



PARTIE I

Introduction à la physiologie : physiologie générale et cellulaire

CHAPITRE 1

Organisation fonctionnelle du corps humain et régulation du « milieu intérieur » 2

La cellule en tant qu'unité vivante du corps 2

Le liquide extracellulaire – le milieu intérieur 2

Mécanismes d'homéostasie des principaux systèmes

fonctionnels 3

Homéostasie 3

Transport des liquides extra-cellulaires et appareil circulatoire 3

Origine des nutriments dans les liquides extracellulaires 3

Élimination des déchets métaboliques 4

Régulations des fonctions de l'organisme 4

La reproduction 5

Les systèmes de régulation de l'organisme 5

Exemples de quelques mécanismes de régulation 5

Caractéristiques des systèmes de régulation 6

Résumé – automatisme de l'organisme 8

CHAPITRE 2

La cellule et ses fonctions 10

Organisation de la cellule 10

Structure physique de la cellule 11

Structures membranaires de la cellule 11

Le cytoplasme et ses organites 13

Le noyau 16

La membrane nucléaire 17

Nucléoles et formation des ribosomes 17

Comparaison de la cellule animale avec les formes primitives vivantes 17

Systèmes fonctionnels de la cellule 18

Ingestion par la cellule – endocytose 18

Digestion de substances étrangères ingérées par pinocytose ou phagocytose – fonction des lysosomes 19

Synthèse et formation des structures cellulaires par le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi 20

Extraction d'énergie à partir des aliments – fonction mitochondriale 22

Mouvements cellulaires 24

CHAPITRE 3

Contrôle génétique de la synthèse protéique, des fonctions et de la multiplication cellulaires 27

Les gènes 27

Le code génétique 27

Transmission du code génétique de l'ADN à l'ARN – mécanisme de transcription 29

Synthèse d'ARN 29

Polymérisation de la molécule d'ARN avec des nucléotides activés en utilisant l'ADN comme modèle – mécanisme de « transcription » 30

L'ARN messager – Les « codons » 31

L'ARN de transfert – Les « anticodons » 31

L'ARN ribosomal 32

Synthèse protéique sur les ribosomes – mécanisme de « traduction » 32

Synthèse d'autres substances cellulaires 34

Contrôle de la fonction génétique et de l'activité biochimique des cellules 34

Régulation génétique 34

Contrôle des fonctions intracellulaires par régulation enzymatique 36

Le système génétique et l'ADN contrôle également la reproduction cellulaire 36

La reproduction cellulaire commence avec la duplication de l'ADN 37

Les chromosomes et leur duplication 38

La mitose cellulaire 38

Contrôle de la croissance et de la reproduction de la cellule 39

Différentiation cellulaire 40

Cancer 40

PARTIE II

Physiologie de la membrane, du nerf et du muscle

CHAPITRE 4

Transport de substances à travers la membrane cellulaire 44

La barrière lipidique et le transport des protéines de la membrane cellulaire 44

Diffusion 44

Diffusion à travers la membrane cellulaire 45

Diffusion à travers les canaux protéiques et mécanismes d'ouverture de ces canaux 46

Diffusion facilitée 48

Facteurs influençant les débits nets de diffusion 49

Osmose à travers des membranes semi-perméables – la « diffusion nette » d'eau 50

Transport actif 51

<i>Transport actif primaire</i>	52	<i>Sécrétion de l'acétylcholine par les terminaisons nerveuses</i>	87
<i>Transport actif secondaire – co-transport et contre-transport</i>	53	<i>Biologie moléculaire de la synthèse et de la libération d'acétylcholine</i>	90
<i>Transport actif à travers les couches cellulaires</i>	54	<i>Substances qui affectent la transmission de la jonction neuromusculaire</i>	90
CHAPITRE 5		<i>La myasthénie</i>	91
Potentiels de membrane et potentiels d'action	57	<i>Potentiel d'action musculaire</i>	91
<i>Bases physiques des potentiels de membrane</i>	57	<i>Diffusion du potentiel d'action à l'intérieur de la fibre musculaire par la voie du système des tubules transverses</i>	91
<i>Potentiels de membranes causés par diffusion</i>	57	<i>Couplage excitation-contraction</i>	91
<i>Mesure du potentiel membranaire</i>	58	<i>Le système tubule transverse-réticulum sarcoplasmique</i>	91
<i>Le potentiel membranaire de repos des nerfs</i>	59	<i>Libération des ions calcium par le réticulum sarcoplasmique</i>	92
<i>Origine du potentiel membranaire de repos</i>	60	CHAPITRE 8	
<i>Le potentiel d'action des nerfs</i>	61	Contraction et excitation du muscle lisse	95
<i>Canaux sodiques et potassiques réglés par le voltage</i>	61	<i>Contraction du muscle lisse</i>	95
<i>Résumé des événements responsables du potentiel d'action</i>	63	<i>Variétés de muscles lisses</i>	95
<i>Rôles des autres ions durant le potentiel d'action</i>	64	<i>Mécanisme contractile du muscle lisse</i>	95
<i>Déclenchement du potentiel d'action</i>	65	<i>Régulation de la contraction par les ions calcium</i>	98
<i>Propagation du potentiel d'action</i>	65	<i>Commandes neuronales et hormonales de la contraction musculaire lisse</i>	98
<i>Rétablissement des gradients sodique et potassique suivant un potentiel d'action – importance du métabolisme énergétique</i>	66	<i>Jonctions neuromusculaires du muscle lisse</i>	99
<i>Plateaux de quelques potentiels d'action</i>	66	<i>Potentiels de membrane et potentiels d'action du muscle lisse</i>	99
<i>Rythmicité de quelques tissus excitables – phénomène de décharge répétitive</i>	67	<i>Effet de facteurs tissulaires locaux et des hormones sur la contraction indépendante des potentiels d'action du muscle lisse</i>	101
<i>Aspects particuliers de la transmission du signal dans les nerfs</i>	68	<i>Provenance des ions calcium à l'origine de la contraction : (1) à travers la membrane cellulaire et (2) du réticulum sarcoplasmique</i>	102
<i>Vitesse de conduction dans les fibres nerveuses</i>	69	PARTIE III	
<i>Excitation – processus faisant naître le potentiel d'action</i>	69	Le cœur	
<i>La « période réfractaire » durant laquelle un nouveau stimulus ne peut être obtenu</i>	70	CHAPITRE 9	
<i>Inhibition de l'excitabilité – « stabilisateurs » et anesthésiques locaux</i>	70	Muscle cardiaque : la pompe cardiaque	106
<i>Enregistrement des potentiels de membrane et des potentiels d'action</i>	70	<i>Physiologie du muscle cardiaque</i>	106
CHAPITRE 6		<i>Anatomie du muscle cardiaque</i>	106
Contraction du muscle squelettique	73	<i>Potentiels d'action cardiaque</i>	107
<i>Anatomie physiologique du muscle squelettique</i>	73	<i>Le cycle cardiaque</i>	109
<i>La fibre du muscle squelettique</i>	73	<i>Diastole et systole</i>	109
<i>Mécanisme général de la contraction musculaire</i>	75	<i>Electrocardiogramme et cycle cardiaque</i>	109
<i>Mécanisme moléculaire de la contraction musculaire</i>	76	<i>Les oreillettes comme pompes d'amorçage</i>	110
<i>Caractéristiques moléculaires des filaments contractiles</i>	77	<i>Les ventricules comme pompes</i>	110
<i>Influence du chevauchement des filaments d'actine et de myosine sur la force développée par un muscle contracté</i>	79	<i>Les valves</i>	111
<i>Relation entre la vitesse de contraction et la charge</i>	80	<i>La courbe de pression aortique</i>	112
<i>Aspects énergétiques de la contraction musculaire</i>	80	<i>Signification des bruits du cœur</i>	112
<i>Travail produit pendant la contraction musculaire</i>	80	<i>Travail du cœur</i>	112
<i>Sources d'énergie de la contraction musculaire</i>	80	<i>Energie chimique nécessaire à la contraction du cœur : utilisation d'oxygène par le cœur</i>	114
<i>Caractéristiques de la contraction du muscle entier</i>	81	<i>Régulation de la contraction cardiaque</i>	114
<i>Mécanique de la contraction du muscle squelettique</i>	82	<i>Régulation intrinsèque ou mécanisme de Frank-Starling</i>	114
<i>Remaniement du muscle pour l'adaptation à sa fonction</i>	84	<i>Effet des ions potassium et calcium sur la fonction cardiaque</i>	116
<i>Rigidité cadavérique</i>	85	<i>Température et cœur</i>	116
CHAPITRE 7		CHAPITRE 10	
Excitation du muscle squelettique :		Activation rythmique du cœur	118
A. Transmission neuromusculaire et		<i>Le tissu spécialisé d'excitation et de conduction du cœur</i>	118
B. Couplage excitation-contraction	87	<i>Le nœud sinusal (sino-atrial)</i>	118
<i>Transmission des impulsions nerveuses vers les fibres musculaires squelettiques : la jonction neuromusculaire</i>	87		

- Tissu de conduction spécifique internodal et transmission de l'influx aux oreillettes* 120
- Le nœud auriculo-ventriculaire et le ralentissement de la transmission des impulsions des oreillettes aux ventricules* 120
- Transmission rapide de l'influx au système de Purkinje des ventricules* 121
- Transmission de l'influx cardiaque au muscle ventriculaire* 122
- Résumé de la diffusion de l'influx cardiaque à travers le cœur* 122
- Contrôle de l'excitation et de la conduction des tissus cardiaques 122
- Le nœud sinusal : « pacemaker » physiologique du cœur* 122
- Rôle du système His-Purkinje dans la synchronisation de la contraction ventriculaire* 123
- Modulations neurogènes sympathique et parasympathique de l'automatisme et de la conduction cardiaque* 123

CHAPITRE 11

Electrocardiogramme normal 125

- Caractéristiques de l'électrocardiogramme normal 125
 - Ondes de dépolarisation et ondes de repolarisation* 125
 - Relation entre les ondes P et QRS de l'électrocardiogramme et la contraction des oreillettes et des ventricules* 126
 - Voltage et durée du tracé électrocardiographique* 126
- Méthodes d'enregistrement de l'électrocardiogramme 127
 - Enregistreur au stylet* 127
- Emission d'un courant électrique autour du cœur pendant le cycle cardiaque 127
 - Enregistrement des potentiels électriques d'une masse partiellement dépolarisée de muscle cardiaque syncytial* 127
 - Détection du courant électrique produit par le cœur à thorax fermé* 128
- Dérivations électrocardiographiques 128
 - Les trois dérivations bipolaires des membres* 128
 - Dérivations précordiales* 130
 - Dérivations unipolaires des membres* 130

CHAPITRE 12

Interprétation des anomalies électrocardiographiques au cours des anomalies du muscle cardiaque et du débit sanguin coronaire : analyse vectorielle 131

- Principes de l'analyse vectorielle électrocardiographique 131
 - Utilisation des vecteurs pour représenter les potentiels électriques* 131
 - Détermination de la direction d'un vecteur en termes de degrés d'angle* 131
 - Axes de chacune des dérivations bipolaires ou pour chaque dérivation unipolaire des membres* 131
 - Analyse vectorielle des potentiels enregistrés au niveau de ces différentes dérivations* 132
- Analyse vectorielle appliquée à l'électrocardiogramme normal 133
 - Vecteurs survenant à des intervalles successifs pendant la dépolarisation ventriculaire – le complexe QRS* 133

