

Physiologie et physiopathologie du plongeur Coeff. 4 : Durée 1 h 30

1- Dans le désir de conduire un enseignement transversal, vous avez décidé de traiter différents aspects liés à l'appareil ventilatoire en plongée. Pour cela, les thèmes suivants seront évoqués. (12 points)

a) les alvéoles pulmonaires : (4 points)

- Définissez leur rôle dans les échanges gazeux (La réalisation d'un schéma fonctionnel est souhaitée).
- Exposez la nature des lésions qu'elles peuvent subir (hormis l'ADD)
- **Listez** les conséquences de ces lésions.

b) la ventilation. (4 points)

- Comment et pourquoi la ventilation et les échanges gazeux sont-ils modifiés en plongée ?
- Montrez que les modifications générées par l'augmentation de pression sont successibles de favoriser l'apparition d'un essoufflement.

c) L'interruption volontaire de la ventilation : l'apnée. (4 points)

- Comment l'air alvéolaire évolue-t-il au cours d'une apnée ?
- Quel est l'effet de l'hyperventilation sur cet air alvéolaire ?
- Exposez le mécanisme de l'apparition de la syncope anoxique.

2- Des données basiques pour gérer l'entraînement physique du plongeur. (8 points)

a) On constate trop souvent que les candidats à des épreuves physiques des examens de plongeur (N IV et même MF₂) négligent totalement l'échauffement préalable. (4 points)

- Quelles peuvent être les conséquences observables de ce fait.
- Justifiez par vos connaissances de physiologie la nature des difficultés rencontrées par ces imprévoyants.
- Définissez un échauffement "raisonnable" pour un 1500 m PMT.
- L'échauffement à l'apnée résulte-t-il de mécanismes semblables.

b) On admettra qu'il existe deux sortes de récupérations : la récupération entre les séquences d'une même séances de travail physique et celle qui se situe entre les séances. (4 points)

- Sous quelles formes la récupération doit-elle être organisée pendant une séance ?
- La nature et la durée de cette récupération dépend elle de la filière utilisée ?
- La récupération entre les séances est elle identique quelque soient les filières travaillées ?
- Quel est l'intérêt d'une récupération correctement programmée entre les séances et quel est le risque d'une récupération insuffisante ?

REFERENTIEL DE CORRECTION

MF2 Niolon Septembre 2007.

I- anatomie, physiologie, physiopathologie.

1- L'appareil ventilatoire

a) Les alvéoles pulmonaires

✓ Schéma fonctionnel :

Mise en évidence les gradients de pressions partielles entre les trois espaces concernés : l'air inspiré, l'air alvéolaire et le sang. La valeur exacte des pressions partielles n'est pas exigible.

Matérialisation des sens des échanges gazeux par diffusion.

✓ Lésions :

La surpression pulmonaire génère une augmentation de pression de part et d'autre de la barrière alvéolo-capillaire. Cette dernière subit un écrasement qui génère des altérations entraînant des hémorragies et formation de spume par mélange de sang avec le surfactant.

Les alvéoles périphériques peuvent se déchirer et entraîner un passage d'air entre les deux feuillets de la plèvre, vers le médiastin ou vers le cou.

La surpression entraîne un passage d'air dans les capillaires qui provoque un aéro-embolisme.

Ces alvéoles peuvent également être le siège d'un OAP.

✓ Conséquences :

Perte de fonctionnalité, collapsus, difficultés respiratoires, douleurs

Aéro embolisme : syndrome nerveux de la SP

Syndrome neigeux, emphysème du médiastin, pneumothorax.

Secondairement à une SP, il peut y avoir des infections graves.

b) les modifications.

✓ Deux paramètres de modification :

L'augmentation de la densité de l'air et la modification des pressions partielles de l'azote et de l'oxygène alors que les Pp de CO₂ et d'H₂O sont constantes dans les conditions normales.

L'augmentation de densité entraîne des difficultés particulièrement à l'expiration : Plongeur = "insuffisant respiratoire"

Le rythme de la ventilation est ralenti et l'amplitude des mouvements est légèrement augmentée vers le VRI et vers le VRE. Possibilité de pneumogramme.

L'augmentation de la Pp partielle d'O₂ n'a que peu de conséquences puisque, à la Pp atm, l'hémoglobine est quasiment saturée : seulement légère augmentation de la fraction dissoute.

L'augmentation de la Pp de N₂ entraîne un passage d'azote.

✓ Augmentation de P abs => Augmentation de densité => Difficulté d'expiration

=> Augmentation de la Pp de CO₂ alvéolaire => diminution du gradient d'élimination

=> Hypercapnie => Stimulation des centres bulbaires inspireurs => augmentation de la difficulté à évacuer le CO₂ excédentaire ...

c) Apnée.

✓ Possibilité de répondre par une courbe.

Descente : Augmentation de l'O₂ par compression de la cage thoracique
Augmentation de la Pp de CO₂

Fond : Baisse progressive de l'O₂ consommé au cours de l'apnée
Poursuite de l'augmentation lente du CO₂

Remontée : Baisse brutale de l'O₂ au dessous de la normoxie : Hypoxie
Augmentation du CO₂

- ✓ Hyperventilation et syncope anoxique: Plaçable sur la courbe précédente :

Baisse du taux de CO₂ initial = prolongation du temps d'apnée qui provoque une baisse plus importante de l'O₂.

L'hyperventilation provoque la baisse du CO₂ alvéolaire et sanguin mais ne fait pas augmenter de façon significative l'O₂ vers le cerveau (~saturation de l'HB) qui rencontre donc une situation d'anoxie. Présence de facteurs favorisant en fin d'apnée.

2- Données basiques pour gérer l'entraînement.

a) L'échauffement.

- ✓ Départ à froid : baisse brutale des performances après 3 à 4 minutes d'effort. Altération du style de nage. Nageur qui suffoque...
- ✓ En partant d'un rythme cardiaque de repos, l'effort maximum va rapidement faire monter le rythme cardiaque à cause d'une demande énergétique très forte et faire passer le nageur dans la filière lactique. Cette dernière ne devrait pas pouvoir durer plus de 3 minutes.
L'organisme est alors en dette d'oxygène puisque le fonctionnement aérobie n'a pas eu le temps de se mettre progressivement en place. Le taux d'acide lactique est important.
L'échauffement progressif aurait permis de monter progressivement l'activité cardiaque donc de placer dès le départ le nageur en filière aérobie.
- ✓ Au moins 5 à 10 minutes de nage peu intense en augmentant très progressivement l'intensité afin de placer le rythme cardiaque à un niveau tel que la filière aérobie soit en place sans être passée par la filière lactique.
- ✓ L'apnée ne résulte pas du même processus car il s'agit plutôt d'adapter progressivement le corps à résister à un taux de CO₂ supérieur à la normale (processus de mithridatisation). L'adaptation psychologique basée sur la relaxation est également mise en cause.

b) La récupération

- ✓ Pendant la séance : récupération active : nage lente par exemple ou étirements...
Filière anaérobie alactique : Récupération ~ durée de l'effort max
Filière lactique : durée de récupération plus importante (filière pénalisante)
Filière aérobie : peu pénalisante : récupération moins importante entre les séquences.
- ✓ Récupération entre les séances est fondamentale (surtout après une séance lactique), elle permet le phénomène de surcompensation c'est-à-dire l'amélioration des performances. sinon risque de surcharge et au contraire régression des performances