

Les référentiels

Collège français des enseignants universitaires
de physiologie en santé (CFEUPS)

Physiologie

- ▶ **Cours de référence national sur la spécialité**
- ▶ **Description des grandes fonctions**
- ▶ **Description des régulations et des bases de l'homéostasie**
- ▶ **Exemples de physiopathologie** éclairant les processus pathologiques et les principes thérapeutiques
- ▶ **Schémas et tableaux** facilitant l'assimilation des concepts clés
- ▶ **Iconographie en couleur** favorisant la mémorisation



Collège Français
des ENSEIGNANTS UNIVERSITAIRES
de PHYSIOLOGIE en SANTÉ



Table des matières

Chapitre I

Compartiments intérieurs et extérieurs	31
A. Compartiments du milieu intérieur	31
1. Compartiment extracellulaire	31
2. Compartiment plasmatique et sanguin.....	31
B. Compartiments des milieux extérieurs	32
1. Compartiment pulmonaire.....	32
2. Compartiment tubulaire rénal	33
3. Compartiments digestifs.....	34
4. Standardisation pour les grandeurs chiffrées	34

Chapitre II

Principes physiques des échanges	35
A. Échanges entre les compartiments	35
1. Séparation des compartiments.....	35
2. Principes des mouvements de solutés et d'eau entre compartiments.....	36
B. Bases biophysiques de la diffusion	36
1. Diffusion de solutés non chargés.....	36
2. Diffusion des molécules d'eau à travers une membrane semi-perméable	38
3. Diffusion de solutés chargés à travers une membrane biologique.....	38
C. Compositions ioniques des milieux cellulaire et extracellulaire – Potentiel de repos	39
1. Potentiel de repos	40
2. Transports passifs.....	42
3. Transports actifs et secondairement actifs	42
4. Flux transépithéliaux.....	43
5. Mesure de l'osmolalité des liquides biologiques	44
D. Bases de la filtration	45
1. Pression oncotique	45
2. Pression mécanique dans les vaisseaux et les tissus de soutien	46
3. Relation de Starling	46
4. Ultrafiltration.....	46

E. Ultrafiltration à travers les parois capillaires	46
1. Capillaires standards	46
2. Capillaires pulmonaires	47
3. Capillaires glomérulaires	48
4. Capillaires sinusoïdes hépatiques	49
5. Autres capillaires	49
6. Cas particulier du système nerveux central	49
F. Phénomènes électrostatiques dans les capillaires	50
G. Mesure des concentrations ioniques et des transports de solutés	50
1. Ionisation des métaux	50
2. Électrodes en biologie	50
3. Potentiométrie	52
4. Mesure des flux transmembranaires	53
5. Mesure des flux transépithéliaux	54
H. Exemples d'échanges entre compartiments	55
1. Formation de l'urine primitive	55
2. Intestin et liquides digestifs	56
3. Air alvéolaire	56
4. Peau et échanges thermiques	56

Chapitre III

Principes du métabolisme énergétique	57
A. Bases fondamentales	57
1. Définitions	57
2. Nature des transformations chimiques	57
3. Rôle clé de l'oxydoréduction	58
4. Synthèse d'ATP	59
5. Chaînes respiratoires	60
6. Espèces réactives de l'oxygène	60
7. Enzymes	60
8. Contrôle des voies métaboliques	61
B. Circulation des molécules énergétiques	62
1. Glucose	62
2. Lactate	63
3. Acides gras	63
4. β -hydroxybutyrate	63
5. Lipoprotéines	63

C. Phase anabolique	64
1. Glycolyse	64
2. Voie des pentoses	65
3. Glycogénogenèse	66
4. Lipogenèse hépatique	66
D. Phase catabolique	67
1. Glycogénolyse	68
2. Lipolyse	68
3. Néoglucogenèse	69
4. Cétogenèse	70
5. Synergie entre cétogenèse et néoglucogenèse	71
E. Métabolisme du muscle strié squelettique lors d'un exercice	72
1. Glycogénolyse et glycolyse	72
2. Phosphocréatine	73
3. Lipolyse	73
F. Le jeûne	74
1. Jeûne de courte durée	74
2. Jeûne modéré	74
3. Jeûne prolongé	74
G. Valeur énergétique des molécules énergétiques	75
1. Oxydation et combustion	75
2. Mesure de la dépense énergétique	76
3. Métabolisme de base	76
4. Appréciation de la composition corporelle	77
5. Maintien de la composition corporelle	78