- L'électrocardiogramme au cours de la repolarisation ventriculaire – l'onde T* 134
- Dépolarisation auriculaire – l'onde P* 135
- Le vectocardiogramme* 136
- Signification de l'axe électrique moyen du complexe QRS 136
 - Détermination de l'axe électrique du cœur à partir des dérivations électrocardiographiques standards* 136
 - Anomalies ventriculaires responsables de déviations axiales* 137
- Etiologies des variations anormales de l'amplitude du complexe QRS 139
 - Amplitude accrue du complexe QRS dans les dérivations bipolaires des membres* 139
 - Amplitude diminuée du complexe QRS – microvoltage électrocardiographique* 139
- Allongement et anomalies de la morphologie du complexe QRS 139
 - Allongement du complexe QRS dû à une hypertrophie ou une dilatation des cavités cardiaques* 139
 - Allongement du complexe QRS par blocs distaux des fibres de Purkinje* 140
 - Causes des anomalies morphologiques des complexes QRS* 140
- Courant de lésion 140
 - Répercussion du courant de lésion sur la morphologie du complexe QRS* 140
 - Le point J – potentiel zéro de référence pour l'analyse du courant de lésion* 141
 - Ischémie coronaire et courant de lésion* 142
- Anomalies de l'onde T 143
 - Conséquence sur l'onde T d'un ralentissement de la conduction de l'onde de dépolarisation* 144
 - Anomalies de l'onde T due à la dépolarisation anormalement lente de certaines zones du myocarde ventriculaire* 144

CHAPITRE 13

Troubles du rythme cardiaque et leur interprétation électrocardiographique 146

- Rythmes sinusaux anormaux 146
 - Tachycardie sinusale* 146
 - Bradycardie sinusale* 146
 - Arythmie sinusale* 146
- Arythmies par troubles de conduction 147
 - Bloc sino-auriculaire* 147
 - Bloc auriculo-ventriculaire* 147
 - Bloc intraventriculaire incomplet – alternance électrique* 148
- Extrasystoles 149
 - Extrasystoles auriculaires* 149
 - Extrasystoles nodales ou hissiennes* 149
 - Extrasystoles ventriculaires* 149
- Tachycardies paroxystiques 150
 - Tachycardies paroxystiques auriculaires* 150
 - Tachycardies paroxystiques ventriculaires* 151
- Fibrillation ventriculaire 151
 - Le phénomène de réentrée et les « mouvements circulaires » à l'origine de la fibrillation ventriculaire* 151
- Fibrillation auriculaire 153
 - Flutter auriculaire* 154
- Pause cardiaque (asystolie) 155

PARTIE IV

La circulation

CHAPITRE 14

Vue d'ensemble de la circulation et lois physiques :
pression, débit et résistance 158

Caractéristiques physiques de la circulation 158

Principes fondamentaux de la fonction circulatoire 160

Relations entre pression, débit, et résistance 160

Le débit sanguin 161

La pression sanguine 162

Résistance au débit sanguin 163

Effets de la pression sur la résistance vasculaire et le débit sanguin tissulaire 165

CHAPITRE 15

Distensibilité vasculaire et fonctions des systèmes
artériel et veineux 167

Distensibilité vasculaire 167

Compliance vasculaire (ou capacitance) 167

Courbes volume-pression des circulations artérielle et veineuse 167

Compliance retardée (relaxation de contrainte) des vaisseaux 168

Pulsations de la pression artérielle 169

Transmission des pulsations de pression aux artères périphériques 170

Méthodes cliniques de mesure des pressions systolique et diastolique 171

Les veines et leurs fonctions 172

Pressions veineuses – pression de l'oreillette droite (pression veineuse centrale) et pression veineuse périphérique 172

Fonction de réservoir de sang des veines 175

CHAPITRE 16

La microcirculation et le système lymphatique :
échanges de liquide capillaire, liquide interstitiel et
circulation lymphatique 178

Structure de la microcirculation et du système capillaire 178

Écoulement du sang dans les capillaires – vasomotricité 179

Fonction globale du système capillaire 180

Échanges de nutriments et autres substances entre sang et
liquide interstitiel 180

Diffusion à travers la paroi capillaire 180

L'interstitium et le liquide interstitiel 181

Les protéines du plasma et du liquide interstitiel ont un rôle
particulièrement important pour le contrôle du volume de
liquide qu'ils contiennent 182

Pression capillaire 182

Pression du liquide interstitiel 183

Pression colloïde osmotique du plasma 185

Pression colloïde osmotique du liquide interstitiel 185

Échange de liquide à travers la paroi capillaire 186

L'équilibre de Starling dans les échanges capillaires 186

Le système lymphatique 187

Canaux lymphatiques du corps 187

Formation de la lymphe 188

Débit lymphatique 189

Rôle du système lymphatique dans le contrôle de la concentration en protéines, du volume et de la pression du liquide interstitiel 190

CHAPITRE 17

Débit sanguin ; contrôle local par les tissus et
régulation humorale 193

Contrôle local du débit sanguin en réponse aux besoins des
tissus 193

Mécanismes de contrôle du débit sanguin 193

Contrôle à court terme du débit sanguin local 194

Régulation à long-terme du débit sanguin 198

Développement de la circulation collatérale – un exemple de régulation à long-terme du débit sanguin local 199

Régulation humorale de la circulation 199

Agents vasoconstricteurs 199

Agents vasodilatateurs 200

Effets des ions et d'autres facteurs chimiques sur le contrôle vasculaire 201

CHAPITRE 18

Régulation nerveuse de la circulation et contrôle
rapide de la pression artérielle 202

Régulation nerveuse de la circulation 202

Le système nerveux autonome 202

Rôle du système nerveux dans le contrôle à court terme de la
pression artérielle 206

Augmentation de la pression artérielle lors de l'exercice musculaire et d'autres types de situations stressantes 206

Mécanismes réflexes qui maintiennent la pression artérielle normale 206

Réponse du système nerveux central à l'ischémie – contrôle de la pression artérielle par le centre vasomoteur en réponse à la chute du débit sanguin cérébral 210

Caractères particuliers du contrôle nerveux de la pression
artérielle 211

Rôle des nerfs et des muscles squelettiques dans

l'augmentation du débit cardiaque et de la pression artérielle 211

Oscillations respiratoires de la pression artérielle 211

Oscillations « vasomotrices » de la pression artérielle – oscillation des systèmes réflexes de contrôle de la pression 212

CHAPITRE 19

Rôle prédominant des reins dans la régulation à
long terme de la pression artérielle et dans
l'hypertension : le système intégré de régulation
de la pression 214

Contrôle rénal des liquides de l'organisme et pression
artérielle 214

Importance quantitative de la diurèse de pression dans le contrôle de la pression artérielle 214

Hypertension (pression sanguine élevée) due à l'excès du volume de liquide extracellulaire 218

Le système rénine-angiotensine : son rôle dans le contrôle de
la pression et dans l'hypertension 221

Les composants du système rénine-angiotensine 221

Variétés d'hypertension dans lesquelles l'angiotensine est impliquée : hypertension due à la sécrétion de rénine par une tumeur ou à la perfusion d'angiotensine II 224

Autres types d'hypertension par combinaison de surcharge de volume et de vasoconstriction 225

« Hypertension essentielle » chez l'être humain 226
Résumé du système intégré et multifactoriel réglant la pression artérielle 227

CHAPITRE 20

Débit cardiaque, retour veineux et leur régulation 230

Valeur normale du débit cardiaque au repos et à l'exercice 230

Régulation du débit cardiaque par le retour veineux – rôle du mécanisme de Frank-Starling 230

La régulation du débit cardiaque correspond à l'intégration de toutes les régulations des débits sanguins locaux – la plupart des débits de sang locaux se règlent sur le métabolisme tissulaire 231

Il y a une limite à l'augmentation possible du débit cardiaque 232

Rôle du système nerveux dans le contrôle du débit cardiaque 233

Débit cardiaque anormalement haut ou bas 233

Haut débit cardiaque – la chute de la résistance périphérique totale en est la cause la plus fréquente 233
Bas débit cardiaque 234

Analyse plus quantitative de la régulation du débit cardiaque 235

Analyse quantitative des courbes de débit cardiaque 235

Courbes de retour veineux 236

Analyse du débit cardiaque et de la pression de l'oreille droite à l'aide des courbes de débit cardiaque et de retour veineux 239

Méthodes de mesure du débit cardiaque 241

Débit cardiaque pulsatile – sa mesure par un débitmètre électromagnétique ou ultrasonique 241

Mesure du débit cardiaque par la méthode de Fick appliquée à l'oxygène 241

Méthode de dilution d'un indicateur 242

CHAPITRE 21

Débit sanguin musculaire et débit cardiaque à l'effort ; circulation coronaire et cardiopathies ischémiques 244

Débit sanguin du muscle squelettique et sa régulation au cours de l'exercice 244

Débit sanguin musculaire 244

Régulation de la circulation musculaire 244

Adaptations circulatoires au cours de l'exercice 245

Circulation coronaire 247

Anatomie et physiologie de la circulation coronaire 247

Circulation coronaire normale 248

Régulation de la circulation coronaire 249

Caractéristiques du métabolisme myocardique 250

Cardiopathie ischémique 250

Causes de décès après une occlusion coronarienne aiguë 252

Différentes étapes de récupération après infarctus du myocarde 253

Fonction contractile du cœur au décours de l'infarctus du myocarde 254

Douleur coronarienne 254

Traitement chirurgical des lésions coronariennes et angioplastie 255

CHAPITRE 22

Insuffisance cardiaque 257

Hémodynamique de l'insuffisance cardiaque 257

Effets aigus d'une insuffisance cardiaque modérée 257

L'insuffisance cardiaque chronique 258

Séquence des événements suivant une insuffisance cardiaque aiguë – l'insuffisance cardiaque

« compensée » 259

Hémodynamique de l'insuffisance cardiaque sévère – la décompensation 260

Insuffisance cardiaque gauche unilatérale 261

Insuffisance cardiaque à bas débit – choc cardiogénique 261

Œdème dans l'insuffisance cardiaque 262

Réserve cardiaque 264

Appendice 265

Méthode graphique quantitative pour l'analyse de l'insuffisance cardiaque 265

CHAPITRE 23

Valves cardiaques, bruits du cœur ; situation hémodynamique dans les lésions des valves et les cardiopathies congénitales 269

Les bruits du cœur 269

Bruits cardiaques normaux 269

Lésions des valves (valvulopathies) 270

Anomalies hémodynamiques dans les lésions valvulaires 272

Rétrécissement aortique et insuffisance aortique 272

Rétrécissement mitral et insuffisance mitrale 273

Hémodynamique au cours de l'exercice dans les valvulopathies 273

Cardiopathies congénitales 273

Persistance du canal artériel ou shunt gauche-droit 274

Tétralogie de Fallot (shunt droit-gauche) 275

Causes des cardiopathies congénitales 276

Circulation extracorporelle au cours de la chirurgie cardiaque 276

Hypertrophie cardiaque des valvulopathies et des cardiopathies congénitales 276

CHAPITRE 24

Le choc circulatoire et les bases physiologiques de son traitement 278

Causes physiologiques du choc 278

Bas débit cardiaque 278

Etat de choc sans diminution du débit cardiaque 278

Pression artérielle dans le choc circulatoire 278

La détérioration des tissus est le stade ultime du choc circulatoire, quelle qu'en soit la cause 278

Étapes du choc 278

Choc hypovolémique – choc hémorragique 279

Rapport entre le débit cardiaque et la pression artérielle avec l'importance de l'hémorragie 279

Choc hémorragique compensé et choc hémorragique d'aggravation progressive 280

Choc irréversible 283

Choc hypovolémique par perte de plasma 284

Choc hypovolémique dû à un traumatisme 284

Choc neurogénique – augmentation de la capacité vasculaire 284

Choc anaphylactique 284

Choc septique 285

Bases physiologiques du traitement de l'état de choc 285

- Correction de l'hypovolémie 285
- Substances sympathomimétiques – parfois, mais pas toujours, utiles – dans le traitement du choc 286
- Autres moyens thérapeutiques 286
- Arrêt circulatoire 286
- Répercussion cérébrale d'un arrêt circulatoire 286

PARTIE V**Rein et compartiments liquidiens de l'organisme****CHAPITRE 25**

Compartiments liquidiens : liquides extracellulaire et intracellulaire ; liquide interstitiel et œdème 290

Les entrées et les sorties de liquide sont équilibrées à l'état stable 290

Entrées quotidiennes d'eau 290

Pertes quotidiennes d'eau 290

Compartiments liquidiens de l'organisme 291

Compartiment liquidien intracellulaire 291

Compartiment liquidien extracellulaire 292

Volume sanguin 292

Constituants des liquides intra- et extracellulaires 292

La composition ionique du plasma et du liquide interstitiel est la même 292

Constituants importants du liquide intracellulaire 293

Mesure du volume de liquide dans les différents compartiments liquidiens de l'organisme ; méthode de dilution indicateur 294

Mesure du volume des divers compartiments liquidiens de l'organisme 294.

