



Déclic

PHYSIOLOGIE ENDOCRINE

Hormones · Glandes · Régulations

PARCOURS : Préparation EIDE

AUTEUR : Anaïs - Daranjo - IDE

DATE : Juin 2026

1. Objectifs du chapitre

À la fin de ce chapitre, tu dois être capable de :

- définir le système endocrinien ;
- expliquer ce qu'est une hormone ;
- différencier glande endocrine, hormone, récepteur hormonal et cellule cible ;
- comprendre le principe du rétrocontrôle hormonal ;
- expliquer l'organisation de l'axe hypothalamo-hypophysaire ;
- différencier hypophyse antérieure et hypophyse postérieure ;
- connaître les hormones de libération hypothalamiques ;
- comprendre le rôle des hormones trophiques hypophysaires ;
- expliquer les grandes fonctions des hormones thyroïdiennes T3 et T4 ;
- comprendre le rôle de la parathormone dans la calcémie ;
- expliquer le rôle du cortisol, de l'aldostérone, de l'adrénaline et de la noradrénaline ;
- comprendre la régulation de la glycémie par l'insuline et le glucagon ;
- expliquer les rôles des œstrogènes, de la progestérone et de la testostérone ;
- faire le lien entre hormones, homéostasie, métabolisme, croissance, reproduction, stress, glycémie et équilibre phosphocalcique.

Introduction générale

Le système endocrinien est un système de communication lente, durable et coordonnée.

Il utilise des messagers chimiques appelés hormones.

Les hormones sont produites par des glandes ou cellules endocrines, libérées dans le sang, puis transportées vers des cellules cibles capables de répondre à leur message.

Le système endocrinien permet de réguler des fonctions majeures :

- croissance ;
- métabolisme ;
- glycémie ;
- température ;
- stress ;
- pression artérielle ;
- équilibre hydrique ;
- équilibre sodium/potassium ;
- calcémie ;
- reproduction ;
- cycles hormonaux ;
- grossesse ;
- lactation ;
- puberté ;
- adaptation au jeûne ;
- réponse à l'effort ;
- rythme veille-sommeil selon certaines hormones.

Le système endocrinien travaille en permanence avec le système nerveux.

Le système nerveux agit rapidement par influx nerveux et neurotransmetteurs.

Le système endocrinien agit souvent plus lentement par hormones circulantes, mais ses effets peuvent durer plus longtemps.

Exemple :

En cas de stress aigu, le système nerveux sympathique agit immédiatement : tachycardie, vasoconstriction, vigilance.

Puis le système endocrinien complète la réponse avec l'adrénaline, la noradrénaline et le cortisol.

La physiologie endocrine est donc une physiologie de régulation, d'adaptation et d'équilibre.

10.1. Généralités

2. Définition du système endocrinien

Le système endocrinien regroupe les organes, glandes et cellules capables de produire des hormones libérées dans le sang.

Il comprend notamment :

- hypothalamus ;
- hypophyse ;
- thyroïde ;
- parathyroïdes ;
- glandes surrénales ;
- pancréas endocrine ;
- gonades ;
- épiphyse ;
- tissu adipeux ;
- rein ;
- tube digestif ;
- placenta pendant la grossesse.

Toutes les hormones ne viennent donc pas uniquement des “grandes glandes”. Certains organes ont aussi une fonction endocrine.

Exemples :

- le rein produit la rénine et l'érythropoïétine ;
- le tissu adipeux produit des adipokines ;
- le tube digestif produit plusieurs hormones digestives ;
- le cœur produit des peptides natriurétiques ;
- le placenta produit des hormones pendant la grossesse.

Hormone

3. Définition

Une hormone est une molécule messagère produite par une cellule endocrine, libérée dans le sang, puis capable d'agir à distance sur une cellule cible.

Une hormone transmet une information.

Elle peut modifier :

- l'activité enzymatique ;
- la perméabilité membranaire ;
- le métabolisme ;
- la sécrétion ;
- la croissance ;
- la division cellulaire ;
- l'expression des gènes ;
- la contraction ;
- le stockage énergétique ;
- la libération d'autres hormones.

Une hormone n'agit pas sur toutes les cellules.

Elle agit seulement sur les cellules qui possèdent le récepteur adapté.

4. Types d'hormones

On distingue plusieurs grandes familles d'hormones selon leur nature chimique.

Type d'hormone	Caractéristiques	Exemples
Hormones peptidiques/protéiques	hydrosolubles, récepteurs membranaires	insuline, glucagon, ADH, ACTH, TSH
Hormones stéroïdes	dérivées du cholestérol, liposolubles	cortisol, aldostérone, œstrogènes, progestérone, testostérone
Hormones dérivées d'acides aminés	issues d'un acide aminé, effets variables	adrénaline, noradrénaline, T3, T4, mélatonine

Cette différence est importante parce qu'elle influence le mode de transport et le type de récepteur.

5. Hormones hydrosolubles

Les hormones hydrosolubles circulent facilement dans le plasma.

Elles ne traversent pas librement la membrane plasmique.

Elles agissent généralement sur des récepteurs situés à la surface de la cellule.

Exemples :

- insuline ;
- glucagon ;
- ADH ;
- ocytocine ;

- TSH ;
- ACTH ;
- FSH ;
- LH.

Leur action passe souvent par des seconds messagers intracellulaires.

6. Hormones liposolubles

Les hormones liposolubles traversent plus facilement les membranes.

Elles circulent souvent liées à des protéines de transport dans le sang.

Elles agissent souvent sur des récepteurs intracellulaires ou nucléaires.

Elles modifient fréquemment l'expression des gènes.

Exemples :

- cortisol ;
- aldostérone ;
- œstrogènes ;
- progestérone ;
- testostérone ;
- hormones thyroïdiennes T3/T4.

Leurs effets peuvent être plus lents à apparaître, mais souvent plus durables.

Glande endocrine

7. Définition

Une glande endocrine est une glande qui libère ses hormones directement dans le sang.

Elle ne possède pas de canal excréteur.

Exemples :

- thyroïde ;
- parathyroïdes ;
- hypophyse ;
- surrénales ;
- îlots de Langerhans du pancréas ;
- ovaires ;
- testicules.