Chapitre IV

Physiologie du système nerveux et des muscles striés	79
A. Généralités	79
B. Excitabilité et conduction des fibres nerveuses et musculaires	80
1. Définitions	80
2. Potentiel d'action	80
3. Canaux ioniques et dépolarisation membranaire	80
4. Canaux ioniques et repolarisation membranaire	81
5. Périodes réfractaires	82
6. Propagation par courants locaux	82
7. Propagation orthodromique/antidromique	83
8. Conduction saltatoire par les fibres nerveuses	83
9. Explorations fonctionnelles	84
10. Physiopathologie	85

C. Transmission synaptique	86
1. Définitions	86
2. Synapse électrique.....	87
3. Synapse chimique.....	88
4. Principes de la transmission d'une synapse chimique.....	88
5. Récepteurs ionotropes ou récepteurs canaux.....	90
6. Récepteurs métabotropes	91
7. Neurotransmetteurs.....	92
8. Intégration synaptique	92
D. Les différents neurotransmetteurs	95
1. Neurotransmetteurs à petite molécule (acides aminés, amines)	95
2. Neuropeptides	99
3. Purines.....	99
E. Histologie et anatomie fonctionnelle du muscle strié squelettique	99
1. Histologie du muscle strié squelettique	99
2. Unité motrice	102
3. Chevauchement des territoires	103
4. Taille des unités motrices	103
F. Contraction du muscle strié squelettique	104
1. Potentiel d'action dans la jonction neuromusculaire	104
2. Propagation du potentiel d'action entre les fibres musculaires	105
3. Mécanismes du couplage électromécanique.....	105
4. Plasticité musculaire	106
5. Facteurs du couplage excitation-contraction.....	106
6. Explorations fonctionnelles	107
7. Physiopathologie.....	108
G. Circulation sanguine cérébrale	110
1. Débit sanguin cérébral	110
2. Barrière hémato-encéphalique.....	111
3. Couplage neurovasculaire	112
4. Explorations fonctionnelles	113
5. Physiopathologie.....	113
H. Circulation du liquide cérébrospinal	114
1. Production du liquide cérébrospinal	115
2. Rôles du liquide cérébrospinal	117
3. Caractéristiques du liquide cérébrospinal.....	118
4. Explorations fonctionnelles	118
5. Physiopathologie.....	118

Chapitre V

Système nerveux autonome	119
A. Organisation générale	119
1. Composante afférente ou sensorielle	120
2. Composante efférente	120
3. Organisation du système nerveux sympathique	121
4. Organisation du système nerveux parasympathique	125
5. Les centres intégrateurs	126
B. Fonctionnement	127
1. Activité tonique permanente.....	127
2. Activités réflexes	127
3. Exemples de réflexes.....	128
4. Neurotransmetteurs.....	129
5. Récepteurs	130
6. Résumé.....	130
C. Glande médullosurrénale	131
1. Anatomie	131
2. Structure chimique des catécholamines	132
3. Biosynthèse des catécholamines.....	133
4. Catécholamines, libération et métabolisme	133
5. Récepteurs adrénnergiques.....	134
6. Résumé.....	136
7. Physiopathologie.....	136

Chapitre VI

Physiologie du système endocrinien	138
A. Définitions	138
B. Différents types d'hormones	138
1. Selon leur structure biochimique	138
2. Selon leur mode de sécrétion	139
C. Mode d'action des hormones	139
1. Les hormones liposolubles	139
2. Les hormones hydrosolubles.....	139
D. Spécificité de la réponse hormonale	141
1. Une hormone, plusieurs effets.....	141
2. Plusieurs hormones, un même récepteur.....	141
E. Principales fonctions	142

