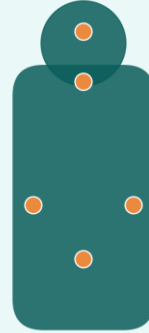


سلسلة الأحياء التعليمية

جهاز الغدد الصماء

Endocrine System

الهرمونات، الغدد، وآلية التحكم في اتزان الجسم الداخلي



ENDOCRINE SYSTEM

Hormones • Glands • Homeostasis

كتاب رقمي تفاعلي — الصف الحادي عشر

حقوق النشر

جميع الحقوق محفوظة © ٢٠٢٦

هذا الكتاب الرقمي أُعدّ لأغراض تعليمية بحتة، اعتمادًا على منهاج الأحياء للصف الحادي عشر (الجزء الأول)، وتمت إعادة صياغته وتنظيمه وإثراؤه علميًا بما يخدم الأهداف التعليمية دون الإخلال بمحتوى المنهاج الرسمي.

لا يجوز إعادة طباعة هذا الكتاب أو أي جزء منه أو توزيعه تجاريًا دون إذن خطي مسبق من الجهة المُعدة، وتبقى الاستخدامات التعليمية والشخصية غير التجارية مسموحًا بها.

المصادر العلمية الإضافية المعتمدة عند الإثراء: منظمة الصحة العالمية (WHO)، المعاهد الوطنية للصحة الأمريكية (NIH)، المركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية (NCBI)، إلى جانب دوريات علمية محكمة.

مقدمة الكتاب

يشكّل جهاز الغدد الصماء، إلى جانب الجهاز العصبي، الجهازين الرئيسيين اللذين يتوليان تنظيم وظائف جسم الإنسان والتنسيق بينها. فبينما تُرسل الخلايا العصبية إشارات كهربائية سريعة الاستجابة، تُفرز الغدد الصماء رسائل كيميائية بطيئة نسبياً لكنها أكثر شمولاً وامتداداً في الزمن، تُعرف بالهرمونات.

يتناول هذا الكتاب الرقمي جهاز الغدد الصماء بأسلوب علمي مبسّط، يبدأ من تركيب الجهاز وتصنيف هرموناته، مروراً بالآلية عمل كل نوع منها، وصولاً إلى استعراض أهم الغدد الصماء في جسم الإنسان ووظائفها، والاختلالات الصحية الناتجة عن خللها، وانتهاءً بالتكامل الدقيق بين هذا الجهاز والجهاز العصبي.

صُمم الكتاب وفق أحدث أسس التصميم التعليمي الرقمي، بحيث يجمع بين الشرح العلمي الدقيق، والرسوم التوضيحية، والجداول المقارنة، والأنشطة التطبيقية، وأسئلة التقويم المتدرجة، بما يتيح للمتعلم بناء فهم متكامل ومترابط لموضوع الغدد الصماء.

أهداف التعلّم

بعد الانتهاء من دراسة هذا الكتاب، ستكون قادرًا على أن:

١. توضيح المقصود بالمفاهيم الآتية: الغدد القنوية، الغدد الصماء، والهرمون.
٢. التعرف إلى الغدد الرئيسية في جسم الإنسان، وبعض الهرمونات التي تفرزها، وأهميّتها، وآليّة عملها والتحكم في إفرازها.
٣. استنتاج بعض المشكلات الصحية الناتجة عن الاختلالات في عمل النظام الهرموني.
٤. التعرف إلى بعض استخدامات الهرمونات في العلاج والطب الحديث.
٥. تبين التكامل بين عمل الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء في المحافظة على اتزان الجسم الداخلي.

كيفية استخدام الكتاب

- اقرأ أهداف التعلم في بداية كل فصل لتحديد ما يُتوقع منك تحقيقه.
- تأمل الأشكال التوضيحية جيدًا، فهي جزء أساسي من الشرح وليست عنصرًا زخرفيًا.
- توقّف عند صناديق «المصطلحات» لحفظ المفهوم بمصطلحيه العربي والإنجليزي معًا.
- ناقش الأسئلة المرافقة للأشكال والأنشطة مع زملائك أو معلمك لتعميق الفهم.
- استعن بصندوق «هل تعلم؟» و«نصيحة صحية» لربط المحتوى بالحياة اليومية.
- أجب عن أسئلة نهاية الفصل تدريجيًا من السهل إلى الصعب، ثم راجع الخريطة المفاهيمية والملخص قبل الانتقال للاختبار الشامل.

جدول المحتويات

٣	حقوق النشر
٤	مقدمة الكتاب
٥	أهداف التعلم
٦	كيفية استخدام الكتاب
٨	الفصل: جهاز الغدد الصماء (Endocrine System)
٨	١. تركيب جهاز الغدد الصماء
١٠	٢. تصنيف الهرمونات
١١	٣. آلية عمل الهرمونات والتحكم في إفرازها
١١	٤. آلية التغذية الراجعة المثبطة
١٣	٥. الغدد الرئيسية في جسم الإنسان وهرمونها
١٣	٥,١ الغدة النخامية
١٥	٥,٢ غدة البنكرياس
١٥	٥,٣ الغدة الدرقية
١٧	٥,٤ الغدد جارات الدرقية
١٧	٥,٥ الغدة الكظرية
١٩	٦. التكامل بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء
٢٠	٧. المشكلات الصحية الناتجة عن اختلالات النظام الهرموني
٢١	٨. التطبيقات الحياتية والصناعية والطبية
٢٢	الخريطة المفاهيمية وملخص الفصل
٢٣	أسئلة تقييم الفصل
٢٥	الاختبار الشامل (٣٠ سؤالاً)
٢٧	مفتاح الإجابات
٢٨	المراجع

الفصل: جهاز الغدد الصماء (Endocrine System)

مقدمة الفصل

لماذا يتوقف نمو بعض الأطفال بشكل غير طبيعي بينما يستمر نمو غيرهم بمعدل مضطرب؟ ولماذا تشعر بالتوتر وتسارع نبضات القلب قبل امتحان مهم؟ ولماذا يحتاج بعض الأشخاص إلى حقن الإنسولين يوميًا؟ الإجابة عن هذه الأسئلة وغيرها الكثير تكمن في عمل جهاز صغير الحجم عظيم الأثر، يعمل بصمت داخل الجسم: جهاز الغدد الصماء.

يتأزر الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء في التحكم بعمل الأنسجة والأعضاء؛ ليؤديا وظائفهما بشكل منظم ومتكامل. فما المقصود بالغدة الصماء؟ وما الهرمون ووظيفته؟ وكيف ينتقل الهرمون إلى الخلية الهدف؟ وما آلية عمله داخل الخلايا؟ وما أثر الخلل في إفراز الهرمون على صحة الإنسان؟ هذه الأسئلة، وغيرها، سنتمكن من الإجابة عنها بعد دراستك هذا الفصل.

١. تركيب جهاز الغدد الصماء

يتكوّن جهاز الغدد الصماء من مجموعة من الغدد اللاقنوية (Ductless Glands)، أي الغدد التي لا تمتلك قنوات لنقل إفرازاتها، فهي تُفرز موادّ كيميائية بكميات قليلة جدًا مباشرة في الدم، تُسمّى هذه الموادّ الهرمونات (Hormones). وتنتقل الهرمونات عبر الدم إلى جميع أنحاء الجسم، إلا أنها لا تؤثر إلا في الخلايا التي تمتلك مستقبلات نوعية لها، وتُسمّى هذه الخلايا الخلايا الهدف (Target Cells). وكلمة «هرمون» ذات أصل يوناني، وتعني المُنشِط أو المُثير أو حامل الرسالة؛ لأن الهرمون ينقل «رسالة كيميائية» من الغدة التي أفرزته إلى خلايا بعيدة عنها قد تكون في طرف الجسم الآخر.

جهاز الغدد الصماء

شبكة التحكم الهرموني في جسم الإنسان

ينظم جهاز الغدد الصماء وظائف الجسم بإفراز هرمونات تنتقل عبر الدم لتؤثر في خلايا مستهدفة وتحافظ على الاتزان الداخلي.



شكل (1): مواقع أهم الغدد الصماء في جسم الإنسان

الغدد القنوية (Exocrine Glands)

غدد تفرز موادها عبر قنوات خاصة إلى سطح الجسم أو تجويف عضو، مثل الغدد اللعابية والعرقية.

الغدد الصماء (Endocrine Glands)

غدد لا قنوية تفرز الهرمونات مباشرة في الدم لتصل إلى الخلايا الهدف في أنحاء الجسم كافة.

الهرمون (Hormone)

مادة كيميائية تفرز بكميات قليلة من غدة صماء، وتنتقل عبر الدم لتؤثر في خلايا هدف محددة.