Régulation des compartiments liquidiens et équilibre osmotique entre les liquides intra- et extracellulaire 295

Principe de base de l'osmose et pression osmotique 295

Il y a équilibre osmotique entre les liquides intracellulaire et extracellulaire 297

Volume et osmolarité intracellulaire et extracellulaire dans des situations anormales 298

Effet de l'addition de solution saline au liquide extracellulaire 298

Administration à visée nutritive de solutions de glucose ou d'autres substances 300

Anomalies cliniques de l'équilibre hydrique : hyponatrémie et hypernatrémie 300

Causes d'hyponatrémie : excès d'eau ou perte de sodium 300

Causes d'hypernatrémie : perte d'eau ou excès de sodium 300

Œdème : excès de liquide dans les tissus 300

Œdème intracellulaire 300

Œdème extracellulaire 301

Principales causes d'œdème extracellulaire 301

Facteurs de sécurité s'opposant à l'œdème 302

Liquide dans des « espaces potentiels » de l'organisme 304

CHAPITRE 26

Formation de l'urine dans les reins : I. Filtration glomérulaire, débit sanguin rénal et leur contrôle 305

Fonctions homéostatiques multiples des reins 305

Anatomie fonctionnelle des reins 306

Organisation générale des reins et des voies urinaires 306

Irrigation sanguine des reins 306

Le néphron est l'unité fonctionnelle du rein 307

La formation de l'urine repose sur la filtration glomérulaire, la réabsorption tubulaire et la sécrétion tubulaire 308

Filtration, réabsorption et sécrétion de différentes substances 309

Filtration glomérulaire – première étape de la formation de l'urine 310

Composition du filtrat glomérulaire 310

Le DFG est environ 20 pour cent du débit plasmatique rénal 310

Membrane du capillaire glomérulaire 310

Déterminants du débit de filtration glomérulaire 312

Le DFG augmente si le coefficient de filtration glomérulaire K_f augmente 312

L'augmentation de la pression hydrostatique dans la capsule de Bowman fait baisser le DFG 313

L'augmentation de la pression colloïde osmotique dans le capillaire fait baisser le DFG 313

L'augmentation de la pression hydrostatique dans les capillaires glomérulaires fait monter le DFG 313

Débit sanguin rénal 314

Facteurs déterminant le débit sanguin rénal 315

Le débit dans les vasa recta médullaires est très petit par rapport au débit sanguin du cortex 315

Contrôle physiologique de la filtration glomérulaire et du débit sanguin rénal 315

La stimulation sympathique fait baisser le DFG 315

Contrôle hormonal et autacoïde de la circulation rénale 315

Autorégulation du débit sanguin rénal et du DFG 316

Importance de l'autorégulation du DFG pour prévenir de grands changements de l'excrétion rénale 317

Rétroaction tubulo-glomérulaire et autorégulation du DFG 317

Autorégulation myogénique du DFG et du débit sanguin rénal 318

Autres facteurs influençant le débit sanguin rénal et le DFG : apport important de protéines et concentration haute du glucose dans le sang 319

CHAPITRE 27

Formation de l'urine dans les reins : II. Effets du tubule sur le filtrat glomérulaire 321

Réabsorption et sécrétion par le tubule rénal 321

La réabsorption tubulaire est sélective et porte sur des quantités importantes 321

Les mécanismes de la réabsorption tubulaire sont passifs ou actifs 321

Transport actif 322

La réabsorption passive d'eau par osmose est surtout liée à la réabsorption de sodium 325

Réabsorption du chlore, de l'urée et d'autres substances dissoutes par diffusion passive 326

Réabsorption et sécrétion dans les différentes régions du tubule 326

Réabsorption dans le tubule proximal 326

Transport d'eau et de substances dissoutes dans l'anse de Henle 328

Tubule distal 329

Partie terminale du tube distal et tubule collecteur cortical 329

Tube collecteur médullaire 330
Résumé : concentration de différentes substances dissoutes dans les différents segments du tubule 330
 Régulation de la réabsorption tubulaire 331
Équilibre tubulo-glomérulaire : augmentation de la réabsorption tubulaire en cas d'augmentation de la filtration 331
Forces physiques à l'œuvre dans les capillaires péri-tubulaires et dans l'interstitium rénal 331
Effets de la pression artérielle sur le débit urinaire : pression et natriurèse ; pression et diurèse 334
Facteurs hormonaux influençant la réabsorption tubulaire 334
La stimulation du système nerveux sympathique augmente la réabsorption de sodium 335
 Emploi des clairances pour quantifier la fonction des reins 335
La clairance de l'inuline sert à estimer le DFG 336
La clairance du PAH sert à mesurer le débit plasmatique rénal 337
La fraction de filtration est égale au DFG divisé par le DPR 337
Utilisation des clairances rénales pour estimer la réabsorption ou la sécrétion tubulaires 338

CHAPITRE 28

Régulation de l'osmolarité et de la concentration du sodium du liquide extracellulaire 339

Le rein élimine l'eau en excès grâce à la production d'urine diluée 339

L'hormone antidiurétique contrôle la concentration de l'urine 339

Mécanismes rénaux de l'excrétion d'urine diluée 339

Le rein conserve l'eau grâce à l'excrétion d'urine concentrée 341

Volume minimal obligatoire d'urine 341

Conditions nécessaires à l'excrétion d'urine concentrée : forte concentration d'ADH et hyperosmolarité de la médullaire rénale 341

Le contre-courant est responsable de l'hyperosmolarité de la médullaire rénale 341

Rôle du tubule distal et du tube collecteur dans l'excrétion d'urine concentrée 343

L'urée participe à l'hyperosmolarité de l'interstitium de la médullaire rénale et à la formation d'urine concentrée 344

L'échange à contre-courant dans les vasa recta conserve l'hyperosmolarité de la médullaire rénale 345

Résumé des mécanismes de concentration de l'urine et modification de l'osmolarité dans les différents segments du tubule 346

Quantification de la concentration et de la dilution de l'urine ; clairance de « l'eau libre » et clairance osmolaire 347

Anomalies de la concentration de l'urine 348

Régulation de l'osmolarité et de la concentration du sodium du liquide extracellulaire 348

Estimation de l'osmolarité du plasma à partir de la concentration du sodium 348

Osmorécepteurs et ADH ; une rétroaction 349

Synthèse de l'ADH dans les noyaux supraoptiques et paraventriculaires et libération d'ADH par l'hypophyse postérieure 349

Stimulation réflexe de la sécrétion d'ADH par la baisse de la pression artérielle ou du volume sanguin 350

Importance quantitative des réflexes cardiovasculaires et de l'osmolarité pour la stimulation de la sécrétion d'ADH 351

Autres stimulus de la sécrétion d'ADH 351

Rôle de la soif dans la régulation de la concentration du sodium et de l'osmolarité 351

Centres nerveux de la soif 351

Stimulus de la soif 352

Seuil du stimulus osmolaire de la soif 352

Intégration des réponses du système des osmorécepteurs et de l'ADH et du mécanisme de la soif pour la régulation de la concentration du sodium et de l'osmolarité du liquide extracellulaire 352

Rôle de l'angiotensine II et de l'aldostérone dans la régulation de l'osmolarité et de la concentration du sodium dans le liquide extracellulaire 353

Appétence pour le sel et régulation de la concentration de sodium et du volume du liquide extracellulaire 354

CHAPITRE 29

Mécanismes rénaux contrôlant le volume sanguin et le volume du liquide extracellulaire et régulant les ions potassium, calcium, phosphate et magnésium 355

Mécanismes de contrôle de l'excrétion d'eau et de sodium 355

L'excrétion et la prise de sodium sont ajustées avec précision l'une à l'autre quand la situation est stable 355

L'excrétion du sodium est sous le contrôle de la filtration glomérulaire et de la réabsorption tubulaire du sodium 355

Importance de la natriurèse et de la diurèse dans le maintien de l'équilibre hydrosodique 356

Natriurèse et diurèse dues à la pression sanguine ; rôle dans le bilan de l'eau et du sodium 356

Précision de la régulation du volume sanguin et du volume du liquide extracellulaire 357

Répartition du liquide extracellulaire entre le système vasculaire et les espaces interstitiels 358

Facteurs nerveux et hormonaux augmentant l'efficacité de la régulation par rétroaction du volume des liquides de l'organisme 358

Contrôle de l'excrétion rénale par le système nerveux sympathique ; baroréflexe et réflexe des récepteurs à l'étirement du secteur à basse pression de la circulation 359

Effet de l'angiotensine II sur l'excrétion rénale 359

Effet de l'aldostérone sur l'excrétion rénale 360

Effet de l'ADH sur l'excrétion de l'eau 360

Effet du peptide natriurétique auriculaire sur l'excrétion rénale 361

Réponses intégrées aux variations de la prise alimentaire de sodium 361

Situations responsables de fortes augmentations du volume du liquide extracellulaire et du volume sanguin 361

Augmentation du volume sanguin et du volume du liquide extracellulaire causée par une maladie cardiaque 362

Augmentation du volume sanguin en cas de capacité accrue du système circulatoire 362

- Situations dans lesquelles le volume de liquide extracellulaire est augmenté alors que le volume sanguin est normal 362
- Syndrome néphrotique – perte de protéines plasmatiques dans l'urine et rétention de sodium par les reins* 362
- Cirrhose hépatique – réduction de la synthèse de protéines par le foie et rétention de sodium par les reins* 362
- Excrétion de potassium dans l'urine et régulation de la concentration du potassium dans le liquide extracellulaire 363
- Facteurs dont dépend la répartition du potassium dans l'organisme* 363
- Vue d'ensemble de l'excrétion du potassium* 364
- Sécrétion de potassium par les cellules principales de la partie terminale du tubule distal et du tubule collecteur cortical* 364
- Vue d'ensemble des facteurs contrôlant la sécrétion de potassium : concentration plasmatique du potassium, aldostérone, écoulement du liquide tubulaire et ion hydrogène du liquide extracellulaire* 366
- Excrétion rénale du calcium et régulation de la concentration extracellulaire de l'ion calcium 368
- Excrétion du calcium par les reins* 369
- Excrétion rénale du phosphate 370
- Excrétion rénale et concentration extracellulaire du magnésium 370
- CHAPITRE 30**
- Régulation de l'équilibre acido-basique** 372
- La concentration de l'ion hydrogène est réglée avec précision 372
- Acides et bases – définition et importance 372
- Défenses contre les variations de la concentration de l'ion hydrogène : systèmes tampon, poumons et reins 373
- Tamponnement des ions hydrogène dans les milieux liquides de l'organisme 373
- Système du tampon bicarbonate 374
- Dynamique quantitative du système tampon bicarbonate* 374
- Système tampon du phosphate 376
- Les protéines : tampons intracellulaires importants 376
- Principe d'isohydrie : tous les tampons d'une même solution sont en équilibre avec la même concentration de l'ion hydrogène 377
- Régulation de l'équilibre acido-basique par la respiration 377
- L'élimination du CO₂ expiré compense sa production par le métabolisme* 377
- L'augmentation de la ventilation alvéolaire cause la baisse de la concentration extracellulaire de l'ion hydrogène et la montée du pH* 377
- L'augmentation de la concentration de l'ion hydrogène stimule la ventilation alvéolaire* 377
- Régulation de l'équilibre acido-basique par les reins 378
- Sécrétion d'ions hydrogène et réabsorption d'ions bicarbonate par le tubule rénal 379
- Il y a transport secondaire actif d'ions hydrogène dans les régions proximales du tubule* 380
- Les ions bicarbonate filtrés interagissent avec les ions hydrogène dans le tubule et sont réabsorbés* 380
- Sécrétion par transport actif d'ions d'hydrogène par les cellules intercalaires du tubule distal et du tubule collecteur* 381
- La combinaison des ions hydrogène en excès avec les tampons phosphate et ammoniacque dans le tubule – un mécanisme de formation d'ion bicarbonate 381
- Le tampon phosphate fixe des ions hydrogène en excès et donne naissance à du bicarbonate néoformé* 382
- Excrétion des ions hydrogène et production de bicarbonate néoformé par le système tampon de l'ammoniacque* 382
- Quantification de l'excrétion rénale d'acide et de base 383
- Facteur dont dépend la sécrétion d'ions hydrogène par le tubule rénal* 384
- Correction rénale de l'acidose - excrétion accrue d'ions hydrogène et gain de bicarbonate par le liquide extracellulaire 384
- Il y a diminution du rapport HCO₃⁻/H⁺ dans le liquide tubulaire en cas d'acidose* 384
- Correction rénale de l'alcalose – diminution de la sécrétion tubulaire d'ions hydrogène et augmentation de l'excrétion d'ions bicarbonate 385
- Le rapport HCO₃⁻/H⁺ augmente dans le liquide tubulaire au cours de l'alcalose* 385
- Causes des désordres acido-basiques en pratique clinique 385
- L'acidose respiratoire est due à la diminution de la ventilation et à l'augmentation de la Pco₂ qui en résulte* 385
- L'alcalose respiratoire est due à l'augmentation de la ventilation et à la diminution de la Pco₂ qui en résulte* 386
- Le phénomène primaire de l'acidose métabolique est la baisse de la concentration extracellulaire du bicarbonate* 386
- Le phénomène primaire de l'alcalose métabolique est l'augmentation de la concentration extracellulaire de bicarbonate* 386
- Traitement de l'acidose et de l'alcalose 387
- Mesure et analyse en clinique des anomalies de l'équilibre acido-basique 387
- Désordres acido-basiques mixtes et utilisation d'un nomogramme* 388
- Utilisation du trou anionique pour le diagnostic d'un désordre acido-basique* 388
- CHAPITRE 31**
- Miction, diurétiques et maladies rénales** 390
- Miction 390
- Anatomie fonctionnelle et connexions nerveuses de la vessie 390
- Innervation de la vessie* 390
- Transport de l'urine par l'urètre des reins à la vessie 390
- Remplissage et tonus pariétal de la vessie ; cystomanométrie 391
- Réflexe de miction 392
- Facilitation ou inhibition cérébrale de la miction* 392
- Anomalies de la miction 392
- Diurétiques et leurs modes d'action 393
- La diurèse osmotique est due à la réduction de la réabsorption d'eau due à l'augmentation de la pression osmotique du liquide tubulaire* 394
- Les diurétiques de l'anse diminuent la réabsorption active de sodium, chlore et potassium par le segment large de la branche ascendante de l'anse de Henle* 394

