Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur

**Question 1**(6 points)

**Un Œdème Aigu Pulmonaire d’Immersion peut survenir lors d’une plongée :**

1. **D**écrivez le mécanisme physiologique de cet accident. (2 points)
2. Pendant longtemps, l’OAP a été confondu avec la surpression pulmonaire. Dites comment il est possible de les reconnaitre et les distinguer. (2 points)
3. Décrivez les facteurs favorisants et la CAT suite à un OAP. (2 points)

**Question 2** (6 points)

**En dehors de l’audition, l’oreille joue un rôle prépondérant dans l’équilibre du plongeur.**

1. Détaillez l’anatomie et la physiologie des éléments de l’oreille participant à la fonction « équilibre » (2 points)
2. D’autres récepteurs participent à la fonction « équilibre » : détaillez-les et expliquez leur fonctionnement (2 points)
3. Mise en pratique : en vous appuyant sur les réponses apportées aux questions a) et b), citez les éléments anatomiques et physiologiques impliqués dans la survenue des vertiges en plongée. (2 points)

**Question 3** (8 points)

**L’entraînement en vue de l’épreuve de mannequin et de 800 m PMT du Guide de palanquée**

1. Décrivez les 3 filières énergétiques mises en œuvre dans l’effort musculaire en précisant pour chacune : le ou les substrats utilisés, la puissance, la durée d’action et les facteurs limitants. (3 points)
2. Quelles filières énergétiques sont sollicitées dans chacune des 2 épreuves ? (1 point)
3. Quels sont les principes d’entraînement pour développer les filières sollicitées lors du mannequin et 800m PMT ? Donnez des exemples d’exercices d’entraînement pour chacune des filières. (4 points)

**Réferentiel de correction**

**Question 1**(6 points)

**Un Œdème Aigu Pulmonaire d’Immersion peut survenir lors d’une plongée :**

1. **Décrivez le mécanisme physiologique de cet accident. (2 points)**

* *Passage de liquide (plasma, globules rouges) provenant du sang circulant dans les capillaires pulmonaires vers les alvéoles pulmonaires*
* *Altération des échanges gazeux.*
* *Hypoxie sévère.*
* *Au fond, la pression capillaire s’élève en raison du bloodshift mais elle est contre balancée par l’augmentation de la pression alvéolaire 🡪 pas de fuite plasmatique du capillaire vers l’alvéole*
* *Dans des conditions normales les deux pressions baissent et restent en équilibre à la remontée*
* *En cas d’OAP, la pression capillaire pulmonaire reste anormalement élevée à la remontée 🡪 fuite plasmatique vers les alvéoles qui sont « noyées » -> OAP*

1. **Pendant longtemps, l’OAP a été confondu avec la surpression pulmonaire. Dites comment il est possible de les reconnaitre et les distinguer. (2 points)**

* *Reconnaitre OAP et SP :*
  + *Gêne respiratoire très importante avec essoufflement*
  + *Toux et crachats mousseux +/- sanglants*
  + *Coloration bleutée des extrémités (hypoxie)*
  + *Anxiété et fatigue extrême*
  + *Auscultation pulmonaire caractéristique : râles crépitants*
* *Distinguer :*
* *Surpression pulmonaire*
  + *remontée rapide, blocage respiratoire,*
  + *signes neuro présents*
  + *emphysème*
  + *signes débutent en surface*
* *OAP :*
  + *les signes débutent à la remontée*
  + *pas de blocage ventilatoire*
  + *pas de signes neurologiques*

1. **Décrivez les facteurs favorisants et la CAT suite à un OAP. (2 points)**

* *Facteurs :*
* *Age > 45 ans*
* *Pathologie cardio vasculaire*
* *Effort physique pendant la plongée*
* *Mauvaise condition physique*
* *Froid, stress*
* *Augmentation du travail ventilatoire : combi trop serrée, matériel (recycleur)*
* *Antécédent d’OAP d’immersion*
* *CAT :*
* *Sortir victime de l’eau,*
* *Faire respirer O2 normobare : 15 litres par minute*
* *Faire évacuer.*

**Question 2** (6 points)

**En dehors de l’audition, l’oreille joue un rôle prépondérant dans l’équilibre du plongeur.**

**a) Détaillez l’anatomie et la physiologie des éléments de l’oreille participant à la fonction « équilibre » (2 points)**

* *Le système vestibulaire régit l’équilibre à deux niveaux :*
  + *Déplacements de la tête dans l’espace et vitesse*
  + *position de la tête par rapport à l’axe de gravité.*
  + *Il se compose des 3 canaux semi-circulaires, du saccule et de l’utricule.*
* *Les 3 canaux semi-circulaires (supérieur, postérieur, externe), disposés à angle droit l’un par rapport à l’autre (frontal, sagittal et horizontal) couvrent les 3 plans de l’espace. Ils possèdent chacun à leur extrémité une zone contenant des cellules sensorielles ciliées qui renseignent sur les mouvements et sur l’accélération de la tête dans l’espace.*
* *L’utricule et le saccule contiennent une multitude de cellules sensorielles ciliées. Ces cellules contiennent les otolithes. L’utricule et le saccule sont sensibles à l’action de la gravité et renseignent sur la position de la tête dans l’espace.*

**b) D’autres récepteurs participent à la fonction « équilibre » : détaillez-les et expliquez leur fonctionnement (2 points)**