F. Rythmes biologiques	143
G. Axe hypothalamo-hypophysaire	143
H. Explorations fonctionnelles	147
1. Dosages statiques.....	147
2. Dosages dynamiques.....	147
3. Exemple d'utilisation thérapeutique du rétrocontrôle	147
I. Physiopathologie	148

Chapitre VII

Différenciation génitale	149
A. Établissement du sexe chromosomique	149
B. Établissement du sexe gonadique	149
1. Mise en place de la gonade indifférenciée	149
2. Rôle du chromosome Y dans la différenciation testiculaire.....	149
3. Rôle du chromosome X dans la différenciation ovarienne.....	150
C. Établissement du sexe phénotypique	150
1. Développement masculin	151
2. Développement féminin	151

Chapitre VIII

Fonction gonadique chez la femme	152
A. Généralités	152
B. Sécrétions ovariennes	152
1. Cycle menstruel.....	152
2. Estrogènes	153
3. Évolution de la sécrétion œstrogénique au cours de la vie	153
4. Effets des estrogènes	153
5. Progestérone	154
6. Effets de la progestérone	154
7. Androgènes.....	155
C. Régulation de la fonction gonadique chez la femme	155
D. Régulation de la fonction gonadotrope	156
1. In utero	156
2. Période néonatale	156
3. Période prépubertaire.....	156
4. Puberté	156
5. Femme adulte	156

E. Contrôle hormonal de la grossesse	157
F. Explorations de la fonction ovarienne	157
1. Dosages hormonaux	157
2. Analyses génétiques	158
3. Études morphologiques.....	158

Chapitre IX

Fonction gonadique chez l'homme **159**

A. Généralités	159
1. Fonction exocrine des testicules	159
2. Fonction endocrine des testicules.....	159
B. Testostérone	159
1. Mécanismes d'action.....	159
2. Évolution de la sécrétion androgénique au cours de la vie	160
3. Effets des androgènes.....	160
C. Autres hormones	160
1. Hormone antimüllerienne	160
2. Inhibine b	161
3. Insulin-like 3	161
D. Régulation de la fonction gonadique chez l'homme	161
1. L'hypothalamus	161
2. L'hypophyse	161
E. Régulation de la fonction gonadotrope	161
1. Chez l'homme adulte	161
2. Évolution de la fonction gonadotrope au cours de la vie.....	162
F. Exploration de l'axe gonadotrope chez l'homme	162
1. Fonction endocrinienne.....	162
2. Analyse chromosomique	162
3. Fonction exocrine.....	162

Chapitre X

Physiologie de la croissance **164**

A. Généralités	164
B. Système GH-IGF	164
1. Hormone de croissance (GH)	164
2. Insulin-like growth factors (IGF)	165

C. Rôles physiologiques de la GH	166
1. Actions sur la croissance.....	166
2. Actions métaboliques.....	167
D. Régulation	167
1. Axe somatotrope.....	167
2. Statut nutritionnel	168
E. Explorations fonctionnelles	169
1. Dosages statiques.....	169
2. Tests pharmacologiques	170
F. Physiopathologie	170
1. Déficit congénital en GH	170
2. Acromégalie	171

Chapitre XI

Physiologie des hormones thyroïdiennes	172
A. Généralités	172
B. Hormones Thyroïdiennes	173
1. Structure.....	173
2. Métabolisme de l'iode	173
3. Synthèse.....	173
4. Transport plasmatique.....	175
5. Mécanisme d'action.....	175
C. Rôles physiologiques principaux	175
1. Actions sur la croissance.....	176
2. Actions sur le développement cérébral	176
3. Effets sur le myocarde	176
D. Régulation centrale	176
E. Explorations fonctionnelles	177
1. Dosages.....	177
2. Échographie thyroïdienne.....	177
3. Scintigraphie à l'iode radioactif	178
F. Physiopathologie	178
1. Hypothyroïdie congénitale.....	178
2. Thyroïdites	178