À l'inverse, une glande exocrine libère ses sécrétions dans un canal ou vers une surface.

Exemples :

- glandes salivaires ;
- glandes sudoripares ;
- pancréas exocrine ;
- glandes sébacées.

8. Glandes mixtes

Certaines glandes sont mixtes.

Elles possèdent une fonction endocrine et une fonction exocrine.

Exemple majeur : le pancréas.

Fonction	Sécrétion	Destination
Endocrine	insuline, glucagon	sang
Exocrine	enzymes digestives, bicarbonates	duodénum

Les gonades ont aussi une double fonction :

- production de gamètes ;
- production d'hormones sexuelles.

Récepteur hormonal

9. Définition

Un récepteur hormonal est une protéine capable de reconnaître une hormone spécifique.

Il peut être situé :

- sur la membrane plasmique ;
- dans le cytoplasme ;
- dans le noyau.

Le récepteur permet à la cellule de "lire" le message hormonal.

Sans récepteur, la cellule ne répond pas à l'hormone.

10. Spécificité hormone-récepteur

Une hormone agit comme une clé.

Le récepteur agit comme une serrure.

La cellule cible répond seulement si elle possède la bonne serrure.

Exemple :

L'insuline circule dans tout le sang, mais elle agit surtout sur les cellules qui expriment des récepteurs à l'insuline, notamment foie, muscle et tissu adipeux.

11. Récepteurs membranaires

Les hormones hydrosolubles utilisent souvent des récepteurs membranaires.

La fixation de l'hormone déclenche une cascade intracellulaire.

Exemples de mécanismes :

- activation de protéines G ;
- production d'AMPc ;
- activation de kinases ;
- ouverture de canaux ;
- phosphorylation de protéines.

Exemple :

Le glucagon agit via un récepteur membranaire et une cascade AMPc dans les cellules hépatiques.

12. Récepteurs intracellulaires

Les hormones liposolubles peuvent entrer dans la cellule et se fixer à des récepteurs intracellulaires.

Le complexe hormone-récepteur peut ensuite agir sur l'expression des gènes.

Exemples :

- cortisol ;
- aldostérone ;
- œstrogènes ;
- testostérone ;
- hormones thyroïdiennes.

Ces hormones peuvent modifier durablement la synthèse de protéines.

Cellule cible

13. Définition

Une cellule cible est une cellule capable de répondre à une hormone parce qu'elle possède le récepteur adapté.

La réponse dépend :

- du type d'hormone ;
- du type de récepteur ;
- de la concentration hormonale ;
- de la durée d'exposition ;
- de l'état de la cellule ;
- de la présence d'autres hormones ;
- du contexte physiologique.

Une même hormone peut avoir des effets différents selon les cellules.

Exemple :

L'adrénaline peut augmenter la fréquence cardiaque, dilater les bronches et favoriser la libération de glucose. Ces effets sont différents car les tissus n'ont pas les mêmes récepteurs ni les mêmes voies de signalisation.

Rétrocontrôle hormonal

14. Définition

Le rétrocontrôle hormonal est un mécanisme par lequel le résultat d'une sécrétion hormonale influence la sécrétion qui l'a produite.

Il permet de réguler les hormones et d'éviter les excès ou insuffisances.

Le plus fréquent est le rétrocontrôle négatif.

15. Rétrocontrôle négatif

Le rétrocontrôle négatif freine la production hormonale lorsque le niveau ou l'effet de l'hormone devient suffisant.

Exemple avec la thyroïde :

1. l'hypothalamus sécrète TRH ;
2. l'hypophyse sécrète TSH ;
3. la thyroïde produit T3 et T4 ;
4. quand T3/T4 augmentent, elles freinent TRH et TSH.

Résultat :

La production thyroïdienne est régulée.

16. Rétrocontrôle positif

Le rétrocontrôle positif amplifie une réponse.

Il est plus rare.

Exemple :

Avant l'ovulation, une forte élévation des œstrogènes déclenche un pic de LH.

Ce pic de LH déclenche l'ovulation.

Autre exemple :

L'ocytocine pendant l'accouchement augmente les contractions, qui augmentent la stimulation du col, qui augmente encore l'ocytocine, jusqu'à la naissance.

17. Rythmes hormonaux

Certaines hormones ne sont pas sécrétées de manière constante.

Elles suivent des rythmes.

Exemples :

- cortisol : rythme circadien, plus élevé le matin ;
- GH : sécrétion pulsatile, surtout pendant le sommeil profond ;
- GnRH : sécrétion pulsatile ;
- hormones sexuelles : cycles hormonaux ;
- mélatonine : sécrétion liée à l'obscurité.

La physiologie endocrine est donc dynamique.

18. Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma général : hormone sang cellule cible récepteur réponse, avec rétrocontrôle négatif vers la glande de départ.

10.2. Axe hypothalamo-hypophysaire

19. Définition

L'axe hypothalamo-hypophysaire est le grand centre de commande du système endocrinien.

Il relie :

- l'hypothalamus ;
- l'hypophyse ;
- les glandes endocrines périphériques.

Il permet au système nerveux de contrôler une grande partie du système hormonal.

Schéma général :

Hypothalamus Hypophyse Glande endocrine périphérique Hormone finale Organe cible

Cet axe contrôle notamment :

- thyroïde ;
- surrénales ;
- gonades ;
- croissance ;
- lactation ;
- équilibre hydrique ;
- accouchement et éjection du lait.

Hypothalamus

20. Définition

L'hypothalamus est une région du diencephale située à la base du cerveau.

Il a un double rôle :

- rôle nerveux ;
- rôle endocrinien.

Il reçoit des informations sur l'état interne du corps et déclenche des réponses hormonales adaptées.

Il contrôle l'hypophyse.

21. Fonctions de l'hypothalamus

L'hypothalamus régule :

- température ;
- faim ;
- soif ;
- osmolarité ;
- stress ;
- reproduction ;
- croissance ;
- sommeil ;
- rythmes biologiques ;
- système nerveux autonome ;
- sécrétions hypophysaires.

Il est donc un centre majeur de l'homéostasie.

