

CYCLES DE LA VIE ET GRANDES FONCTIONS

UE 2.2

Kamel Abbadi

Agrégé de biochimie – génie biologique

Claire Chéret

Agrégée de biochimie – génie biologique,
docteur en biologie cellulaire et moléculaire

Abdelkader Ferhi

Certifié de biochimie – génie biologique

Pauline Gardès

Agrégée de biochimie – génie biologique,
docteur en immunologie

Iman Laziz

Docteur en biologie cellulaire et physiologie

Nicolas Meunier

Agrégé de biochimie – génie biologique,
maître de conférences

Romain Mitre

Agrégé de biochimie génie – biologique,
docteur en biochimie et biologie moléculaire

Éric Rasolo

Docteur, chirurgien spécialiste en chirurgie
pédiatrique et chirurgie réparatrice

Amel Zehouane

Certifiée de biochimie – génie biologique

Collection dirigée par Kamel Abbadi

SOMMAIRE

Partie 1

Anatomie et niveaux d'organisation

■ Cours 1 Les niveaux d'organisation et rappels anatomiques	8
■ Applications professionnelles 2	18

Partie 2

Le génome

■ Cours 3 Les bases moléculaires de l'organisation du génome humain	34
■ Cours 4 Information génétique : de sa conservation à son expression	39
■ Cours 5 Maladies génétiques héréditaires	54
■ Applications professionnelles 6	70

Partie 3

Homéostasie, milieu intérieur et fonctions de régulation

■ Cours 7 Homéostasie : les concepts	78
■ Cours 8 Milieu intérieur	86
■ Cours 9 Fonctions assurant la régulation : système nerveux	109
■ Cours 10 Fonctions assurant la régulation : système endocrinien	139
■ Cours 11 Les rythmes biologiques	160
■ Applications professionnelles 12	165

Partie 4

Les grandes fonctions de l'organisme au cours
des différentes périodes de la vie

■ Cours 13 Téguments	172
■ Cours 14 Physiologie sensorielle	180
■ Cours 15 Motricité	216
■ Cours 16 Physiologie respiratoire	261
■ Cours 17 Nutrition	284

■ Cours 18	Cœur et circulation sanguine.....	311
■ Cours 19	Fonction rénale.....	332
■ Cours 20	Immunologie.....	346
■ Cours 21	Grandes fonctions au cours de la vie.....	377
■ Applications professionnelles 22	395

Partie 5

Les principales homéostasies de l'organisme

■ Cours 23	Métabolisme énergétique et glycémie.....	402
■ Cours 24	Thermorégulation.....	415
■ Cours 25	Régulation de la Pression Artérielle.....	418
■ Cours 26	Régulation de l'équilibre hydrominéral.....	425
■ Cours 27	Régulation de la calcémie.....	433
■ Cours 28	Équilibre acido-basique.....	437
■ Cours 29	Hémostase.....	442
■ Cours 30	Stress.....	459
■ Applications professionnelles 31	462

Partie 6

Transmission de la vie

■ Cours 32	Les appareils génitaux masculin et féminin.....	464
■ Cours 33	Physiologie des appareils génitaux masculin et féminin.....	470
■ Cours 34	De la fécondation à la grossesse.....	484
■ Cours 35	La parturition et la lactation.....	493
■ Cours 36	La maîtrise de la procréation.....	499
■ Applications professionnelles 37	504
■ Situations cliniques 38	513

Fonctions assurant la régulation : système endocrinien

10

COURS

C'est un mode communication important de l'organisme qui assure une régulation du fonctionnement de tissus cibles. L'action est obtenue dans des délais plus longs que ceux du système nerveux et elle est aussi souvent prolongée.

I Les hormones

On définit l'hormone comme un médiateur chimique produit par des cellules endocrines, véhiculé par le sang et agissant à distance sur des cellules cibles par l'intermédiaire d'un récepteur spécifique.

On distingue deux types d'hormones :

- les hormones hydrosolubles ;
- les hormones liposolubles.

A Les hormones hydrosolubles

Ces hormones sont synthétisées par la cellule endocrine et stockées dans des vésicules de sécrétion.

Parmi les hormones hydrosolubles on trouve les hormones peptidiques et les hormones issues de la transformation d'acides aminés (catécholamines).

- L'hormone peptidique est synthétisée selon les mécanismes de transcription et traduction des protéines destinées au réseau endomembranaire. L'ARNm code une préprohormone possédant une séquence, le peptide signal, qui assure son adressage vers le réticulum endoplasmique rugueux, l'hydrolyse partielle éliminant notamment le peptide signal libère une hormone active.

- Les catécholamines proviennent de la transformation enzymatique de l'acide aminé tyrosine et sont ensuite stockées dans les vésicules de sécrétion. L'exocytose des vésicules et la libération de l'hormone dépendent de la concentration cytoplasmique en calcium. Tous les signaux qui tendent à augmenter cette concentration entraînent une libération de l'hormone dans le milieu extracellulaire qui gagne alors la circulation sanguine.

Les hormones hydrosolubles se fixent à la surface de la cellule cible par l'entremise d'un récepteur spécifique. Ce récepteur est une protéine transmembranaire capable, lorsqu'elle fixe spécifiquement au messenger chimique, de déclencher une réponse au niveau cytoplasmique. Le messenger chimique est alors appelé premier messenger et la réponse chimique cytoplasmique issue de la fixation du premier messenger sur son récepteur, le **second messenger**.

L'adénosine monophosphate cyclique, AMPc, est un exemple de second messenger. La fixation du messenger sur son récepteur provoque un changement de conformation de ce dernier qui peut alors activer les protéines G (côté cytoplasmique) qui, elles-mêmes, activent l'adénylate

cyclase, enzyme qui transforme l'ATP en AMPc. L'AMPc se fixe sur des protéines enzymatiques de type kinase et les active. Ces enzymes catalysent des réactions de phosphorylation, c'est-à-dire la fixation d'un groupement phosphate sur une protéine à partir de l'énergie et d'un groupement phosphate d'une molécule d'ATP, libérant un ADP. La phosphorylation des protéines module leur activité assurant la réponse au premier messager.

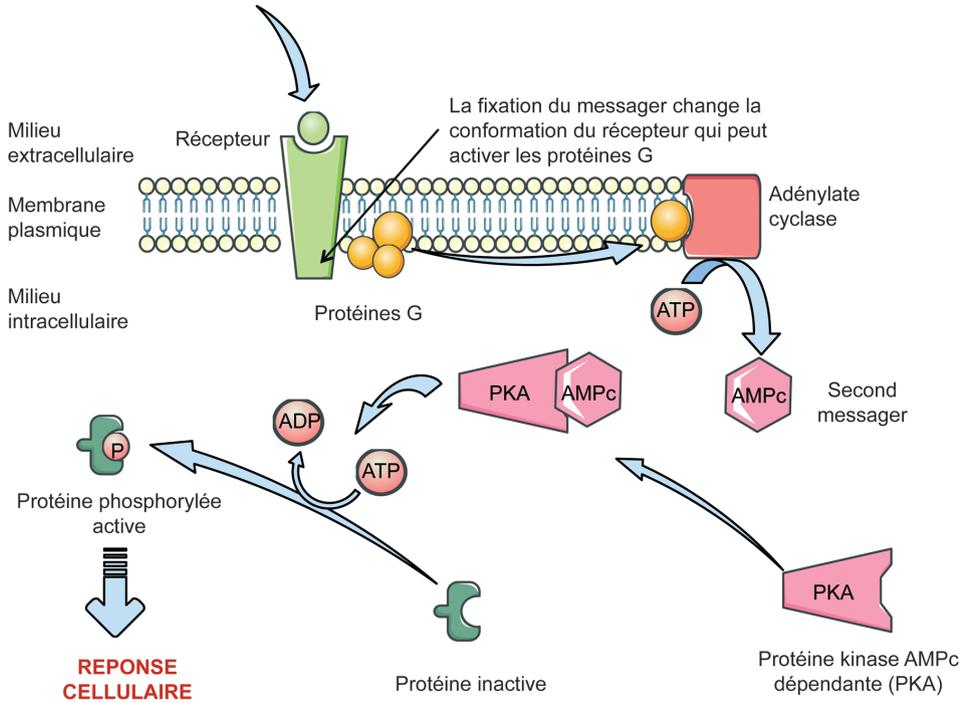


Fig. 162 Formation de l'AMPc

Tant que le premier messager est fixé sur le récepteur, le second messager est produit et il y a **amplification du signal**. Le signal intracellulaire s'arrête lorsque le second messager disparaît ; dans le cas de l'AMPc, une enzyme, la phosphodiesterase, l'hydrolyse en AMP inactif. Les seconds messagers sont nombreux et dépendent du récepteur. On peut citer le calcium, le GMPc (guanosine monophosphate cyclique), l'inositol triphosphate...