Chapitre XII

Physiologie des corticosurrénales	179
A. Généralités	179
B. Stéroïdes corticosurrénaliens	179
1. Structure.....	179
2. Synthèse.....	180
3. Transport plasmatique.....	181
4. Mécanisme d'action.....	182
5. Métabolisme	182
C. Régulation	182
1. Axe hypothalamo-hypophysaire	182
2. Aldostérone.....	182
3. Androgènes surrénaux.....	183
D. Rôles physiologiques principaux	183
1. Androgènes.....	183
2. Glucocorticoïdes	183
3. Minéralocorticoïdes	183
E. Explorations fonctionnelles	185
1. Dosages hormonaux	185
2. Tests dynamiques	186
F. Physiopathologie	187
1. Hyperplasie congénitale des surrénales	187
2. Insuffisance surrénale.....	188

Chapitre XIII

Système rénine-angiotensine	189
A. Introduction	189
B. Description biochimique du système rénine-angiotensine	189
C. Régulation de l'activité du système rénine-angiotensine	191
D. Action de l'angiotensine II	192
1. Action cellulaire de l'angiotensine II	192
2. Effets physiologiques de l'angiotensine II.....	194
3. Effets physiopathologiques de l'angiotensine II.....	196
E. Antagonisme entre l'angiotensine II et les peptides natriurétiques	197
F. Pharmacologie du système rénine-angiotensine	198

Chapitre XIV

Hormone antidiurétique ou arginine vasopressine	199
A. Structure, synthèse, sécrétion et demi-vie	199
B. Régulation de la sécrétion d'AVP	199
1. Osmorécepteurs.....	200
2. Principal déterminant de la stimulation des osmorécepteurs.....	201
3. Autres déterminants de la stimulation des osmorécepteurs.....	202
C. Régulation de la soif	203
D. Effets tubulaires de l'AVP	203
E. Physiopathologie	204

Chapitre XV

Hormones du métabolisme minéral	206
A. Introduction	206
B. Parathormone (PTH)	206
1. Anatomie et histologie fonctionnelle des glandes parathyroïdes	206
2. Synthèse de la PTH.....	207
3. PTHrp.....	208
4. Liaison de la PTH sur son récepteur.....	208
5. Actions de la PTH sur le squelette.....	209
6. Actions de la PTH sur le rein.....	212
7. Déterminant de la synthèse et de la sécrétion de PTH : calcémie.....	212
8. Modulateur de la synthèse et de la sécrétion de PTH : calcitriol.....	214
9. Modulateur de la production de PTH : phosphates inorganiques.....	214
10. Modulateur de la synthèse et de la sécrétion de PTH : magnésium	214
11. Modulateur de la production de PTH : FGF23	214
C. Vitamine D	215
1. Introduction	215
2. Origines de la vitamine D	215
3. Régulation de la synthèse de la vitamine D	216
4. Récepteur de la vitamine D et mécanismes d'action du calcitriol.....	218
5. Actions du calcitriol sur l'intestin	219
6. Action du calcitriol sur le squelette.....	220
7. Action rénale du calcitriol	221
8. Action du calcitriol sur les glandes parathyroïdes.....	221
9. Autres actions de la vitamine D	221
D. Fibroblast growth factor 23 (FGF23)	222
E. Exploration fonctionnelle	223
1. Évaluation du statut en vitamine D.....	223

F. Physiopathologie	225
1. Hyperparathyroïdie primaire et hyperparathyroïdie secondaire	225
2. Hypoparathyroïdie.....	225
3. Rachitisme et ostéomalacie.....	226
4. Vitamine D et Ostéoporose.....	226
5. Excès de vitamine D	226
6. Modification du métabolisme minéral au cours de la maladie rénale chronique	227
7. Pathologies dues à un excès ou à un défaut de FGF23.....	228
8. Pertes rénales primitives de phosphate	229

