

MICHEL RIEUTORT

Physiologie animale

Les grandes fonctions

2^e édition de l'Abrégé
Physiologie animale. Tome 2

SV

Enseignement
des
Sciences de la Vie

MASSON 

TABLE DES MATIÈRES

1. Les fonctions de nutrition : une contrainte thermodynamique	1
I. Thermodynamique et ordre biologique	1
A. Les lois de la thermodynamique	1
1. <i>Notion de système</i>	1
2. <i>Première loi de la thermodynamique : la loi de conservation de l'énergie, définie dans un système fermé</i>	2
3. <i>Deuxième loi : la prédiction du sens des échanges</i>	3
B. Comment fonctionne une cellule si on la compare à un système?	4
1. <i>L'ordre biologique</i>	4
2. <i>Le vivant : un état permanent de « non-équilibre »</i>	5
3. <i>Les couplages énergétiques</i>	5
II. Formes d'énergie chimique dans la cellule	6
A. <i>Énergies de gradients</i>	6
B. <i>Énergie d'oxydoréduction</i>	7
C. <i>Énergie de liaisons à haut potentiel d'hydrolyse</i>	8
1. <i>Liaisons esterphosphate (ex ATP)</i>	8
2. <i>Liaison thioester et acétylCoA</i>	10
III. Sources d'énergie libre	11
A. <i>Fermentations</i>	11
B. <i>Respiration</i>	12
IV. Quantification des besoins énergétiques	15
A. Le métabolisme énergétique d'une cellule	15
1. <i>Choix d'un modèle d'étude : les polynucléaires neutrophiles</i>	15
2. <i>Isolement des cellules et préparation d'une population cellulaire homogène</i>	15
3. <i>Principe des mesures effectuées</i>	16
4. <i>Résultats : le bilan du métabolisme d'un neutrophile</i>	17
B. <i>Besoins énergétiques d'un organisme</i>	18
2. La circulation du milieu intérieur	21
I. <i>La diffusion ne permet pas les échanges lointains dans un organisme</i> ..	21
II. <i>Systèmes de transport interne</i>	23
A. <i>Niveaux d'organisation</i>	23
1. <i>Mouvements du milieu extérieur</i>	24
2. <i>Mouvements de liquides internes assurés par la musculature</i>	24

3. Mouvements de l'hémolymphe dans un système circulatoire ouvert ..	24
4. Mouvements du sang dans un système circulatoire clos	24
B. Valeur adaptative des systèmes circulatoires	25
C. Enrichissement des fonctions des liquides circulants	25
D. Le système circulatoire clos des Vertébrés	27
III. Physiologie cardiaque	29
A. Approche expérimentale	29
B. Le cœur des Vertébrés (essentiellement les Mammifères)	30
1. Données générales	30
2. L'automatisme cardiaque et sa régulation	34
3. Mécanique cardiaque	37
C. Le cœur des Invertébrés	38
IV. Physiologie vasculaire	40
A. Le système vasculaire	40
B. Notions d'hémodynamique vasculaire	42
C. Données structurales	42
D. Système artériel et pression artérielle	43
1. Valeurs de la pression artérielle	43
2. Pression artérielle et posture	44
E. Capillaires, veines et vaisseaux lymphatiques	44
1. Irrigation capillaire	44
2. Échanges capillaires	45
3. Système veineux	46
4. Système lymphatique	46
V. Régulations cardio-vasculaires	47
A. Approche expérimentale	47
B. Régulation du débit sanguin capillaire	47
1. Contrôle local	47
2. Contrôle nerveux	48
3. Substances vasomotrices circulantes	49
C. Intégration nerveuse des régulations cardio-vasculaires	50
1. Récepteurs	50
2. Intégrations centrales	51
3. Des aliments aux nutriments : les fonctions digestives	53
I. Variété des modèles alimentaires	53
A. Besoins quantitatifs et qualitatifs	53
1. Aliments et nutriments	53
2. Variété des besoins alimentaires	54
3. Les besoins spécifiques	56
B. La prise alimentaire	57
1. Animaux microphages	58
2. Animaux macrophages	58
3. Consommateurs d'aliments liquides	59