الخلايا الهدف (Target Cells)

خلايا تمتلك مستقبلات نوعية قادرة على الارتباط بهرمون معين والاستجابة له.

سؤال للمناقشة: يتكوّن أيّ جهاز من أجهزة الجسم من أعضاء متصلة مع بعضها البعض، بينما تنتشر الغدد الصماء في أنحاء الجسم دون اتصال عضوي مباشر بينها. فلماذا سُميت مع ذلك «جهازاً»؟ ولماذا سُميت «صماء»؟

٢. تصنيف الهرمونات

تُصنَّف الهرمونات، حسب طبيعتها الكيميائية، إلى مجموعتين رئيسيتين تختلفان في تركيبهما، وطرق نقلهما في الدم، وآلية عملهما في الخلية الهدف:

أ. الهرمونات الستيرويدية (Steroid Hormones)

هرمونات دهنية الطبيعة، تُشتق من الكوليسترول، وتذوب في الدهون؛ لذا تنتقل في الدم مرتبطة ببروتينات ناقلة، مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية والهرمونات الجنسية.

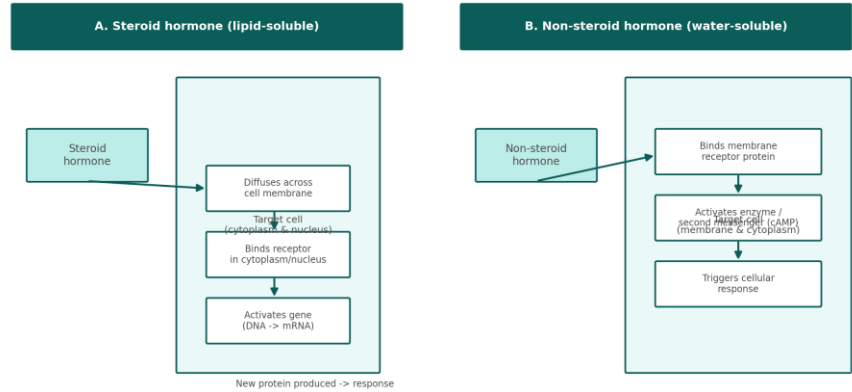
ب. الهرمونات غير الستيرويدية (Non-Steroid Hormones)

تشمل الهرمونات البروتينية والبيبتيديّة والمشتقة من الأحماض الأمينية، وهي قابلة للذوبان في الماء، فتنقل ذائبة في بلازما الدم دون الحاجة إلى بروتين ناقل، مثل الإنسولين والأدرينالين.

الهرمونات غير الستيرويدية	الهرمونات الستيرويدية	وجه المقارنة
بروتينات أو ببتيدات أو مشتقة من أحماض أمينية	مشتقة من الكوليسترول (دهنية)	الأصل الكيميائي
تذوب في الماء	تذوب في الدهون	الذوبان
ذائبة حرة في بلازما الدم	مرتبطة ببروتينات ناقلة	طريقة النقل في الدم
على سطح الغشاء الخلوي	داخل الخلية (السيوبلازم أو النواة)	موقع المستقبل
الإنسولين، الغلوكاغون، الأدرينالين، هرمون النمو	الكورتيزول، الألدوستيرون، الإستروجين، التستوستيرون	أمثلة

٣. آلية عمل الهرمونات والتحكم في إفرازها

تؤثر الهرمونات في الخلايا الهدف عن طريق ارتباطها بمستقبلات بروتينية نوعية، إما أن تكون على سطح الغشاء الخلوي للخلية، أو داخل الخلية في السيتوبلازم أو النواة، وذلك تبعاً لنوع الهرمون:



شكل (٢): آلية عمل الهرمونات الستيرويدية وغير الستيرويدية

أ. آلية عمل الهرمونات الستيرويدية

تنزوب الهرمونات الستيرويدية في دهون الغشاء الخلوي، فتتغذ عبره بحرية إلى سيتوسول الخلية، ثم إلى النواة لترتبط بالمستقبل. تؤثر هذه المستقبلات، بعد ارتباطها بالهرمون، في جينات محددة؛ فتُنشّطها أو تُثبّطها، ما يؤدي إلى إحداث استجابة فسيولوجية عن طريق التأثير في إنتاج البروتينات من هذه الجينات.

ب. آلية عمل الهرمونات غير الستيرويدية

ترتبط الهرمونات غير الستيرويدية بمستقبل بروتيني موجود على سطح الغشاء الخلوي، وينشّط هذا الارتباط إنزيمات خاصة موجودة في الأغشية الخلوية، أو تكون جزءاً من المستقبل الهرموني نفسه؛ ما يؤدي إلى تنشيط رسول كيميائي ثانٍ، مثل الرسل الحلقي (cAMP) الناتج من تفكك ATP، وهذا بدوره ينشّط إنزيمات وبروتينات أخرى في سيتوسول الخلية تعمل على إحداث تغييرات وظيفية في الخلية الهدف.

الرسول الثاني (Second Messenger)

جزء داخل الخلية (مثل cAMP) ينقل إشارة الهرمون غير الستيرويدي من المستقبل السطحي إلى داخل الخلية لإحداث الاستجابة.

٤. آلية التغذية الراجعة المثبطة (Negative Feedback)

تتحكم آليات التغذية الراجعة في إفراز الهرمونات ضمن مدى محدد، بما يحافظ على الاتزان الداخلي؛ إذ تعمل هذه الآلية على تثبيط إنتاج الغدة للمادة الأولية المحفزة عندما يرتفع تركيز المادة الثانوية الناتجة عن تأثيرها فوق الحد الطبيعي.

مثال تطبيقي: تثبط التراكيز العالية من هرمونات الغدة الدرقية (T3 و T4) إفراز الهرمون المحرر (TRH) من تحت المهاد، وإفراز الهرمون المنشط للغدة الدرقية (TSH) من الفلقة الأمامية للغدة النخامية؛ فتتوقف الغدة الدرقية عن إفراز مزيد من هرموناتها حتى تعود إلى حالة الثبات.

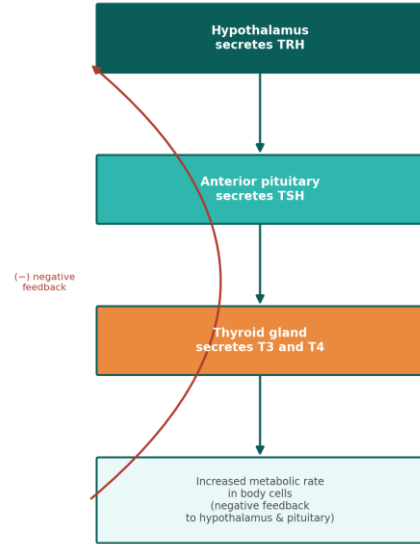


Figure 5. Hypothalamus-pituitary-thyroid feedback axis

شكل (٣): آلية التغذية الراجعة بين تحت المهاد والغدة النخامية والغدة الدرقية

هل تعلم؟

تعمل معظم هرمونات الجسم بآلية التغذية الراجعة السالبة (المتباعدة)، إلا أن بعض الهرمونات، مثل هرمون الأوكسيتوسين أثناء الولادة، تعمل بآلية تغذية راجعة موجبة (معززة) تزيد من شدة الاستجابة حتى تحقيق الهدف الفسيولوجي (مثل ولادة الجنين)، ثم تتوقف الاستجابة تمامًا بعد ذلك.

٥. الغدد الرئيسية في جسم الإنسان وهرموناتها

٥,١ الغدة النخامية (Pituitary Gland)

غدة صغيرة الحجم، يبلغ قطرها نحو ١ سم، وكتلتها نصف غرام تقريبًا، تقع أسفل تحت المهاد (Hypothalamus) في قاعدة الدماغ. وتُسمى الغدة النخامية «سيدة الغدد» (Master Gland)؛ لأنَّ هرموناتها تنظِّم عمل معظم الغدد الصماء الأخرى في الجسم. تتكوَّن الغدة النخامية من فلتين رئيسيتين:

الغدة النخامية

سيدة الغدد و مركز التحكم الهرموني

ما هي الغدة النخامية؟



- غدة صغيرة بحجم حبة البازلاء.
- تقع في قاعدة الدماغ.
- أسفل الوطاء.
- ترتبط به عبر ساق رفيعة.

أهميتها

- تتحكم في نشاط بقية الغدد الصماء.
- تؤثر في النمو والتكاثر والالتزان الداخلي.

تتكون الغدة النخامية من فصين

الفص الخلفي

(يخزن و يُفرز)

- لا يصنع الهرمونات.
- يخزن الهرمونات المصنوعة في الوطاء ويُفرزها.

