

OBJECTIF STAPS



Licence
et
Master

Physiologie de l'exercice physique, entraînement et santé

3^e édition

- ✦ L'essentiel à connaître
- ✦ Exercices et annales corrigés et commentés

Christine Le Page

ellipses

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I	
<i>ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'ORGANISME</i>	25
1 Niveaux d'organisation	27
1.1. Atome	27
1.2. Molécule (ou composé)	28
1.3. Cellule	29
1.3.1. Différents types de cellules	30
1.3.2. Structure des cellules	31
1.4. Tissu	36
1.4.1. Tissu musculaire	36
1.4.2. Tissu nerveux	36
1.4.3. Tissu épithélial	36
1.4.4. Tissu conjonctif	37
1.5. Organe	37
1.6. Système	37
1.7. Organisme	37
2 Composition de l'organisme	44
2.1. Composés organiques	44
2.1.1. Glucides	44
2.1.2. Lipides	46
2.1.3. Protéines	48
2.1.4. Acides nucléiques et synthèse des protéines	50
2.2. Composés inorganiques	53
2.2.1. Eau	53
2.2.2. Minéraux	57
3 Fonctionnement de l'organisme : notion d'homéostasie	63
3.1. Homéostasie	63
3.2. Système nerveux	64
3.2.1. Mode d'action du système nerveux	64
3.2.2. Divisions du système nerveux	64

3.2.3. Cellules du système nerveux	69
3.2.4. Substance grise et substance blanche	71
3.2.5. Fonctionnement du système nerveux	71
3.2.6. Potentiel d'action	72
3.2.7. Loi du « tout ou rien »	73
3.2.8. Influx nerveux	73
3.2.9. Synapse	74
3.2.10. Potentiels post-synaptiques (PPS)	75
3.2.11. Voies sensibles du système nerveux	77
3.2.12. Voies motrices du système nerveux	77
3.2.13. Fonctionnement du système nerveux autonome (SNA)	79
3.2.14. Effecteurs du système nerveux autonome (SNA)	80
3.2.15. Neurotransmetteurs et récepteurs du système nerveux autonome (SNA)	80
3.2.16. Effets physiologiques du système nerveux autonome (SNA)	81
3.3. Système endocrinien	82
3.3.1. Mode d'action du système endocrinien	82
3.3.2. Composition chimique des hormones	82
3.3.3. Récepteurs des hormones	85
3.3.4. Effets et mécanismes d'action des hormones	86
3.3.5. Contrôle et régulation de la sécrétion des hormones	89
3.4. Thermorégulation	92
3.4.1. Mécanismes physiques d'échanges de chaleur	92
3.4.2. Mise en jeu des mécanismes thermorégulateurs	94
3.5. Équilibre acido-basique	96

CHAPITRE II

RÉPONSES DE L'ORGANISME À L'EXERCICE PHYSIQUE 107

1 Le muscle squelettique	109
1.1. Muscle squelettique	109
1.1.1. Structure générale	109
1.1.2. Structure des cellules musculaires	110
1.1.3. Structure des myofibrilles	111
1.1.4. Composition moléculaire des myofibrilles	112
1.2. Contraction du muscle squelettique	114
1.2.1. Innervation du muscle squelettique	114
1.2.2. Excitation	115
1.2.3. Couplage excitation-contraction	117
1.2.4. Contraction	118
1.2.5. Relaxation	119
1.3. Hétérogénéité du muscle squelettique	119
1.3.1. Classification des différents types de fibres musculaires	119
1.3.2. Caractéristiques des différents types de fibres musculaires	120
1.3.3. Répartition des différents types de fibres dans les muscles	122
1.3.4. Composition moléculaire des différents types de fibres musculaires	123