- Les thiazides inhibent la réabsorption du sodium et du chlore par la partie initiale du tubule proximal* 394
- Les inhibiteurs de l'anhydrase carbonique bloquent la réabsorption sodium-bicarbonate dans le tubule proximal* 394
- Les antagonistes de l'aldostérone réduisent la réabsorption de sodium et la sécrétion de potassium dans le tubule collecteur cortical* 394
- Les diurétiques qui bloquent les canaux sodium des tubules collecteurs réduisent la réabsorption de sodium* 394
- Maladies du rein 395
- Insuffisance rénale aiguë 395
- Insuffisance rénale aiguë prérénale par réduction du débit sanguin rénal* 395
- Insuffisance rénale aiguë par des lésions du rein lui-même* 395
- Insuffisance rénale aiguë post-rénale due à des anomalies des voies urinaires* 396
- Conséquences fonctionnelles de l'insuffisance rénale aiguë* 396
- Insuffisance rénale chronique : diminution irréversible du nombre de néphrons fonctionnels 397
- L'insuffisance rénale chronique réalise un cercle vicieux qui mène à la maladie rénale terminale* 397
- Insuffisance rénale chronique d'origine vasculaire* 398
- Insuffisance rénale chronique due à l'atteinte des glomérules – glomérulonéphrite* 398
- Insuffisance rénale chronique par lésion de l'interstitium rénal – pyélonéphrite* 399
- Syndrome néphrotique – perte urinaire de protéines due à la perméabilité accrue des glomérules* 399
- Anomalies fonctionnelles des néphrons dans l'insuffisance rénale chronique* 399
- Conséquences de l'insuffisance rénale sur les milieux liquides de l'organisme – urémie* 401
- Hypertension artérielle des maladies rénales* 402
- Maladies des tubules 403
- Traitement de l'insuffisance rénale ; dialyse par le rein artificiel 403

PARTIE VI

Cellules sanguines, immunité et coagulation sanguine

CHAPITRE 32

- Globules rouges, anémie et polyglobulie 408
- Les globules rouges (hématies ou érythrocytes) 408
- Production des globules rouges* 408
- Formation de l'hémoglobine* 412
- Métabolisme du fer* 413
- Destruction des hématies 414
- Les anémies 415
- Conséquences de l'anémie sur l'appareil circulatoire 416
- Polyglobulie 416
- Effets de la polyglobulie sur le système circulatoire* 416

CHAPITRE 33

- Défenses anti-infectieuses : I. Leucocytes, granulocytes, système monocyte-macrophage et inflammation 418
- Les leucocytes (globules blancs) 418

- Caractéristiques générales des leucocytes* 418
- Genèse des globules blancs* 418
- Durée de vie des leucocytes* 419
- Propriétés défensives des neutrophiles et des macrophages 420
- Phagocytose* 420
- Le système monocyte-macrophage (système réticulo-endothélial) 421
- Inflammation, rôle des neutrophiles et des macrophages 423
- La réponse inflammatoire* 423
- Réponses des macrophages et des neutrophiles au cours de l'inflammation* 423
- Les éosinophiles 425
- Les basophiles 425
- Leucopénie 425
- Les leucémies 426
- Conséquences des leucémies sur l'organisme* 426

CHAPITRE 34

Défenses anti-infectieuses : II. Immunité et allergie 428

- Immunité innée 428
- Immunité acquise 428
- Les deux types fondamentaux d'immunité acquise* 428
- Les deux mécanismes d'immunité acquise sont initiés par des antigènes* 429
- Les lymphocytes sont les pivots de l'immunité acquise* 429
- Préparation des lymphocytes T et B* 429
- Les lymphocytes T et les anticorps produits par les lymphocytes B reconnaissent de manière très spécifique les antigènes – rôle des clones lymphocytaires* 430
- Origine de nombreux clones lymphocytaires* 431
- Spécificités du système lymphocytaire B – immunité humorale et anticorps* 431
- Caractéristiques du système lymphocytaire T – lymphocytes T activés et immunité cellulaire* 434
- Les différents types de lymphocytes T et leurs fonctions* 435
- Tolérance du système immunitaire vis-à-vis des tissus du soi – rôle de la préparation dans le thymus et dans la moelle osseuse* 436
- Vaccination* 437
- Immunité passive* 437
- L'allergie et la réaction d'hypersensibilité 437
- L'allergie médiée par les lymphocytes T activés : réaction d'hypersensibilité retardée* 437
- Les allergies des sujets allergiques sont liées à un excès d'anticorps IgE* 438

CHAPITRE 35

- Groupes sanguins ; transfusion ; transplantation de tissus et d'organes 440
- Antigénicité et réactions immunitaires sanguines 440
- Groupes sanguins A-B-O 440
- Les antigènes A et B – antigènes agglutinants* 440
- Les agglutinines* 441
- Mécanisme de l'hémagglutination au cours des accidents transfusionnels* 441
- Détermination du groupe sanguin* 441
- Groupes rhésus 442
- La réponse immunitaire rhésus* 442

Accidents transfusionnels par incompatibilité de groupe sanguin 443

Transplantation de tissus et d'organes 443

Moyens visant à limiter la réaction immunitaire dans les tissus transplantés 444

CHAPITRE 36

Hémostase et coagulation sanguine 446

Mécanismes de l'hémostase 446

Contraction vasculaire 446

Formation du clou plaquettaire 446

Coagulation du sang dans les vaisseaux rompus 447

Organisation fibreuse ou résorption du caillot 448

Mécanismes de la coagulation 448

Transformation de la prothrombine en thrombine 448

Transformation du fibrinogène en fibrine – formation du caillot 449

Le cercle vicieux de la formation du caillot 449

Déclenchement de la coagulation : formation du complexe activateur de la prothrombine 450

Inhibition de la coagulation dans les vaisseaux normaux – anticoagulants intravasculaires 452

Lyse des caillots – plasmine 453

Circonstances de survenue des saignements excessifs chez l'homme 453

Le déficit en vitamine K diminue la prothrombine et les facteurs VII, IX et X 453

Hémophilie 453

Thrombocytopénie ou thrombopénie 454

Situations thromboemboliques 454

Thrombose veineuse fémorale et embolie pulmonaire massive 455

Coagulation intravasculaire disséminée 455

Anticoagulants en pratique clinique 455

L'héparine, anticoagulant intraveineux 455

Dérivés coumariniques 455

Prévention de la coagulation des prélèvements sanguins 455

Mesure de la coagulation sanguine 456

Temps de saignement 456

Temps de coagulation 456

Temps de prothrombine 456

PARTIE VII

La respiration

CHAPITRE 37

La ventilation pulmonaire 460

Mécanisme ventilatoire 460

Les muscles respiratoires qui modifient les volumes pulmonaires 460

Les entrées et sorties d'air des poumons et les pressions responsables de la ventilation 460

Effet de la cage thoracique sur l'augmentation du volume pulmonaire 463

« Travail » respiratoire 463

Les volumes et les capacités pulmonaires 464

Mesure des variations de volumes pulmonaires – spirométrie 464

Abréviations et symboles utilisés en exploration fonctionnelle 466

Mesure de la capacité résiduelle fonctionnelle, du volume

résiduel et de la capacité pulmonaire totale – méthode de dilution à l'hélium 466

La ventilation minute est égale au produit de la fréquence respiratoire par le volume courant 466

Ventilation alvéolaire 467

L'espace mort et son effet sur la ventilation alvéolaire 467

Évaluation de la ventilation alvéolaire 468

Rôle des voies respiratoires 468

Trachée, bronches et bronchioles 468

Fonctions respiratoires du nez 469

Fonction vocale 470

CHAPITRE 38

La circulation pulmonaire, l'œdème pulmonaire et le liquide pleural 472

Anatomie fonctionnelle de la circulation pulmonaire 472

Pressions dans le système pulmonaire 472

Volume sanguin pulmonaire 473

Débit sanguin pulmonaire et sa distribution 473

Effet des gradients de pression hydrostatique sur le débit sanguin régional 474

Zones 1, 2 et 3 de débit sanguin pulmonaire 474

Effet de l'augmentation du débit cardiaque sur la circulation pulmonaire pendant l'exercice intense 475

Effet de l'augmentation de la pression auriculaire gauche par insuffisance cardiaque gauche sur la circulation pulmonaire 475

Hémodynamique de la circulation capillaire pulmonaire 476

Échanges liquidiens dans les poumons et circulation du liquide interstitiel pulmonaire 476

Œdème pulmonaire 477

Les liquides dans la cavité pleurale 478

CHAPITRE 39

Bases physiques des échanges gazeux : diffusion de l'oxygène et du gaz carbonique 479

Mécanismes physiques de la diffusion et des pressions partielles des gaz 479

Bases moléculaires de la diffusion 479

Pressions des gaz dans un mélange gazeux – pression « partielle » d'un gaz donné 479

Pression des gaz dans l'eau et les tissus 479

La pression de vapeur d'eau 480

Diffusion des gaz – différence de pression nécessaire à la diffusion 480

Diffusion des gaz dans les tissus 481

Composition du gaz alvéolaire – sa relation avec l'air atmosphérique 481

Vitesse de renouvellement du gaz alvéolaire par le gaz atmosphérique 481

Concentration et pression partielle en oxygène dans les alvéoles 482

Concentration et pression partielle en CO₂ dans les alvéoles 482

Gaz expiré 483

Diffusion alvéolo-capillaire des gaz 483

Facteurs contrôlant la capacité de diffusion alvéolo-capillaire 484

Capacité de diffusion de la membrane alvéolo-capillaire 485

Effet des rapports ventilation-perfusion sur la concentration des gaz alvéolaires 487
 Diagramme PO_2 - PCO_2 , V_A/Q 487
 Le concept de « court-circuit physiologique » (V_A/Q est inférieur à la normale) 488
 Le concept de « volume mort physiologique » (V_A/Q supérieur à la normale) 488
 Inégalités régionales de distribution du rapport ventilation-perfusion 488