الفص الأمامي

(يصنع و يُفرز)

- يُفرز هرمونات تؤثر في غدد وأعضاء مختلفة.

هرمونات الفص الخلفي



ADH

(الهرمون المضاد لإدرار البول)

- يقلل من فقدان الماء.
- يعيد امتصاص الماء في الكلى.
- يحافظ على اتزان الماء في الجسم.



Oxytocin

(الأوكسيتوسين)

- يسبب انقباضات الرحم أثناء الولادة.
- يساعد على قذف الحليب من الغدد الثديية.

موقعها



ترتبط بالوطاء عبر ساق رفيعة من الأنسجة.

هرمونات الفص الأمامي

GH

هرمون النمو - يحفز نمو الجسم والأنسجة.



TSH

الهرمون المنبه للدرقية - يحفز الغدة الدرقية لإفراز هرموني T3 و T4.



FSH

الهرمون المنبه للجريب - في الإناث: ينشط المبيض. في الذكور: ينشط الخصية.



LH

الهرمون الملوتن - في الإناث: يسبب الإباضة. في الذكور: يحفز خلية على إنتاج التستوستيرون.



PRL

هرمون البرولاكتين - يحفز الغدد الثديية على إفراز الحليب.



آلية تحكم الغدة النخامية

تغذية راجعة سلبية



تعود الإشارات للوطاء والنخامية لتنظيم الإفراز.

الغدد والأعضاء



تستجيب لهرمونات النخامية.

النخامية



تفرز هرموناتها إلى الدم.

الوطاء



يفرز هرمونات تحكم النخامية.

الخلاصة

- ✓ الغدة النخامية سيدة الغدد.
- ✓ تتحكم في نشاط بقية الغدد.
- ✓ تتكون من فصين: أمامي وخلفي.
- ✓ تفرز هرمونات تؤثر في النمو، التكاثر، والماء والالتزان الداخلي.

هرمونات الغدة النخامية وأهم وظائفها

الوظيفة الأساسية	العضو المستهدف	الهرمون	الفص
يحفز النمو ونمو الأنسجة.	الأنسجة ومعظم أعضاء الجسم	هرمون النمو (GH)	الفص الأمامي (يصنع ويفرز)
يحفز الغدة الدرقية لإفراز T3 و T4.	الغدة الدرقية	الهرمون المنبه للدرقية (TSH)	
• في الإناث: ينشط المبيض. • في الذكور: ينشط الخصية.	المبيض في الإناث / الخصية في الذكور	الهرمون المنبه للجريب (FSH)	
• في الإناث: يسبب الإباضة. • في الذكور: يحفز إنتاج التستوستيرون.	المبيض في الإناث / الخصية في الذكور	الهرمون الملوتن (LH)	
يحفز الغدد الثديية على إفراز الحليب.	الغدد الثديية	هرمون البرولاكتين (PRL)	
يقلل فقدان الماء ويحافظ على اتزان الماء في الجسم.	الكلى	الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)	الفص الخلفي (يخزن ويفرز)
يسبب انقباضات الرحم وقذف الحليب.	الرحم والغدد الثديية	الأوكسيتوسين (Oxytocin)	



هل تعلم؟

رغم صغر حجمها، إلا أن الغدة النخامية تتحكم في نمو جسم الإنسان وتكاثره، وتشرف على عمل معظم غدد الجسم.



شكل (٤): فلقنا الغدة النخامية وأهم الهرمونات التي تفرزها

أ. الفلقة الأمامية (Anterior Lobe)

تتكوّن من خلايا غُدِّيّة متخصصة، تُنتج وتُفرز عددًا من الهرمونات المؤثرة في تنظيم إفرازات غدد أخرى، من أهمّها:

- هرمون النمو (GH – Growth Hormone): يُحفّز انقسام الخلايا ونموّها، وخاصة خلايا العظام والعضلات، ويُنظّم عمليات الأيض. ويؤدي زيادة إفرازه بعد سنّ البلوغ إلى تضخّم نهايات العظام (العملقة أو ضخامة الأطراف)، بينما يؤدي نقصه في الطفولة إلى القزامة.
- الهرمون المحفّز للغدة الدرقية (TSH): ينظّم إفراز هرمونات الغدة الدرقية.
- الهرمون الموجّه لقشرة الكظرية (ACTH): ينظّم إفراز هرمونات قشرة الغدة الكظرية.
- هرمون الحليب (Prolactin – PRL): يحفّز إنتاج حليب الرضاعة لدى الأمهات بعد الولادة.
- الهرمون المنشّط للحويصلة (FSH): ينشّط نمو حويصلات غراف في المبيض، ويساعد على إنضاج البويضات عند الأنثى، ويحفّز إنتاج الحيوانات المنوية عند الذكر.
- الهرمون المنشّط للجسم الأصفر (LH): يحفّز انفجار الحويصلة وخروج البويضة الثانوية منها (الإباضة)، ويؤثر في إفراز الهرمونات الجنسية الذكرية والأنثوية.

ب. الفلقة الخلفية (Posterior Lobe)

تتركّب أساسًا من ألياف عصبية، تقع أجسامها الخلوية في تحت المهاد، وتُعدّ مخزنًا للهرمونات التي تُنتجها الخلايا العصبية تحت المهاد، ثم تُفرزها عند الحاجة، وهرموناتُها هي:

- الهرمون المانع لإدرار البول (ADH): يُفرز استجابة لانخفاض حجم الدم أو ارتفاع أسموزيّته، وينشّط إعادة امتصاص الماء في الوحدة الأنبوبية الكلوية؛ ما يزيد حجم الدم، ويرفع ضغط الدم عن طريق تضيق الأوعية الدموية.
- هرمون الأوكسيتوسين (Oxytocin): يُنبّه عضلات الرحم الملساء للانقباض أثناء الولادة، ويساعد على إدرار الحليب من الثدي عن طريق انقباض العضلات الملساء المحيطة بقنوات الغدد اللبنية أثناء الرضاعة، دون أن يكون له تأثير في إنتاج الحليب نفسه.

سَيِّدَةُ الغدد (Master Gland)

لقب يُطلق على الغدة النخامية لأن هرموناتها تتحكم في نشاط عدد كبير من الغدد الصماء الأخرى.

٥, ٢ غدة البنكرياس (Pancreas)

البنكرياس غدة مزدوجة الوظيفة؛ فهي غدة قنوية تُنتج الإنزيمات الهاضمة، وغدة صماء في الوقت نفسه تُنتج الهرمونات من خلايا خاصة تُدعى جزر لانجرهانز، نسبة إلى العالم الذي اكتشفها عام ١٨٦٩م. وتفرز هذه الجزر هرمونين رئيسيين متعاكسين في التأثير:

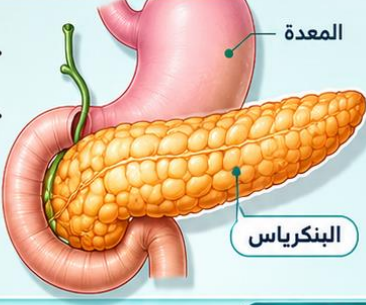


غدة البنكرياس



غدة مختلطة تقوم بوظيفة هضمية ووظيفة هرمونية

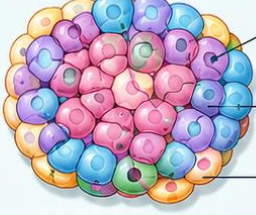
موقع وتركيب البنكرياس



- يقع خلف المعدة.
- غدة مختلطة تقوم بوظيفة هضمية ووظيفة هرمونية.

جزر لانجرهانز

تتكون جزر لانجرهانز من تجمعات من الخلايا تلعب دورًا مهمًا في إفراز الهرمونات.



- خلايا α (ألفا) تفرز الجلوكاجون
- خلايا β (بيتا) تفرز الإنسولين
- خلايا أخرى

هرمونات البنكرياس

الإنسولين β

تفرزه خلايا β في جزر لانجرهانز.

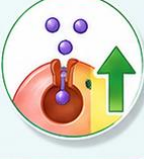
يخفض مستوى الجلوكوز في الدم.



الجلوكاجون α

تفرزه خلايا α في جزر لانجرهانز.

يرفع مستوى الجلوكوز في الدم.



تنظيم سكر الدم

ارتفاع الجلوكوز

↑

إفراز الإنسولين

→

انخفاض الجلوكوز

↓

انخفاض الجلوكوز

↓

إفراز الجلوكاجون

→

ارتفاع الجلوكوز

↑

أهم النقاط

- ✓ البنكرياس غدة مختلطة.
- ✓ يحتوي على جزر لانجرهانز.
- ✓ خلايا β تفرز الإنسولين.
- ✓ خلايا α تفرز الجلوكاجون.
- ✓ الإنسولين يخفض سكر الدم.
- ✓ الجلوكاجون يرفع سكر الدم.