1.4. Modalités de la contraction musculaire	123
1.4.1. Types de contraction musculaire	123
1.4.2. Coordination du mouvement	125
1.5. Réponse mécanique du muscle squelettique	125
1.5.1. Méthode d'études	125
1.5.2. Stimulation unique : secousse musculaire	126
1.5.3. Stimulations multiples : téтанos	127
1.6. Propriétés mécaniques du muscle squelettique	128
1.6.1. Modélisation du muscle	128
1.6.2. Propriétés élastiques	129
1.6.3. Relation force-longueur	130
1.6.4. Relation force-vitesse	134
1.7. Force musculaire maximale	135
1.7.1. Mécanismes d'augmentation de la force musculaire	135
1.7.2. Influence du type de muscle	138
1.7.3. Influence des conditions de stimulation	140
1.7.4. Influence des facteurs biologiques, physiologiques et psychologiques	140
1.8. Fatigue musculaire	141
1.8.1. Sites impliqués	142
1.8.2. Mécanismes impliqués	142
1.9. Contrôle nerveux du mouvement	146
1.9.1. Information sensitive	147
1.9.2. Contrôle moteur	147
1.9.3. Activité réflexe	148
1.9.4. Centres nerveux supérieurs	153
2 Métabolisme énergétique	165
2.1. Transferts d'énergie	165
2.2. Transferts d'énergie par l'Adénosine Triphosphate (ATP)	166
2.3. Synthèse de l'ATP par la phosphocréatine	167
2.4. Synthèse de l'ATP par les glucides	168
2.4.1. Glycolyse	168
2.4.2. Cycle de Krebs ou cycle des acides tricarboxyliques	171
2.4.3. Chaîne de transport des électrons mitochondriale (chaîne respiratoire): phosphorylation oxydative et production de radicaux libres	172
2.5. Synthèse de l'ATP par les lipides	173
2.6. Synthèse de l'ATP par les protéines	175
2.7. Néoglucogénèse	176
2.8. Interrelations des métabolismes	176
2.9. Intervention des processus énergétiques lors de l'exercice	177
3 Système neuroendocrinien	185
3.1. Catécholamines	187
3.1.1. Évolution de la sécrétion au cours de l'exercice	187
3.1.2. Facteurs impliqués dans la sécrétion	187
3.1.3. Effets physiologiques	188

3.2. Hormones pancréatiques	188
3.2.1. Évolution de la sécrétion au cours de l'exercice	189
3.2.2. Facteurs impliqués dans la sécrétion	189
3.2.3. Effets physiologiques	189
3.3. Glucocorticoïdes	190
3.3.1. Évolution de la sécrétion au cours de l'exercice	191
3.3.2. Facteurs impliqués dans la sécrétion	191
3.3.3. Effets physiologiques	191
3.4. Hormone de croissance	192
3.4.1. Évolution de la sécrétion au cours de l'exercice	192
3.4.2. Facteurs impliqués dans la sécrétion	192
3.4.3. Effets physiologiques	193
3.5. Hormones de l'équilibre hydro-électrolytique	193
3.5.1. Évolution de la sécrétion au cours de l'exercice	193
3.5.2. Facteurs impliqués dans la sécrétion	194
3.5.3. Effets physiologiques	195
3.6. Endorphines	195
3.6.1. Évolution de la sécrétion au cours de l'exercice	196
3.6.2. Facteurs impliqués dans la sécrétion	196
3.6.3. Effets physiologiques	196
3.7. Hormones et récupération	197
4 Système respiratoire	203
4.1. Organes respiratoires	203
4.1.1. Zone conductive	203
4.1.2. Zone respiratoire	204
4.2. Circulation pulmonaire	205
4.3. Mécanique respiratoire	206
4.3.1. Muscles respiratoires	207
4.3.2. Ventilation pulmonaire	207
4.4. Volumes et capacités pulmonaires	208
4.4.1. Volumes et capacités pulmonaires statiques	208
4.4.2. Volumes et capacités pulmonaires dynamiques	210
4.5. Débit ventilatoire	212
4.5.1. Au repos	212
4.5.2. À l'exercice	212
4.6. Débit alvéolaire	214
4.6.1. Au repos	215
4.6.2. À l'exercice	215
4.7. Rapport ventilation-perfusion	215
4.7.1. Distribution régionale de la ventilation pulmonaire	215
4.7.2. Distribution régionale de la perfusion pulmonaire	216
4.7.3. Hétérogénéité du rapport ventilation-perfusion	216