CHAPITRE 40

Transport de l'oxygène et du gaz carbonique dans le sang et les liquides de l'organisme 490

Pressions d'oxygène et de gaz carbonique dans les poumons, le sang et les tissus 490
 Passage de l'oxygène dans le sang capillaire pulmonaire 490
 Transport de l'oxygène dans le sang artériel 491
 Diffusion de l'oxygène des capillaires vers les espaces interstitiels 491
 Diffusion de l'oxygène des capillaires vers les cellules 491
 Diffusion du gaz carbonique des cellules des tissus périphériques aux capillaires et des capillaires pulmonaires aux alvéoles 492

Transport de l'oxygène par le sang 492

La liaison réversible de l'oxygène à l'hémoglobine 493
 Rôle de l'hémoglobine dans la stabilisation de la PO_2 tissulaire 494

Facteurs causant un déplacement de la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine – leur importance dans le transport de l'oxygène 495

Consommation d'oxygène par les cellules 495
 Transport de l'oxygène à l'état dissous 496
 Combinaison de l'hémoglobine et du monoxyde de carbone – déplacement de l'oxygène 496

Transport du gaz carbonique par le sang 497

Formes chimiques de transport de gaz carbonique dans le sang 497

La courbe de dissociation du gaz carbonique 498
 La liaison de l'oxygène à l'hémoglobine favorise la libération du gaz carbonique et son transfert aux tissus – effet Haldane 498

Variation de l'acidité du sang pendant le transport du gaz carbonique 499

Le quotient respiratoire 499

CHAPITRE 41

Contrôle de la respiration 501

Les centres respiratoires 501

Le groupe dorsal des neurones respiratoires – son rôle dans le contrôle de l'inspiration et de la fréquence respiratoire 501

Le centre pneumotaxique limite la durée de l'inspiration et augmente la fréquence respiratoire 502

Le groupe ventral des neurones respiratoires est activé aussi bien dans l'inspiration que dans l'expiration 502

Existence probable du « centre apneustique » dans la partie inférieure de la protubérance 502

Limitation réflexe de l'inspiration par les influx pulmonaires : le réflexe de Hering-Breuer 502

Activité globale des centres respiratoires 503

Régulation chimique de la respiration 503

Action chimique directe du gaz carbonique et des ions hydrogène sur les centres respiratoires 503
 Les chémorécepteurs périphériques dans la mise en jeu des centres respiratoires – rôle de l'oxygène 505
 Effets combinés de la PCO_2 , du pH et de la PO_2 sur la ventilation alvéolaire 506
 Régulations respiratoires au cours de l'exercice 507
 Autres facteurs modifiant la respiration 508
 La respiration périodique 509

CHAPITRE 42

Insuffisance respiratoire – physiopathologie, diagnostic, oxygénothérapie 511

Techniques d'explorations fonctionnelles respiratoires 511
 Mesure des gaz du sang et du pH 511
 Mesure du débit expiratoire maximal 511
 Capacité vitale forcée et volume expiratoire forcé 513
 Physiopathologie de quelques maladies respiratoires 513
 Emphysème pulmonaire 513
 Pneumonie 515
 Atelectasie 515
 Asthme 516
 Tuberculose 516
 Hypoxie et oxygénothérapie 516
 Oxygénothérapie dans les différents types d'hypoxie 517
 Hypercapnie 517
 Cyanose 518
 Dyspnée 518
 Ventilation artificielle 518

PARTIE VIII**Physiologie aéronautique et physiologie de la plongée sous-marine****CHAPITRE 43**

Physiologie en haute altitude et physiologie aérospatiale 522

Effets des basses pressions barométriques sur le corps humain 522
 PO_2 alvéolaire à différentes altitudes 522
 Effets de respirer de l'oxygène pur sur la PO_2 alvéolaire à différentes altitudes 523
 Effets aigus de l'hypoxie 523
 Acclimatement aux basses PO_2 524
 Acclimatement naturel des êtres humains nés et vivant en haute altitude 525
 Aptitude à l'effort en haute altitude : effet de l'acclimatement 525
 Mal chronique des montagnes 525
 Mal aigu des montagnes et œdème pulmonaire d'altitude 526
 Effets physiologiques des accélérations en aviation et pendant les vols spatiaux 526
 Forces d'accélération centrifuges 526
 Effets des accélérations linéaires sur l'organisme 527
 Atmosphère artificielle des véhicules spatiaux 528
 Impesance dans l'espace 528

CHAPITRE 44

Physiologie de la plongée sous-marine et de la vie en atmosphère hyperbare 530

Effets des hautes pressions sur les gaz de l'organisme 530

Toxicité de l'oxygène sous hautes pressions	530
Décompression après exposition aux fortes pressions	532
Scaphandre autonome	534
Aspects particuliers propres aux véhicules sous-marins	535
Thérapeutique par l'oxygène hyperbare	535

PARTIE IX

Le système nerveux : A. Principes généraux et physiologie sensitive

CHAPITRE 45

Organisation du système nerveux ; fonctions de base des synapses et des neuromédiateurs	538
Schéma général du système nerveux	538
Le neurone du système nerveux central – unité fonctionnelle de base	538
Partie sensorielle du système nerveux – récepteurs sensoriels	538
Partie motrice – effecteurs	538
Traitement de l'information – fonction d'« intégration » du système nerveux	539
Stockage de l'information – mémoire	540
Principaux niveaux des fonctions du système nerveux central	540
Niveau de la moelle épinière	540
Cerveau inférieur ou étage sous-cortical	541
Cerveau supérieur ou cortex	541
Comparaison du système nerveux avec un ordinateur	541
Synapses du système nerveux central	541
Types de synapses – chimiques et électriques	542
Anatomie physiologique de la synapse	542
Substances chimiques agissant comme neurotransmetteurs au niveau synaptique	545
Événements électriques pendant l'excitation neuronale	547
Événements électriques lors de l'inhibition neuronale	550
Fonctions particulières des dendrites dans l'excitation des neurones	551
Relation entre l'état d'excitation du neurone et la fréquence de décharge	552
Quelques caractéristiques particulières de la transmission synaptique	552

CHAPITRE 46

Récepteurs sensoriels ; circuits neuronaux de traitement de l'information	555
Récepteurs sensoriels et les stimuli qu'ils détectent	555
Sensibilité différentielle des récepteurs	555
Conversion des stimuli sensoriels en impulsions nerveuses	556
Courants électriques locaux au niveau des terminaisons nerveuses – potentiels récepteurs	556
Adaptation des récepteurs	558
Les fibres nerveuses transmettrices de signaux et leur classification physiologique	559
Transmission de signaux d'intensité différente dans les voies nerveuses – sommations spatiale et temporelle	560
Transmission et traitement des signaux dans les groupements neuronaux	561
Transmission des signaux à travers les groupements neuronaux	561
Prolongation du signal après passage dans un groupement neuronal – « postdécharge »	563
Instabilité et stabilité des circuits neuronaux	565

Les circuits inhibiteurs, mécanismes de stabilisation du fonctionnement du système nerveux	566
Fatigue synaptique, moyen de stabilisation du système nerveux	566

CHAPITRE 47

Sensibilités somesthésiques : I. Organisation générale ; les sens tactiles et positionnels	568
Classification des sens somesthésiques	568
Détection et transmission des sensations tactiles	568
Détection des vibrations	570
Chatouillement et démangeaisons	570
Les voies sensorielles de transmission des signaux somatiques vers le système nerveux central	570
Le système des cordons postérieurs ou lemniscal	571
Le système extra-lemniscal	571
Transmission dans le système des cordons postérieurs ou lemniscal	571
Anatomie du système des cordons postérieurs ou lemniscal	571
Le cortex somesthésique	572
Aires associatives somesthésiques	574
Caractéristiques générales de la transmission et de l'analyse du signal dans le système des cordons postérieurs ou lemniscal	575
Interprétation de l'intensité du stimulus sensoriel	576
Appréciation de l'intensité du stimulus	577
Les sens positionnels (sensibilité proprioceptive)	577
Transmission des signaux sensoriels peu discriminatifs dans le système extra-lemniscal	578
Anatomie des voies antérolatérales (système extra-lemniscal)	578
Certains aspects particuliers de la fonction somesthésique	579
Fonction du thalamus dans la somesthésie	579
Contrôle cortical sensorio-sensitif – signaux « corticofuges »	580
Territoires somesthésiques segmentaires – les dermatomes	580

CHAPITRE 48

Sensibilités somesthésiques : II. Douleurs, céphalées et sensibilité thermique	581
Les types de douleur et leurs caractéristiques – douleur rapide et douleur lente	581
Les récepteurs de la douleur et leur stimulation	581
Vitesse d'apparition des lésions tissulaires comme facteur de stimulation de la douleur	582
Double transmission des signaux de la douleur dans le système nerveux central	582
Les deux voies nociceptives dans la moelle et le tronc cérébral – les faisceaux néospinothalamique et paléospinothalamique	583
Système de suppression de la douleur (« analgésie ») dans le cerveau et la moelle épinière	585
Le système opiacé cérébral endogène – les endorphines et les enképhalines	586
Inhibition de la transmission nociceptive par des signaux sensitifs tactiles	586
Traitement de la douleur par stimulation électrique	586
Douleur projetée (irradiée)	586
Douleurs viscérales	587
Origines des véritables douleurs viscérales	587

<i>Douleurs pariétales provoquées par des lésions viscérales</i>	587
<i>Localisation de la douleur viscérale – voies de transmission « viscérale » et « pariétales »</i>	588
Anomalies cliniques de la sensation douloureuse et de certaines autres sensations somesthésiques	589
<i>Hyperalgésie</i>	589
<i>Le syndrome thalamique</i>	589
<i>Herpes zoster (zona)</i>	589
<i>Tics douloureux</i>	589
<i>Le syndrome de Brown-Séquard</i>	589
Céphalées	590
<i>Céphalées d'origine intracrânienne</i>	590
<i>Variétés de céphalées extracrâniennes</i>	591
Sensibilités thermiques	591
<i>Récepteurs thermiques et leur excitation</i>	591
<i>Transmission des signaux thermiques dans le système nerveux</i>	592

PARTIE X

Le système nerveux : B. Les organes des sens

CHAPITRE 49

L'œil : I. Système optique de la vision	596
Principes physiques d'optique	596
<i>Réfraction de la lumière</i>	596
<i>Application aux lentilles des principes de réfraction</i>	596
<i>Distances focales d'une lentille</i>	598
<i>Formation d'une image par une lentille convexe</i>	598
<i>Mesure du pouvoir de réfraction d'une lentille – la dioptrie</i>	599
Système optique de l'œil	599
<i>L'œil en tant qu'appareil photo</i>	599
<i>Mécanisme d'accommodation</i>	600
<i>Diamètre pupillaire</i>	601
<i>Erreurs de réfraction</i>	602
<i>Acuité visuelle</i>	604
<i>Détermination de la distance d'un objet à l'œil – perception de la profondeur</i>	604
L'ophtalmoscope	605
Le système fluide de l'œil – le liquide intra-oculaire	606
<i>Formation de l'humeur aqueuse par le corps ciliaire</i>	606
<i>Ecoulement de l'humeur aqueuse de l'œil</i>	606
<i>Pression intra-oculaire</i>	606

CHAPITRE 50

L'œil : II. Fonctions réceptrices de la rétine	609
Anatomie et fonctions des éléments structurels de la rétine	609
Photochimie de la vision	611
<i>Cycle visuel rhodopsine-rétinal et excitation des bâtonnets</i>	611
<i>Régulation automatique de la sensibilité rétinienne – adaptation à la lumière et à l'obscurité</i>	614
Vision des couleurs	615
<i>Le mécanisme trichromique de la perception des couleurs</i>	615
<i>Cécité aux couleurs</i>	616
Fonction neurale de la rétine	616
<i>Circuits nerveux de la rétine</i>	616
<i>Cellules ganglionnaires</i>	620
<i>Excitation des cellules ganglionnaires</i>	621