22. Hypothalamus et hypophyse

L'hypothalamus contrôle l'hypophyse de deux manières.

Partie hypophysaire	Mode de contrôle
Hypophyse antérieure	hormones hypothalamiques via système porte
Hypophyse postérieure	axones hypothalamiques libérant ADH et ocytocine

L'hypophyse antérieure est contrôlée par des hormones de libération ou d'inhibition.

L'hypophyse postérieure libère des hormones produites dans l'hypothalamus.

Hypophyse antérieure

23. Définition

L'hypophyse antérieure, ou adénohypophyse, est la partie glandulaire de l'hypophyse.

Elle produit plusieurs hormones importantes.

Ces hormones peuvent agir :

- sur des glandes endocrines ;
- directement sur certains tissus.

24. Hormones de l'hypophyse antérieure

Hormone	Cible principale	Rôle
TSH	thyroïde	stimule T3/T4
ACTH	cortex surrénalien	stimule cortisol
FSH	gonades	follicules ovariens, spermatogenèse

Hormone	Cible principale	Rôle
LH	gonades	ovulation, corps jaune, testostérone
GH	foie, os, muscles, tissus	croissance, métabolisme
Prolactine	glandes mammaires	production de lait

Les quatre premières sont souvent dites trophiques car elles stimulent d'autres glandes endocrines.

Hypophyse postérieure

25. Définition

L'hypophyse postérieure, ou neurohypophyse, est une extension nerveuse de l'hypothalamus.

Elle ne fabrique pas elle-même ses hormones principales.

Elle stocke et libère deux hormones produites par l'hypothalamus :

- ADH ;
- ocytocine.

26. ADH

L'ADH est l'hormone antidiurétique.

Elle agit principalement sur les reins.

Elle augmente la réabsorption d'eau au niveau des tubes collecteurs.

Conséquence :

- diminution de la diurèse ;
- urines plus concentrées ;
- conservation de l'eau ;
- maintien de l'osmolarité et de la volémie.

Elle est sécrétée notamment lorsque l'osmolarité augmente ou lorsque la volémie diminue.

27. Ocytocine

L'ocytocine agit principalement sur :

- l'utérus ;
- les glandes mammaires.

Elle provoque :

- contractions utérines pendant l'accouchement ;
- éjection du lait pendant l'allaitement.

Elle intervient aussi dans certains comportements d'attachement, mais son rôle physiologique principal à connaître ici est utérin et mammaire.

Hormones de libération

28. Définition

Les hormones de libération sont produites par l'hypothalamus.

Elles stimulent ou freinent l'hypophyse antérieure.

Elles passent par le système porte hypothalamo-hypophysaire.

29. Principales hormones hypothalamiques

Hormone hypothalamique	Effet hypophysaire
TRH	stimule TSH, peut stimuler prolactine
CRH	stimule ACTH
GnRH	stimule FSH et LH
GHRH	stimule GH
Somatostatine	inhibe GH, inhibe aussi TSH
Dopamine	inhibe prolactine

La dopamine freine normalement la prolactine.

Si l'inhibition dopaminergique diminue, la prolactine peut augmenter.

Hormones trophiques

30. Définition

Une hormone trophique est une hormone qui stimule une autre glande endocrine. Elle régule sa sécrétion et souvent son développement ou son activité.

Exemples :

- TSH stimule la thyroïde ;
- ACTH stimule le cortex surrénalien ;
- FSH et LH stimulent les gonades.

31. Principaux axes hormonaux

Axe	Organisation
Axe thyroïdote	TRH TSH T3/T4
Axe corticotrope	CRH ACTH cortisol
Axe gonadotrope	GnRH FSH/LH hormones sexuelles
Axe somatotrope	GHRH/somatostatine GH IGF-1
Axe lactotrope	dopamine inhibe prolactine

32. Axe somatotrope

La GH, ou hormone de croissance, agit directement sur certains tissus et indirectement via l'IGF-1 produit surtout par le foie.

Elle stimule :

- croissance osseuse ;
- synthèse protéique ;
- croissance des tissus ;
- mobilisation énergétique ;
- métabolisme.

Elle est sécrétée de manière pulsatile, notamment pendant le sommeil profond.

33. Axe lactotrope

La prolactine stimule la production de lait.

Elle est principalement freinée par la dopamine.

Après l'accouchement, la succion du mamelon favorise la prolactine et donc la lactation.

La prolactine produit le lait.

L'ocytocine éjecte le lait.

34. Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma hypothalamus-hypophyse : TRH/CRH/GnRH/GHRH/somatostatine/dopamine vers hypophyse antérieure ; ADH/ocytocine vers hypophyse postérieure.

10.3. Thyroïde

35. Définition

La thyroïde est une glande endocrine située à la base du cou, en avant de la trachée.

Elle produit principalement :

- T4, ou thyroxine ;
- T3, ou triiodothyronine ;
- calcitonine, par les cellules C.

Dans la physiologie endocrine générale, on s'intéresse surtout à T3 et T4.

Ces hormones régulent le métabolisme, la croissance, le développement et la production de chaleur.

36. Axe thyroïdote

La thyroïde est contrôlée par l'axe hypothalamo-hypophyso-thyroidien.

Schéma :

Hypothalamus TRH Hypophyse TSH Thyroïde T3/T4

T3 et T4 exercent un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus et l'hypophyse.

Si T3/T4 augmentent, TSH diminue.

Si T3/T4 diminuent, TSH augmente.

La TSH est donc un marqueur central de la régulation thyroïdienne.

T3

37. Définition

T3 signifie triiodothyronine.

C'est l'hormone thyroïdienne la plus active biologiquement.

Elle contient trois atomes d'iode.

Elle agit sur de nombreux tissus.

Une partie de la T3 est produite directement par la thyroïde, mais une grande partie provient de la conversion périphérique de T4 en T3.

38. Rôle de T3

T3 augmente l'activité métabolique des cellules.

Elle agit notamment sur :

- consommation d'oxygène ;
- production de chaleur ;
- métabolisme des glucides ;
- métabolisme des lipides ;
- synthèse et dégradation des protéines ;
- sensibilité aux catécholamines ;
- fréquence cardiaque ;
- développement neurologique ;
- croissance.