Chapitre XVI

Pancréas endocrine	230
A. Généralités	230
B. Hormones pancréatiques	230
1. L'insuline.....	230
2. Le glucagon	231
3. La somatostatine.....	231
4. Le polypeptide pancréatique	231
C. Effets de l'insuline	231
1. Métabolisme du glucose.....	231
2. Métabolisme des protides	231
3. Métabolisme des lipides	231
4. Effet sur la kaliémie	232
D. Régulation de l'insulinosécrétion	232
E. Effets et régulation de la sécrétion de glucagon	234
F. Effets et régulation de la sécrétion des autres hormones pancréatiques	234
G. Explorations du métabolisme glucidique	234
1. Dosages sanguins.....	234
2. Épreuves dynamiques	234
H. Physiopathologie	235
1. Définition du diabète de type 2	235
2. Origines des lésions cellulaires	236
3. Lésions de macroangiopathie	237
4. Lésions de microangiopathie.....	237
5. Principes du traitement des lésions de micro et macroangiopathie.....	237

Chapitre XVII

Physiologie cardiovasculaire	238
A. Introduction	238
B. Grandeurs circulatoires	239
1. Distribution du volume sanguin	239
2. Pression, tension pariétale, loi de Laplace.....	239
3. Loi de Poiseuille	240
4. Pression hémodynamique.....	240
5. Pression hydrostatique	241
C. Baroréflexe	243
D. Physiologie cardiaque	245
1. Anatomie fonctionnelle	245
2. Électrophysiologie cardiaque	247
3. Électrocardiogramme	251
4. Biomécanique cardiaque.....	255
5. Métabolisme myocardique	268
6. Circulation coronaire	269
7. Production hormonale d'origine cardiaque	270
8. Explorations fonctionnelles	270
E. Physiologie vasculaire	275
1. Histophysiologie des vaisseaux.....	275
2. Compliance vasculaire	276
3. Boucle circulatoire, surface de section cumulée vasculaire.....	277
4. Tonus vasculaire, vasomotricité artériolaire, autorégulation	277
5. Contrainte circonférentielle.....	279
6. Contrainte de cisaillement	279
F. La circulation systémique : système à haute pression	280
1. Distribution du sang dans les circulations locales	280
2. Onde de pouls.....	282
3. Amplification de l'onde de pouls	282
4. Effet Windkessel.....	283
5. Schématisation du système à haute pression	284
G. La circulation systémique : système à basse pression (veines, lymphatiques, capillaires)	285
1. La circulation veineuse systémique	285
2. La circulation lymphatique	287
3. La microcirculation systémique.....	288
H. Couplage cœur-vaisseau	288

I. Explorations fonctionnelles	290
1. Mesure de la pression artérielle.....	290
2. Mécanique vasculaire, exploration de la rigidité artérielle.....	290
3. Tonométrie d'aplanation.....	291
4. Visualisation de la paroi et de la lumière vasculaire.....	292
J. Physiopathologie	294
1. Athérosclérose et maladie coronaire	294
2. Valvulopathies	296
3. Trouble de l'automatisme sinusal.....	297
4. Trouble de la conduction atrioventriculaire.....	297
5. Trouble de la repolarisation ventriculaire	298
6. Sténose artérielle	299
7. Anévrisme artériel.....	301
8. Remodelage vasculaire	302
9. Insuffisance cardiaque gauche à fraction d'éjection abaissée	302

Chapitre XVIII

Physiologie rénale	311
A. Généralités	311
B. Anatomie et histologie fonctionnelle	311
1. Unité fonctionnelle.....	311
2. Glomérule.....	311
3. Tubule	312
4. Canal collecteur	312
5. Vascularisation rénale	312
C. Hémodynamique glomérulaire	313
1. Généralités	313
2. Régulation du débit sanguin rénal et du débit de filtration glomérulaire	313
3. Contrôle hormonal du débit sanguin rénal et du débit de filtration glomérulaire	314
4. Balance glomérulotubulaire.....	315
D. Clairance rénale	316
E. Transport rénal de sodium	316
1. Généralités	316
2. Rôle de la pompe à sodium (Na^+, K^+ -ATPase)	318
3. Tubule proximal.....	318
4. Branche large de l'anse de Henle	320
5. Tube contourné distal.....	321
6. Canal collecteur cortical.....	322