CHAPITRE 51

L'œil : III. Neurophysiologie centrale de la vision	623
Les voies visuelles	623
<i>Fonction du noyau géniculé dorso-latéral</i>	623
Organisation et fonction du cortex visuel	624
<i>Structure stratifiée du cortex visuel primaire</i>	625
<i>Deux voies fondamentales pour l'analyse de l'information visuelle – voie rapide de « position » et de « mouvement » ; voie de précision des couleurs</i>	626
Modèles neuronaux de stimulation au cours de l'analyse de l'image visuelle	626
<i>Détection de la couleur</i>	627
<i>Effet de l'ablation du cortex visuel primaire</i>	627
Champs visuels ; campimétrie	627
Les mouvements oculaires et leur contrôle	628
<i>Mouvements de fixation des yeux</i>	629
<i>Fusion des images visuelles issues des deux yeux</i>	631
Contrôle autonome de l'accommodation et ouverture pupillaire	632
<i>Contrôle de l'accommodation (mise au point visuelle)</i>	632
<i>Contrôle de l'ouverture pupillaire</i>	633

CHAPITRE 52

L'audition	635
Membrane tympanique et chaîne des osselets	635
<i>Conduction du son du tympan à la cochlée</i>	635
<i>Transmission osseuse du son</i>	636
La cochlée	636
<i>Anatomie fonctionnelle de la cochlée</i>	636
<i>Transmission des ondes sonores dans la cochlée – l'onde en mouvement</i>	637
<i>Fonction de l'organe de Corti</i>	639
<i>Analyse de la fréquence des sons – organisation spatiale</i>	640
<i>Détermination de l'intensité du son</i>	640
Mécanismes centraux de l'audition	641
<i>Voies auditives</i>	641
<i>Rôle du cortex cérébral dans l'audition</i>	642
<i>Reconnaissance de la direction du son</i>	643
<i>Signaux centrifuges émis par le système nerveux central</i>	644
Anomalies de l'audition	644
<i>Types de surdité</i>	644

CHAPITRE 53

Les sens chimiosensibles : le goût et l'odorat	646
Le goût	646
<i>Sensation primaire du goût</i>	646
<i>Bourgeons du goût et leur rôle</i>	647
<i>Transmission du signal gustatif dans le système nerveux central</i>	648
<i>Préférences gustatives et contrôle des apports alimentaires</i>	649
L'odorat	649
<i>La muqueuse olfactive</i>	649
<i>Stimulation des cellules sensorielles olfactives</i>	650
<i>Transmission des signaux olfactifs dans le système nerveux central</i>	651

PARTIE XI

Le système nerveux : C. Neurophysiologie motrice et intégrée

CHAPITRE 54

Fonctions motrices de la moelle épinière ; réflexes médullaires 656

- Organisation médullaire et fonctions motrices* 656
- Les récepteurs sensitifs musculaires - fuseaux neuromusculaires et organes tendineux de Golgi - et leurs rôles dans le contrôle de l'activité musculaire 658
- Le fuseau neuromusculaire en tant que récepteur* 658
- Réflexe à l'étiement musculaire* 660
- Rôle du fuseau neuromusculaire dans l'activité motrice volontaire* 661
- Applications cliniques du réflexe myotatique* 662
- Le réflexe tendineux de Golgi* 662
- Rôle conjoint des fuseaux neuromusculaires et des organes tendineux de Golgi avec le contrôle moteur exercé par des régions supérieures du cerveau* 663
- Réflexe de flexion et réflexe de retrait 663
- Réflexe d'extension croisée 664
- Inhibition réciproque et innervation réciproque 665
- Réflexes de posture et de locomotion 665
- Réflexes médullaires posturaux et locomoteurs* 665
- Réflexe de grattage 666
- Réflexes spinaux responsables des contractures musculaires spasmodiques 667
- Réflexes médullaires végétatifs 667
- Transsection médullaire et choc spinal 667

CHAPITRE 55

Contrôle de l'activité motrice par le tronc cérébral et par le cortex 669

- Le cortex moteur et le faisceau corticospinal 669
- Le cortex moteur primaire* 669
- L'aire prémotrice* 669
- L'aire motrice supplémentaire* 670
- Quelques aires motrices spécialisées du cortex humain* 670
- Transmission de signaux du cortex moteur jusqu'aux muscles* 671
- Voies nerveuses aboutissant au cortex moteur (afférences)* 672
- Le noyau rouge – une autre voie d'acheminement de signaux corticaux vers la moelle épinière* 673
- Le système « extrapyramidal »* 673
- Stimulation des régions motrices de la moelle épinière par le cortex moteur primaire et par le noyau rouge* 673
- Rôle du tronc cérébral dans le contrôle de l'activité motrice 675
- Soutien du corps contre la pesanteur – rôles des noyaux réticulés et vestibulaires* 676
- Sensations vestibulaires et conservation de l'équilibre 677
- L'appareil vestibulaire* 677
- Fonctions utriculaire et sacculaire dans l'équilibre statique* 679
- Détection des rotations de la tête par les canaux semi-circulaires* 679
- Mécanisme vestibulaire de stabilisation des yeux* 680
- Autres éléments en relation avec l'équilibre* 680
- Rôle de noyaux du tronc cérébral dans le contrôle de mouvements inconscients, stéréotypés 681

CHAPITRE 56

Le cervelet, les noyaux gris centraux et le contrôle général de la motricité 683

- Le cervelet et ses fonctions motrices 683
- Anatomie fonctionnelle cérébelleuse* 683
- Circuit neural du cervelet* 684
- Fonction du cervelet dans le contrôle général de la motricité* 689
- Anomalies cérébelleuses en clinique* 692
- Les noyaux gris centraux – leurs fonctions motrices 692
- Rôle des noyaux gris dans l'exécution des schémas moteurs – le circuit du putamen* 694
- Rôle des noyaux gris dans le contrôle cognitif des séquences de schémas moteurs – le circuit du noyau caudé* 694
- Les noyaux gris peuvent modifier l'organisation temporelle des mouvements et graduer leur ampleur* 695
- Rôles de neurotransmetteurs spécifiques dans le système des noyaux gris* 696
- Syndromes cliniques liés aux lésions des noyaux gris* 696
- L'intégration de nombreuses parties de l'ensemble du système de contrôle de la motricité 697
- L'étage médullaire* 697
- L'étage du tronc cérébral* 697
- L'étage du cortex moteur* 698
- Qu'est ce qui nous pousse à agir ?* 698

CHAPITRE 57

Le cortex cérébral ; fonctions intellectuelles du cerveau, apprentissage et mémoire 700

- Anatomie physiologique du cortex cérébral 700
- Fonctions des aires corticales spécifiques 701
- Les aires associatives* 702
- Fonction interprétative globale des régions postéro-supérieures du lobe temporal – l'aire (interprétative générale) de Wernicke* 704
- Fonctions du cortex pariéto-occipito-temporal dans l'hémisphère non-dominant* 705
- Les fonctions intellectuelles supérieures de l'aire associative préfrontale* 706
- Rôle du cerveau dans la communication – réception et production du langage 707
- Rôle du corps calleux et de la commissure antérieure dans le transfert des pensées, des souvenirs, des connaissances acquises et d'autres informations entre les deux hémisphères 709
- Pensées, conscience et mémoire 709
- Mémoire – rôles de la facilitation et de l'inhibition synaptiques* 710
- Mémoire à court terme* 711
- Mémoire intermédiaire* 711
- Mémoire à long terme* 712
- Consolidation de la mémoire* 713

CHAPITRE 58

Mécanismes cérébraux des comportements et des motivations – le système limbique et l'hypothalamus 716

- Les systèmes activateurs du cerveau 716
- Contrôle de l'activité cérébrale par les signaux excitateurs continus du tronc cérébral* 716

Contrôle neurohormonal de l'activité cérébrale 717

Le système limbique 719

Anatomie fonctionnelle du système limbique ; le rôle centrale de l'hypothalamus 719

L'hypothalamus, centre de contrôle principal du système limbique 720

Les fonctions de contrôle végétatif et endocrinien de l'hypothalamus 721

Fonctions comportementales de l'hypothalamus et des structures limbiques associées 723

Les fonctions limbiques de « récompense » et de « punition » 723

L'importance de la récompense et de la punition dans le comportement 724

Les fonctions spécifiques des autres parties du système limbique 725

Fonctions de l'hippocampe 725

Fonctions de l'amygdale 726

Fonction du cortex limbique 726

CHAPITRE 59

Activités cérébrales – sommeil ; ondes cérébrales ; épilepsie ; psychoses 728

Sommeil 728

Sommeil à ondes lentes 728

Sommeil à mouvements oculaires rapides (REM, sommeil paradoxal, sommeil désynchronisé) 728

Théories fondamentales du sommeil 729

Effets physiologiques du sommeil 730

Ondes cérébrales 731

Origine des ondes cérébrales 731

Effets des différents degrés d'activité cérébrale sur les fréquences de base de l'électroencéphalogramme 732

Modifications électroencéphalographiques liées à l'état d'éveil et de sommeil 732

L'épilepsie 732

Le grand mal 733

Le petit mal 733

Crises d'épilepsie partielle 733

Comportement psychotique et démence – rôles des neurotransmetteurs spécifiques 734

Dépression et psychoses maniacodépressives – diminution de l'activité des systèmes noradrénergique et sérotoninergique 734

Schizophrénie – probable fonctionnement excessif d'une partie du système dopaminergique 735

Maladie d'Alzheimer – plaques amyloïdes et perte de mémoire 735

CHAPITRE 60

Le système nerveux autonome et la médullosurrénale 737

Organisation générale du système nerveux autonome 737

L'anatomie et la physiologie du système nerveux sympathique 737

L'anatomie et la physiologie du système nerveux parasympathique 738

Caractéristiques fondamentales des fonctions des systèmes sympathique et parasympathique 739

Fibres cholinergiques et adrénériques – sécrétion d'acétylcholine et de noradrénaline 739

Récepteurs sur les organes effecteurs 740

Effets excitateur et inhibiteur des stimulations sympathique et parasympathique 742

Effets des stimulations sympathique et parasympathique sur des organes spécifiques 743

Fonction de la médullosurrénale 744

Relation entre la fréquence de stimulation et les effets sympathiques et parasympathiques 744

« Tonus » sympathique et parasympathique 744

Hypersensibilité des systèmes sympathique et parasympathique après dénévation 745

Les réflexes autonomes 745

Stimulations localisées ou massives par les systèmes sympathique et parasympathique 746

Réponses de « stress » ou d'« alerte » du système nerveux sympathique 746

Contrôles bulbaire, pontique et mésencéphalique du système nerveux autonome 747

Pharmacologie du système nerveux autonome 747

Substances agissant sur les effecteurs adrénériques – les sympathomimétiques 747

Substances agissant sur les effecteurs cholinergiques 748

Substances inhibitrices ou activatrices des neurones postganglionnaires sympathique et parasympathique 748

CHAPITRE 61

Circulation sanguine cérébrale, liquide céphalorachidien et métabolisme cérébral 750

Circulation sanguine cérébrale 750

Vitesse normale de la circulation sanguine cérébrale 750

Régulation de la circulation sanguine cérébrale 750

Microcirculation cérébrale 752

Un « accident » cérébral se produit lors d'obstructions de vaisseaux sanguins cérébraux 752

Le liquide céphalorachidien 752

Rôle de protection du liquide céphalorachidien 752

Formation, écoulement et résorption du liquide céphalorachidien 753

Pression du liquide céphalorachidien 754

La gêne à l'écoulement du liquide céphalorachidien peut provoquer une hydrocéphalie 755

Le flux sanguin céphalorachidien et les barrières hémato-encéphaliques 755

Œdème cérébral 755

Métabolisme cérébral 756

PARTIE XII

Physiologie gastro-intestinale

CHAPITRE 62

Principes généraux de la fonction gastro-intestinale – motricité, régulation nerveuse et circulation sanguine 760

Principes généraux de la motilité gastro-intestinale 760

Caractéristiques de la paroi gastro-intestinale 760

Contrôle nerveux de la fonction gastro-intestinale – le système nerveux entérique 762