II. Digestion des aliments	59
A. Définition	59
B. Digestion intra ou extracellulaire	60
1. Intracellulaire	60
2. Extracellulaire	61
C. Les sécrétions digestives	61
1. Digestion des glucides	62
2. Digestion des protides	63
3. Digestion des lipides	64
4. Digestion des autres substrats	65
D. Digestions symbiotiques	65
1. Flagellés symbiotiques des Insectes xylophages	65
2. Mammifères	66
III. Contrôle de la digestion	68
A. Approche expérimentale	68
B. Motricité du tractus digestif	68
1. Motilité	69
2. Coordination	70
C. Contrôle des sécrétions digestives	71
1. Les sécrétions digestives chez l'homme	71
2. Salive	72
3. Sécrétions gastriques	72
4. Sécrétions pancréatiques et biliaires	73
5. Sécrétion intestinale	73
IV. Absorption	75
A. Nutriments organiques	75
B. Eau et minéraux	78
4. Les échanges gazeux respiratoires	79
I. La demande d'oxygène est permanente	80
II. Transport du dioxygène dans le milieu intérieur	81
A. Les pigments respiratoires	81
B. L'hémoglobine	83
1. Structure	83
2. Rôle de transporteur de dioxygène	83
III. Transport du dioxyde de carbone	88
A. Les formes de transport du CO ₂	89
1. CO ₂ dissous	89
2. Ions hydrogénocarbonates	89
3. Molécules carbaminées	90
B. Courbes de saturation du sang en CO ₂	90
C. Hématies et transport de CO ₂	90
D. CO ₂ et équilibre acido-basique extracellulaire	92
IV. Organes d'échanges gazeux avec l'environnement	94
A. Échanges gazeux en milieu aqueux	94
1. Notion de capacitance d'un milieu	94
2. Respiration tégumentaire	96
3. Respiration branchiale	96

B. Échanges gazeux dans l'air	98
1. <i>Trachées aériennes</i>	98
2. <i>Poumons</i>	98
C. Régulations ventilatoires (Mammifères)	101
1. <i>Approche expérimentale</i>	101
2. <i>Principaux mécanismes régulateurs</i>	101
5. Régulations du métabolisme énergétique	105
I. Substrats énergétiques et microrégulation	106
A. Principaux substrats énergétiques	106
1. <i>Réserves énergétiques</i>	106
2. <i>Substrats énergétiques circulants</i>	106
B. Consommation tissulaire	108
1. <i>Notion de variation locale</i>	108
2. <i>Mécanismes des régulations intracellulaires</i>	108
C. Les actions hormonales	116
1. <i>L'insuline, hormone de l'anabolisme</i>	116
2. <i>Le glucagon</i>	117
3. <i>Les catécholamines</i>	117
4. <i>Autres hormones</i>	119
II. Macrorégulation du métabolisme énergétique	119
A. Approche expérimentale	119
1. <i>Différences artério-veineuses</i>	119
2. <i>Mesure de débits sanguins locaux</i>	120
3. <i>Autres techniques</i>	122
B. Profil métabolique des principaux tissus impliqués dans le métabolisme énergétique	122
1. <i>Tissu nerveux</i>	122
2. <i>Tissu musculaire</i>	122
3. <i>Tissu adipeux</i>	123
4. <i>Tissu hépatique</i>	124
C. Adaptations métaboliques dans diverses situations physiologiques	124
III. Régulations intégrées du métabolisme énergétique : faim et satiété	128
A. Axe entéro-insulaire	128
B. Réponses oro-anticipatrices	128
C. Les régulations centrales : faim et satiété	128
6. Régulations du métabolisme hydrominéral et excrétion azotée	131
I. Compartiments liquidiens d'un organisme	132
A. Principe des mesures de volume des divers compartiments	132
B. Volume et composition des liquides extracellulaires (LEC)	132
II. Variété des situations et stratégies adoptées pour maintenir l'équilibre hydrominéral	135
A. L'osmorégulation en milieu marin	135
1. <i>Invertébrés marins</i>	135
2. <i>Vertébrés marins</i>	136
3. <i>Adaptations secondaires à l'environnement marin</i>	137