4.7.4. Espace mort physiologique	216
4.7.5. Rapport ventilation-perfusion à l'exercice	216
4.8. Échanges gazeux: diffusion alvéolo-capillaire	217
4.8.1. Diffusion alvéolo-capillaire au repos	217
4.8.2. Diffusion alvéolo-capillaire à l'exercice	218
4.9. Régulation de la respiration	219
4.9.1. Centres respiratoires	219
4.9.2. Contrôle volontaire	220
4.9.3. Contrôle chimique	220
4.9.4. Contrôle proprioceptif	221
4.9.5. Autres contrôles	222
4.9.6. Régulation de la ventilation à l'exercice	222
5 Système cardiovasculaire	229
5.1. Structure et fonctionnement du système cardiovasculaire	229
5.1.1. Organisation générale	229
5.1.2. Structure du cœur	230
5.1.3. Activité électrique du cœur	232
5.1.4. Activité mécanique du cœur	236
5.1.5. Couplage entre l'activité électrique et mécanique: couplage excitation-contraction et relaxation	239
5.1.6. Conséquences de la contraction cardiaque: volume d'éjection systolique et débit cardiaque	240
5.1.7. Vaisseaux sanguins	247
5.1.8. Circulation sanguine: pression, débit et résistance	250
5.1.9. Pression artérielle	251
5.1.10. Onde artérielle	253
5.1.11. Vasomotricité	253
5.1.12. Régulation de la pression artérielle	258
5.2. Réponses cardiovasculaires à l'exercice	262
5.2.1. Consommation d'oxygène	262
5.2.2. Débit cardiaque	265
5.2.3. Volume d'éjection systolique	266
5.2.4. Fréquence cardiaque	268
5.2.5. Thermorégulation à l'exercice: dérivation cardiovasculaire	269
5.2.6. Différence artérioveineuse en oxygène (D_a-vO_2)	271
5.2.7. Régulation de la réponse cardiovasculaire à l'exercice physique	278
6 Exercice en altitude	288
6.1. Conditions ambiantes	288
6.1.1. Pression atmosphérique	288
6.1.2. Température de l'air	289
6.1.3. Hygrométrie	289
6.1.4. Rayonnement solaire	289
6.1.5. Densité de l'air	289

6.2. Réponses physiologiques aiguës à l'altitude	289
6.2.1. Réponses respiratoires	290
6.2.2. Réponses cardiovasculaires	291
6.2.3. Effets de l'altitude sur la performance	292
6.2.4. Réponses pathologiques induites par l'altitude	293
6.3. Adaptations physiologiques à l'altitude	293
6.3.1. Adaptations sanguines	294
6.3.2. Adaptations respiratoires	295
6.3.3. Adaptations cardiovasculaires	296
6.3.4. Adaptations musculaires	297
6.4. Entraînement en altitude	297
6.4.1. Séjour et entraînement à haute altitude	297
6.4.2. Séjour à haute altitude et entraînement à basse altitude	298
6.4.3. Efficacité d'un entraînement en altitude sur la performance en altitude	298

CHAPITRE III

ADAPTATION DE L'ORGANISME À L'ENTRAÎNEMENT PHYSIQUE

303

1 Entraînement physique et surcompensation

306

2 Adaptations musculaires

307

2.1. Plasticité musculaire	307
2.2. Masse musculaire	308
2.2.1. Entraînement en force/résistance	308
2.2.2. Entraînement en endurance	309
2.2.3. Mécanismes impliqués	309
2.2.4. Conséquences de l'adaptation	310
2.3. Typologie musculaire	311
2.3.1. Entraînement en force/résistance	312
2.3.2. Entraînement en endurance	312
2.3.3. Mécanismes impliqués	312
2.4. Métabolisme	313
2.4.1. Entraînement en force-résistance	313
2.4.2. Entraînement en endurance	313
2.4.3. Conséquences de l'adaptation	316
2.5. Mécanismes impliqués dans les adaptations musculaires	317