* *La vision est un facteur primordial de l’information qui peut soit engendrer une confusion en cas de trouble d’adaptation ou au contraire pallier les déficiences du système vestibulaire. La vision périphérique permet de se situer dans l’environnement, la vision centrale permet la reconnaissance et nos deux yeux permettent la vision binoculaire (relief).*
* *Le système proprioceptif permet, grâce à de multiples récepteurs musculaires d’avoir en permanence une représentation du corps dans l’espace et de savoir si nous sommes en mesure de conserver notre équilibre grâce au jeu musculaire et articulaire.*
* *L’intégration centrale située au niveau du tronc cérébral et des noyaux vestibulaires a pour rôle de centraliser, analyser et comparer, synthétiser toutes les informations intervenant dans l’équilibre*
* *Le cervelet joue un rôle coordinateur entre les informations qui entrent et celles qui sortent. Mais pour agir, il a besoin d’être renseigné en permanence par les informations arrivant au niveau du tronc cérébral.*

**c) Mise en pratique : en vous appuyant sur les réponses apportées aux questions a) et b), citez les éléments anatomiques et physiologiques impliqués dans la survenue des vertiges en plongée. (2 points)**

*1- Caisse du tympan : perforation*

*Caisse du tympan pleine d’eau empêchant la fenêtre ronde de jouer son rôle d’amortisseur et hyperpression dans l’oreille interne provoquant un disfonctionnement au niveau vestibulaire*

*2- Trompe d’Eustache*

*Lors de la remontée, différence de pression entre les deux oreilles moyennes, dû à un mauvais fonctionnement de la Trompe d’Eustache d’une oreille. Les signaux nerveux du vestibule émis par chaque oreille sont divergents, ce qui crée la sensation de vertige*

*3- Chaine des osselets : coup de piston labyrinthique*

*Valsalva brutal entraînant une déformation importante du tympan, amplifiée par les osselets, entrainant un déplacement important et brutal de l’étrier dans la fenêtre ovale. Ceci se répercute dans le vestibule en créant une onde dans l’endolymphe, qui n’existe pas dans l’autre oreille. L’incohérence des messages envoyés par chaque vestibule au niveau du cerveau, entraine cette sensation de vertige*

*4- Yeux, voute plantaire, OI : mal de mer*

*Inadéquation entre les informations données par les canaux semi circulaires, les informations visuelles et les informations proprioceptives.*

**Question 3** (8 points)

L’entraînement en vue de l’épreuve de mannequin et de 800 m PMT du Guide de palanquée

**a) Décrivez les 3 filières énergétiques mises en œuvre dans l’effort musculaire en précisant pour chacune : le ou les substrats utilisés, la puissance, la durée d’action et les facteurs limitants. (3 points)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Filière énergétique*** | ***Substrat*** | ***Puissance*** | ***Durée d’action*** | ***Facteur limitant*** |
| *Anaérobie phosphagène* | *Créatine phosphate* | *Maximale* | *Entre 7 et 20 secondes selon l’intensité de l’effort* | *Quantité de créatine phosphate musculaire*  *Reserve ATP musculaire*  *Activité enzymatique* |
| *Anaérobie glycolytique* | *Glucose* | *Importante* | *2 à 3 minutes* | *Acidose dans le muscle* |
| *Aérobie* | *Glucides et lipides* | *Modérée* | *Plusieurs heures* | *VO2, chaleur*  *Fatigue musculaire*  *Niveau d’entrainement* |

**b) Quelles filières énergétiques sont sollicitées dans chacune des 2 épreuves ? (1 point)**

* ***Mannequin :***
* *Nage avant l’apnée : filière aérobie,*
* *Remontée et tractage : anaérobie glycolytique*
* ***800m PMT :***
* *Aérobie et seuil ventilatoire 2 et éventuellement anaérobie glycolytique sur le final*

**c) Quels sont les principes d’entraînement pour développer les filières sollicitées lors du mannequin et 800m PMT ? Donnez des exemples d’exercices d’entraînement pour chacune des filières. (4 points)**

***Principe aérobie***

* *Continu (longue distance) et fractionné avec peu de récupération*
* *Intensité faible à modérée*

*Exemples :*

* *de 500m à plus en continu*
* *Séries de 50m avec 5’’ de récup*
* *Séries de 100m avec 10’’ de récup*
* *Séries de 200m avec 20’’ de récup*

*Les temps de récup et séries sont donnés à titre d’exemple, les candidats peuvent donner d’autres exemples bien entendu.*

***Principe seuil ventilatoire 2***

* *Augmenter l’intensité de travail dans la filière aérobie afin de reculer l’apparition du seuil.*
* *Travailler donc à haute intensité dans la filière aérobie*
* *Augmenter la durée de maintien au seuil*
* *En résumé : nager le plus vite possible le plus longtemps possible*

*Exemples :*

* *séries de 50 à 400m à une intensité limite essoufflement avec récup de 15’’ sur 50m à 45’’-1’ sur 400m*
* *Récupération incomplète mais permettant de repartir à la même vitesse*

***Principe anaérobie glycolytique***

* *Intensité sub maximale*
* *Fractionné de 2 à 3’*
* *Récupération permettant de repartir à la même vitesse mais incomplète afin d’augmenter la tolérance à l’acidose*

*Exemples :*

* *séries de 50 à 100m récup de 30’’ à 1’*