مقارنة هرمونات البنكرياس

الهرمون	مصدره	تأثيره على سكر الدم
الإنسولين	خلايا β في جزر لانجرهانز	يخفض مستوى الجلوكوز في الدم
الجلوكاجون	خلايا α في جزر لانجرهانز	يرفع مستوى الجلوكوز في الدم

هل تعلم؟

هرمون الإنسولين والجلوكاجون يعملان معًا للحفاظ على اتزان مستوى الجلوكوز في الدم.

ملخص سريع

البنكرياس غدة مختلطة تحتوي جزر لانجرهانز التي تشمل خلايا تفرز هرمونين أساسيين: الإنسولين الذي يخفض سكر الدم، والجلوكاجون الذي يرفع سكر الدم، مما يحافظ على الاتزان الداخلي للجسم.



شكل (٥): خلايا البنكرياس وإفرازاتها الهرمونية

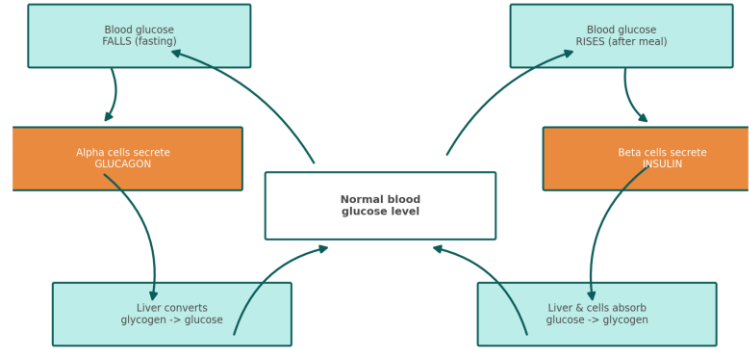


Figure 4. Homeostatic regulation of blood glucose by insulin and glucagon

: آلية تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم بواسطة الإنسولين والغلوكاغون

- هرمون الإنسولين (Insulin): تُفرزه خلايا بيتا (β) استجابة لارتفاع تركيز سكر الجلوكوز في الدم، ويعمل على خفض مستوى السكر عن طريق تحفيز امتصاص الخلايا للجلوكوز وتخزينه على هيئة غلايكوجين في الكبد والعضلات.
- هرمون الغلوكاغون (Glucagon): تُفرزه خلايا ألفا (α) استجابة لانخفاض مستوى سكر الجلوكوز في الدم، ويعمل على رفعه عن طريق تحفيز تحويل الغلايكوجين المخزن في الكبد إلى جلوكوز وإطلاقه في الدم.

جزر لانغرهانس (Islets of Langerhans)

تجمعات خلوية متخصصة داخل نسيج البنكرياس، تحتوي على خلايا ألفا وبيتا المسؤولة عن إفراز الغلوكاغون والإنسولين.

٥,٣ الغدة الدرقية (Thyroid Gland)

تقع الغدة الدرقية أسفل الحنجرة، مكوّنة من فصّين يحيطان بالقصبة الهوائية، وتحتوي على خلايا خاصة تُفرز الهرمونات في بطانتها. تفرز الغدة الدرقية:

- الثيروكسين (T_4 – رباعي يود الثيرونين): الهرمون الرئيس من ناحية الكمية، وإن كان أقلّ فاعلية من T_3 ، ويُعدّ مصدرًا احتياطيًا سريعًا لإنتاج هرمون T_3 .
- ثلاثي يود الثيرونين (T_3): الهرمون الفعّال في الجسم، ويُفرز استجابة لتحفيز TSH من الغدة النخامية، ويؤثر بشكل مباشر في عمليات الأيض وإنتاج الطاقة داخل الخلايا.
- هرمون الكالسيتونين (Calcitonin): يعمل على خفض تركيز أيونات الكالسيوم في الدم عندما يرتفع عن الحدّ الطبيعي.

نصيحة صحية

يُنصح بتناول الأغذية الغنية بأملاح اليود (كالأسماك البحرية والملح الميود) للوقاية من اضطرابات الغدة الدرقية؛ لأن اليود عنصر أساسي وضروري لإنتاج هرموني T_3 و T_4 .

٤, ٥ الغدة جارات الدرقية (Parathyroid Glands)

أربع غدد صغيرة بحجم حبة البازلاء تقريباً، تقع على السطح الخلفي للغدة الدرقية، وتفرز هرمون باراثورمون (Parathormon) الذي يُسهم في تنظيم نسبة الكالسيوم في الدم والعظام، ويعمل بشكل معاكس لهرمون الكالسيتونين؛ إذ يرفع مستوى أيونات الكالسيوم في الدم عن طريق تنشيط إطلاقها من العظام، وزيادة امتصاصها في الأمعاء والكلية.

الغدة الدرقية والغدة الجاردرقية

تنظيم الأيض وتوازن الكالسيوم في الجسم

الغدة الدرقية

الموقع
تقع في مقدمة الرقبة أمام القصبة الهوائية أسفل الحنجرة.

هرمونات الغدة الدرقية ووظائفها

T3 ثلاثي يودوثيرونين

T3

- أكثر نشاطاً من T4.
- يلعب دوراً مهماً في تنظيم الأيض.

يزيد معدل الأيض و ينتج الطاقة والحرارة.

T4 ثيروكسين

T4

- أقل نشاطاً من T3.
- يتحول جزء منه إلى T3 في الأنسجة.

ينظم النمو والتطور والوظائف الحيوية العامة.

الكالسيتونين

CT

- يفرز من خلايا خاصة في الغدة.

يخفض مستوى الكالسيوم في الدم.

الغدة الجاردرقية

الموقع
أربع غدد صغيرة مثبتة على السطح الخلفي للغدة الدرقية.

الهرمون ووظيفته

Parathormone (PTH)

يُفرز من الغدة الجاردرقية.

- يرفع مستوى الكالسيوم في الدم من خلال:

- 1 زيادة خروج الكالسيوم من العظام.
- 2 زيادة امتصاص الكالسيوم من الأمعاء.
- 3 زيادة إعادة امتصاص الكالسيوم في الكلى.

تنظيم عمل الغدة الدرقية (تغذية راجعة سالبة)

عند ارتفاع T3 و T4 تعود إشارات للوطاء والنخامية لتقليل إفراز TRH و TSH

مقارنة سريعة

الغدة الجاردرقية	وجه المقارنة	الغدة الدرقية
خلف الغدة الدرقية	الموقع	أمام القصبة الهوائية
أربع غدد صغيرة	عدد الغدد	غدة واحدة
الباراثورمون (PTH)	الهرمونات	T3 - T4 الكالسيتونين
تنظيم تركيز الكالسيوم في الدم	الوظيفة الأساسية	تنظيم الأيض والنمو والتطور
يرفعه ↑	تأثير الكالسيوم في الدم	يخفضه ↓

الكالسيوم ضروري لصحة العظام والأسنان وأداء الأعصاب والعضلات.

هرمونات الدرقية تنظم معدل الأيض وتنتج الطاقة والحرارة.

تقص أو زيادة هرمونات الدرقية يؤثر على النمو والنشاط والوزن.

الباراثورمون والكالسيتونين يعملان معاً للمحافظة على اتزان الكالسيوم في الدم.

الجهاز الصماء يعمل بناسق دقيق للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

هل تعلم؟ جميع الهرمونات تنتقل عبر الدم وتؤثر في خلايا مستهدفة فقط، مما يحافظ على توازن وظائف الجسم.

شكل (٧) الغدة الدرقية والغدة الجاردرقية

باراثورمون (Parathormone (PTH)

هرمون تفرزه الغدة جارات الدرقية، يرفع تركيز الكالسيوم في الدم، ويعاكس عمل هرمون الكالسيتونين.