T3 modifie l'expression de nombreux gènes.

T4

39. Définition

T4 signifie thyroxine.

Elle contient quatre atomes d'iode.

Elle est produite en plus grande quantité que T3.

Elle est moins active, mais elle sert de réserve circulante.

Elle peut être convertie en T3 dans les tissus périphériques.

40. Conversion T4 en T3

La conversion de T4 en T3 se fait grâce à des enzymes appelées désiodases.

Elle permet d'adapter localement l'activité thyroïdienne selon les tissus.

Certains tissus peuvent aussi convertir T4 en reverse T3, une forme inactive.

Cela permet une régulation fine du métabolisme.

Métabolisme basal

41. Définition

Le métabolisme basal correspond à la dépense énergétique minimale nécessaire au maintien des fonctions vitales au repos.

Il comprend l'énergie nécessaire pour :

- respiration ;
- circulation ;
- activité cérébrale ;
- maintien de la température ;
- fonctionnement cellulaire ;

- pompes ioniques ;
- renouvellement moléculaire ;
- activité des organes.

42. Effet des hormones thyroïdiennes

T3 et T4 augmentent le métabolisme basal.

Elles augmentent :

- consommation d'oxygène ;
- production d'ATP ;
- activité mitochondriale ;
- production de chaleur ;
- utilisation des glucides et lipides.

Si les hormones thyroïdiennes sont trop élevées, le métabolisme s'accélère.

Si elles sont trop basses, le métabolisme ralentit.

43. Hypo et hyperfonctionnement

En hypothyroïdie, on observe souvent :

- fatigue ;
- frilosité ;
- prise de poids modérée ;
- constipation ;
- ralentissement ;
- peau sèche ;
- bradycardie ;
- somnolence.

En hyperthyroïdie, on observe souvent :

- amaigrissement ;
- tachycardie ;
- tremblements ;
- nervosité ;
- thermophobie ;
- hypersudation ;
- diarrhée ;
- fatigue paradoxale.

Ces signes reflètent l'effet des hormones thyroïdiennes sur le métabolisme global.

Croissance

44. Rôle dans la croissance

Les hormones thyroïdiennes sont indispensables à la croissance normale.

Elles agissent en synergie avec :

- hormone de croissance ;
- IGF-1 ;
- hormones sexuelles ;
- nutrition ;
- vitamine D ;
- facteurs génétiques.

Elles participent à :

- croissance osseuse ;
- maturation du squelette ;
- développement du système nerveux ;
- maturation des tissus.

45. Développement neurologique

Chez le fœtus et le jeune enfant, les hormones thyroïdiennes sont indispensables au développement cérébral.

Un déficit sévère et prolongé peut altérer le développement neurologique.

C'est pourquoi la fonction thyroïdienne est importante dès les premières phases de la vie.

Thermogenèse

46. Définition

La thermogenèse correspond à la production de chaleur par l'organisme.

Les hormones thyroïdiennes augmentent cette production.

Elles stimulent le métabolisme cellulaire.

Une partie de l'énergie produite est libérée sous forme de chaleur.

47. Lien avec température

En hyperthyroïdie :

- thermogenèse augmentée ;
- sensation de chaleur ;
- transpiration ;
- intolérance à la chaleur.

En hypothyroïdie :

- thermogenèse diminuée ;
- frilosité ;
- ralentissement général.

La thyroïde participe donc à la régulation thermique par son effet sur le métabolisme.

48. Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma axe thyroïdien : TRH TSH thyroïde T3/T4 métabolisme basal, croissance, thermogenèse, avec rétrocontrôle négatif.

10.4. Parathyroïdes

49. Définition

Les parathyroïdes sont de petites glandes situées généralement à la face postérieure de la thyroïde.

Elles produisent la parathormone, ou PTH.

Leur rôle principal est de réguler la calcémie.

La calcémie correspond à la concentration de calcium dans le sang.

Parathormone

50. Définition

La parathormone est une hormone produite par les glandes parathyroïdes.

Elle est sécrétée lorsque la calcémie baisse.

Son objectif principal est d'augmenter la calcémie.

Elle agit sur trois grands axes :

- os ;
- rein ;
- vitamine D, donc intestin indirectement.

51. Détection du calcium

Les cellules parathyroïdiennes possèdent des récepteurs sensibles au calcium.

Quand la calcémie diminue, la sécrétion de PTH augmente.

Quand la calcémie augmente, la sécrétion de PTH diminue.

C'est une boucle de rétrocontrôle négatif.

Calcémie

52. Importance de la calcémie

Le calcium sanguin est indispensable pour :

- contraction musculaire ;
- contraction cardiaque ;
- coagulation ;
- transmission nerveuse ;
- libération de neurotransmetteurs ;
- signalisation cellulaire ;
- excitabilité neuromusculaire.

La calcémie doit donc rester dans une zone étroite.

Une baisse importante peut provoquer tétanie, crampes, paresthésies, convulsions ou troubles du rythme.

Une augmentation importante peut provoquer fatigue, constipation, troubles neurologiques, polyurie, calculs et troubles du rythme.

Os

53. Effet de la PTH sur l'os

La PTH favorise la mobilisation du calcium osseux.

Elle stimule indirectement les ostéoclastes par l'intermédiaire des ostéoblastes et du système RANK/RANKL.

Les ostéoclastes résorbent la matrice osseuse.

Cela libère :

- calcium ;
- phosphate.

Cet effet permet de restaurer la calcémie si elle baisse.

Mais si la PTH est élevée de manière chronique, cela peut favoriser une perte osseuse.

Rein

54. Effet de la PTH sur le rein

Au niveau rénal, la PTH :

- augmente la réabsorption du calcium ;
- diminue la réabsorption du phosphate ;
- stimule l'activation de la vitamine D.

Donc la PTH conserve le calcium mais favorise l'élimination du phosphate.

Cette dissociation est importante pour l'équilibre phosphocalcique.

Vitamine D

55. Activation par la PTH

La PTH stimule l'enzyme rénale qui active la vitamine D.

La vitamine D active, appelée calcitriol, augmente ensuite l'absorption intestinale du calcium et du phosphate.

