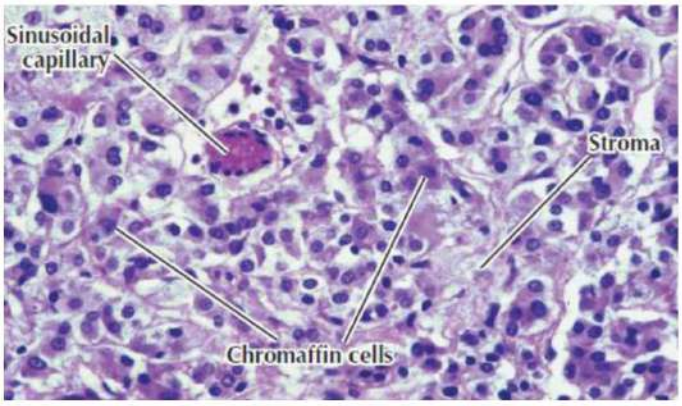
الخلايا تنتظم على شكل مجموعات cluster أو بشكل ترابيقي trabeculae تدعم من قبل نسيج ليفي وعائي يحوي شعريات مثقبة

تكون خلايا اللب:

- كبيرة (أكبر بقليل من خلايا القشر).

- محبة للأساس بشكل خفيف.
- نواتها مكورة.
- يوجد نوعين من الخلايا:

1. الخلايا العقدية Ganglion cells. 2. الخلايا الكرومافينية (القاتمة) chromaffin cells.



الخلايا الكرومافينية اكثر عددا، تلوينها خفيف، تفرز هذه المنطقة الأدرنالين والنور أدرنالين والذان يعملان على تسرع قلب، توسع حدقة العين، رجفان، تسرع تنفس..

التطبيقات الطبية:

مرض أديسون Addison disease أو قصور الغدة الكظرية adrenal cortical insufficiency هو اضطراب يحدث بسبب المناعة الذاتية، حيث يهاجم جهاز المناعة قشر الكظر، مما يسبب انحطاط في أي طبقة من قشرة الغدة الكظرية، يرافق ذلك فقدان القشريات السكرية،القشريات المعدنية، أو إنتاج الأندروجين.

في لب الكظر يحدث ورم القواتم الحميد benign pheochromocytomas بشكل دوري ويؤثر على الكاتيكولامينات التي تسبب تقلبات في ضغط الدم بين ارتفاع ضغط الدم وانخفاض ضغط الدم.

الغدة الصنوبرية Pineal Gland

- ✓ غدة صغيرة، تتوضع فوق الوجه الخلفي العلوي للبطين الثالث، تتصل بسقف البطين الثالث بواسطة سويقة، تحتوي على ألياف عصبية يرتبط بعضها بالوطاء.
- ✓ طولها 5-8 ملم وعرضها 3-5 ملم.
- ✓ هي رمز الحياة لأنها تحمل أوامر الجسم.
- ✓ تحوي خلايا حساسة للضوء كتلك الموجودة في شبكية العين.
- ✓ تنشأ من الوريقة الخارجية العصبية.
- ✓ تحاط بالنسيج الضام للأم الحنون، والذي يرسل إلى داخل الغدة حجباً ضامة تقسمها إلى فصوص صغيرة، تحوي هذه الحجب أوعية دموية، وبجانبها ألياف عصبية غير مغمدة بالنخاعين.
- ✓ تحوي نموذجين من الخلايا:

الخلايا الصنوبرية	الخلايا الدبقية
Pinealocytes	Glial Cells

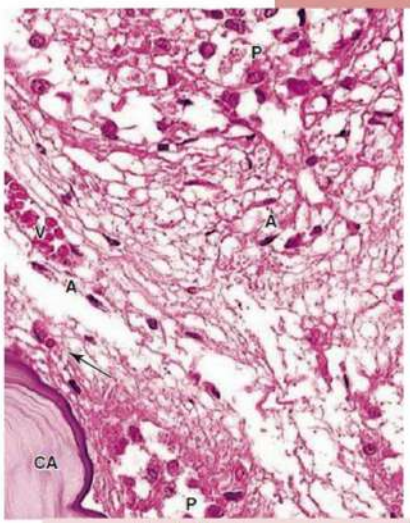
1) الخلايا الصنوبرية Pinealocytes:

نوى هذه الخلايا **كبيرة** و **مكورة** و **مطوية** و **عميقة و بعضها منخمص النواة** (مثل نوى الكريات البيضاء وحيدة النواة)، **غزيرة** الكروماتين الحقيقي، و تحتوي النواة نوية أو أكثر، و تكون هذه النويات **بارزة وواضحة**.

هيولاها قليلة التلون ترسل استطالات هيولية طويلة وعديدة ذات نهايات منتفخة تنتهي قرب الأوعية الدموية أو بجوار الخلايا الصنوبرية المجاورة تحوي نهايات الاستطالات على حويصلات كثيفة و نيرة.