F. Transport rénal d'eau	323
1. Réabsorption proximale.....	323
2. Segment de dilution de l'urine	323
3. Concentration de l'interstitium rénal.....	324
4. Rôle de la circulation sanguine intrarénale	324
5. Segment sensible à l'hormone antidiurétique	325
6. Réabsorption de l'eau libre.....	325
G. Transport rénal de potassium	326
1. Réabsorption proximale.....	327
2. Réabsorption dans l'anse large de Henle	328
3. Sécrétion par la cellule principale du canal collecteur	329
H. Transport rénal de calcium	330
1. Réabsorption proximale.....	330
2. Réabsorption dans l'anse large de Henle	330
3. Réabsorption dans le tube contourné distal.....	331
4. Régulation du transport de calcium dans le tubule rénal.....	332
I. Transport rénal des phosphates inorganiques (Pi)	333
1. Généralités	333
2. Réabsorption rénale de Pi	334
3. Régulation de la réabsorption rénale de Pi	334
J. Diurétiques	335
1. Définitions et généralités	335
2. Les inhibiteurs de l'anhydrase carbonique	336
3. Les inhibiteurs du SGLT2.....	337
4. Diurétiques de l'anse	337
5. Diurétiques thiazidiques.....	337
6. Diurétiques épargneurs de potassium.....	338
7. Aquarétiques.....	338
8. Aspects pratiques de l'utilisation des diurétiques	338
Chapitre XIX	
Physiologie respiratoire	339
A. Généralités	339
1. La convection de gaz.....	339
2. La diffusion de gaz.....	339
B. Anatomie fonctionnelle de l'appareil respiratoire	340
1. Arborescence des voies aériennes.....	340
2. Les alvéoles	342
3. Plèvre	342

4. Muscles respiratoires	342
5. Centres respiratoires	343
C. Mécanique ventilatoire	344
1. Le cycle ventilatoire	344
2. Commande neuromusculaire de la ventilation alvéolaire	345
3. Propriétés statiques du thorax et du poumon	347
4. Débits et résistances des voies aériennes	350
5. Autres fonctions des voies aériennes	351
D. Échanges gazeux	352
1. La circulation pulmonaire	352
2. Distribution de la ventilation alvéolaire et rapport ventilation alvéolaire / perfusion pulmonaire	352
E. Transport de l'O₂ dans le sang	354
F. Le transport du CO₂ dans le sang	355
G. Explorations fonctionnelles	356
1. Mesure des volumes pulmonaires et des débits ventilatoires	356
2. Mesure des gaz du sang	356
H. Physiopathologie	357
1. Hypoxémie, hypoxie et insuffisance respiratoire	357
2. Altitude	358

Chapitre XX

Physiologie digestive	361
A. Introduction	361
B. Anatomie et histologie fonctionnelle	361
1. Organisation du système nerveux entérique	361
2. Organisation de la musculature lisse du tube digestif	362
3. Réflexe péristaltique	365
C. Motricité	366
1. Œsophage	366
2. Estomac	369
3. Intestin grêle	372
4. Colon	373
5. Rectum et canal anal	373
6. Physiopathologie	375
D. Sécrétions digestives	378
1. Sécrétion salivaire	378
2. Sécrétions gastriques	379

3. Sécrétion pancréatique exocrine	383
4. Sécrétion intestinale	385
5. Sécrétion biliaire	385
6. Physiopathologie.....	386
E. Digestion et absorption	387
1. Histologie fonctionnelle de l'intestin grêle	387
2. Définitions	388
3. Rôle du microbiote intestinal	388
4. Digestion et absorption des aliments contenant des glucides	389
5. Digestion et absorption des nutriments contenant des acides aminés.....	390
6. Digestion et absorption des nutriments de nature lipidique	391
7. Absorption intestinale de l'eau et des électrolytes.....	393
8. Digestion et absorption du calcium, des phosphates inorganiques et du magnésium	394
9. Digestion et absorption du fer	394
10. Digestion et absorption des vitamines	395
11. Physiopathologie.....	396
F. Explorations fonctionnelles	397
1. Manométrie.....	397
2. pHmétrie et impédancemétrie œsophagiennes	397
3. Tests respiratoires.....	398
G. Contrôle de la prise alimentaire	398
H. Physiologie du foie et des voies biliaires	399
1. Anatomie et histologie fonctionnelle.....	399
2. Répartition des fonctions hépatiques dans les zones lobulaires.....	401
3. Devenir des nutriments	401
4. Libération de glucose	402
5. Libération de corps cétoniques	402
6. Synthèse de l'urée.....	402
7. Cycle entérohépatique de l'urée.....	403
8. Synthèse du cholestérol.....	404
9. Dégradation de l'hème	405
10. Élimination des xénobiotiques	405
11. Acides biliaires	406
12. Physiopathologie.....	409