Donc, indirectement, la PTH augmente l'entrée digestive de calcium dans l'organisme.

56. Rôle intégré PTH-vitamine D

Si la calcémie baisse :

1. les parathyroïdes détectent la baisse ;
2. la PTH augmente ;
3. le rein retient plus de calcium ;
4. le rein active plus de vitamine D ;
5. l'intestin absorbe plus de calcium ;
6. l'os peut libérer du calcium si nécessaire ;
7. la calcémie remonte ;
8. la PTH diminue.

C'est un bel exemple de régulation hormonale intégrée.

57. Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma PTH : parathyroïdes os/rein/vitamine D/intestin augmentation de la calcémie rétrocontrôle négatif.

10.5. Glandes surrénales

58. Définition

Les glandes surrénales sont deux glandes endocrines situées au-dessus des reins.

Elles comportent deux grandes parties :

- cortex surrénalien ;
- médullosurrénale.

Ces deux parties produisent des hormones différentes.

Partie	Hormones principales
Cortex surrénalien	cortisol, aldostérone, androgènes
Médullosurrénale	adrénaline, noradrénaline

Les surrénales sont essentielles dans la réponse au stress, la pression artérielle, le métabolisme, l'équilibre sodium/potassium et l'adaptation à l'urgence.

Cortisol

59. Définition

Le cortisol est une hormone glucocorticoïde produite par le cortex surrénalien, surtout dans la zone fasciculée.

Il est indispensable à la vie.

Il participe à la réponse au stress, au métabolisme et à la régulation de l'inflammation.

60. Axe corticotrope

Le cortisol est régulé par l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien.

Schéma :

Hypothalamus CRH Hypophyse ACTH Cortex surrénalien cortisol

Le cortisol exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus et l'hypophyse.

Quand le cortisol augmente, CRH et ACTH diminuent.

61. Rôles du cortisol

Le cortisol agit sur de nombreux tissus.

Il participe à :

- maintien de la glycémie ;
- réponse au stress ;
- mobilisation énergétique ;
- métabolisme des protéines ;
- métabolisme des lipides ;
- maintien de la pression artérielle ;
- modulation de l'inflammation ;
- modulation immunitaire ;
- adaptation au jeûne ;
- réponse aux agressions.

62. Cortisol et métabolisme

Le cortisol augmente la disponibilité énergétique.

Il favorise :

- néoglucogenèse hépatique ;
- mobilisation des acides aminés ;
- mobilisation des lipides ;
- maintien du glucose disponible ;
- résistance relative à l'insuline dans certains contextes.

Il aide l'organisme à faire face au stress prolongé.

63. Cortisol et inflammation

Le cortisol freine plusieurs aspects de l'inflammation.

Il diminue la production de certains médiateurs inflammatoires.

C'est pour cette raison que les corticoïdes, médicaments dérivés ou apparentés aux glucocorticoïdes, ont des effets anti-inflammatoires puissants.

Mais un excès prolongé de cortisol peut aussi favoriser :

- fonte musculaire ;
- fragilité cutanée ;
- hyperglycémie ;
- ostéoporose ;
- immunosuppression ;
- redistribution graisseuse ;
- hypertension.

Aldostérone

64. Définition

L'aldostérone est une hormone minéralocorticoïde produite par le cortex surrénalien, dans la zone glomérulée.

Elle régule surtout :

- sodium ;
- potassium ;
- eau ;
- volémie ;
- pression artérielle.

Elle agit principalement sur le rein.

65. Effets de l'aldostérone

L'aldostérone favorise :

- réabsorption du sodium ;
- réabsorption d'eau indirectement ;
- excrétion du potassium ;
- excrétion d'ions H^+ dans certaines cellules rénales.

Résultat :

- augmentation de la volémie ;
- soutien de la pression artérielle ;
- diminution du potassium sanguin si effet important.

66. Régulation de l'aldostérone

L'aldostérone est surtout régulée par :

- système rénine-angiotensine-aldostérone ;
- kaliémie ;
- ACTH de manière plus secondaire.

Si la pression de perfusion rénale baisse ou si le sodium disponible diminue, le rein libère de la rénine.

Cela active l'angiotensine II, qui stimule la sécrétion d'aldostérone.

67. Système rénine-angiotensine-aldostérone

Schéma simplifié :

Baisse perfusion rénale → rénine → angiotensine I → angiotensine II → aldostérone → réabsorption sodium/eau → augmentation volémie/pression artérielle

L'angiotensine II provoque aussi une vasoconstriction.

Ce système est central dans la régulation tensionnelle.

Adrénaline

68. Définition

L'adrénaline est une catécholamine produite par la médullosurrénale.

Elle est libérée rapidement lors d'une activation sympathique.

Elle prépare l'organisme à l'action.

69. Effets de l'adrénaline

L'adrénaline peut provoquer :

- augmentation de la fréquence cardiaque ;
- augmentation de la contractilité cardiaque ;
- bronchodilatation ;
- mobilisation du glucose ;
- mobilisation des acides gras ;
- augmentation de la vigilance ;
- redistribution du débit sanguin ;
- dilatation pupillaire ;
- sudation selon activation sympathique.

Elle agit via des récepteurs adrénergiques.

Noradrénaline

70. Définition

La noradrénaline est une catécholamine produite par la médullosurrénale et aussi libérée par de nombreux neurones sympathiques.

Elle joue un rôle majeur dans la vasoconstriction et la vigilance.

71. Effets de la noradrénaline

La noradrénaline agit surtout sur :

- vaisseaux ;
- cœur ;
- système nerveux central ;
- pression artérielle.

Elle favorise notamment :

- vasoconstriction ;
- augmentation des résistances vasculaires ;
- maintien ou augmentation de la pression artérielle ;
- augmentation de la vigilance ;
- adaptation au stress.

Réponse au stress

72. Stress aigu

Lors d'un stress aigu, deux systèmes sont activés :

1. système sympathique-médullosurrénalien ;
2. axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien.

Le premier agit très vite avec adrénaline/noradrénaline.

Le second agit plus lentement avec cortisol.