Différences entre les caractéristiques des plexus myentérique et sous-muqueux 763

Différents types de neurotransmetteurs sont sécrétés par les neurones entéraux 763
Contrôle hormonal de la motricité gastro-intestinale 765
 Types de mouvements fonctionnels dans le tractus gastro-intestinal 765
Les mouvements propulsifs – le péristaltisme 765
Les mouvements de brassage 766
 Circulation sanguine gastro-intestinale – la circulation splanchnique 766
Anatomie de la circulation gastro-intestinale 767
Effets de l'activité intestinale et des facteurs métaboliques sur la circulation gastro-intestinale 768
Contrôle nerveux du débit sanguin gastro-intestinal 769

CHAPITRE 63

Propulsion et mélange des aliments dans le tube digestif 770
 Ingestion des aliments 770
Mastication 770
Déglutition 770
 Fonctions motrices de l'estomac 773
Fonction de stockage de l'estomac 773
Mélange et propulsion des aliments dans l'estomac – le rythme électrique basal de l'estomac 773
Vidange gastrique 774
Régulation de la vidange gastrique 774
 Motricité de l'intestin grêle 776
Contractions de brassage (contractions segmentaires) 776
Mouvements propulsifs 776
Fonction de la valve iléo-cœcale 777
 Motricité colique 778
Défécation 779
 Autres réflexes autonomes modifiant l'activité du colon 780

CHAPITRE 64

Fonctions sécrétrices du tube digestif 781
 Principes généraux sur les sécrétions du tube digestif 781
Différents types anatomiques de glandes 781
Mécanismes de base de la stimulation des glandes du tube digestif 781
Mécanismes de base de la sécrétion des cellules glandulaires 782
Propriétés de lubrification et de protection du mucus et importance du mucus pour le tube digestif 783
 Sécrétion de la salive 783
 Les sécrétions œsophagiennes 785
 Les sécrétions gastriques 785
Caractéristiques des sécrétions gastriques 785
Régulation de la sécrétion gastrique par les mécanismes nerveux et humoraux 787
Stimulation de la sécrétion acide 788
Régulation de la sécrétion de pepsinogène 788
Les phases de la sécrétion gastrique 788
Inhibition de la sécrétion gastrique par des facteurs intestinaux 789
Composition chimique de la gastrine et des autres hormones gastro-intestinales 790
 Sécrétion pancréatique 790
Les enzymes digestives pancréatiques 790
Sécrétion des ions bicarbonates 791
Régulation de la sécrétion pancréatique 791
 Sécrétion de la bile par le foie ; fonctions de l'arbre biliaire 793

Anatomie physiologique de la sécrétion biliaire 793
Rôle des sels biliaires dans la digestion et l'absorption des graisses 795
Sécrétion hépatique du cholestérol ; formation de calculs biliaires 795
 Les sécrétions de l'intestin grêle 796
Sécrétion de mucus par les glandes de Brunner dans le duodénum 796
Sécrétion intestinale de sucs digestifs par les cryptes de Lieberkühn 796
Régulation de la sécrétion de l'intestin grêle 797
 Les sécrétions du gros intestin 797

CHAPITRE 65

Digestion et absorption dans le tube digestif 799
 Digestion des différents aliments 799
Digestion des hydrates de carbone 799
Digestion des protéines 800
Digestion des graisses 801
 Principes de base de l'absorption gastro-intestinale 803
Bases anatomiques de l'absorption 803
Mécanismes de base de l'absorption 804
 Absorption dans l'intestin grêle 805
Absorption de l'eau 805
Absorption des ions 805
Absorption des nutriments 807
 Absorption colique : formation des fèces 808

CHAPITRE 66

Physiopathologie des troubles gastro-intestinaux 810
 Anomalies de la déglutition et de l'œsophage 810
 Troubles gastriques 810
Ulcère peptique 811
 Anomalies de l'intestin grêle 812
Digestion anormale des aliments par l'intestin grêle – insuffisance pancréatique 812
Malabsorption par la muqueuse de l'intestin grêle – la sprue 812
 Anomalies du côlon 813
Constipation 813
Diarrhée 813
Paralyse de la défécation au cours des lésions de la moelle épinière 814
 Perturbations générales du tractus gastro-intestinal 814
Vomissements 814
Nausée 815
Occlusion gastro-intestinale 815
Gaz dans le tube digestif et flatulences 816

PARTIE XIII

Métabolisme et régulation de la température

CHAPITRE 67

Métabolisme des hydrates de carbone et formation d'adénosine triphosphate 820
Libération de l'énergie des aliments et concept d'« énergie libre » 820
Rôle métabolique de l'adénosine triphosphate 820
 Rôle central du glucose dans le métabolisme des hydrates de carbone 820
 Transport du glucose à travers la membrane cellulaire 821

Effet de l'insuline sur l'augmentation de la diffusion facilitée du glucose 822
Phosphorylation du glucose 822
 Mise en réserve du glycogène dans le foie et le muscle 822
Glycogénèse 822
Hydrolyse du glycogène emmagasiné – glycogénolyse 822
 Énergie libérée à partir d'une molécule de glucose : voie de la glycolyse 823
Glycolyse et formation de l'acide pyruvique 823
Transformation de l'acide pyruvique en acétyl-coenzyme A 823
Cycle de l'acide citrique 824
Formation de grandes quantités d'ATP par oxydation de l'hydrogène : la phosphorylation oxydative 825
Résumé des réactions de formation d'ATP à partir de la dégradation du glucose 826
Libération d'énergie à partir des réserves de glycogène en cas de besoin supplémentaire : concentration cellulaire en ATP et ADP et régulation de la glycolyse 826
Libération de l'énergie en anaérobiose – glycolyse anaérobie 826
 Production énergétique à partir du glucose par la voie des pentoses phosphates 827
Transformation du glucose en glycogène ou en graisse 828
 Formation de sucre à partir de protéines et de graisse – « néoglucogénèse » 828
 Glycémie 828

CHAPITRE 68

Métabolisme des lipides 829
 Transport des lipides dans les liquides de l'organisme 829
Transport des triglycérides et des autres lipides à partir du tube digestif – les chylomicrons 829
Transport des acides gras dans le sang en relation avec l'albumine – « acides gras libres » 830
Les lipoprotéines – leurs fonctions spéciales de transport du cholestérol et des phospholipides 830
 Les dépôts de graisses 831
Le tissu adipeux 831
Les lipides hépatiques 831
 Utilisation de triglycérides comme fournisseurs d'énergie : formation d'adénosine triphosphate (ATP) 831
Formation d'acide acéto-acétique dans le foie et son transport dans le sang 832
Synthèse des triglycérides à partir des hydrates de carbone 833
Synthèse des triglycérides à partir des protéines 834
 Régulation de l'énergie libérée par les triglycérides 835
Obésité 835
 Phospholipides et cholestérol 836
Phospholipides 836
Cholestérol 836
Rôle des phospholipides et du cholestérol dans la structure cellulaire – en particulier au niveau des membranes 837
 Athérosclérose 837
Causes fondamentales de l'athérosclérose – rôle du cholestérol et des lipoprotéines 838
Autres facteurs conduisant à l'athérosclérose 838
Prévention de l'athérosclérose 838

CHAPITRE 69

Métabolisme des protéines 840
 Propriétés fondamentales 840
Les acides aminés 840
 Transport et stockage des acides aminés 840
Les acides aminés 840
Stockage des acides aminés dans les cellules sous forme de protéines 842
 Rôle fonctionnel des protéines plasmatiques 842
Acides aminés essentiels et non essentiels 843
Utilisation des protéines pour fournir de l'énergie 843
Dégradation obligatoire des protéines 844
 Régulation hormonale du métabolisme des protéines 845

CHAPITRE 70

Le foie en tant qu'organe 847
 Anatomie fonctionnelle du foie 847
 Les systèmes lymphatique et vasculaire hépatiques 847
Débit sanguin traversant le foie à partir de la veine porte et des artères hépatiques 847
Fonction hépatique de réservoir sanguin 848
Le foie a un débit lymphatique très élevé 848
Le système macrophagique du foie a une fonction d'épuration du sang 848
 Fonctions métaboliques du foie 848
Métabolisme des hydrates de carbone 849
Métabolisme des graisses 849
Métabolisme des protéines 849
Fonctions métaboliques diverses du foie 850
 Mesure du taux de bilirubine dans la bile : un outil de diagnostic clinique 850
Ictère – excès de bilirubine dans les liquides extracellulaires 851

CHAPITRE 71

Équilibre du régime alimentaire ; régulation de l'alimentation ; obésité et jeûne ; vitamines et sels minéraux 853
 Les apports et dépenses d'énergie sont en équilibre dans les conditions de stabilité 853
 Équilibre du régime alimentaire 853
Énergie disponible dans les aliments 853
Méthodes permettant de déterminer l'utilisation métabolique des protéines, des glucides et des lipides 854
 Régulation de la prise alimentaire et du stockage de l'énergie 855
Les centres nerveux de la régulation de la prise alimentaire 855
Les facteurs qui régulent la quantité de la prise alimentaire 856
 Obésité 858
Obésité pathologique liée à une anomalie de la régulation alimentaire 858
Traitement de l'obésité 859
 Inanition 859
 Jeûne 860
 Vitamines 860
Vitamine A 861
Thiamine (vitamine B₁) 861

Niacine 861
Riboflavine (vitamine B₂) 862
Vitamine B₁₂ 862
Acide folique (acide ptéroylglutamique) 862
Pyridoxine (vitamine B₆) 863
Acide pantothénique 863
Acide ascorbique (vitamine C) 863
Vitamine D 863
Vitamine E 864
Vitamine K 864
 Métabolisme minéral 864

CHAPITRE 72**Sources d'énergie et métabolisme (dépenses énergétiques) 867**

L'adénosine triphosphate (ATP) est une « monnaie énergétique » du métabolisme 867
La phosphocréatine se comporte en entrepôt accessoire d'énergie et en « tampon d'ATP » 868
Production d'énergie anaérobie et aérobie 868
Résumé : énergie utilisée par les cellules 869
 Régulation de la production cellulaire d'énergie 869
 Niveau métabolique 870
Mesure du métabolisme de base de l'organisme 871
 Métabolisme énergétique – facteurs qui influencent la production d'énergie 871
Besoins énergétiques totaux des activités quotidiennes 871
Le métabolisme de base – dépenses énergétiques minimum pour la survie de l'organisme 871
Energie utilisée pour les activités physiques 873
Energie développée pour la transformation des aliments – effet thermogène des aliments 873
Energie utilisée pour la thermogénèse sans frisson – rôle de la stimulation sympathique 873

CHAPITRE 73**Régulation de la température corporelle et fièvre 875**

Températures corporelles normales 875
 La température corporelle est contrôlée par la production et par la dissipation de chaleur 875
Production de chaleur 875
Perte de chaleur 875
 Régulation de la température corporelle – rôle de l'hypothalamus 879
Mécanismes effecteurs neuronaux modifiant la température corporelle 880
Concept de « valeur de consigne » pour la thermorégulation 882
Thermorégulation comportementale 883
Réflexes thermiques cutanés 883
 Anomalies de la thermorégulation 884
Fièvre 884
Exposition corporelle au froid extrême 885

PARTIE XIV**Endocrinologie et reproduction****CHAPITRE 74**

Introduction à l'endocrinologie 888
 Coordination des fonctions de l'organisme par des

transmetteurs d'origine chimique 888
 Structure chimique et synthèse des hormones 888
 Sécrétion hormonale, transport et clairance 891
Rétrocontrôle de la sécrétion hormonale 891
Transport sanguin des hormones 892
« Clairance » sanguine des hormones 892
 Mécanisme d'action des hormones 893
Les récepteurs hormonaux et leur activation 893
Signalisation intracellulaire suivant l'activation d'un récepteur hormonal 893
Mécanismes permettant aux seconds messagers de transmettre les fonctions intracellulaires des hormones 894
Les hormones agissant sur les mécanismes génétiques cellulaires 896
 Mesure de la concentration sanguine des hormones 896
Dosage par radioimmunologie 896

CHAPITRE 75**Les hormones hypophysaires et leur contrôle par l'hypothalamus 898**