٥.٥ الغدة الكظرية / فوق الكلوية (Adrenal Glands)

تقع الغدتان الكظريتان فوق الكليتين مباشرة، وتتكوّن كل غدة من منطقتين متميزتين في التركيب والوظيفة:

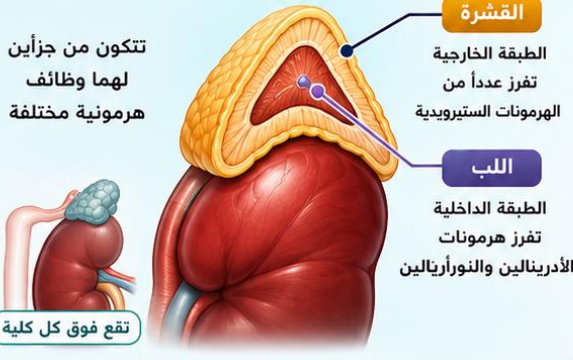


الغدة الكظرية



غدة صماء زوجية تقع فوق كل كلية وتفرز هرمونات مهمة

تركيب الغدة الكظرية



القشرة

الطبقة الخارجية
تفرز عدداً من
الهرمونات الستيرويدية

اللب

الطبقة الداخلية
تفرز هرمونات
الأدرينالين والنورأدرينالين

تتكون من جزأين
لهما وظائف
هرمونية مختلفة

تقع فوق كل كلية

القشرة الكظرية (تفرز هرمونات ستيرويدية)

1. الكورتيزول

- ينظم عمليات الأيض.
- يساعد الجسم على مقاومة الإجهاد والضغط.
- يؤثر في مستوى الجلوكوز في الدم.

2. الألدوستيرون

- ينظم تركيز أيونات الصوديوم (Na^+) والبوتاسيوم (K^+) في الدم.
- ينظم توازن الماء والأملاح في الجسم.
- يرفع ضغط الدم.

لب الغدة الكظرية

يفرز هرمونات الأمين وهي:

الأدرينالين (الإبينفرين)

- يُفرز عند التعرض للخطر أو الانفعال.
- يهيئ الجسم للاستجابة السريعة.
- يزيد معدل ضربات القلب.
- يرفع ضغط الدم.
- يرفع مستوى الجلوكوز في الدم.

ملخص هرمونات الغدة الكظرية

أهم الوظائف	الهرمون	الجزء
• ينظم عمليات الأيض. • يساعد على مقاومة الإجهاد. • يؤثر في مستوى الجلوكوز.	الكورتيزول	القشرة
• ينظم الصوديوم والبوتاسيوم. • ينظم توازن الماء والأملاح. • يرفع ضغط الدم.	الألدوستيرون	
• يحفز استجابة الطوارئ. • يزيد ضربات القلب. • يرفع ضغط الدم والجلوكوز.	الأدرينالين	اللب

أهم وظائف الغدة الكظرية

- تنظيم ضغط الدم.
- تنظيم توازن الأملاح والماء في الجسم.
- تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم.
- تجهيز الجسم لمواجهة الضغوط والخطر (استجابة الطوارئ).

هل تعلم؟

تعمل هرمونات الغدة الكظرية بتنسيق دقيق للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم في الظروف العادية وحالات الطوارئ.

استجابة الجسم للطوارئ (بمساعدة الأدرينالين)



خطر أو انفعال



إشارات عصبية إلى لب الكظر



إفراز الأدرينالين في الدم



تهيئة الجسم للاستجابة السريعة



زيادة الطاقة واليقظة والقدرة على المواجهة

الغدة الكظرية تفرز هرمونات أساسية تنظم ضغط الدم، توازن الأملاح والماء، مستوى الجلوكوز، وتساعد للجسم على مقاومة الإجهاد والاستجابة للطوارئ.



شكل (٨) : الغدة الكظرية

أ. القشرة (Cortex)

تعمل على إنتاج مجموعة من الهرمونات الستيرويدية وإفرازها، من أهمها:

- هرمون الكورتيزول (Cortisol): ينظم عمليات أيض السكريات والدهون والبروتينات داخل الخلايا، ويثبط عمل خلايا الجهاز المناعي، وله تأثير على نمو العظام.
- هرمون الألدوستيرون (Aldosterone): يُسهّم في تنظيم أسموزيّة بلازما الدم، ويعمل على زيادة امتصاص أيونات الصوديوم من السائل الراشح في الوحدة الأنبوبية الكلوية مقابل إخراج أيونات البوتاسيوم.

ب. اللبّ (Medulla)

يقوم لبّ الغدة الكظرية بإنتاج وإفراز هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين في حالات الانفعال (كالخوف والحزن والفرح)، وحالة الضغط النفسي والجسمي، والذين يؤثران بشكل مباشر وسريع في وظائف بعض الأعضاء (تسارع نبض القلب، اتساع حدقة العين، زيادة تدفق الدم إلى العضلات).

طبيعة التأثير	الهرمونات	منطقة الغدة الكظرية
استجابة بطيئة نسبيًا وطويلة الأمد (تأثير أبيض مستدام)	كورتيزول، ألدوستيرون	القشرة (Cortex)
استجابة سريعة وفورية (تنبيه عصبي مباشر)	أدرينالين، نورأدرينالين	اللبّ (Medulla)

٦. التكامل بين عمل الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء

يتصل الجهازان العصبي والصماء في منطقة تحت المهاد، حيث يعمل الجهازان معاً على:

- تنظيم وظائف أعضاء الجسم المختلفة.
 - التحكم في علاقة الإنسان بالبيئة المحيطة به والاستجابة السريعة للمؤثرات.
- تُفرز خلايا تحت المهاد الهرمونات التي تُنَبِّه، أو تُثَبِّط، إنتاج وإفراز هرمونات الغدة النخامية التي تُنظِّم بدورها عمل الغدد الصماء الأخرى؛ فتتكامل استجابة الجسم القصيرة المدى (عبر الجهاز العصبي والألياف الودية إلى لبّ الكظرية) مع استجابته الطويلة المدى (عبر محور تحت المهاد – الغدة النخامية – قشرة الكظرية) لمواجهة عوامل التوتر والضغط النفسي والجسمي.

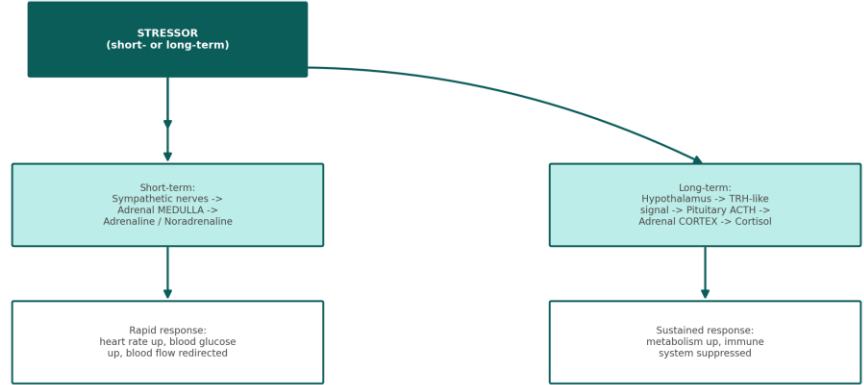


Figure 7. Integration of the nervous and endocrine systems in the stress response

شكل (٩): التكامل بين الجهاز العصبي والغدد الصماء في الاستجابة لعوامل التوتر

سؤال للمناقشة: أيّ الجملة العصبية (الودية أم نظيرة الودية) تعمل على تحفيز إفراز هرمون الأدرينالين؟ وما أثر ذلك في تغيير نشاط الأجهزة في الجسم؟

٧. المشكلات الصحية الناتجة عن اختلالات النظام الهرموني

تحدث اختلالات في عمل الغدد الصماء لأسباب عدة، أهمها:

١. نقص أو زيادة في إنتاج الهرمون.
 ٢. إنتاج هرمون غير طبيعي نتيجة حدوث طفرات.
 ٣. اختلال في مستقبلات الهرمون، أو في نقله.
 ٤. التهابات مزمنة، أو حدوث أورام حميدة أو خبيثة في الغدة.
- ومن أبرز الأمراض الناتجة عن اختلال في إنتاج أو عمل الهرمونات: مرض السكري، وتضخم الغدة الدرقية.

٧,١ مرض السكري (Diabetes)

يُعدّ مرض السكري من الأمراض الشائعة على مستوى العالم، ويكون نتيجة اختلال في تنظيم مستوى سكر الجلوكوز في الدم. ووفق تقرير وزارة الصحة الفلسطينية لعام ٢٠١٥، بلغت حالات الإصابة الجديدة بمرض السكري المُبلّغ عنها في مراكز السكري الحكومية في الضفة الغربية نحو ٥٧٦١ حالة، ما يعكس أهمية الوعي بهذا المرض وطرق الوقاية منه.