B Les hormones liposolubles

Les messagers lipophiles sont transportés dans le sang par les protéines. Ils peuvent franchir les membranes des cellules cibles et se fixer sur un récepteur présent dans le cytoplasme. Le complexe formé agit sur l'ADN en activant l'expression de certains gènes.

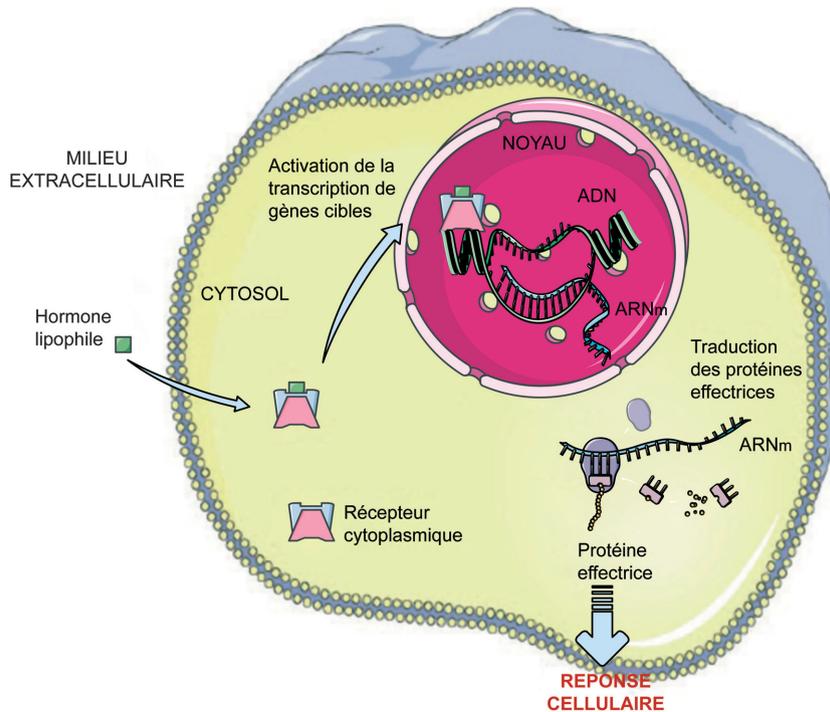


Fig. 163 Messager lipophile et communication endocrine

Parmi ces hormones, on trouve les stéroïdes gonadiques, surrénaliens et placentaires mais aussi la vitamine D et les hormones thyroïdiennes.

C Devenir des hormones

Les hormones hydrophiles circulent librement dans le sang à l'exception de l'hormone de croissance qui est partiellement fixée aux protéines plasmatiques.

Les hormones lipophiles sont liées aux protéines plasmatiques comme l'albumine. Il existe aussi des protéines qui fixent spécifiquement certaines familles hormonales comme la SHGB (*Sex Hormone Binding Protein*), qui fixe les stéroïdes sexuels, la transcortine, qui fixe le cortisol, ou la TBG (*Thyroxin Binding Protein*) qui fixe les hormones thyroïdiennes.

La liaison est réversible selon l'équation suivante.



La quantité de fraction libre est faible mais capitale car biologiquement active. Les hormones circulantes peuvent alors agir sur les cellules cibles mais elles peuvent aussi être captées et dégradées par le foie ou captées et éliminées par les reins. L'ensemble de ces interactions fait varier la demi-vie des hormones de la minute à plusieurs jours.

D Régulation

L'action de l'hormone peut être augmentée, on parle d'hypersensibilisation, ou diminuée dans le cas de la désensibilisation.

En effet, la présence de l'hormone peut augmenter ou diminuer le nombre de récepteur : on parle alors d'**effet homologue** positif ou négatif. Parfois, c'est l'action d'un autre facteur hormonal qui induit l'hypersensibilisation ou la désensibilisation : on parle d'**effet hétérologue**.



L'exposition de l'utérus aux œstrogènes entraîne une augmentation du nombre de récepteurs à l'ocytocine, c'est un effet hétérologue positif.

La sécrétion hormonale peut être régulée par le système nerveux et/ou par rétrocontrôle.

La régulation nerveuse assure une régulation en fonction des rythmes biologiques et de la perception des modifications environnementales.

Le rétrocontrôle assure une régulation positive ou négative par les produits. Dans le modèle de boucle de rétrocontrôle de premier ordre, le produit de la glande active ou inhibe sa propre sécrétion par la glande.

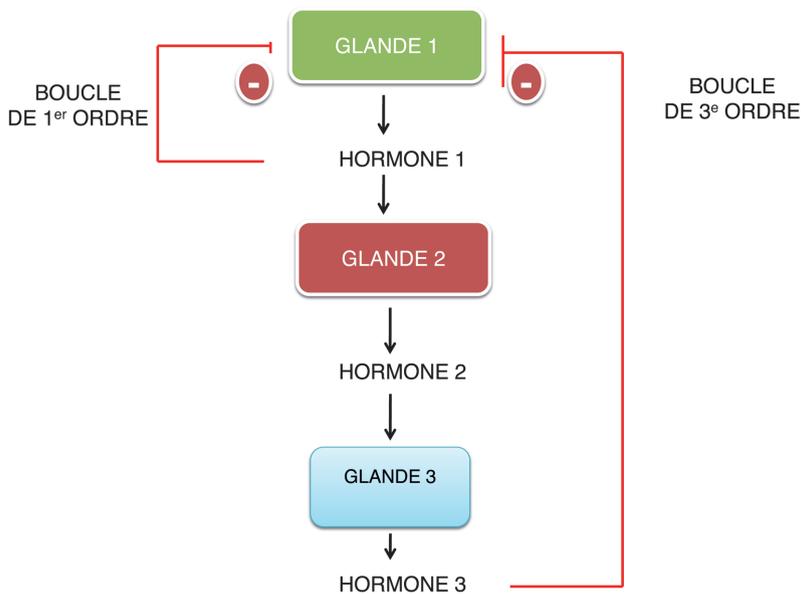


Fig. 164 Boucles de régulation de premier ordre et troisième ordre

Au cours la régulation hormonale de la fonction ovarienne, on observe une boucle de régulation de troisième ordre.

II Les différentes glandes endocrines

A Hypothalamus et hypophyse

1. Organisation

L'hypothalamus est localisé dans le diencephale et l'hypophyse (glande pituitaire) se loge dans la selle turcique (poche de l'os sphénoïde). Ces deux structures sont liées par l'infundibulum ou tige pituitaire.

- L'**hypothalamus** est composé de plusieurs noyaux contenant les corps cellulaires des neurones.

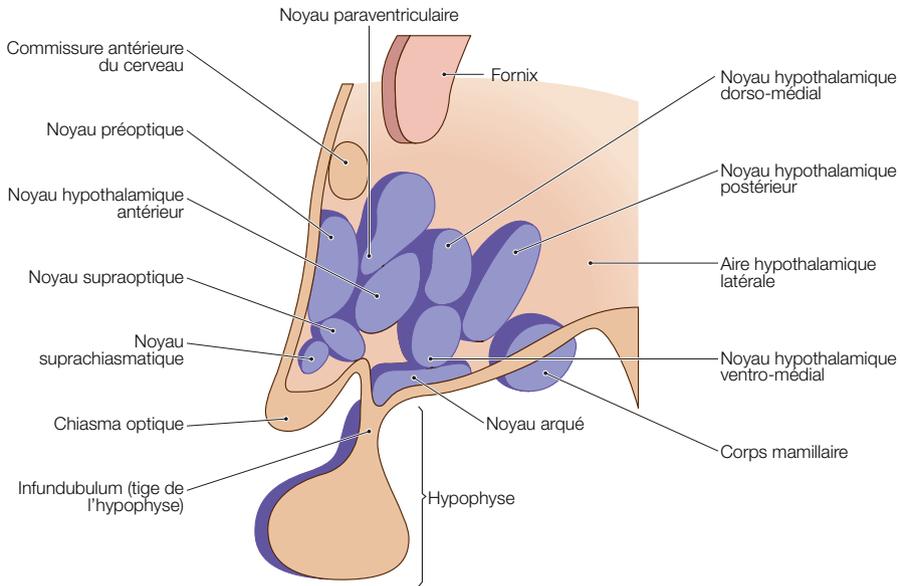


Fig. 165 Noyaux hypothalamiques

On trouve au sein de l'hypothalamus deux systèmes neuroendocriniens composés de grandes cellules et de petites cellules appelées respectivement les systèmes **magnocellulaire** et **parvocellulaire**.