Chapitre XXI

Homéostasie du sodium et régulation de la volémie	411
A. Introduction	411
1. Notion de bilan	411
2. État stable et état transitoire.....	411
B. Homéostasie du sodium	412
1. Répartition du sodium dans l'organisme et bilan de sodium	412
2. Variables régulées : volémie et volume sanguin artériel ou efficace	412
3. Adaptation aux variations d'apport alimentaire en sel	412
4. Adaptations aux variations de pression artérielle	414
5. Entrées et sorties de sodium de l'organisme	414
C. Facteurs neurohormonaux régulant la capacité d'excrétion rénale du sodium	415
1. Système rénine-angiotensine-aldostérone	415
2. Système nerveux sympathique.....	417
3. Hormones natriurétiques.....	418
4. Endothéline	418
D. Physiopathologie des œdèmes	419

Chapitre XXII

Homéostasie de l'eau	420
A. Généralités	420
B. Réponse rénale aux variations d'apports hydriques	420
1. Restriction hydrique	420
2. Apports hydriques importants	421
C. Interactions entre eau et sel	421
D. Physiopathologie	422
1. Hyperhydratation intracellulaire.....	422
2. Déshydratation intracellulaire	423

Chapitre XXIII

Régulation de la pression artérielle systémique	424
A. Introduction	424
B. Contrôle local de la vasomotricité	425
1. Tonus myogénique.....	425
2. Vasodilatation flux-dépendante.....	425
3. Comportement intégré des artéioles	425

C. Mécanismes neurohormonaux	425
1. Système nerveux autonome.....	425
2. L'arginine vasopressine (AVP)	426
3. Le système rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA)	426
4. Les facteurs atriaux natriurétiques.....	426
D. Rôle des capillaires	426
E. Relation pression diurèse et pression-natriurèse	426
F. Intégration des mécanismes régulateurs	427
G. Mise en jeu des mécanismes régulateurs	428
1. Baisse de la pression artérielle	428
2. Augmentation de la pression artérielle	430
H. Variations physiologiques de la pression artérielle	431
I. Physiopathologie	431
1. Généralités sur l'hypertension artérielle	431
2. Origines de l'atteinte des artéries dans l'hypertension artérielle.....	432
3. Conséquences organiques de l'artériosclérose	432
4. Hypertension artérielle et lésions des artères de gros calibre	433
5. Hypertension artérielle maligne	434

Chapitre XXIV

Régulation de l'état acido-basique	436
A. Introduction	436
1. Boucle de régulation.....	436
2. Généralités	436
B. Systèmes tampons et pouvoir tampon	437
1. Définition	437
2. Protéines : tampons fermés	437
3. Couple bicarbonate-acide carbonique : tampon ouvert.....	438
C. Le diagramme de Davenport	442
D. Représentation des troubles de l'équilibre acido-basique	444
1. Représentation des troubles métaboliques	444
2. Représentation des troubles respiratoires.....	445
E. Régulation rénale de l'état acido-basique	446
1. Fonctions tubulaires proximales.....	446
2. Régénération des bicarbonates	447