أنواع مرض السكري

- مرض السكري نوع أول (Type I Diabetes): يُعرف بسكري الأطفال؛ لشيوعه بينهم، وإن كان يصيب البالغين بنسبة أقل. يعتمد فيه المريض على الإنسولين الخارجي اعتماداً كاملاً؛ بسبب خلل في إنتاج الإنسولين نتيجة تلف أو تحطّم خلايا بيتا في البنكرياس.
- مرض السكري نوع ثاني (Type II Diabetes): يصيب الكبار غالباً، ويُفرز فيه الإنسولين بشكل طبيعي، إلا أن الاستجابة لا تتم بفتح قنوات الجلوكوز في الخلايا؛ بسبب خلل يرتبط بمستقبلاته على أسطح الخلايا، فترتفع نسبة السكر في الدم. وتلعب الوراثة دوراً في الإصابة به، لكن الزيادة في الوزن وقلة التمارين الرياضية تزيد من احتمالية الإصابة، ويظهر بشكل أكبر بعد سن الأربعين.



مرض السكري



اضطراب في هرمونات البنكرياس يؤدي إلى ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم

ما هو السكري؟

هو اضطراب هرموني يحدث عندما يكون البنكرياس غير قادر على إفراز الإنسولين بشكل كافٍ، أو عندما لا يستطيع الجسم الاستفادة من الإنسولين بالشكل الصحيح، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم.



كيفية تنظيم سكر الدم في الجسم

عند ارتفاع الجلوكوز

تفرز خلايا β الإنسولين
يدخل الجلوكوز إلى الخلايا
ويُخفض مستوى السكر في الدم

عند انخفاض الجلوكوز

تفرز خلايا α الجلوكاجون
يُحفّز الكبد على إطلاق الجلوكوز
فيرتفع مستوى السكر في الدم

أنواع مرض السكري

السكري من النوع الأول (الانسولين)

- سببه عدم إفراز الإنسولين نهائياً تقريباً
- يحدث نتيجة تدمير خلايا β في جزر لانجرهانز
- يظهر غالباً في مرحلة الطفولة أو المراهقة
- يحتاج المريض إلى حقن الإنسولين يومياً لمدة الحياة



السكري من النوع الثاني (غير الانسولين)

- يفرز البنكرياس الإنسولين لكن بكميات غير كافية أو لا تستجيب الخلايا له بشكل جيد
- يحدث غالباً في سن البلوغ ويزداد مع التقدم في العمر
- يرتبط بالسمنة وقلة النشاط البدني
- يمكن السيطرة عليه بالعلاج الغذائي والرياضة وقد يحتاج إلى أدوية أو إنسولين



جزر لانجرهانز (مقاومة الإنسولين)

أعراض مرض السكري

- كثرة التبول
- العطش الشديد
- زيادة الجوع
- فقدان الوزن غير المبرر
- التعب والإرهاق
- تشوش الرؤية
- بطء التئام الجروح



عوامل الخطر

- زيادة الوزن والسمنة
- قلة النشاط البدني
- النظام الغذائي غير الصحي
- التقدم في العمر
- التاريخ العائلي للإصابة بالسكري
- ارتفاع ضغط الدم والكوليسترول

مضاعفات ارتفاع سكر الدم المزمن

- أمراض القلب والشرايين
- جلطات الدماغ
- اعتلال الكلى
- تلف الأعصاب (اعتلال عصبي)
- مشاكل العين (اعتلال الشبكية)
- قدم السكري (تقرحات قد تؤدي للبتر)

تشخيص السكري

يتم التشخيص من خلال فحص سكر الدم أو فحص الهيموجلوبين السكري (A1C)

- ✓ سكر صائم ≥ 126 ملغ/ديسيلتر
- ✓ سكر بعد الأكل بساعتين ≥ 200
- ✓ الهيموجلوبين السكري $\geq 6.5\%$
- ✓ سكر عشوائي ≥ 200 مع أعراض



المستويات المستهدفة لضبط سكر الدم

القياس	الهدف العام للبالغين	هدف أكثر صرامة (إذا أمكن)
سكر صائم قبل الأكل	80 - 130 ملغ/ديسيلتر	70 - 140 ملغ/ديسيلتر
سكر بعد الأكل بساعتين	أقل من 180 ملغ/ديسيلتر	أقل من 140 ملغ/ديسيلتر
الهيموجلوبين السكري (A1C)	أقل من 7%	أقل من 6.5%
سكر عشوائي	أقل من 200 ملغ/ديسيلتر	—

علاج السكري

- النظام الغذائي الصحي
- النشاط البدني المنتظم
- الأدوية الفموية
- حقن الإنسولين (عند الحاجة)

نصائح للوقاية والسيطرة

- المحافظة على وزن صحي
- ممارسة الرياضة 30 دقيقة يومياً
- تناول الخضروات والألياف وتقليل السكريات
- فحص سكر الدم بانتظام
- المتابعة الدورية مع الطبيب

تذكر: الالتزام بالعلاج ونمط الحياة الصحي يساعدان على ضبط سكر الدم، والوقاية من المضاعفات، والعيش حياة صحية وطويلة.

شكل (١٠) أنواع مرض السكري

السكري نوع ثان	السكري نوع أول	وجه المقارنة
خلل في استجابة مستقبلات الخلايا للإنسولين	خلل في إنتاج الإنسولين (تلف خلايا بيتا)	سبب المرض
البالغون بعد سن الأربعين غالبًا	الأطفال غالبًا	الفئة الأكثر إصابة
طبيعي أو مرتفع في البداية	منخفض أو منعدم	مستوى الإنسولين
ترتبط بزيادة الوزن وقلة النشاط البدني	غير مرتبطة بشكل مباشر	العلاقة بالوزن والنشاط
تعديل نمط الحياة، وأحيانًا أدوية أو إنسولين	الاعتماد الكامل على الإنسولين الخارجي	العلاج الأساسي

هل تعلم؟

يُستخدم فحص السكر التراكمي (Glyco. Hb A1c) لتقييم متوسط مستوى سكر الغلوكوز في الدم خلال ثلاثة أشهر تقريبًا، وهي المدة التي تمثل متوسط عمر خلايا الدم الحمراء الناضجة؛ إذ يرتبط الغلوكوز بجزيئات الهيموغلوبين ليتحول إلى مادة الغلايكيت.

٧,٢ تضخم الغدة الدرقية (Goiter)

يحدث تضخم الغدة الدرقية نتيجة زيادة في حجمها، بسبب خلل في نشاطها، ويُعدّ هذا المرض من أكثر الأمراض شيوعًا بين النساء. وللوقاية منه، يُنصح بتناول الأغذية الغنية بأملاح اليود الضروري لإنتاج هرمونات الغدة الدرقية، وعادة ما يُضاف اليود إلى ملح الطعام في كثير من الدول للوقاية من هذا الاضطراب.

تضخم الغدة الدرقية (Goiter)

زيادة غير طبيعية في حجم الغدة الدرقية، غالبًا نتيجة نقص اليود أو خلل في إفراز هرموناتها.

٨. التطبيقات الحياتية

- مراقبة الرياضيين لمستوى هرمون الكورتيزول لتفادي الإرهاق المزمن والتوتر المستمر الذي قد يؤثر في الأداء الرياضي.
- انتباه الأمهات المرضعات إلى دور هرموني الأوكسيتوسين والبرولاكتين في تحفيز إدرار الحليب الطبيعي بعد الولادة.
- متابعة مرضى السكري لمستوى الجلوكوز يوميًا، وربطه بمواعيد الوجبات والنشاط البدني لتفادي حالات الهبوط أو الارتفاع الحاد في السكر.
- استخدام الملح الميود في الطبخ اليومي وقاية من اضطرابات الغدة الدرقية، خاصة في المناطق البعيدة عن السواحل.
- مراقبة الأطفال في مراحل النمو المبكرة؛ للكشف المبكر عن أي خلل في إفراز هرمون النمو.

٩. التطبيقات الصناعية والطبية والتقنية

أ. في الطب

يُستخدم الإنسولين المُصنَّع حيويًا (عبر هندسة البكتيريا وراثيًا) في علاج مرضى السكري نوع أول، كما تُستخدم هرمونات الغدة الدرقية الصناعية لعلاج قصور الغدة الدرقية، وهرمون النمو الصناعي لعلاج حالات القزامة الناتجة عن نقص إفرازه.

ب. في التقنية الحيوية والهندسة الوراثية

سمحت تقنيات الهندسة الوراثية بإدخال الجين المسؤول عن إنتاج الإنسولين البشري إلى بكتيريا الإشريكية القولونية (*E. coli*)، لنتج كميات كبيرة من الإنسولين النقي بتكلفة أقل من استخلاصه من البنكرياس الحيواني، وهو ما أحدث نقلة نوعية في علاج مرضى السكري حول العالم.