- L'**hypophyse** est composée de deux structures d'origine embryologique différente :
 - la partie antérieure ou antéhypophyse est d'origine épithéliale glandulaire : on l'appelle aussi l'**adénohypophyse** ;
 - la partie postérieure ou posthypophyse, d'origine nerveuse, est formée du prolongement des neurones du système magnocellulaire hypothalamique : on l'appelle aussi la **neurohypophyse**.

La circulation sanguine présente des systèmes portes long au niveau de l'infundibulum et court entre les deux parties de l'hypophyse. Le système long assure l'acheminement des sécrétions des neurones du système parvocellulaire hypothalamique jusqu'à l'adénohypophyse.

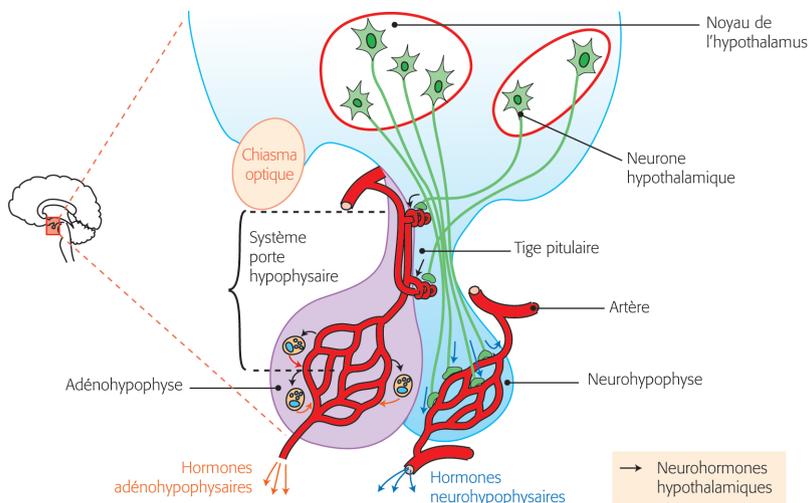


Fig. 166 Relations entre hypothalamus et hypophyse

Les sécrétions hypothalamiques sont régulées par rétrocontrôle mais aussi par le système nerveux central qui intègre les paramètres liés aux rythmes biologiques et aux perturbations homéostasiques.

2. Système magnocellulaire

Les corps cellulaires des neurones du système magnocellulaire sont localisés au niveau du noyau paraventriculaire et du noyau supraoptique. Ces cellules projettent leurs axones sur la post-hypophyse et sécrètent l'**ocytocine** et l'**arginine vasopressine (AVP)** ou **hormone anti-diurétique (ADH)**. Ces hormones sont des nonapeptides synthétisés à partir de précurseurs plus longs.

► L'ocytocine

L'ocytocine se fixe sur des récepteurs couplés aux protéines G des muscles lisses de l'utérus et des seins. Cette fixation provoque *via* l'inositol-phosphate l'augmentation du calcium cytoplasmique et donc la contraction du muscle utérin et des cellules myoépithéliales des canaux mammaires, assurant ainsi l'éjection du lait.

- Au niveau utérin l'action est potentialisée par l'imprégnation œstrogénique qui augmente le nombre de récepteurs à l'ocytocine. La sécrétion d'ocytocine au cours de l'accouchement est un exemple de rétrocontrôle positif au cours duquel la distension cervical entraîne une stimulation du système magnocellulaire conduisant à l'augmentation des contractions utérines.
- Au cours de la lactation, la succion des mamelons entraîne une stimulation des voies afférentes faisant relais au niveau du tronc cérébral et stimulant le système magnocellulaire qui libère de l'ocytocine responsable de l'éjection du lait.



Le stress est aussi un facteur stimulant le système magnocellulaire et donc la sécrétion d'ocytocine. À l'inverse l'alcool l'inhibe.

► L'ADH

L'ADH ou AVP se fixe sur des récepteurs couplés aux protéines G et joue un rôle dans les contrôles de la pression artérielle, l'osmolalité et le stress.

- Au niveau rénal, l'hormone facilite la réabsorption d'eau *via* des récepteurs qui augmente l'AMPC et l'exposition de canaux hydriques (aquaporines 2) au niveau apical.
- Au niveau de l'adéonhypophyse, elle se fixe sur les cellules corticotropes au niveau des récepteurs, ce qui augmente le calcium intracellulaire et favorise la libération par exocytose de l'ACTH (en hormone adrénocorticotrope).
- Au niveau vasculaire, on observe à très forte dose un effet vasoconstricteur lié à l'augmentation du calcium intracellulaire au niveau des cellules musculaires de la paroi des vaisseaux. L'ADH est sécrétée par les neurones de la neurohypophyse en réponse à une augmentation de l'osmolarité plasmatique (supérieure à 290 mosmoles/L). La sécrétion peut aussi être accentuée par la diminution des décharges provenant des barorécepteurs, signant une diminution de la volémie et/ou de la pression artérielle.



La sécrétion peut aussi être modulée par d'autres facteurs comme les émotions, le stress, la douleur et l'alcool.

3. Système parvocellulaire

a. Organisation

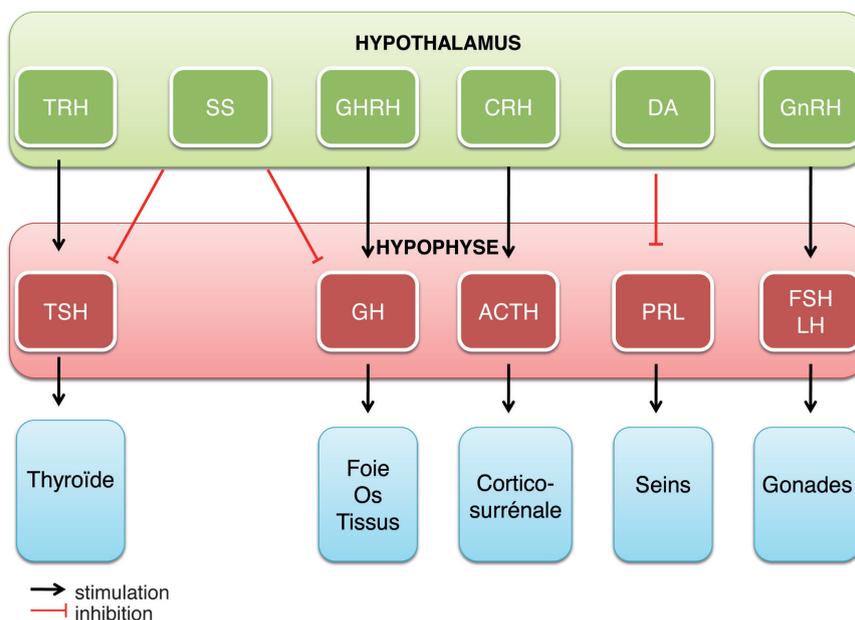
Les neurones du système parvocellulaire sont localisés dans les noyaux arqué, paraventriculaire (partie interne), périventriculaire, aire préoptique et de hypothalamus antérieur ventromédian. Ces neurones projettent leurs axones vers le système porte long et sécrètent des neurohormones hypophysiotropes, les libérines et les statines, qui vont moduler les sécrétions de l'adénohypophyse.



Le système parvocellulaire envoie aussi des projections vers les centres du système nerveux autonome et aux formations réticulées du tronc cérébral, assurant notamment le contrôle hypothalamique des fonctions viscérales.

