**Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur**

Durée 1h30 Coefficient 4

**Sujet 1 Le froid (7 points)**

Résidant dans les Alpes, vous êtes habitué à plonger en lac dans des conditions climatiques parfois difficiles. Vous prenez en charge Elsa, une stagiaire MF1 originaire de la Réunion qui vient d’arriver dans la région suite à une mutation professionnelle.

1. Indiquez les différents types de perte de chaleur au cours de l’immersion. (2 points)
2. Décrivez ensuite les mécanismes d'adaptation de l’organisme face au froid. (3 points)
3. Précisez les différences d’adaptation de l’organisme de l’enfant face au froid ainsi que les recommandations fédérales par rapport à cela. (2 points)

**Sujet 2 : L’entrainement physique (6 points)**

Votre club compte 4 stagiaires GP. Elsa et 2 autres stagiaires MF1 seront en charge de leur formation. Ils vous demandent de leur donner quelques informations sur la préparation physique.

1. Définissez les différentes filières énergétiques avec leurs caractéristiques (délai de mise en route, puissance développée, durée et facteurs limitants). (2 points)
2. Indiquez pour les différentes épreuves du GP les filières mises en œuvre. (1 point)
3. Proposez un programme d’entrainement pour les candidats GP dans le cadre d’une formation sur 6 mois. Pour chaque période de travail, vous préciserez sa durée, les filières travaillées, le nombre de séances par semaine, les objectifs principaux, le type d’exercice. (3 points)

**Sujet 3 : La narcose (7 points)**

Après sa première plongée au lac dans la zone des 40 mètres, Elsa vous avoue avoir ressenti les effets de la narcose. Vous profitez de l’occasion pour retravailler avec elle sur ce thème.

1. En vous appuyant sur vos connaissances physiologiques, expliquez les causes de la narcose. (3 points)
2. Décrivez les manifestations de cette narcose chez le plongeur. (1 point)
3. Citez les facteurs favorisants de la narcose. (1 point)
4. Donnez à votre stagiaire pédagogique des conseils pour :
   * prévenir la narcose chez ses plongeurs. (1 point)
   * réagir en cas de narcose d’un de ses élèves. (1 point)

**REFERENTIEL DE CORRECTION**

**Sujet 1 Le froid (7 points)**

Résidant dans les Alpes, vous êtes habitué à plonger en lac dans des conditions climatiques parfois difficiles. Vous prenez en charge Elsa, une stagiaire MF1 originaire de la Réunion qui vient d’arriver dans la région suite à une mutation professionnelle.

1. **Indiquez les différents types de perte de chaleur au cours de l’immersion. (2 points)**

* *Pertes par conduction : transfert de chaleur par contact direct entre des solides ou des liquides immobilisés, c’est à dire de la surface de la peau vers l’eau. Comme l’eau est environ 25 fois plus conductrice que l’air, les pertes de chaleur sont beaucoup plus importantes dans l’eau.*
* *Pertes par convection : transfert de chaleur entre l’organisme et l’eau en mouvement. (exemples : nageur qui évolue sans combinaison ou combi trop grande, etc…)*
* *Pertes par la ventilation****:*** *échanges par convection et évaporation. L’air expiré est humide et tiède (37°), tandis que l’air inspiré est sec et froid, en raison de la détente de l’air. La quantité de chaleur perdue dépendant du gradient de température entre l’organisme et les fluides environnants. Cette perte est non négligeable.*

1. **Décrivez ensuite les mécanismes d'adaptation de l’organisme face au froid. (3 points)**

* *La peau est dotée de récepteurs thermosensibles qui vont transmettre des informations au cerveau aux centres de la thermogénèse, l’hypothalamus). Cette stimulation va provoquer une augmentation de la production de chaleur et une diminution des pertes de calories.*
* *La lutte contre le froid s’effectue sur deux axes :*
* *Augmentation de la production de chaleur (augmentation de la thermogénèse)*
  + *Frissons, tremblements, horripilation des poils (chair de poule) : il s’agit de contractions musculaires saccadées ayant pour but de produire de la chaleur. Ces réactions sont peu efficaces (réflexes archaïques), et produisent du CO2 qu’il va falloir éliminer*
  + *Augmentation de la ventilation : elle intervient rapidement après l'agression thermique. Elle vise à augmenter la quantité d'O2 disponible pour permettre l'oxydation des réserves en glycogène de notre organisme, accroître la production calorique, et éliminer le surplus de CO2 engendré par les frissons.*
  + *Augmentation du métabolisme cellulaire.*
* *Limitation de la perte de chaleur (baisse thermolyse)*
  + *Vasoconstriction périphérique : l'eau est bien meilleure conductrice de chaleur que l'air, le corps se refroidit donc plus vite dans l'eau que dans l'air. Pour contrer cette perte de chaleur, l’organisme provoque une vasoconstriction des vaisseaux périphériques en contact avec le froid pour éviter que le sang ne refroidisse trop rapidement les organes nobles.*
  + *Position repliée sur lui-même du corps : pour diminuer la surface d’échanges*
  + *Diminution des mouvements pour diminuer les courants de convection.*