F. Physiopathologie	448
1. Acidoses métaboliques tubulaires.....	448
2. Acidoses métaboliques non tubulaires.....	449
3. Acidoses respiratoires.....	449
4. Alcalose métabolique	449
5. Alcalose respiratoire.....	449
Chapitre XXV	
Régulation de la kaliémie	450
A. Généralités	450
1. Bilan du potassium	450
2. Apport alimentaire de potassium	451
B. Régulation extrarénale	451
C. Régulation rénale	452
1. Réaction rénale aux apports alimentaires de potassium	452
2. Relation kaliémie-kaliurèse.....	452
3. Potassium switch.....	453
4. Rôle de l'aldostérone.....	453
D. Physiopathologie	454
Chapitre XXVI	
Régulation de la calcémie	455
A. Généralités	455
1. Distribution du calcium dans l'organisme	455
2. Différentes formes du calcium dans le sang	456
B. Régulation de la calcémie	456
Chapitre XXVII	
Régulation de la phosphatémie	458
A. Généralités	458
1. Distribution du phosphate dans l'organisme.....	458
2. Différentes formes de phosphates inorganiques	459
B. Régulation de la phosphatémie	459

Chapitre XXVIII

Régulation de la magnésémie	460
A. Généralités	460
B. Régulation	461
1. Absorption digestive de magnésium	461
2. Réabsorption rénale de magnésium	461
3. Régulation hormonale du transport rénal de magnésium.....	463

Chapitre XXIX

Régulation de la température corporelle	464
A. Généralités	464
B. Définitions	465
1. Distinction enveloppe – noyau.....	465
2. Température centrale.....	467
3. Température de l'enveloppe ou écorce	468
C. Les échanges thermiques	469
1. Conduction.....	469
2. Convection	470
3. Rayonnement.....	471
4. Évaporation.....	472
5. Sudation	472
6. Bilan thermique	474
7. Notion de neutralité thermique	474
D. Réactions comportementales et physiologiques	475
1. Réactions physiologiques au froid par augmentation de la thermogenèse.....	476
2. Réactions physiologiques au froid par réduction de la thermolyse.....	476
3. Réactions physiologiques au chaud	477
E. Organisation de la thermorégulation	478

Chapitre XXX

Exercice musculaire	479
A. Biomécanique musculaire	479
B. Métabolisme énergétique à l'exercice	480
1. Voie des phosphagènes	481
2. Glycolyse rapide	481
3. Voie des oxydations glucidiques/lipidiques ou filière « aérobie ».....	482
4. Implication des filières énergétiques en fonction d'un exercice.....	483
5. Apport et consommation d'oxygène lors de l'exercice	485

C. Adaptation ventilatoire à l'exercice et hématose	486
1. Adaptation de la ventilation à l'exercice.....	486
2. Adaptation des échanges gazeux à l'exercice.....	487
D. Adaptation cardiovasculaire à l'exercice	489
1. Débit cardiaque	490
2. Fréquence cardiaque	490
3. Volume d'éjection systolique	491
4. Adaptation des résistances périphériques totales et régionales à l'effort.....	492
E. Cœur d'athlète	493

Chapitre XXXI

Hyperbarie	495
A. La plongée sous-marine	495
1. Eau, air, relation pression/volume.....	495
2. Pas une plongée, des plongées.....	495
3. Réponse physiologique à l'immersion	497
4. La plongée en bouteilles	497
B. Les dangers de la plongée	498
1. Barotraumatisme thoracique.....	498
2. Barotraumatisme facial	499
3. Barotraumatisme auriculaire	499
4. Barotraumatisme sinusien.....	499
5. Narcose à l'azote	499
6. Accident de décompression	500
C. Résumé	502

Chapitre XXXII

Microgravité	503
A. Introduction	503
B. Situations de microgravité	504
1. L'environnement spatial	504
2. Lalitement	504
3. L'immersion sèche	504
4. Les vols paraboliques.....	504
5. Modèles animaux et cellulaires.....	505
C. Adaptation de l'organisme à la microgravité	505
1. Le système cardiovasculaire	505
2. Le métabolisme	506

3. La fonction musculaire.....	507
4. Le système osseux	508
5. Atteintes neurosensorielles	508
6. Les contremesures	509
D. Résumé	509