Les hormones hypophysiotropes sécrétées par le système parvocellulaire agissent spécifiquement sur des populations de cellules qui synthétisent un type d'hormone, à l'exception des cellules gonadotropes qui libèrent sous l'action de la gonadolibérine (hypothalamique) l'hormone folliculostimulante (ou FSH ou folliculostimuline) et l'hormone lutéinisante (ou LH).

La figure suivante rappelle les différentes hormones hypophysiotropes, leur action sur l'adénohypophyse et les cibles des hormones hypophysaires.



ACTH : hormone adrénocorticotrope, corticolibérine : CRH, DA : dopamine, PRL : prolactine, GH : hormone de croissance, GHRH : somatolibérine, SS : somatostatine, GnRH : gonadolibérine, TRH : thyrolibérine, TSH : thyrotrophine, FSH : folliculostimuline, LH : hormone lutéinisante

Fig. 218 Neurohormones hypothalamiques, hormones adénohypophysaires et cibles

Le rétrocontrôle est un mode de régulation de la libération des hormones de l'axe hypothalamo-hypophysaire.

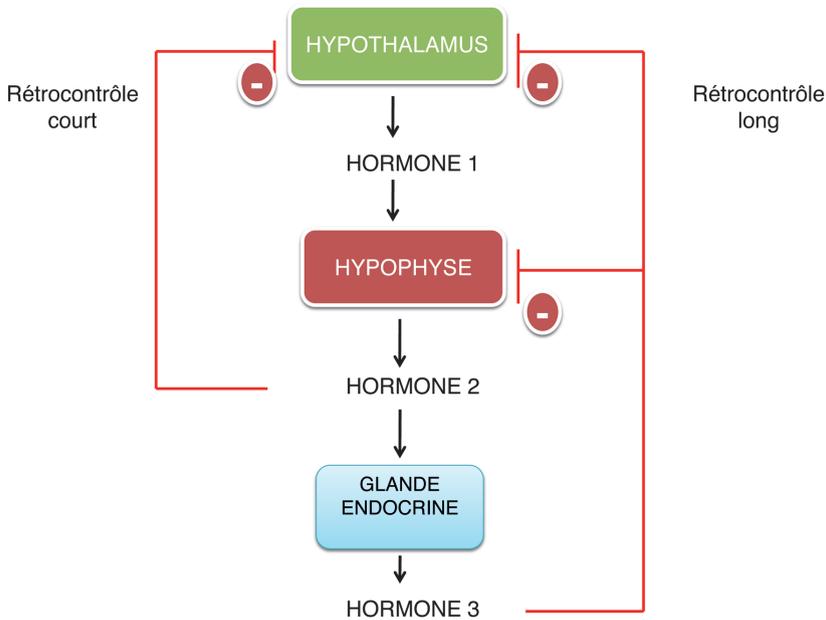


Fig. 167 Boucle de rétrocontrôle long et court par les hormones produites

b. Les hormones hypophysaires

► L'ACTH ou hormone adrénocorticotrope

Les cellules du noyau paraventriculaire libèrent de la corticolibérine (CRH) qui agit sur les cellules corticotropes de l'adénohypophyse. Ces dernières synthétisent la pro-opiomélanocorticotropine (POMC). Ce peptide peut être clivé, selon les cellules, en plusieurs peptides plus courts. Dans l'adénohypophyse, la POMC est clivée en hormone adrénocorticotrope (ACTH ou corticotrophine ou corticostimuline). L'ACTH agit sur les glandes corticosurrénales qui sécrètent alors le cortisol (▷ Cours 19 Fonction rénale, ▷ Cours 30 Stress).

L'augmentation du cortisol plasmatique inhibe les productions d'ACTH hypophysaire et de CRH hypothalamique.

► La GH ou hormone de croissance

C'est une hormone peptidique synthétisée par les cellules somatotropes sous l'action de la somatolibérine (GHRH) libérée par les cellules du noyau infundibulaire. Le noyau périventriculaire (partie ventromédiane) sécrète la somatostatine qui inhibe la libération de GH. La sécrétion de GH est pulsatile avec en moyenne 5 pics de sécrétion par 24 heures. La GH agit de manière directe sur le métabolisme glucidique et lipidique et de manière indirecte sur la croissance et sur le métabolisme protidique par l'intermédiaire de l'IGF-1 (facteur de croissance analogue à l'insuline ou *Insulin-Like Growth Factor*), synthétisé notamment par le foie. (▷ Cours 23 Métabolisme énergétique et glycémie, ▷ Cours 21 Grandes fonctions au cours de la vie)



L'hypersécrétion chez l'enfant peut être responsable de gigantisme. Chez l'adulte, elle provoque l'acromégalisme lié à l'épaississement des régions encore sensibles à la GH au niveau des extrémités.

► La thyrotrophine ou TSH ou thyrostimuline

Les neurones du noyau paraventriculaire synthétisent la thyrolibérine stimulant les cellules thyrotropes hypophysaires qui libèrent la TSH. Les cellules du noyau périventriculaire sécrétrices de somatostatine inhibent la sécrétion de TSH.

Le stress est un syndrome général d'adaptation qui permet à l'organisme de réagir à des stimulations ponctuelles, stress aigu ou prolongé, stress chronique.

I Généralités

Un facteur de stress est une perturbation d'un état d'équilibre physiologique ou psychologique. Les facteurs stressants sont systémiques (hémorragie) ou neurogènes (psychologique). Le stress aigu permet de faire face à une situation d'urgence. On parle des trois « F » pour :

- *Fear* (frayeur)
- *Fight* (combat)
- *Flight* (fuite)

Une adaptation de l'organisme doit permettre le combat ou la fuite. La frayeur, selon certains auteurs, tente de dissuader l'adversaire.

Le stress chronique connaît une phase d'alarme, similaire au stress aigu, puis d'une phase de résistance. Si la stimulation stressante se prolonge, on observe une phase d'épuisement pouvant conduire à la mort.

II L'adaptation de l'organisme

Les facteurs stressants systémiques activent le système hypothalamique parvocellulaire du noyau paraventriculaire qui agit sur le système nerveux sympathique et l'axe corticotrope.

Les facteurs stressants neurogènes agissent sur les structures limbiques (amygdale, hippocampe) et paralimbique (cortex préfrontal). L'amygdale intervient dans la réponse émotionnelle et l'hippocampe dans la mémorisation de la situation stressante. Le cortex préfrontal agit sur le noyau paraventriculaire parvocellulaire et sur le système limbique.

Le document 61 rappelle quelques facteurs.

Doc. 61 Exemple de facteurs

Type de facteurs	Réponse	Exemples
Neurogènes	Système limbique et cortex préfrontal	Psychologique, examen médical, examen universitaire, longue séparation maman/nouveau-né
Systémiques	Noyau paraventriculaire parvocellulaire/	État de choc, hypothermie, hypoxie...