تنتج هذه الخلية هرمون **الميلاتونين** (Melatonin) بشكل رئيسي،حيث تمتلئ حويصلاتها الإفرازية بالميلاتونين وطليعته 5-HT (طليعة السيروتونين)

2) الخلايا الخلالية (الدبقية) Interstitial (Glial) Cells:



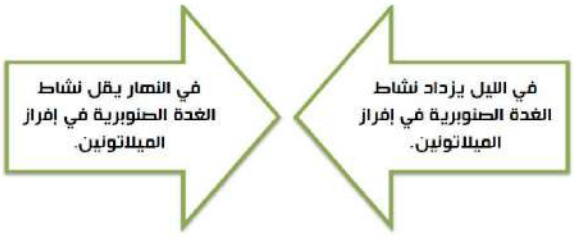
- ✓ **تشبه الخلايا الكوكبية** في الجهاز العصبي المركزي، تتوزع بين كتل وحبال الخلايا الغدية.
- ✓ **أقل من** الخلايا الصنوبرية، **نواها أصغر**، تأخذ اللون جيداً.
- ✓ **هيولاها غنية بالخيوط الدبقية**، ترسل استطالات.
- ✓ تقوم **بوظيفة داعمة**

الغدة الصنوبرية تتميز بوجود تجمعات كلسية calcified concretions **تدعى بالأجسام الرملية** Corpora arenacea **أو الرمل الدماغي** Brain Sand .

الرمل الدماغي Brain Sand: عبارة عن ترسبات لفوسفات الكالسيوم والمغنزيوم على بعض المفرزات البروتينية (بروتينات ناقلة Carrier Proteins) التي حُررت في هيولى الخلية الصنوبرية عندما تطرح المفرزات الصنوبرية خارج الخلية.

وتزداد هذه الترسبات مع التقدم في العمر، كما أنها لا تسمح للأشعة بالنفوذ لذلك فهي تشكل علامات واضحة في التصوير الشعاعي والمقطعي CT.

يصنع الميلاتونين من التريبتوفان تحت تأثير الضوء والظلام

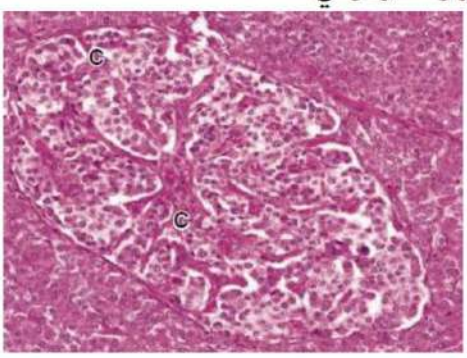


الغدة الصنوبرية تكون متضخمة في مراحل الطفولة لتنتج كميات عالية من الميلاتونين والذي يثبط النشاط الجنسي

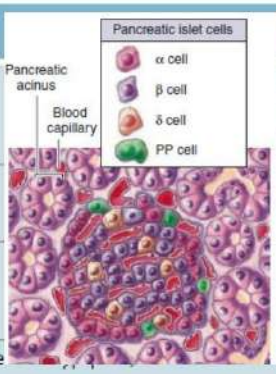
وظائف الميلاتونين:

- يؤثر على النظم اليومي وأنماط النوم.
- مستوياته المرتفعة عند الاطفال تثبط النضج الجنسي.
- داعم للجهاز المناعي ومحفز له.
- له دور في تثبيط نمو وانتقال بعض الأورام السرطانية (مقاومة الأورام).
- مقاومة الجراثيم والفيروسات.
- ضبط فرط تنبيه الأعصاب الودية (تلقيم راجع سلبي) فيخفض الضغط الدموي ويبطئ النظم القلبي.
- يحد من داء الصرع (Epilepsy) من خلال التدخل في التوازن الشاردي لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم
- يحد من داء باجيت (Paget's disease) المسبب لهشاشة العظام.
- يراقب عمل الغدد الصم والأعضاء وتنظيم الإفراز الهرموني.

البنكرياس Pancreas:



- هو غدة داخلية وخارجية الإفراز.
- **خارجية الإفراز:**
  - تتكون من عنبات مصلية وأقنية مفرغة، وبينها نسيج ضام يحوي أوعية دموية وأقنية.
  - وظيفة هذه الغدة إفراز خمائر هاضمة كالليباز، أميلاز.....
- **داخلية إفراز:**
  - تحوي جزر شاحبة اللون تسمى جزر لانغرهانس، توجد بين العنبات المصلية.
  - تتألف جزر لانغرهانس من أوعية شعرية وخلايا مفرزة هي:

Cell Type	Quantity (%)	Hormone Produced		Hormone Function
α	~20	Glucagon		Acts on several tissues to make energy stored in glycogen and fat available through glycogenolysis and lipolysis; increases blood glucose content
β	~70	Insulin		Acts on several tissues to cause entry of glucose into cells and promotes decrease of blood glucose content
δ or D	5-10	Somatostatin		Inhibits release of other islet cell hormones through local paracrine action; inhibits release of GH and TSH in anterior pituitary and HCl secretion by gastric parietal cells
PP	Rare	Pancreatic polypeptide		Stimulates activity of gastric chief cells; inhibits bile secretion, pancreatic enzyme and bicarbonate secretion, and intestinal motility