73. Effets combinés

La réponse au stress permet :

- d'augmenter l'apport en oxygène ;
- d'augmenter la disponibilité énergétique ;
- de maintenir la pression artérielle ;
- de mobiliser le glucose ;
- de stimuler la vigilance ;
- de préparer les muscles ;
- de freiner certaines fonctions non prioritaires à court terme, comme digestion ou reproduction.

74. Stress chronique

Si le stress devient chronique, l'exposition prolongée au cortisol et aux catécholamines peut avoir des effets délétères.

Effets possibles :

- troubles du sommeil ;
- hyperglycémie ;
- hypertension ;
- fonte musculaire ;
- immunomodulation ;
- anxiété ;
- troubles digestifs ;
- augmentation du risque cardiovasculaire selon contexte.

Le stress est donc physiologique à court terme, mais potentiellement pathogène s'il est chronique et intense.

75. Schéma à insérer**Image conseillée :**

Schéma des surrénales : cortex = cortisol/aldostérone ; médulla = adrénaline/noradrénaline ; réponse au stress aigu et prolongé.

10.6. Pancréas endocrine**76. Définition**

Le pancréas endocrine correspond aux îlots de Langerhans du pancréas.

Il produit des hormones qui régulent surtout la glycémie.

Les deux hormones principales sont :

- insuline ;
- glucagon.

Ces hormones agissent en opposition fonctionnelle pour maintenir une glycémie compatible avec les besoins des cellules, notamment du cerveau.

77. Îlots de Langerhans

Les îlots de Langerhans contiennent plusieurs types cellulaires.

Cellule	Hormone principale
Cellules bêta	insuline
Cellules alpha	glucagon
Cellules delta	somatostatine
Cellules PP	polypeptide pancréatique

Les cellules bêta et alpha sont les plus importantes pour comprendre la régulation de la glycémie.

Insuline

78. Définition

L'insuline est une hormone peptidique produite par les cellules bêta du pancréas.

Elle est sécrétée lorsque la glycémie augmente, notamment après un repas.

Son rôle principal est de faire baisser la glycémie.

79. Effets de l'insuline

L'insuline favorise :

- entrée du glucose dans certaines cellules ;
- stockage du glucose sous forme de glycogène ;
- synthèse des lipides ;
- stockage des graisses ;
- synthèse protéique ;
- inhibition de la production hépatique de glucose ;
- entrée du potassium dans les cellules.

Elle agit principalement sur :

- foie ;
- muscle ;
- tissu adipeux.

80. Insuline et foie

Dans le foie, l'insuline favorise :

- glycogénogenèse ;
- utilisation du glucose ;
- synthèse lipidique ;
- diminution de la néoglucogenèse ;
- diminution de la glycogénolyse.

Le foie stocke donc une partie du glucose après les repas.

81. Insuline et muscle

Dans le muscle, l'insuline favorise :

- entrée du glucose via GLUT4 ;
- stockage du glucose sous forme de glycogène ;
- synthèse protéique ;
- entrée du potassium.

Le muscle est un grand consommateur de glucose, surtout après repas et lors de l'effort.

82. Insuline et tissu adipeux

Dans le tissu adipeux, l'insuline favorise :

- entrée du glucose ;
- stockage des lipides ;
- inhibition de la lipolyse.

Elle favorise donc le stockage énergétique en période post-prandiale.

Glucagon

83. Définition

Le glucagon est une hormone peptidique produite par les cellules alpha du pancréas.

Il est sécrété lorsque la glycémie baisse, notamment pendant le jeûne.

Son rôle principal est d'augmenter la glycémie.

84. Effets du glucagon

Le glucagon agit surtout sur le foie.

Il stimule :

- glycogénolyse ;
- néoglucogenèse ;
- libération de glucose dans le sang ;
- mobilisation énergétique.

Il permet de maintenir la glycémie entre les repas.

85. Glucagon et jeûne

Pendant le jeûne :

- la glycémie tend à diminuer ;
- l'insuline diminue ;
- le glucagon augmente ;
- le foie libère du glucose ;
- les réserves énergétiques sont mobilisées.

Le glucagon est donc une hormone du jeûne et de la mobilisation.

Glycémie

86. Définition

La glycémie correspond à la concentration de glucose dans le sang.

Le glucose est un carburant majeur.

Le cerveau dépend fortement d'un apport régulier en glucose.

La glycémie doit rester dans une zone compatible avec le fonctionnement cellulaire.

87. Après un repas

Après un repas :

1. le glucose intestinal passe dans le sang ;
2. la glycémie augmente ;
3. les cellules bêta sécrètent de l'insuline ;
4. le glucose entre dans les cellules ou est stocké ;
5. la glycémie diminue vers la zone normale.

C'est une régulation par rétrocontrôle négatif.

88. Pendant le jeûne

Pendant le jeûne :

1. la glycémie tend à baisser ;
2. les cellules alpha sécrètent du glucagon ;
3. le foie libère du glucose ;
4. la glycémie remonte vers la zone normale.

Le but est de préserver l'apport énergétique aux organes, surtout au cerveau.

Stockage et libération du glucose

89. Stockage du glucose

Le glucose peut être stocké sous forme de glycogène.

Les principaux sites sont :

- foie ;
- muscles.

Le glycogène hépatique peut être utilisé pour maintenir la glycémie.

Le glycogène musculaire sert surtout au muscle lui-même pendant l'effort.

90. Libération du glucose

Le foie peut libérer du glucose par :

- glycogénolyse ;
- néoglucogenèse.

La glycogénolyse dégrade le glycogène en glucose.

La néoglucogenèse fabrique du glucose à partir de précurseurs comme lactate, glycérol et certains acides aminés.

91. Insuline et glucagon : comparaison

Hormone	Situation	Effet global
Insuline	après repas	stockage, baisse glycémie
Glucagon	jeûne	mobilisation, hausse glycémie

Ces deux hormones maintiennent l'équilibre énergétique.

92. Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma glycémie : après repas insuline stockage ; jeûne glucagon libération du glucose.

10.7. Gonades

93. Définition

Les gonades sont les glandes sexuelles.

Chez la femme : ovaires.

Chez l'homme : testicules.

Elles ont deux fonctions :

- produire les gamètes ;
- produire les hormones sexuelles.