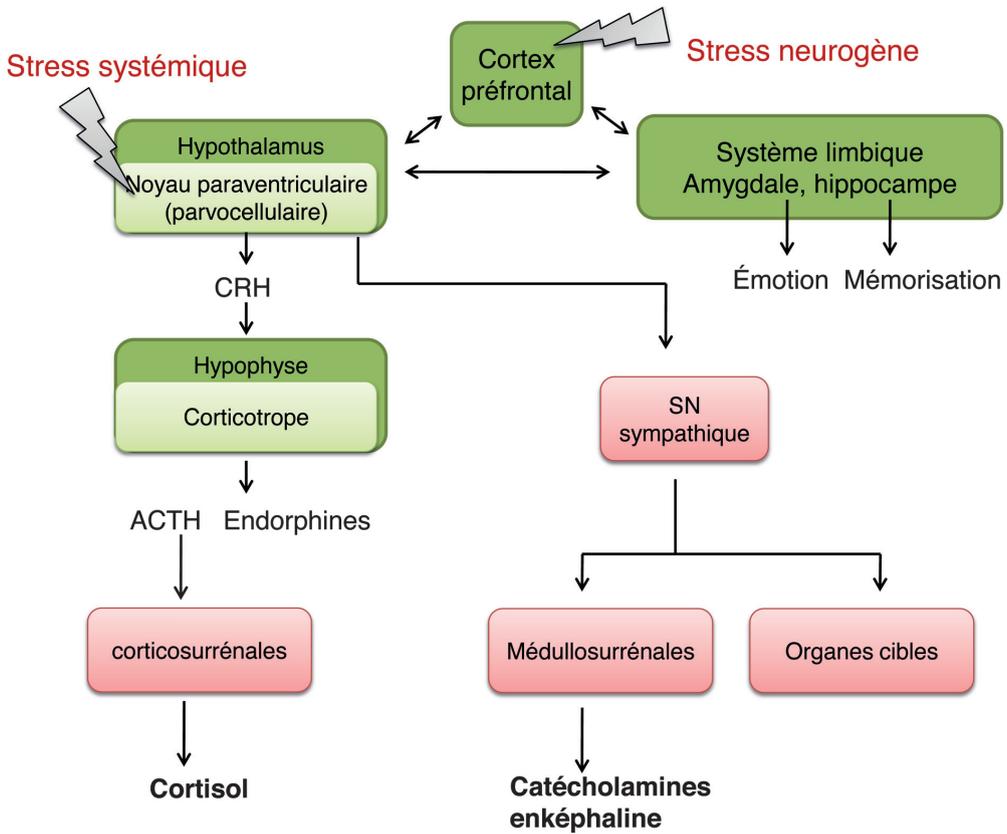


Fig. 463 Réponses aux stress systémique et neurogène

L'activation du système nerveux sympathique active les médullosurrénales qui sécrètent les catécholamines et des enképhalines (analgésiques).

Les catécholamines libérées par les surrénales potentialisent l'action des catécholamines du système nerveux sympathique. L'activation de l'axe corticotrope permet la synthèse d'endorphine (analgésiques) et de cortisol.

Table des matières

Partie 1

Anatomie et niveaux d'organisation

■ Cours 1 Les niveaux d'organisation et rappels anatomiques	8
I Les niveaux d'organisation	8
II Les trois plans dans l'espace	9
III Les régions du corps	10
IV Les cavités du corps	12
V Anatomie des appareils circulatoire, respiratoire, digestif et urinaire	13
■ Applications professionnelles 2	
Application 1 - Imagerie médicale diagnostique et anatomie	18

Partie 2

Le génome

■ Cours 3 Les bases moléculaires de l'organisation du génome humain	34
I États de condensation de l'ADN, du chromosome interphasique au chromosome métaphasique	34
II L'acide désoxyribonucléique (ADN)	35
III Les gènes	37
IV Les différentes formes d'un gène, l'allèle	38
■ Cours 4 Information génétique : de sa conservation à son expression	39
I La conservation de l'information génétique	39
A La réplication	39
B Réparation	41
II L'expression de l'information génétique	42
A La transcription des ARN _m	42
B Régulation de la transcription des ARN _m chez les eucaryotes	43
C Maturation de l'ARN _m chez les eucaryotes	45
D Cas des procaryotes	47
E La traduction	48
1. Choix du codage génétique	48
2. L'ARN _t , l'interprète !	49
3. Les étapes de la traduction	50
a. L'initiation de la traduction	50
b. L'élongation de la chaîne peptidique	51
c. La terminaison de la traduction	51
4. Les sites de la traduction	52
5. Les modifications post-traductionnelles	52
6. Les mutations, quand les erreurs persistent	52
■ Cours 5 Maladies génétiques héréditaires	54
I Généralités	54
II Les maladies monogéniques ou monofactorielles	55
A Maladies dominantes autosomiques	55
B Maladies récessives autosomiques	57
C Maladies gonosomiques ou liées au sexe	59
1. Hérité liée au chromosome Y, régions non homologues	59
2. Hérité récessive liée au chromosome X, régions non homologues	60
3. Hérité dominante liée au chromosome X, régions non homologues	62
III Les maladies liées aux mutations de l'ADN mitochondrial	64
IV Les maladies polygéniques	64
V Les maladies liées à des aberrations chromosomiques	64
A Le caryotype	64
B Les aberrations du nombre des chromosomes	66

1. La polyploïdie	66
2. L'aneuploïdie.....	66
C Les aberrations de la structure des chromosomes	68
1. Anomalies équilibrées.....	68
2. Anomalies déséquilibrées.....	69

■ Applications professionnelles 6

Application 1 - La mucoviscidose	70
--	----

Partie 3

Homéostasie, milieu intérieur et fonctions de régulation

■ Cours 7 Homéostasie : les concepts.....	78
I L'homéostasie	78
A Le concept.....	78
B Boucle de régulation.....	79
1. Les acteurs de la boucle	79
a. Approche cybernétique	79
2. Les différents types de régulation	82
a. Lecture simplifiée d'une boucle de régulation	82
b. Le rétrocontrôle	82
c. La boucle d'adaptation	85
■ Cours 8 Milieu intérieur.....	86
I Définition du milieu intérieur et techniques d'études	86
A Évolution des espèces et notion de milieu intérieur.....	86
B Les compartiments liquidiens du milieu intérieur	87
1. Définition du milieu intérieur	87
2. Technique de mesure	88
II Composition et rôles du milieu intérieur.....	89
A Composition des fluides du milieu intérieur.....	89
1. Le sang.....	89
a. La genèse des éléments figurés du sang : l'hématopoïèse	90
b. Les érythrocytes.....	90
c. Les leucocytes.....	92
d. Les thrombocytes.....	93
e. Le plasma.....	93
2. La lymphe et le liquide interstitiel	94
B Rôles des composants du milieu intérieur.....	95
1. Rôles des protéines plasmiques	95
2. Rôles du milieu intérieur dans le transport des molécules	96
3. Rôles des ions.....	97
III Les échanges liquidiens et moléculaires	97
A Les lois physiques qui régissent les échanges	97
1. La pression hydrostatique et la pression osmotique.....	98
2. La diffusion des solutés.....	98
3. La diffusion des gaz	99
B Dynamique des fluides au sein du milieu intérieur.....	100
1. Évolution de ΔP	100
2. Évolution de $\Delta \pi$	100
3. Bilan des mouvements liquidiens.....	100
C Échanges entre le liquide intracellulaire et le liquide interstitiel	102
IV Les pathologies liées aux déséquilibres du milieu intérieur	103
A Pathologies liées aux cellules.....	103
1. Déficits du nombre de cellules	103
a. Les aplasies médullaires.....	103
b. Les érythropénies et les anémies.....	103
c. Les leucopénies.....	104
d. Les thrombopénies	105
2. Excès du nombre de cellules	105
a. Les leucémies	105
b. Les lymphomes.....	105
B Pathologies associées aux constituants biochimiques.....	106

1. Déséquilibres ioniques.....	106
a. Cas du sodium	106
b. Cas du potassium	106
c. Cas du calcium	107
d. Cas des carbonates.....	107
2. Déséquilibres protéiques.....	107
■ Cours 9 Fonctions assurant la régulation : système nerveux.....	109
I Organisation du système nerveux.....	109
II Du neurone au nerf.....	109
A Le neurone.....	109
1. Aspects cytologiques.....	109
2. Le neurone une cellule excitable.....	111
a. Le potentiel de repos.....	111
b. Le potentiel d'action.....	113
c. La propagation du potentiel d'action.....	116
d. Le franchissement des synapses neuroneurales chimiques.....	117
3. Intégration du message nerveux	121
B Le nerf.....	123
III Système nerveux central.....	123
A Organisation.....	123
B L'encéphale.....	126
1. Le cerveau	127
2. Le cervelet	128
3. Le tronc cérébral	129
C La moelle épinière.....	129
IV Système nerveux périphérique.....	130
V Système nerveux autonome (SNA).....	134
■ Cours 10 Fonctions assurant la régulation : système endocrinien.....	139
I Les hormones.....	139
A Les hormones hydrosolubles.....	139
B Les hormones liposolubles.....	140
C Devenir des hormones.....	141
D Régulation.....	141
II Les différentes glandes endocrines.....	142
A Hypothalamus et hypophyse.....	142
1. Organisation.....	142
2. Système magnocellulaire.....	144
3. Système parvocellulaire.....	145
a. Organisation.....	145
b. Les hormones hypophysaires	146
B La thyroïde	147
1. Anatomie	147
2. Hormones T3 et T4.....	147
3. Calcitonine.....	151
C Les glandes parathyroïdes	151
1. Anatomie	151
2. Parathormone.....	151
D Les glandes surrénales	151
1. Anatomie	151
2. Les corticosurrénales	152
3. Les médullosurrénales	156
E Le pancréas.....	157
F Les gonades.....	159
G Le thymus.....	159
H La glande pinéale.....	159
III Les autres tissus et organes endocrines.....	159
■ Cours 11 Les rythmes biologiques.....	160
I Généralités.....	160
II La notion d'horloge biologique.....	161