1. **Précisez les différences d’adaptation de l’organisme de l’enfant face au froid ainsi que les recommandations fédérales par rapport à cela. (2 points)**

* *Différences d’adaptation*
* *Comparé à un adulte, l’enfant a une surface corporelle plus grande par rapport à sa masse et une masse adipeuse souvent faible, ce qui augmente sa déperdition calorique par augmentation des échanges.*
* *Le refroidissement est compensé par une thermogénèse plus élevée et une réaction vaso-constrictrice plus rapide et plus importante, mais lorsque la température de l’eau est**inférieure à 34°, le bilan thermique devient défavorable.* 
  + *La respiration peut devenir rapidement superficielle et inefficace avec risque d’essoufflement.*
* *Recommandations fédérales pour la plongée enfant*
  + *Pas de plongée si la température de l’eau est inférieure à 12°,*
  + *Durée limitée à 25 minutes de plongée si la température de l’eau est inférieure à 23°,*
  + *Port d’une combinaison adaptée avec cagoule, chaussons, gants …*
  + *Hygiène de vie alimentaire : repas calorique, boisson chaude.*

**Sujet 2 : L’entrainement physique (6 points)**

Votre club compte 4 stagiaires GP. Elsa et 2 autres stagiaires MF1 seront en charge de leur formation. Ils vous demandent de leur donner quelques informations sur la préparation physique.

1. **Définissez les différentes filières énergétiques avec leurs caractéristiques (délai de mise en route, puissance développée, durée et facteurs limitants). (2 points)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Filière énergétique*** | ***Délai*** | ***Puissance*** | ***Durée d’action*** | ***Facteur limitant*** |
| *Anaérobie phosphagène*  *= Anciennement « anaérobie alactique »* | *aucun* | *Efforts très intenses* | *De 3 à 10 secondes selon l’intensité de l’effort* | *Epuisement des*  *réserves de créatine phosphate* |
| *Anaérobie glycolytique*  *= Anciennement « anaérobie lactique »* | *10 secondes* | *Efforts assez*  *importants* | *De 10 secondes à 3*  *minutes* | *Acidose* |
| *Aérobie* | *2 à 3 minutes* | *Efforts d’intensité moyenne* | *Illimité en théorie* | *VO2 max*  *Fatigue musculaire*  *Epuisement des*  *réserves de glucose* |

1. **Indiquez pour les différentes épreuves du GP les filières mises en œuvre. (1 point)**

* *800m PMT****:*** *effort d'intensité moyenne sur une durée importante donc filière aérobie. Intervention de la filière anaérobie glycolytique car chrono*
* *500m capelé : effort plus important que la nage PMT car cette épreuve impose une charge supplémentaire au nageur (poids du bloc, lestage, résistance à l'avancement causée par le gilet et l'équipement) donc sollicitation de la filière aérobie à une intensité supérieure, proche du seuil ventilatoire 2. Intervention de la filière anaérobie glycolytique.*
* *Mannequin : nage avant l’apnée : filière aérobie, puis filière aérobie et filière anaérobie glycolytique pendant le tractage.*
* Le seuil ventilatoire n’est pas une filière les différentes filières sont uutilisées dans des proportions plus ou moins importantes.

1. **Proposez un programme d’entrainement pour les candidats GP dans le cadre d’une formation sur 6 mois. Pour chaque période de travail, vous préciserez sa durée, les filières travaillées, le nombre de séances par semaine, les objectifs principaux, le type d’exercice. (3 points)**

(Un programme trop précis comme référentiel n’autorise pas d’autres réponses qui seraient correctes elles aussi).