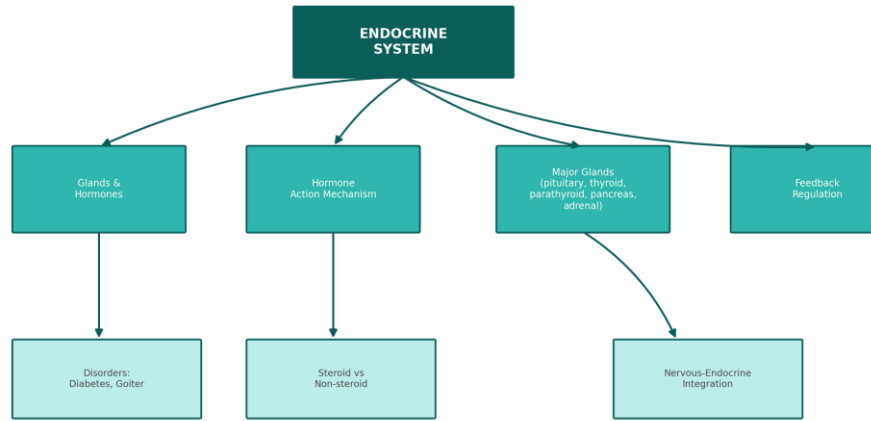
ج. في الصناعات الدوائية والغذائية والزراعية

- إنتاج هرمونات النمو الصناعية المستخدمة أحيانًا في تربية بعض الماشية والأسماك (ضمن الضوابط الصحية والقانونية) لزيادة الإنتاجية.
- تصنيع أدوية مثبطات إنزيم السلفونيل يوريا (محفّزات البنكرياس) المستخدمة في علاج مرضى السكري نوع ثانٍ.
- تطوير بدائل السكر (المُحلّيات الصناعية) لمرضى السكري، مع ضرورة دراسة آثارها الجانبية المحتملة.

د. في البيئة والتقنيات الحديثة

تُستخدم فحوص الهرمونات المخبرية (مثل فحص TSH و T3 و T4) على نطاق واسع في التشخيص المبكر للاختلالات الهرمونية قبل ظهور الأعراض السريرية الواضحة، وهو ما يُسهم في تحسين جودة الرعاية الصحية الوقائية.

الخريطة المفاهيمية للفصل



خريطة مفاهيمية توضح العلاقات بين أهم موضوعات الفصل

ملخص الفصل

أهم الأفكار

- يتكوّن جهاز الغدد الصماء من غدد لا قنوية تفرز الهرمونات مباشرة في الدم لتصل إلى خلايا هدف نوعية.
- تُصنّف الهرمونات إلى ستيرويدية (تعمل داخل الخلية عبر تنشيط الجينات) وغير ستيرويدية (تعمل عبر مستقبلات سطحية ورسول ثانٍ مثل cAMP).
- تشمل أهم الغدد الصماء: النخامية (سيّدة الغدد)، البنكرياس (إنسولين وغلوكاغون)، الدرقية (T3، T4، كالسيتونين)، جارات الدرقية (باراثورمون)، والكظرية (كورتيزول، ألدوستيرون، أدرينالين، نورأدرينالين).
- تتحكّم الآلية التغذوية الراجعة المثبّطة في الحفاظ على مستوى إفراز الهرمونات ضمن الحدود الطبيعية.
- يؤدي اختلال عمل الهرمونات إلى أمراض مثل السكري بنوعيه وتضخّم الغدة الدرقية.
- يتكامل الجهاز العصبي مع جهاز الغدد الصماء عبر منطقة تحت المهاد في الاستجابة السريعة والبطيئة لعوامل التوتر.

أهم المصطلحات

الغدد القنوية، الغدد الصماء، الهرمون، الخلايا الهدف، الرسول الثاني، سيّدة الغدد، جزر لانغرهانس، باراثورمون، تضخّم الغدة الدرقية.

أهم النقاط الواجب حفظها

١. الفرق بين آلية عمل الهرمونات الستيرويدية وغير الستيرويدية.
٢. وظائف هرمونات الفلقتين الأمامية والخلفية للغدة النخامية.
٣. دور الإنسولين والغلوكاغون في تنظيم سكر الدم، والفرق بين نوعي مرض السكري.
٤. مبدأ الآلية التغذوية الراجعة المثبّطة، ومثال تطبيقي عليها في محور الغدة الدرقية.

أسئلة تقويم الفصل

تتدرج الأسئلة الآتية من المستوى المعرفي السهل إلى المتوسط فالصعب، وفق مستويات بلوم المعرفية.

أولاً: صح أو خطأ

١. تُعد الغدة النخامية أكبر الغدد الصماء في جسم الإنسان حجماً. ()
٢. تنتقل الهرمونات الستيرويدية في الدم مرتبطة ببروتينات ناقلة. ()
٣. يعمل هرمون الغلوكاغون على خفض مستوى سكر الغلوكوز في الدم. ()
٤. تعمل الفلقة الخلفية للغدة النخامية على تصنيع هرمونها بنفسها. ()

ثانياً: أكمل الفراغات الآتية

١. يُطلق على الغدة النخامية اسم لأن هرموناتها تنظم عمل معظم الغدد الصماء الأخرى.
٢. تُفرز خلايا في جزر لانغرهانس هرمون الإنسولين، بينما تُفرز خلايا هرمون الغلوكاغون.
٣. يُسمى الجزء الخارجي من الغدة الكظرية بينما يُسمى الجزء الداخلي

ثالثاً: اختيار من متعدد

١. أي الهرمونات الآتية تنتج من خلايا عصبية؟ أ) هرمون النمو والثيروكسين ب) الهرمون المانع لإدرار البول والأوكسيتوسين ج) الإنسولين والغلوكاغون د) الأدرينالين والنورأدرينالين
٢. أي الهرمونات الآتية له طبيعة كيميائية ستيرويدية؟ أ) الإنسولين ب) الأدرينالين ج) الكورتيزول د) الثيروكسين
٣. أي الغدد الآتية لا تتحكم بها الغدة النخامية في إفرازاتها؟ أ) قشرة الكظرية ب) الدرقية ج) نخاع الكظرية د) المبيض

رابعاً: علّل لكلٍ مما يأتي

١. تُفرز الهرمونات بكميات قليلة جداً في الدم.
٢. يتفاقم ضعف بنية جسم مريض السكري المعتمد على الإنسولين مع تفاقم الحالة.
٣. لا يُعد إفراز الفلقة الخلفية للغدة النخامية دليلاً على أنها المُصنّعة لهرمونها.
٤. يزداد وزن الأشخاص الذين يُستأصل لديهم الغدة الدرقية أحياناً بعد العملية.

خامساً: قارن / صل / رتب

١. قارن بين هرمون النمو وهرمون الكورتيزول من حيث: الغدة المُفرزة، الأهمية، الطبيعة الكيميائية، آلية العمل.
٢. صل كل هرمون في العمود الأول بالغدة المناسبة له في العمود الثاني: (الإنسولين، الثيروكسين، الكورتيزول، الأوكسيتوسين) ↔ (الغدة النخامية، الغدة الدرقية، البنكرياس، الغدة الكظرية).
٣. رتب الخطوات الآتية وفق تسلسلها الصحيح في آلية عمل الهرمون غير الستيرويدي: (تنشيط الرسول الثاني cAMP – ارتباط الهرمون بالمستقبل السطحي – حدوث الاستجابة الخلوية – تنشيط الإنزيمات داخل الخلية).

سادساً: فسر / استنتج / حلّ الرسوم

١. فسر سبب استخدام هذا الهرمون (الإنسولين) في الطلق الصناعي في حالات الولادة المتعسرة، مستعيناً بدور الأوكسيتوسين.
٢. استنتج ما يحدث إن نقص تركيز هرمون T3 في مرحلة النمو عند الأطفال.
٣. حلّ الشكل الذي يوضح آلية التغذية الراجعة بين تحت المهاد والغدة النخامية والغدة الدرقية، ثم بيّن ماذا يحدث لو تعطلت آلية التغذية الراجعة المثبطة تماماً.

سابعًا: أسئلة تطبيقية وأسئلة التفكير الناقد وحل المشكلات

١. شخص يعاني من عطش شديد وكثرة التبول وفقدان غير مبرر في الوزن؛ اقترح التشخيص المحتمل، والفحص المخبري الذي تقترحه لتأكيدِه.
٢. لماذا تنصح بعض المدارس بتوعية الطلبة بأعراض هبوط السكر التصرف السليم حال حدوثها أثناء اليوم الدراسي؟
٣. ناقش العلاقة بين ارتفاع هرمون الألدوستيرون وارتفاع ضغط الدم، مقترحًا كيف يمكن لدواء يُثبِّط عمل هذا الهرمون أن يُستخدم في علاج ارتفاع ضغط الدم.