A Les rythmes ultradiens.....	161
B Les rythmes circadiens	161
C Le sommeil	162

■ Applications professionnelles 12

Application 1 - Traumatismes crâniens et atteintes du système nerveux central.....	165
--	-----

Partie 4

Les grandes fonctions de l'organisme au cours des différentes périodes de la vie

■ Cours 13 Téguments	172
I Structure de la peau	172
A Anatomie	172
1. Épiderme	173
2. Derme.....	174
3. Hypoderme.....	174
B Rôles physiologiques de la peau	174
II Les glandes annexes	175
A Les glandes sudoripares	175
1. Les glandes eccrines (ou mérocrines).....	176
2. Les glandes apocrines	176
B Les glandes sébacées.....	176
C Les glandes mammaires.....	177
III Les phanères.....	177
A Cheveux et poils.....	177
1. Structure.....	177
2. Cycle de croissance pilaire	178
3. Facteurs influençant la croissance pilaire.....	178
B Ongles.....	179
C Rôles des phanères	179
■ Cours 14 Physiologie sensorielle.....	180
I La physiologie sensorielle.....	180
A Les différents types d'informations sensorielles.....	180
B De la détection à la perception.....	181
II La somesthésie : le toucher	185
A Les qualités sensorielles du toucher	185
B Les neurones sensitifs somesthésiques	186
C La douleur et la nociception	188
1. Caractéristiques	188
2. Les fibres nociceptives	189
3. Transduction de l'information nociceptive issue d'un traumatisme	189
D L'intégration de l'information somesthésique.....	190
1. Généralités.....	190
2. Particularités des projections du circuit nociceptif.....	192
3. Modulation du circuit nociceptif.....	193
III La gustation : le goût ?.....	194
A Gustation, goût et saveurs	194
B Les grandes classes de goût	195
C Fonctionnement des cellules gustatives.....	196
IV L'olfaction : l'odorat	197
A La place de l'olfaction chez l'Homme.....	197
B Organisation et rôle de l'épithélium olfactif	198
C Intégration de l'information olfactive.....	199
V L'audition : l'ouïe.....	201
A Origine des sons et spectres auditifs chez l'Homme	201
B Structure de l'oreille externe et moyenne	202
C Structure de l'oreille interne.....	204
D Tonotopie et transduction	204
E Équilibre et système vestibulaire	207

VI La vision : la vue	207
A Anatomie de l'œil.....	207
B Le trajet de la lumière dans l'œil.....	208
C Le codage de l'information lumineuse.....	209
1. La phototransduction.....	209
2. Intégration du signal lumineux.....	212
3. Traitement central de l'information visuelle.....	213
■ Cours 15 Motricité	216
I Le système squelettique	216
A Anatomie du squelette.....	216
1. Le squelette axial.....	217
a. Squelette céphalique.....	217
b. Le rachis.....	218
c. Le thorax.....	220
2. Les ceintures.....	221
a. La ceinture scapulaire.....	221
b. La ceinture pelvienne.....	222
3. Le membre supérieur.....	224
4. Le membre inférieur.....	226
B La structure des os.....	227
1. Classification des os.....	227
2. Constitution des os longs.....	228
C L'os, un tissu vivant.....	229
1. Remodelage osseux.....	229
2. Croissance osseuse.....	232
D Les articulations.....	232
E Les pathologies du squelette.....	233
1. Les ostéopathies.....	233
2. Les arthropathies.....	234
II L'appareil musculaire	235
A L'anatomie.....	235
1. La fibre musculaire.....	237
2. L'innervation du muscle strié.....	239
a. Les motoneurones.....	239
b. Les neurones sensoriels.....	240
B Modalités de la contraction musculaire.....	240
1. L'unité motrice.....	240
2. Les différents types de travail musculaire.....	241
3. Mesures des performances musculaires.....	241
C Les réflexes spinaux.....	243
1. Les récepteurs sensoriels.....	243
a. Le fuseau neuromusculaire.....	243
b. L'organe tendineux de Golgi.....	244
c. Autres récepteurs sensoriels du système musculaire.....	245
2. Les réflexes monosynaptiques.....	245
a. Principe de l'inhibition réciproque : condition nécessaire au mouvement.....	245
b. Le réflexe myotatique.....	246
3. Réflexes polysynaptiques.....	246
a. Réflexe d'inhibition autogénique.....	247
b. Le réflexe de flexion-retrait.....	247
c. Le réflexe d'extension croisée.....	247
D Maintien de la posture.....	248
1. Le tonus musculaire.....	248
2. Les ajustements posturaux.....	249
E La locomotion.....	249
1. L'organisation de la marche.....	249
a. Le cycle locomoteur.....	249
b. La rotation du pied.....	250
2. La marche, une activité rythmique.....	250
a. Organisation du réseau de neurones impliqués.....	251
b. Origine du rythme.....	251
c. Structure du réseau de neurones impliqués, le CPG.....	251
d. Fonctionnement du CPG.....	252
e. Origine du rythme chez les mammifères.....	252

3.	Régulation du mouvement locomoteur par les influx sensoriels	252
a.	Régulation de nature proprioceptive	252
b.	Rôle de la vision	252
4.	Autres activités motrices rythmiques et coordonnées	253
F	Le mouvement volontaire, acte conscient	253
1.	Le cortex cérébral siège de la programmation et de l'exécution	253
2.	Les voies motrices « descendantes »	254
3.	Rôle du cervelet dans le contrôle de la motricité	256
4.	Les noyaux gris centraux, programmation du mouvement	256
a.	Lésions provoquant une hyperkinésie	257
b.	Lésions provoquant une hypokinésie, la maladie de Parkinson	257
5.	Bilan du programme moteur	259
■	Cours 16 Physiologie respiratoire	261
I	Organisation de l'appareil respiratoire	261
A	Organisation anatomique et histologique	261
B	La circulation pulmonaire	265
C	Le site des échanges : la barrière alvéolo-capillaire	266
D	Les plèvres	267
II	La ventilation	268
A	Les lois de physique	268
B	La mécanique ventilatoire	269
1.	Mécanique de la ventilation	269
2.	Volumes et capacités pulmonaires	271
3.	La compliance	272
4.	La résistance des voies aériennes	274
III	Les échanges gazeux et transport des gaz	275
A	Les échanges	275
B	Transport des gaz	277
1.	Transport du dioxygène	277
a.	Nécessité d'un transporteur	277
b.	Étude du transporteur	278
2.	Transport du CO ₂	280
IV	Contrôle de la respiration	280
A	Le centre	280
B	Les récepteurs	280
■	Cours 17 Nutrition	284
I	Ration alimentaire et rôle des aliments	284
A	Nutriments « énergétiques »	284
B	Nutriments non énergétiques	285
C	Bioénergétique à l'échelle de l'organisme : à quoi servent les différents nutriments ?	286
1.	Nutriments énergétiques	286
2.	Nutriments non énergétiques	286
3.	Variation des besoins en fonction des caractéristiques de l'individu	288
4.	Déséquilibres alimentaires	289
5.	Classification des aliments	290
II	Anatomie du tube digestif	290
A	Organisation	290
B	Histologie	292
C	Vascularisation	292
D	Innervation	293
III	Fonctionnement du système : digestion et absorption	293
A	La bouche et les glandes salivaires	294
1.	Rôle dans le système digestif	294
2.	Production de salive	294
3.	Absorption buccale	295
B	L'œsophage	295
C	L'estomac	296
1.	Motilité gastrique	296
2.	Les sécrétions gastriques	297
3.	Absorptions gastriques	300
D	L'intestin grêle	300