B. L'osmorégulation en eau douce	140
1. <i>Invertébrés</i>	140
2. <i>Vertébrés d'eau douce</i>	141
C. Osmorégulation en milieu terrestre	141
1. <i>Arthropodes et Arachnides</i>	141
2. <i>Amphibiens</i>	143
3. <i>Vertébrés terrestres</i>	143
III. Excrétion azotée	143
IV. Homéostasie calcique extracellulaire	145
A. Importance physiologique du calcium	145
B. Le calcium sanguin	146
C. Hormones et régulation de la calcémie	146
1. <i>L'équilibre calcique</i>	146
2. <i>L'hormone parathyroïdienne (parathormone)</i>	146
3. <i>La calcitonine</i>	148
4. <i>Dérivés de la vitamine D</i>	149
5. <i>Autres effets hormonaux</i>	150
V. Physiologie des organes spécialisés	150
A. Techniques d'étude	150
B. Variété des structures	151
1. <i>Vésicules pulsatiles</i>	151
2. <i>Néphridies</i>	151
3. <i>Tubes de Malpighi des Insectes</i>	153
4. <i>La branchie des Poissons</i>	154
5. <i>Le rein des Vertébrés</i>	157
VI. Approche des régulations intégrées	165
A. Limites aux variations de l'osmolarité ou du volume des LEC	165
B. Soif et contrôle de la consommation d'eau	165
C. L'ADH (hormone antidiurétique)	166
D. Système rénine-angiotensine et sécrétion d'aldostérone	166
E. FNA : facteur natriurétique atrial	168
7. Éléments de thermophysiology	169
Définitions	169
I. Température et processus physiologiques	170
A. Vitesses de réaction et Q_{10}	170
B. Effets de la température sur les activités enzymatiques	171
C. Thermogénèse et thermolyse	172
II. Échanges de chaleur entre un organisme et son environnement	172
A. Radiation	173
B. Conduction et convection	173
C. Évaporation	173
D. Conductance thermique	173
III. Ectothermie et thermorégulation	174
A. Comportement et préférendum thermique	174
B. Phénomènes d'adaptation	175
C. Contrôle du choix d'un optimum thermique	176

✕ IV. Thermorégulation chez les endothermes	176
A. Approche expérimentale	176
B. Caractéristiques générales des animaux endothermes	177
1. Noyau thermique central et enveloppe	177
2. Valeurs moyennes de la température interne	178
3. Températures extérieures compatibles avec la thermorégulation	179
C. Réponses thermorégulatrices à un environnement froid	179
1. Diminution du gradient thermique ($T_1 - T_2$)	180
2. Diminution de la conductance thermique (C)	180
3. Diminution des pertes de chaleur par évaporation (E_{H_2O})	181
4. Augmentation de la thermogenèse	181
D. Réponses thermorégulatrices à un environnement chaud	182
E. Autres adaptations thermorégulatrices	182
V. Thermorécepteurs et intégrations centrales	184
A. Thermorécepteurs cutanés (périphériques)	184
B. Thermorécepteurs centraux	185
C. Intégrations thermorégulatrices	185
VI. Hibernation	186
A. Besoins énergétiques de l'animal hibernant	186
B. Adaptations physiologiques de l'animal hibernant	187
1. Entrée en léthargie	187
2. Adaptations physiologiques au cours de l'hibernation	187
3. Sortie d'hibernation : rôle du tissu adipeux brun	188
8. Les adaptations de l'organisme à un exercice musculaire	
(Un exemple d'intégrations régulatrices)	193
I. Approche expérimentale	194
A. Caractérisation de l'exercice	194
1. L'homme, animal d'expérience	194
2. Intensité des exercices musculaires	194
B. Paramètres mesurés	194
II. Adaptations métaboliques	195
A. Utilisation du glycogène musculaire	195
B. Utilisation du glucose sanguin	196
C. Utilisation des acides gras	196
D. Modifications endocrines	197
✕ III. Adaptations respiratoires et cardio-vasculaires	197
A. Besoin en oxygène et dette d'oxygène	197
B. Ajustements circulatoires	198
C. Ajustements ventilatoires	201
IV. Thermorégulation associée à l'exercice	201
9. Éléments de physiologie sensorielle	203
I. Irritabilité diffuse et sensibilité	203
II. Diversité des récepteurs	204
III. Transduction et codage	205
IV. Récepteurs d'étirement des muscles striés squelettiques	208