Les hormones sexuelles principales sont :

- œstrogènes ;
- progestérone ;
- testostérone.

Les gonades sont contrôlées par l'axe gonadotrope.

94. Axe gonadotrope

L'axe gonadotrope suit l'organisation :

Hypothalamus GnRH Hypophyse FSH/LH Gonades Hormones sexuelles + gamètes

La GnRH est sécrétée de manière pulsatile.

La fréquence et l'amplitude des pulses de GnRH influencent la sécrétion de FSH et LH.

Les hormones sexuelles exercent un rétrocontrôle sur l'hypothalamus et l'hypophyse.

Œstrogènes

95. Définition

Les œstrogènes sont des hormones sexuelles principalement produites par les ovaires avant la ménopause.

La principale forme active est l'estradiol.

Les œstrogènes sont aussi produits en plus petites quantités par d'autres tissus.

96. Rôles des œstrogènes

Les œstrogènes participent à :

- développement des caractères sexuels féminins ;
- croissance de l'endomètre ;
- régulation du cycle menstruel ;
- trophicité vaginale ;
- santé osseuse ;
- répartition des graisses ;
- fonction cardiovasculaire selon contexte ;
- maturation folliculaire ;
- rétrocontrôle hormonal ;
- développement mammaire.

97. Œstrogènes et os

Les œstrogènes freinent la résorption osseuse.

Ils participent donc au maintien de la masse osseuse.

Après la ménopause, la baisse des œstrogènes favorise une augmentation de la résorption osseuse et donc une perte de densité osseuse.

Cela augmente le risque d'ostéoporose.

Progestérone

98. Définition

La progestérone est une hormone principalement produite par le corps jaune après l'ovulation.

Elle est aussi produite par le placenta pendant la grossesse.

Elle prépare l'organisme à une éventuelle grossesse.

99. Rôles de la progestérone

La progestérone :

- transforme l'endomètre en endomètre sécrétoire ;
- prépare l'implantation embryonnaire ;
- épaissit la glaire cervicale ;
- diminue la contractilité utérine ;
- participe au maintien initial de la grossesse ;
- agit sur les glandes mammaires ;

- augmente légèrement la température basale après ovulation.
- Elle domine surtout pendant la phase lutéale du cycle.

Testostérone

100. Définition

La testostérone est la principale hormone sexuelle masculine.

Elle est produite surtout par les cellules de Leydig des testicules.

Elle est aussi produite en petites quantités chez la femme, notamment par les ovaires et les surrénales.

101. Rôles de la testostérone

La testostérone participe à :

- développement des organes génitaux masculins ;
- caractères sexuels secondaires masculins ;
- spermatogenèse ;
- libido ;
- masse musculaire ;
- densité osseuse ;
- pilosité ;
- voix plus grave à la puberté ;
- production de globules rouges ;
- métabolisme protéique.

102. Régulation de la testostérone

La LH stimule les cellules de Leydig.

Les cellules de Leydig produisent la testostérone.

La testostérone exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus et l'hypophyse.

La FSH agit surtout sur les cellules de Sertoli, qui soutiennent la spermatogenèse.

Gamétogenèse

103. Définition

La gamétogenèse est la production des gamètes.

Chez la femme, il s'agit de l'ovogenèse.

Chez l'homme, il s'agit de la spermatogenèse.

Les gamètes sont les cellules reproductrices :

- ovocyte ;
- spermatozoïde.

Ils contiennent la moitié du patrimoine génétique.

104. Ovogenèse

L'ovogenèse correspond à la formation et maturation des ovocytes.

Elle commence avant la naissance, puis se poursuit de manière cyclique après la puberté.

À chaque cycle, plusieurs follicules commencent à mûrir, mais le plus souvent un seul ovule.

L'ovulation est déclenchée par le pic de LH.

105. Spermatogenèse

La spermatogenèse correspond à la production des spermatozoïdes.

Elle se déroule dans les tubes séminifères des testicules.

Elle commence à la puberté et se poursuit de manière continue.

Elle dépend de :

- FSH ;
- LH ;
- testostérone ;

- cellules de Sertoli ;
- température testiculaire adaptée ;
- état général ;
- facteurs génétiques et environnementaux.

Cycles hormonaux

106. Cycle ovarien

Le cycle ovarien comprend :

- phase folliculaire ;
- ovulation ;
- phase lutéale.

La FSH stimule la croissance folliculaire.

Le follicule dominant produit des œstrogènes.

Un pic d'œstrogènes déclenche un pic de LH.

Le pic de LH déclenche l'ovulation.

Après l'ovulation, le corps jaune produit surtout de la progestérone.

107. Cycle utérin

Le cycle utérin correspond aux modifications de l'endomètre.

Il comprend :

- phase menstruelle ;
- phase proliférative ;
- phase sécrétoire.

Les œstrogènes stimulent la prolifération de l'endomètre.

La progestérone transforme l'endomètre en muqueuse sécrétoire, favorable à l'implantation.

S'il n'y a pas de grossesse, le corps jaune régresse, les hormones chutent et les règles surviennent.

108. Rétrocontrôle dans le cycle féminin

Le cycle féminin comporte des rétrocontrôles négatifs et positifs.

La plupart du temps, les œstrogènes et la progestérone freinent FSH et LH.

Mais en fin de phase folliculaire, une forte concentration d'œstrogènes maintenue suffisamment longtemps déclenche un rétrocontrôle positif.

Cela provoque le pic de LH.

Ce pic déclenche l'ovulation.

109. Cycle masculin

Chez l'homme, la production hormonale est moins cyclique.

La GnRH stimule FSH et LH.

La LH stimule les cellules de Leydig, qui produisent la testostérone.

La FSH stimule les cellules de Sertoli, qui soutiennent la spermatogenèse.

La testostérone et l'inhibine exercent un rétrocontrôle négatif.

110. Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma axe gonadotrope : GnRH FSH/LH ovaires/testicules hormones sexuelles + gamètes, avec rétrocontrôles.

Deuxième image :

Frise du cycle féminin : FSH, LH, œstrogènes, progestérone, ovulation, endomètre.