1. Motilité intestinale.....	300
2. Fonction de digestion.....	301
a. Sécrétions pancréatiques.....	301
b. Foie et sécrétion de la bile.....	301
c. Sécrétions intestinales.....	302
3. Fonction d'absorption intestinale.....	302
a. Particularités anatomiques.....	303
b. Absorption des glucides.....	304
c. Absorption des peptides et acides aminés.....	305
d. Absorption des lipides.....	305
e. Absorption de l'eau et des électrolytes.....	305
E Le côlon.....	306
1. Motilité du côlon.....	306
2. Sécrétion et absorption.....	306
F Le rectum.....	306
IV Les régulations de la fonction de nutrition.....	306
A Régulations des sécrétions.....	306
1. Sécrétion gastrique.....	306
2. Sécrétions pancréatiques et biliaires.....	308
3. Contrôle neuronal des sécrétions.....	308
B Régulation de la motilité.....	309
C Régulation de la prise alimentaire.....	310
■ Cours 18 Cœur et circulation sanguine.....	311
I Présentation générale de l'appareil circulatoire.....	311
II Le cœur.....	313
A Morphologie et anatomie.....	314
B Histologie.....	316
C La contraction cardiaque : fonctionnement des myocytes cardiaques.....	318
D Origine de la contraction autonome : rôle des cellules nodales.....	319
E Cycle de contraction cardiaque.....	321
III Le système vasculaire.....	324
A Les artères.....	325
B Les artérioles.....	326
C Les capillaires.....	326
IV Les veines et veinules.....	327
V Notion d'hémodynamique.....	328
VI Régulation locale de la micro vascularisation.....	331
■ Cours 19 Fonction rénale.....	332
I Organisation et anatomie.....	332
A Organisation de l'appareil urogénital.....	332
B Anatomie du rein.....	333
C Le néphron : unité fonctionnelle du rein.....	333
II Fonctionnement du néphron.....	336
A Ultrafiltration.....	336
1. Base de l'ultrafiltration.....	337
2. Contrôle intrinsèque du DUGF.....	338
B Fonction tubulaire.....	340
1. Transports épithéliaux.....	340
2. Réabsorption.....	340
3. Sécrétion.....	341
4. Cas du sodium.....	341
5. Osmolarité urinaire.....	342
III Régulation extrinsèque de la fonction rénale.....	344
■ Cours 20 Immunologie.....	346
I Les acteurs de la réponse immunitaire.....	346
A Les cellules du système immunitaire.....	346
1. Développement des cellules immunitaires à partir d'un précurseur commun.....	346
2. Spécificités fonctionnelles des différentes populations de cellules.....	348
a. Le récepteur des lymphocytes B.....	348

b. Le récepteur des lymphocytes T.....	349
c. Les récepteurs non spécifiques	350
B Les facteurs non cellulaires.....	351
1. Les facteurs moléculaires	351
a. Les messagers produits par les cellules immunitaires.....	351
b. Les molécules produites par l'organisme	353
c. Les anticorps sécrétés par les LB.....	354
2. Barrières naturelles.....	355
C Les organes lymphoïdes secondaires, sièges de la réponse immunitaire adaptative	355
1. Organisation des ganglions lymphatiques.....	355
2. Organisation de la rate.....	356
3. Les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses	356
II Chronologie de la réponse immunitaire.....	357
A Les étapes précoces de la réponse immunitaire : intervention de l'immunité innée.....	357
1. Détection des pathogènes	357
2. Inflammation et recrutement de cellules supplémentaires de l'immunité innée.....	357
3. Phagocytose des pathogènes.....	358
4. Migration des cellules présentatrices de l'antigène.....	360
B Activation des cellules de l'immunité adaptative.....	360
1. Activation des lymphocytes T.....	361
2. Activation des lymphocytes B.....	362
C Rôles des lymphocytes dans l'élimination des pathogènes.....	363
1. Rôle des LT cytotoxiques : lyser les cellules infectées.....	363
2. Rôle des LT auxiliaires : activer d'autres cellules.....	364
3. Rôles des anticorps : éliminer le pathogène.....	364
D Fin de l'infection.....	365
1. Élimination des clones activés.....	365
2. Maintien de populations mémoires	366
III Étude de la réponse immunitaire et ses applications	367
A Techniques et modèles d'étude de la réponse immunitaire.....	367
1. Modèles.....	367
2. Étude des facteurs cellulaires.....	368
3. Étude des facteurs moléculaires : le sérodiagnostic.....	369
a. Les méthodes de dépistage rapide.....	369
b. Les méthodes de dosage.....	370
B Dérèglements du système immunitaire.....	371
1. Déficits immunitaires héréditaires et acquis.....	371
2. Hypersensibilités	372
3. Auto-immunité.....	373
C Interventions sur la réponse immunitaire	373
1. Vaccination.....	373
2. Sérothérapie	374
3. Greffes.....	375
■ Cours 21 Grandes fonctions au cours de la vie	377
I Les différentes périodes de la vie et évolution des fonctions.....	377
II Adaptation à la vie extra-utérine.....	378
A Adaptation de la respiration.....	378
1. Poumon fœtal.....	378
2. L'adaptation.....	379
B Circulation et hématose.....	379
III La période de croissance et de maturation des grandes fonctions.....	380
A La croissance staturo-pondérale.....	380
1. Généralités.....	380
2. La régulation.....	382
B L'appareil respiratoire	384
C L'appareil cardiovasculaire.....	384
D Appareil digestif.....	385
E Appareil urinaire.....	386
F Système nerveux	387
III Période de déclin des fonctions de l'organisme.....	387
A Les modèles.....	387
B Les modifications fonctionnelles	390

1. Appareil locomoteur.....	390
2. Appareil respiratoire.....	390
3. Appareil urinaire.....	391
4. Appareil circulatoire.....	392
5. Appareil digestif.....	392
6. Système nerveux.....	392
■ Applications professionnelles 22	
Application 1 - Prise en charge des gastrostomies percutanées.....	395
Application 2 - Préparation à la coloscopie.....	396
Application 3 - Électrocardiogramme.....	396
Application 4 - Pneumologie et cardiologie.....	398
Application 5 - Radiographie pulmonaire en urgence.....	398
Application 6 - L'infirmier(ère) en urologie.....	399

Partie 5

Les principales homéostasies de l'organisme

■ Cours 23 Métabolisme énergétique et glycémie.....	402
I Les principales voies métaboliques.....	402
A L'ATP.....	402
B L'utilisation des glucides.....	403
1. Catabolisme.....	403
2. Anabolisme.....	405
C Les lipides.....	405
D Les protides.....	406
II Régulation du métabolisme et glycémie.....	408
A Glycémie et variations.....	408
B Les hormones pancréatiques.....	408
1. Lors de l'augmentation de la glycémie.....	408
a. Régulation de la libération.....	408
b. Action sur les cellules cibles.....	409
2. Lors des baisses de la glycémie.....	411
a. Le glucagon.....	411
b. Les autres hormones hyperglycémiantes.....	411
III Les diabètes.....	412
A Le diabète de type I.....	412
B Le diabète de type II.....	414
C Les conséquences de l'hyperglycémie.....	414
■ Cours 24 Thermorégulation.....	415
I Endothermie et échanges thermiques.....	415
A Endothermie homéothermique.....	415
B Les mécanismes de transfert, de production et de lyse de chaleur.....	416
1. Les transferts.....	416
2. Thermolyse.....	416
3. Thermogenèse.....	416
II La régulation.....	417
A Les thermorécepteurs et voies nerveuses.....	417
■ Cours 25 Régulation de la Pression Artérielle.....	418
I Les paramètres contrôlant la pression artérielle.....	418
A Les paramètres du débit cardiaque.....	419
B Les paramètres influant sur les résistances périphériques totales.....	419
II Le contrôle du débit cardiaque.....	419
B Contrôle intrinsèque.....	419
C Contrôle extrinsèque.....	420
1. Effet du système nerveux parasymphatique.....	420
2. Effet du système nerveux sympathique.....	420
3. Effet de l'angiotensine II.....	421