* *Trois cycles de 2 mois : en alternant des phases de travail avec des phases de récupération.*
* *Proposer 3 séances par semaine, 48 h de récup entre chaque séance*
* *Premier cycle : le foncier*
* *Le travail est basé sur la filière aérobie, phase commune pour la préparation de toutes les épreuves.*
* *Intensité de travail relativement faible : fréquence cardiaque de travail comprise entre 60 et 70% de la fréquence cardiaque de réserve (à peu près entre 130 et 150 c/m)*
* *Augmentation progressive des distances et durée*
* *Travail sur des distances supérieures à celles des épreuves d’examen (de 1600m à 300 m en fin de période).*
* *Travail en continu : parcourir les distances sans s’arrêter, en conservant la même intensité. Augmenter progressivement les distances et la durée.*
* *En fractionné : conserver la même distance ou durée d’effort et introduire de courtes phases de récupération : 5 à 30 secondes ou des durées plus longues en récupération active.*
* *Deuxième cycle : foncier et intensité*
* *Continuer le travail de la filière aérobie et ajouter des séances de travail au seuil ventilatoire 2 (seuil aérobie-anaérobie) et dans la filière anaérobie*
* *Augmentation progressive de l’intensité de travail : fréquence cardiaque de travail entre 60 et 90% de la fréquence cardiaque de réserve*
* *Travail en fractionné ou en continu : privilégier le travail des membres inférieurs*
* *Diminuer les distances parcourues lorsque l’intensité de l’effort augmente*
* *Troisième cycle : pré-examen*
* *Diminution de la quantité de travail consacrée à la filière aérobie*
* *Le travail au seuil ventilatoire 2 devient l’objectif principal*
* *Travail de plus en plus spécifique : on travaille le plus possible dans les conditions réelles de l’examen : travail chronométré sur les distances de l’examen, avec l’équipement qui sera utilisé*
* *Importance de la récupération pour éviter tout phénomène de fatigue importante*

**Sujet 3 : La narcose (7 points)**

Après sa première plongée au lac dans la zone des 40 mètres, Elsa vous avoue avoir ressenti les effets de la narcose. Vous profitez de l’occasion pour retravailler avec elle sur ce thème.

1. **En vous appuyant sur vos connaissances physiologiques, expliquez les causes de la narcose. (3 points)**

* *Les narcoses surviennent principalement lors de plongées profondes. La pression environnante augmentant, la pression partielle de l'azote augmente en application de la loi de Dalton.*
* *La narcose, aussi nommée ivresse des profondeurs, est due à l'excès d'azote qui agit sur le système nerveux en entraînant des troubles du comportement.*
* *Les gaz inertes interagiraient directement sur les protéines de la membrane cellulaire, par action sur les protéines réceptrices des neurotransmetteurs dans certaines synapses du système nerveux central. En modifiant la transmission synaptique, ils perturbent la transmission des messages nerveux dans les neurones cérébraux, avec pour conséquence le ralentissement de l’activité motrice et des perturbations de la réflexion.*

1. Décrivez les manifestations de cette narcose chez le plongeur. (2 points)

*La narcose entraine des troubles du comportement qui diffèrent d'un individu à l'autre. La sensibilité par rapport à la narcose n'est pas la même pour tout le monde, ni la même d'un jour sur l'autre. Les sujets les plus sensibles peuvent ressentir les effets de la narcose dès 30/40 mètres. En revanche, à partir de 60 m, tous les plongeurs sont narcosés y compris ceux qui prétendent le contraire !*

* *Dans les effets de la narcose, on peut citer :*
  + *troubles de l’idéation : baisse des facultés d’attention, de concentration, de raisonnement*
  + *troubles de l’humeur : euphorie ou au contraire angoisse pouvant conduire à des comportements inadaptés voire dangereux*
  + *troubles de la perception (vision et audition) : vision à effet tunnel (le plongeur a l'impression de voir les choses au bout d'un tunnel), impression de déséquilibre, acouphènes,*
  + *troubles moteurs : incoordination motrice, perte de dextérité manuelle*
  + *désorientation temporo-spatiale : disparition de la notion de durée,*

1. **Citez les facteurs favorisants de la narcose. (1 point)**

* *Sont considérés comme facteurs aggravants :* 
  + *le froid,*
  + *la consommation d'alcool,*
  + *la consommation de drogue,*
  + *le stress,*
  + *la fatigue,*
  + *Les efforts.*

1. **Donnez à votre stagiaire pédagogique des conseils pour : (1 point)**
   * **prévenir la narcose chez ses plongeurs. (0,5 point)**
   * **réagir en cas de narcose d’un de ses élèves. (0,5 point)**

* *La seule prévention effective (hors plongée aux mélanges) est la limitation de la profondeur de plongée.*
* *L’absence de facteurs favorisants et l’accoutumance progressive à la profondeur permettent de prévenir ou limiter l’apparition et les effets de la narcose.*
* *L'attitude à avoir face à un plongeur victime d'une narcose est de le faire remonter à une profondeur moindre pour faire diminuer la pression partielle de l'azote. Les effets se dissipent assez rapidement. Une narcose peut provoquer une amnésie et certains plongeurs ne se souviennent pas du comportement qu'ils ont pu avoir au moment de la narcose.*