Synthèse du chapitre

Le système endocrinien est un système de communication hormonale. Il utilise des hormones produites par des glandes endocrines, transportées dans le sang et reconnues par des cellules cibles possédant des récepteurs spécifiques.

Les hormones peuvent être hydrosolubles ou liposolubles. Les hormones hydrosolubles agissent souvent sur des récepteurs membranaires. Les hormones liposolubles agissent souvent sur des récepteurs intracellulaires et modifient l'expression des gènes.

L'axe hypothalamo-hypophysaire coordonne de nombreuses glandes endocrines. L'hypothalamus contrôle l'hypophyse par des hormones de libération ou d'inhibition. L'hypophyse antérieure produit des hormones trophiques comme TSH, ACTH, FSH et LH. L'hypophyse postérieure libère l'ADH et l'ocytocine produites par l'hypothalamus.

La thyroïde produit T3 et T4, qui augmentent le métabolisme basal, participent à la croissance et favorisent la thermogénèse.

Les parathyroïdes produisent la PTH, qui augmente la calcémie en agissant sur l'os, le rein et la vitamine D.

Les surrénales produisent cortisol, aldostérone, adrénaline et noradrénaline. Elles participent à la réponse au stress, à la pression artérielle, au métabolisme et à l'équilibre hydro-électrolytique.

Le pancréas endocrine régule la glycémie grâce à l'insuline et au glucagon. L'insuline favorise le stockage du glucose. Le glucagon favorise sa libération pendant le jeûne.

Les gonades produisent les hormones sexuelles et les gamètes. Les œstrogènes, la progestérone et la testostérone régulent la reproduction, les caractères sexuels, la gamétogénèse, les cycles hormonaux et certaines fonctions osseuses, musculaires et métaboliques.

À retenir absolument

Notion	Définition courte
Hormone	messenger chimique libéré dans le sang
Glande endocrine	glande qui sécrète dans le sang
Récepteur hormonal	protéine qui reconnaît une hormone
Cellule cible	cellule possédant le récepteur adapté
Rétrocontrôle négatif	frein hormonal stabilisateur
Rétrocontrôle positif	amplification hormonale contrôlée
Hypothalamus	centre nerveux-endocrinien de commande
Hypophyse antérieure	produit TSH, ACTH, GH, PRL, FSH, LH
Hypophyse postérieure	libère ADH et ocytocine
Hormone trophique	stimule une autre glande endocrine
T3/T4	métabolisme basal, croissance, thermogénèse
PTH	augmente la calcémie
Vitamine D active	augmente absorption calcium/phosphate
Cortisol	stress, métabolisme, inflammation
Aldostérone	sodium, potassium, volémie, pression artérielle
Adrénaline	réponse aiguë au stress
Noradrénaline	vasoconstriction, vigilance, pression artérielle
Insuline	baisse glycémie, favorise stockage
Glucagon	augmente glycémie, mobilise réserves
Œstrogènes	cycle, endomètre, os, caractères féminins
Progestérone	endomètre sécrétoire, grossesse
Testostérone	caractères masculins, spermatogénèse
Gamétogénèse	production des gamètes
Cycle hormonal	variation organisée des hormones dans le temps

Mini-évaluation

Réponds aux questions suivantes :

1. Qu'est-ce qu'une hormone ?
2. Quelle est la différence entre glande endocrine et glande exocrine ?
3. Qu'est-ce qu'un récepteur hormonal ?
4. Qu'est-ce qu'une cellule cible ?
5. Pourquoi une hormone n'agit-elle pas sur toutes les cellules ?
6. Quelle est la différence entre hormone hydrosoluble et hormone liposoluble ?
7. Qu'est-ce qu'un rétrocontrôle hormonal ?
8. Donne un exemple de rétrocontrôle négatif.
9. Donne un exemple de rétrocontrôle positif.

10. Qu'est-ce que l'axe hypothalamo-hypophysaire ?
11. Quel est le rôle de l'hypothalamus ?
12. Quelle est la différence entre hypophyse antérieure et hypophyse postérieure ?
13. Quelles hormones sont produites par l'hypophyse antérieure ?
14. Quelles hormones sont libérées par l'hypophyse postérieure ?
15. Qu'est-ce qu'une hormone trophique ?
16. Quelle hormone hypothalamique stimule la TSH ?
17. Quelle hormone hypothalamique stimule l'ACTH ?
18. Quelle hormone hypothalamique stimule FSH et LH ?
19. Quel est le rôle de la dopamine sur la prolactine ?
20. Quel est le rôle de T3 et T4 ?
21. Pourquoi les hormones thyroïdiennes influencent-elles la température ?
22. Pourquoi les hormones thyroïdiennes sont-elles importantes pour la croissance ?
23. Quel est le rôle de la PTH ?
24. Comment la PTH agit-elle sur le rein ?
25. Comment la PTH agit-elle sur l'os ?
26. Quel est le lien entre PTH et vitamine D ?
27. Quel est le rôle du cortisol ?
28. Quel axe régule le cortisol ?
29. Quel est le rôle de l'aldostérone ?
30. Quel système régule principalement l'aldostérone ?
31. Quelle est la différence entre adrénaline et noradrénaline ?
32. Quels sont les effets principaux de la réponse au stress ?
33. Quelles cellules produisent l'insuline ?
34. Quelles cellules produisent le glucagon ?
35. Quel est l'effet principal de l'insuline sur la glycémie ?
36. Quel est l'effet principal du glucagon sur la glycémie ?
37. Quelle est la différence entre glycogénolyse et néoglucogenèse ?
38. Quelles hormones produisent les ovaires ?
39. Quelles hormones produisent les testicules ?
40. Quel est le rôle des œstrogènes ?
41. Quel est le rôle de la progestérone ?
42. Quel est le rôle de la testostérone ?
43. Qu'est-ce que la gamétogenèse ?
44. Quelle est la différence entre ovogenèse et spermatogenèse ?
45. Quelles hormones déclenchent ou soutiennent l'ovulation ?
46. Pourquoi le cycle féminin comporte-t-il un rétrocontrôle positif avant l'ovulation ?
47. Quelle est la différence entre cycle ovarien et cycle utérin ?
48. Pourquoi la baisse des œstrogènes après la ménopause influence-t-elle l'os ?