3 Adaptations neuroendocriniennes

318

4 Adaptations respiratoires

319

4.1. Volumes et capacités pulmonaires	319
4.2. Débits ventilatoire et alvéolaire	320
4.3. Décalage des seuils ventilatoires	321
4.4. Rapport ventilation-perfusion	322
4.5. Échanges gazeux : diffusion alvéolo-capillaire	322

5	Adaptations cardiovasculaires	324
5.1.	Adaptations cardiovasculaires au repos	324
5.1.1.	Débit cardiaque	324
5.1.2.	Augmentation du volume d'éjection systolique	324
5.1.3.	Diminution de la fréquence cardiaque	328
5.1.4.	Différence artérioveineuse en oxygène	329
5.1.5.	Consommation d'oxygène	330
5.2.	Adaptations cardiovasculaires lors d'un exercice d'une intensité sous-maximale	330
5.2.1.	Débit cardiaque	330
5.2.2.	Augmentation du volume d'éjection systolique	331
5.2.3.	Diminution de la fréquence cardiaque	332
5.2.4.	Différence artérioveineuse en oxygène	332
5.2.5.	Consommation d'oxygène	333
5.3.	Adaptations cardiovasculaires lors d'un exercice d'une intensité maximale	334
5.3.1.	Augmentation du débit cardiaque maximal	334
5.3.2.	Augmentation de la différence artérioveineuse en O ₂ maximale	334
5.3.3.	Augmentation de la consommation d'oxygène maximale	335
5.3.4.	Relation entre la consommation d'oxygène maximale et la performance	338
5.4.	Désentraînement	338
6	Entraînement physique et santé	339
6.1.	Dépense énergétique	340
6.2.	Entraînement physique et capacités fonctionnelles	345
6.2.1.	Capacités physiques	346
6.2.2.	Capacités psychiques	347
6.3.	Entraînement physique et composition corporelle	348
6.4.	Entraînement physique et lipides circulants	350
6.5.	Entraînement physique et pathologies	351
6.5.1.	Maladies cardiovasculaires	351
6.5.2.	Hypertension artérielle	352
6.5.3.	Surpoids et obésité	352
6.5.4.	Diabète de type II	353
6.5.5.	Cancers	354
6.5.6.	Maladies neurodégénératives	354
6.6.	Entraînement physique et vieillissement	354
6.6.1.	Mécanismes du vieillissement	354
6.6.2.	Prévention du vieillissement par l'exercice physique	358
6.7.	Mécanismes impliqués dans les effets bénéfiques de l'entraînement physique sur la santé et la prévention du vieillissement	361

7 Surentraînement	362
7.1. Différents stades de surentraînement	364
7.2. Différents types de surentraînement	364
7.2.1. Surentraînement de type classique : forme sympathique	364
7.2.2. Surentraînement de type moderne : forme parasympathique	365
7.2.3. Surentraînement de type sympathique : stade intermédiaire	365
7.3. Symptômes du surentraînement	365
7.4. Mécanismes physiopathologiques du surentraînement	366
7.4.1. Surentraînement et altération du métabolisme énergétique	366
7.4.2. Altération du système nerveux autonome	367
7.4.3. Surentraînement et lésions musculaires : théorie des cytokines	368
7.5. Prévention du surentraînement	371
7.5.1. Diagnostic précoce	371
7.5.2. Équilibre entre stress, capacité et récupération	371
7.6. Conclusion	374
 CORRIGÉS	 409
INDEX	459