ثامنًا: أسئلة مقالية قصيرة

١. اشرح آلية عمل الهرمونات غير الستيرويدية في الخلية الهدف، مستعينًا برسم توضيحي إن أمكن.
٢. وضح دور التكامل بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء في مواجهة عامل ضغط نفسي مفاجئ.

تاسعًا: سؤال مفتوح (دون إجابة محددة)

١. ابحث: ما مصير الهرمونات في جسم الإنسان بعد أداء وظيفتها؟ وكيف يتخلص الجسم منها؟
٢. ابحث عن أنواع أخرى من مرض السكري غير النوعين الأول والثاني، واعرَض ما توصَّلت إليه على زملاتك.

الاختبار الشامل

يُتكوّن هذا الاختبار من ٣٠ سؤالاً من نوع الاختيار من متعدد، لكل سؤال أربعة بدائل وإجابة صحيحة واحدة فقط، موزّعة بشكل متوازن على موضوعات الفصل جميعها. اقرأ كل سؤال جيداً قبل اختيار الإجابة.

١. الغدد التي تفرز موادها مباشرة في الدم دون قنوات تُسمّى: (أ) الغدد القنوية (ب) الغدد الصماء (ج) الغدد اللعابية (د) الغدد العرقية
٢. كلمة «هرمون» يونانية الأصل، ومعناها: (أ) الغذاء (ب) المُثير أو المُنبِّط (ج) الوقود (د) الحاجز
٣. الخلايا التي تمتلك مستقبلات نوعية لهرمون معيّن تُسمّى: (أ) الخلايا الجذعية (ب) الخلايا الهدف (ج) الخلايا الليمفاوية (د) الخلايا الجلدية
٤. أيّ مما يأتي مثال على غدة قنوية (خارجية الإفراز)؟ (أ) الغدة الدرقية (ب) الغدة النخامية (ج) الغدة اللعابية (د) الغدة الكظرية
٥. الهرمونات المشتقة من الكوليسترول وتذوب في الدهون تُسمّى: (أ) هرمونات ببتيدية (ب) هرمونات ستيرويدية (ج) هرمونات بروتينية (د) هرمونات أمينية
٦. أيّ الهرمونات الآتية غير ستيرويدية؟ (أ) الكورتيزول (ب) الألدوستيرون (ج) الإنسولين (د) الإستروجين
٧. تنتقل الهرمونات غير الستيرويدية في الدم: (أ) مرتبطة بروتين ناقل (ب) ذائبة حرة في بلازما الدم (ج) داخل خلايا الدم الحمراء (د) لا تنتقل في الدم
٨. يقع مستقبل الهرمون الستيرويدية عادة في: (أ) سطح الغشاء الخلوي (ب) السيتوبلازم أو النواة (ج) الميتوكوندريا فقط (د) خارج الخلية
٩. الرسول الكيميائي الثاني الناتج من تفكك ATP والمرتببط بعمل الهرمونات غير الستيرويدية هو: (أ) cAMP (ب) DNA (ج) mRNA (د) ADH
١٠. تؤثر الهرمونات الستيرويدية في الخلية الهدف بشكل رئيس عن طريق: (أ) تنشيط أو تثبيط جينات محددة (ب) تكسير الغشاء الخلوي (ج) تنشيط الرسول الثاني فقط (د) منع دخول الماء للخلية
١١. تُلقّب الغدة النخامية بـ: (أ) الغدة الأم (ب) سيّدة الغدد (ج) الغدة الحارسة (د) الغدة الصغرى
١٢. أيّ هرمونات الغدة النخامية يُحفّز نمو حويصلات غراف في المبيض؟ (أ) LH (ب) FSH (ج) TSH (د) ACTH
١٣. هرمون الحليب الذي يُحفّز إنتاج حليب الرضاعة بعد الولادة هو: (أ) الأوكسيتوسين (ب) البرولاكتين (ج) الإستروجين (د) ADH
١٤. أيّ هرمونات الفلقة الخلفية للغدة النخامية يعمل على تقليل حجم البول المُدرّر؟ (أ) الأوكسيتوسين (ب) TSH (ج) ADH (د) GH
١٥. تتكوّن الفلقة الخلفية للغدة النخامية أساساً من: (أ) خلايا غدية متخصصة (ب) ألياف عصبية (ج) نسيج دهني (د) نسيج عظمي
١٦. خلايا بيتا في جزر لانغرهانس تفرز: (أ) الغلوكاغون (ب) الإنسولين (ج) الكالسيتونين (د) الأدرينالين
١٧. يعمل هرمون الغلوكاغون على: (أ) خفض سكر الدم (ب) رفع سكر الدم (ج) خفض ضغط الدم (د) زيادة إفراز اللعاب
١٨. اكتُشفت جزر لانغرهانس عام: (أ) ١٨٦٩ م (ب) ١٩٠٠ م (ج) ١٩٥٣ م (د) ١٩٩٠ م
١٩. الهرمون الفعّال بشكل رئيس داخل خلايا الجسم من بين هرموني الغدة الدرقية هو: (أ) T4 (ب) T3 (ج) TSH (د) TRH
٢٠. يعمل هرمون الكالسيتونين على: (أ) رفع كالسيوم الدم (ب) خفض كالسيوم الدم (ج) رفع سكر الدم (د) خفض ضغط الدم
٢١. هرمون باراثورمون تفرزه: (أ) الغدة الدرقية (ب) الغدد جارات الدرقية (ج) الغدة الكظرية (د) الغدة النخامية
٢٢. يعمل باراثورمون على أيونات الكالسيوم في الدم بشكل: (أ) يرفعها (ب) يخفضها (ج) لا يؤثر فيها (د) يحولها إلى فوسفات
٢٣. من هرمونات قشرة الغدة الكظرية: (أ) الأدرينالين (ب) الكورتيزول (ج) الأوكسيتوسين (د) الإنسولين
٢٤. يُفرز هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين من: (أ) قشرة الغدة الكظرية (ب) لبّ الغدة الكظرية (ج) الغدة الدرقية (د) البنكرياس
٢٥. هرمون الألدوستيرون يعمل على زيادة امتصاص أيونات: (أ) البوتاسيوم (ب) الصوديوم (ج) الكالسيوم (د) الكلور فقط

٢٦. التغذية الراجعة المثبطة تعني أن ارتفاع المادة الثانوية: (أ) يزيد إفراز المادة الأولية (ب) يثبط إفراز المادة الأولية (ج) لا علاقة له بالمادة الأولية (د) يوقف عمل الغدة نهائيًا
٢٧. في محور الغدة الدرقية، ترتفع T3 و T4 فتتبطان إفراز: (أ) الإنسولين فقط (ب) TRH و TSH (ج) الغلوكاغون (د) الأدرينالين
٢٨. سكري الأطفال المعتمد كليًا على الإنسولين الخارجي يُعرف بـ: (أ) السكري نوع أول (ب) السكري نوع ثانٍ (ج) سكري الحمل (د) السكري الكاذب
٢٩. السكري نوع ثانٍ يرتبط غالبًا بـ: (أ) نقص تام في إفراز الإنسولين منذ الطفولة (ب) خلل في استجابة مستقبلات الخلايا للإنسولين (ج) زيادة إفراز الغلوكاغون فقط دون سبب آخر (د) نقص اليود في الغذاء
٣٠. تضخم الغدة الدرقية (Goiter) يُمكن الوقاية منه غالبًا بتناول: (أ) أملاح اليود (ب) فيتامين C بكميات كبيرة (ج) الحديد فقط (د) الكالسيوم فقط

مفتاح الإجابات — الاختبار الشامل

س:١ ب	س:٢ ب	س:٣ ب	س:٤ ج	س:٥ ب
س:٦ ج	س:٧ ب	س:٨ ب	س:٩ أ	س:١٠ أ
س:١١ ب	س:١٢ ب	س:١٣ ب	س:١٤ ج	س:١٥ ب
س:١٦ ب	س:١٧ ب	س:١٨ أ	س:١٩ ب	س:٢٠ ب
س:٢١ ب	س:٢٢ أ	س:٢٣ ب	س:٢٤ ب	س:٢٥ ب
س:٢٦ ب	س:٢٧ ب	س:٢٨ أ	س:٢٩ ب	س:٣٠ أ

المراجع

- منهاج الأحياء للصف الحادي عشر (الجزء الأول) — الفصل: جهاز الغدد الصماء، المصدر الأساسي لهذا الكتاب.
- .National Institutes of Health (NIH) — Endocrine System resources
- .World Health Organization (WHO) — Diabetes fact sheets
- National Center for Biotechnology Information (NCBI) — PubMed articles on hormone mechanisms
- تقرير وزارة الصحة الفلسطينية السنوي حول انتشار مرض السكري، ٢٠١٥.