V. Récepteurs de l'oreille interne des Vertébrés : cellules ciliées	208
VI. Photorécepteurs	211
10. Aspects de la protection de l'intégrité des organismes	215
I. Défenses immunitaires	215
A. Éléments de phylogénie	216
B. Mécanismes de l'immunité naturelle	217
1. <i>Barrières mécaniques et sécrétions diverses</i>	217
2. <i>Phagocytose</i>	218
3. <i>Réaction inflammatoire (œdème, chaleur, rougeur)</i>	221
4. <i>Le système du complément</i>	221
5. <i>Fièvre</i>	225
6. <i>Production d'interférons et anticorps naturels</i>	226
C. Antigènes et anticorps	226
1. <i>Les antigènes</i>	226
2. <i>Les anticorps (immunoglobulines)</i>	229
D. Organes et cellules impliqués dans les réponses immunitaires	234
1. <i>Notion de lignées cellulaires</i>	234
2. <i>Le tissu lymphoïde</i>	234
3. <i>Cellules engagées dans les réponses immunitaires</i>	235
E. La réponse immunitaire	241
1. <i>Réponse à médiation « humorale » (par anticorps circulants)</i>	242
2. <i>Réponses immunitaires à médiation cellulaire</i>	244
3. <i>Diverses formes de l'expression de la réponse immunitaire</i>	247
II. Régénération et processus cicatriciels	248
A. Régénération	248
1. <i>Régénération caudale chez les Planaires et les Annélides</i>	248
2. <i>Capacités de régénération chez les Mammifères</i>	248
B. Cicatrisation	250
III. Physiologie de l'hémostase	251
A. Éléments de phylogénie	251
B. Mécanismes de l'hémostase primaire	252
1. <i>La paroi vasculaire</i>	252
2. <i>Plaquettes sanguines (thrombocytes nucléés des non-mammaliens et globulins anucléés des Mammifères)</i>	252
3. <i>Phases initiales de l'hémostase normale</i>	255
C. Hémostase secondaire : la coagulation du sang	258
1. <i>Le mécanisme</i>	258
2. <i>La cascade d'activations enzymatiques</i>	258
3. <i>Régulation de la coagulation</i>	261
D. Fibrinolyse	261
IV. Réponses globales de l'organisme aux agressions	262
A. La notion de stress	262
B. La réaction d'alarme (ou d'urgence)	263
C. Le syndrome général d'adaptation	264

11. Les fonctions de reproduction	267
I. Reproduction asexuée et reproduction sexuée	267
II. Ovogenèse et physiologie sexuelle femelle	270
A. Principales phases de l'ovogenèse	270
B. L'ovocyte mûr	271
C. L'ovogenèse des Mammifères	274
1. Données histologiques	274
2. Des techniques d'approche expérimentale	275
3. Croissance folliculaire et synthèse des stéroïdes ovariens	277
4. Ovulation	279
5. Le corps jaune	280
D. Les cycles sexuels des Mammifères	281
1. Variété des cycles sexuels des femelles de Mammifères	281
2. Contrôle du cycle sexuel des Primates	283
III. Spermatogenèse et physiologie sexuelle mâle	286
A. Les spermatozoïdes	286
B. Déroulement et contrôle de la spermatogenèse chez les Mammifères ...	287
IV. Fécondation et aspects de la physiologie du développement	291
A. Fécondation	291
B. Régulations hormonales de la gestation chez les Mammifères	293
C. Différenciation sexuelle des fœtus de Mammifères	295
1. Développement des gonades	295
2. Différenciation des voies génitales	296
V. Passage à la vie aérienne au cours du développement	299
A. La métamorphose des Amphibiens	299
B. Naissance des Mammifères	300
 Annexe 1	 303
Annexe 2	304
Annexe 3	305
Annexe 4	306
 Lectures conseillées et principales références	 307
Index	309