L'hypophyse et ses rapports avec l'hypothalamus 898
 Contrôle des sécrétions hypophysaires par l'hypothalamus 899
Le système porte hypothalamo-hypophysaire 900
 Rôles physiologiques de l'hormone de croissance 901
L'hormone somatotrope favorise la croissance de nombreux tissus 901
L'hormone de croissance a divers effets métaboliques 901
L'hormone de croissance stimule les croissances cartilagineuse et osseuse 902
La plupart des effets de l'hormone de croissance sont dus à des produits intermédiaires, les somatomédines (ou facteur de croissance « insulin-like ») 903
Régulation de la sécrétion de l'hormone de croissance 903
Anomalies de sécrétion de l'hormone de croissance 905
 L'hypophyse postérieure et ses relations avec l'hypothalamus 906
Structures chimiques de l'hormone antidiurétique (ADH ou vasopressine) et de l'ocytocine 907
Rôles physiologiques de l'ADH 907
Ocytocine 908

CHAPITRE 76**Les hormones thyroïdiennes et leurs effets métaboliques 910**

Synthèse et sécrétion des hormones thyroïdiennes 910
L'iode est nécessaire à la synthèse de la thyroxine 910
La pompe à iodures (capture des iodures) 910
Thyroglobuline et étapes chimiques de la formation de la thyroxine et de la tri-iodothyronine 911
Libération de la thyroxine et de la tri-iodothyronine par la glande thyroïde 912
Transport de la thyroxine et de la tri-iodothyronine vers les tissus 912
 Fonctions physiologiques des hormones thyroïdiennes 913
Les hormones thyroïdiennes augmentent la transcription de nombreux gènes 913
Les hormones thyroïdiennes augmentent l'activité métabolique des cellules 913
Effet des hormones thyroïdiennes sur la croissance 914
Effets des hormones thyroïdiennes sur les fonctions

- spécifiques de l'organisme 914
- Régulation de la sécrétion thyroïdienne 916
 - La sécrétion de TSH par l'antéhypophyse est contrôlée par la thyroïdolibérine hypothalamique* 916
 - Rétrocontrôle négatif des hormones thyroïdiennes sur la sécrétion de TSH par l'antéhypophyse* 917
 - Substances antithyroïdiennes* 917
- Maladies de la thyroïde 918
 - Hyperthyroïdie* 918
 - Hypothyroïdie* 919

CHAPITRE 77

- Les hormones de la corticosurrénale 922
- Synthèse et sécrétion des hormones corticosurréaliennes 922
- Fonctions des minéralo-corticoïdes (aldostérone) 925
 - Effets de l'aldostérone sur les reins et la circulation* 925
 - L'aldostérone favorise le transport de sodium et de potassium dans les glandes sudorales, salivaires et dans les cellules épithéliales intestinales* 927
 - Mécanisme cellulaire d'action de l'aldostérone* 927
 - Régulation de la sécrétion d'aldostérone* 927
- Fonctions des glucocorticoïdes 928
 - Effets du cortisol sur le métabolisme des glucides* 928
 - Effets du cortisol sur le métabolisme des protéines* 929
 - Effets du cortisol sur le métabolisme des graisses* 930
 - Le cortisol est important pour résister au stress et à l'inflammation* 930
 - Autres effets du cortisol* 932
 - Mécanisme cellulaire de l'action du cortisol* 932
 - Régulation de la sécrétion de cortisol par l'hormone adrénocorticotrope hypophysaire* 932
- Les androgènes surréaliens 934
- Anomalies de la sécrétion corticosurrénalienne 934
 - Insuffisance surrénale – maladie d'Addison* 934
 - Hypercorticisme – syndrome de Cushing* 935
 - Hyperaldostéronisme primaire (syndrome de Conn)* 936
 - Syndrome adrénogénital* 937

CHAPITRE 78

- Insuline, glucagon et diabète sucré 938
- L'insuline et ses effets métaboliques 938
 - Effet de l'insuline sur le métabolisme des glucides* 940
 - Effets de l'insuline sur le métabolisme des lipides* 942
 - Effets de l'insuline sur le métabolisme des protéines et la croissance* 943
 - Contrôle de la sécrétion d'insuline* 944
 - Autres facteurs stimulant la sécrétion d'insuline* 945
 - Rôle de l'insuline (et d'autres hormones) dans la commutation entre le métabolisme des glucides et celui des lipides* 945
- Le glucagon et ses effets 946
 - Effets sur le métabolisme du glucose* 946
 - Régulation de la sécrétion de glucagon* 947
- La somatostatine inhibe la sécrétion d'insuline et de glucagon 947
- Résumé de la régulation de la glycémie 947
- Diabète sucré 948
 - Le diabète de type I – déficit de production d'insuline par les cellules bêta du pancréas* 948
 - Le diabète de type II – insulino-résistance* 950
 - Diagnostic fondé sur la physiologie* 950

- Traitement du diabète 951
- Insulinome – hyperinsulinisme 951

CHAPITRE 79

- Parathormone, calcitonine, métabolisme phosphocalcique, vitamine D, os et dents 953
- Vue générale de la régulation phosphocalcique dans le milieu extracellulaire et le plasma 953
 - Calcium dans le plasma et le milieu interstitiel* 953
 - Phosphates inorganiques du milieu extracellulaire* 953
 - Effets physiologiques non osseux des modifications de concentration de calcium et de phosphore dans les milieux liquidiens* 954
 - Absorption et excrétion phosphocalcique* 954
- Relations entre l'os, le calcium et les phosphates extracellulaires 955
 - Précipitation et absorption osseuse du calcium et des phosphates – équilibre du milieu extracellulaire* 956
 - Transfert du calcium entre l'os et le milieu extracellulaire* 956
 - Formation et résorption de tissu osseux – remodelage de l'os* 957
- La vitamine D 958
 - Actions de la vitamine D* 959
- Hormone parathyroïdienne 960
 - Effets de la parathormone sur la concentration de calcium et de phosphates du liquide extracellulaire* 961
 - Contrôle de la sécrétion de parathormone par la concentration de l'ion calcium* 962
- La calcitonine 963
- Vue d'ensemble de la régulation de la concentration de calcium ionisé 964
- Physiopathologie des maladies de la parathormone, de la vitamine D et des os 964
 - Hypoparathyroïdie* 964
 - Hyperparathyroïdie primaire* 965
 - Hyperparathyroïdie secondaire* 965
 - Rachitisme – déficit en vitamine D* 965
 - Ostéoporose – fonte de la matrice osseuse* 966
- Physiologie des dents 966
 - Rôle des différentes parties des dents* 967
 - Dentition* 967
 - Echanges de minéraux dans les dents* 968
 - Anomalies dentaires* 968

CHAPITRE 80

- Hormones sexuelles mâles et reproduction (et fonction épiphysaire) 971
- Anatomie physiologique des organes sexuels masculins 971
- Spermatogenèse 971
 - Étapes de la spermatogenèse* 971
 - Fonction des vésicules séminales* 973
 - Fonction de la glande prostatique* 974
 - Le sperme* 974
 - Spermatogenèse anormale et stérilité masculine* 975
- L'acte sexuel chez l'homme 976
 - Stimulus nerveux du déroulement de l'acte sexuel de l'homme* 976
 - Étapes de l'acte sexuel chez l'homme* 976
- La testostérone et les autres hormones sexuelles mâles 977
 - Sécrétion, métabolisme et biochimie des hormones sexuelles mâles* 977

- Rôles de la testostérone 978
- Mécanismes intracellulaires fondamentaux de l'action de la testostérone 980
- Contrôle des caractères sexuels masculins par le système hypothalamo-hypophysaire 980
- Anomalies des fonctions sexuelles masculines 982
 - La prostate et ses anomalies 982
 - Hypogonadisme chez le sujet masculin 982
 - Tumeurs testiculaires et hypergonadisme masculin 982
- L'épiphyse, son rôle dans le contrôle de la fertilité saisonnière chez certains animaux 983

CHAPITRE 81

Hormones sexuelles féminines et physiologie génitale en dehors de la grossesse 984

- Anatomie physiologique des organes sexuels féminins 984
- Système endocrinien féminin 984
- Cycle ovarien mensuel et rôle des hormones gonadotropes 984
 - Hormones gonadotropes et leurs effets sur l'ovaire 985
 - Croissance du follicule ovarien – phase « folliculaire » du cycle ovarien 985
 - Le corps jaune et la phase lutéale du cycle ovarien 987
 - Résumé 988
- Rôle des hormones de l'ovaire – œstradiol et progestérone 988
 - Biochimie des hormones sexuelles 988
 - Rôle des œstrogènes – leurs effets sur les caractères sexuels féminins primaires et secondaires 990
 - Rôle de la progestérone 991
 - Cycle mensuel de l'endomètre et menstruation 991
- Contrôle du cycle mensuel féminin – interaction entre les hormones ovariennes et hypothalamo-hypophysaires 992
 - Rétroaction oscillante du système hypothalamo-hypophysaire ovarien 994
 - Puberté et premières règles 994
 - Ménopause 995
- Anomalies de sécrétion des ovaires 995
- Acte sexuel féminin 996
- Fertilité féminine 996

CHAPITRE 82

Grossesse et allaitement 999

- Maturation et fécondation de l'ovule 999
 - Transport de l'ovule fécondé dans la trompe de Fallope 1000
 - Implantation du blastocyste dans l'utérus 1000
- Nutrition précoce de l'embryon 1000
- Rôle du placenta 1001
 - Aspects développementaux et anatomie fonctionnelle du placenta 1001
- Facteurs hormonaux pendant la grossesse 1003
 - Rôle de l'hormone gonadotrophine chorionique sur la persistance du corps jaune et la suppression des règles 1003
 - Sécrétion d'œstrogènes par le placenta 1004
 - Sécrétion de progestérone par le placenta 1004

- Hormone somatomammotrope chorionique 1004
- Autres facteurs hormonaux durant la grossesse 1004
- Réponses de l'organisme maternel à la grossesse 1005
- Accouchement 1006
 - Augmentation de l'excitabilité utérine à l'approche du terme 1006
 - Déclenchement du travail – rôle possible d'une rétroaction positive 1007
 - Contractions des muscles abdominaux pendant le travail 1008
 - Mécanisme de la parturition 1008
 - Décollement et expulsion du placenta 1008
 - Douleurs lors du travail 1008
 - Involution de l'utérus après l'accouchement 1009
- Allaitement 1009
 - Développement des seins 1009
 - Déclenchement de la sécrétion du lait – rôle de la prolactine 1009
 - Ejection du lait – rôle de l'ocytocine 1010
 - Composition du lait et coût métabolique de l'allaitement pour la mère 1010

CHAPITRE 83

- Physiologie fœtale et néonatale 1012
- Croissance et développement fonctionnel du fœtus 1012
 - Développement des organes 1012
- Adaptation de l'enfant à la vie extra-utérine 1014
 - Initiation de la respiration 1014
 - Adaptation de la circulation à la naissance 1015
 - Nutrition du nouveau-né 1016
- Problèmes fonctionnels particuliers au nouveau-né 1016
- Problèmes particuliers de la prématurité 1019
 - Immaturité du prématuré 1019
 - Instabilité des systèmes de contrôle de l'homéostasie du prématuré 1019
 - Danger de la cécité due à l'oxygénothérapie chez le prématuré 1019
- Croissance et développement de l'enfant 1019
 - Evolution du comportement 1020

PARTIE XV
Physiologie du sport

CHAPITRE 84

- Physiologie du sport 1024
- Muscles et exercice 1024
 - Force, puissance et endurance des muscles 1024
 - Métabolisme musculaire pendant l'exercice 1025
 - Le système phosphocréatine-créatine 1025
 - Substrats énergétiques de l'activité musculaire 1027
 - Effets de l'entraînement sportif sur les muscles et leur performance 1028
- La respiration pendant l'exercice 1029
- La fonction cardiovasculaire pendant l'exercice 1031
- Charge thermique pendant l'exercice physique 1033
- Bilan hydroélectrolytique pendant l'exercice 1033
- Le dopage chez les sportifs 1033
- L'aptitude physique augmente la longévité 1034