III Le contrôle du débit sanguin	421
A Contrôle du diamètre des vaisseaux.....	421
B Contrôle de la volémie.....	422
IV Intégration des contrôles cardiaques et sanguins	422
A Régulation à court terme de la PA : le baroréflexe.....	422
B Régulations à moyen terme de la PA.....	423
C Régulation à long terme de la PA.....	423
4. Exemples de mise en place de régulation.....	423
a. L'hémorragie.....	423
b. L'orthostatisme.....	424
c. Modification de la gravité.....	424
d. L'adaptation à l'effort.....	424
■ Cours 26 Régulation de l'équilibre hydrominéral	425
I Les compartiments liquidiens et leur composition	425
A Composition hydrominérale du corps humain.....	425
B Les différents compartiments.....	426
C Les échanges liquidiens internes.....	426
D Les échanges liquidiens externes.....	427
1. Entrées obligatoires.....	427
2. Entrées régulées.....	427
3. Sorties obligatoires.....	427
4. Sortie régulée.....	427
5. Échanges minéraux.....	427
II Régulation de l'équilibre hydrominéral	428
A L'homéostasie du potassium.....	428
B Le contrôle de l'osmolarité et de la volémie.....	429
1. À court terme (<1 min).....	429
2. Réponse à moyen terme (>une minute <1 h).....	429
a. ADH.....	429
b. Système rénine angiotensine central.....	430
c. ANP.....	430
3. Réponse à long terme (>1 h).....	430
a. Régulation des sorties de sels.....	430
b. Appétit pour le sel et soif.....	431
III Exemples de régulation intégrée avec le système cardiovasculaire	431
A Déshydratation.....	431
B Hypervolémie hypoosmotique.....	432
■ Cours 27 Régulation de la calcémie	433
I Généralités	433
II Les mécanismes de régulation	433
A Les sites de régulations.....	433
1. Au niveau de l'intestin.....	433
2. Au niveau rénal.....	434
3. Au niveau des os.....	434
B La régulation.....	436
■ Cours 28 Équilibre acido-basique	437
I Les composants de la réponse	437
A Notions de chimie.....	437
B Les poumons.....	438
C Les reins.....	439
II Les déséquilibres	441
■ Cours 29 Hémostase	442
I Généralités	442
A Les étapes de l'hémostase.....	442
B L'hémostase : un équilibre physiologique parfait.....	442
II L'hémostase primaire	443
A Les facteurs de l'hémostase primaire.....	443
1. Les vaisseaux.....	443

2. Les plaquettes.....	444
3. Le facteur de Willebrand	444
4. Le fibrinogène.....	444
B Le déroulement de l'hémostase primaire	444
1. Vasoconstriction.....	445
2. L'adhésion plaquettaire.....	445
3. L'activation plaquettaire	446
4. L'agrégation plaquettaire	446
C Régulation de l'hémostase primaire.....	447
D Exploration de l'hémostase primaire	447
1. Tests de routine	447
a. Mesure du Temps de Saignement (TS).....	447
b. Numération plaquettaire.....	448
2. Tests complémentaires.....	448
III La coagulation.....	448
A Les facteurs plasmatiques de la coagulation	448
B Les autres acteurs de la coagulation	449
C Caractéristiques fonctionnelles des facteurs plasmatiques de la coagulation.....	450
D Le déroulement de la coagulation.....	450
1. Génération d'un complexe prothrombinase	450
a. À partir de la voie endogène.....	450
b. À partir de la voie extrinsèque ou exogène.....	451
2. Thrombinoformation.....	451
3. Fibrinoformation	452
E Les inhibiteurs physiologiques de la coagulation.....	453
1. Les inhibiteurs des protéases à sérine (SERPINS)	453
2. Les autres inhibiteurs	454
F L'exploration biologique de la coagulation	454
1. Temps de Quick TQ.....	454
2. Temps de céphaline activée (TCA) ou temps de céphaline kaolin (TCK).....	455
3. Temps de thrombine (TT).....	455
4. Dosage du fibrinogène.....	455
5. Dosage chronométriques de facteurs isolés de la coagulation	455
IV La fibrinolyse.....	456
A Mécanisme	456
B Rôles du plasminogène.....	456
1. Activation du plasminogène.....	456
2. Autres rôles du plasminogène	457
C Régulation de la fibrinolyse.....	457
D Exploration biologique <i>in vitro</i> de la fibrinolyse.....	458
1. Tests directs.....	458
2. Test indirects.....	458
■ Cours 30 Stress.....	459
I Généralités	459
II L'adaptation de l'organisme.....	459
■ Applications professionnelles 31	
Application 1 - L'infirmier(ère) en diabétologie	462

Partie 6

Transmission de la vie

■ Cours 32 Les appareils génitaux masculin et féminin.....	464
I Organisation générale.....	464
A Organisation générale de l'appareil génital masculin.....	464
B Organisation générale de l'appareil génital féminin	466
C Comparaison des organisations	466
II Mise en fonctionnement des appareils génitaux	468
A La puberté : une transition entre l'enfance et l'âge adulte	468
B Origine des caractères sexuels primaires et secondaires	468
■ Cours 33 Physiologie des appareils génitaux masculin et féminin.....	470

I	Physiologie de l'appareil génital masculin	470
A	Analyse du sperme.....	470
1.	Le spermogramme.....	470
2.	Structure d'un spermatozoïde.....	471
3.	Composition du liquide spermatique.....	472
B	La spermatogenèse.....	472
1.	Les étapes de la spermatogenèse.....	473
2.	Stimulation hormonale de la spermatogenèse.....	474
C	La testostérone : une hormone sous haute surveillance.....	476
II	Physiologie de l'appareil génital féminin	478
A	Les cycles sexuels.....	478
1.	Le cycle ovarien.....	478
a.	Contenu des ovaires.....	478
b.	Le déclenchement hormonal des événements ovariens.....	480
2.	Le cycle utérin.....	481
a.	Les aspects de la muqueuse utérine au cours du cycle.....	481
b.	Origine hormonale des modifications de l'aspect de l'endomètre.....	482
c.	Origine des menstruations.....	482
B	Régulation du fonctionnement de l'appareil génital.....	483
1.	Le rétrocontrôle négatif.....	483
2.	Le rétrocontrôle positif.....	483
■	Cours 34 De la fécondation à la grossesse	484
I	Les événements qui suivent l'acte sexuel	484
A	Un parcours semé d'embûches.....	484
B	La capacitation des spermatozoïdes.....	485
II	La rencontre des gamètes	486
A	Les étapes de la fécondation.....	486
B	Les conditions nécessaires à la fécondation.....	486
C	Le devenir de la cellule œuf.....	487
1.	La segmentation.....	487
2.	La nidation.....	488
a.	Les conditions de la nidation.....	488
b.	Le déroulement de la nidation.....	489
D	Les stades de la grossesse.....	489
1.	La période embryonnaire.....	489
2.	La période fœtale.....	489
3.	Le suivi de la grossesse.....	490
4.	Le placenta.....	490
a.	Structure du placenta.....	490
b.	Rôles d'échanges.....	491
c.	Rôle endocrine.....	492
■	Cours 35 La parturition et la lactation	493
I	La parturition	493
A	Apparition des contractions et dilatation du col de l'utérus.....	493
1.	Rôle des œstrogènes, des prostaglandines et de l'ocytocine.....	493
2.	Rôle de la relaxine.....	494
B	La phase d'expulsion.....	494
C	La délivrance.....	494
II	La lactation	497
A	Organisation générale d'un sein.....	497
B	Mécanisme de la lactation.....	497
■	Cours 36 La maîtrise de la procréation	499
I	Les méthodes de contraception	499
A	Les méthodes naturelles.....	499
B	Les méthodes mécaniques.....	500
C	Les méthodes chimiques.....	501
1.	Principe général des méthodes hormonales.....	501
2.	Les différents types de pilule.....	502
II	Les contraceptifs d'urgence et les méthodes contraceptives	502
A	Les pilules du lendemain et du surlendemain.....	502

1. La pilule du lendemain (NORLEVO®).....	502
2. La pilule du surlendemain (ELLAONE®).....	502
B Les méthodes contraceptives	502
1. La méthode chimique ou médicamenteuse.....	502
2. La méthode chirurgicale.....	503
III Les techniques de procréation médicalement assistée	503
A Stérilité ou infertilité.....	503
■ Applications professionnelles 37	
Application 1 - Des examens pour poser des diagnostics.....	504
Application 2 - Des dépistages pour éviter le pire.....	505
Application 3 - Quand la puberté débute plus tôt que prévu.....	507
Application 4 - Aider des couples à donner la vie : l'assistance médicale à la procréation (AMP)	508
Application 5 - Le diagnostic prénatal	512
■ Situations cliniques 38	
Situation clinique 1 - L'IVG : un droit mais une opération qui reste traumatisante.....	513
Situation clinique 2 - Conseils hygiéno-diététiques durant la grossesse.....	514
Situation clinique 3 - Suivi de grossesse	515