

Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur
durée 1h30, coefficient 4

Question 1 : la plongée chez les seniors (6 points)

Votre stagiaire pédagogique va accueillir et former un groupe de plongeurs entre 65 et 70 ans venant se former au niveau 2. Il demande votre aide sur les points suivants :

- Quelles modifications physiologiques liées à l'âge vont impacter l'activité et quelles sont les conséquences de ces modifications sur la plongée ? (3 points)
- Quels risques vont être amplifiés ? Quels vont être les points de vigilance et de réduction des risques à mettre en place lors de ce stage ? (3 points)

Question 2 : la plongée profonde à l'air (6 points)

Vous allez intervenir en fin de formation niveau 3 pour un enseignement dans la zone 40-60m. Vos stagiaires ne comprennent pas vraiment les différences par rapport à une plongée dans la zone de 0 à 40m sinon l'allongement des temps de paliers et l'augmentation de la consommation.

- A 60m, quels sont les facteurs qui vont impacter la physiologie du plongeur de manière encore plus significative qu'à 40m ainsi que les risques associés ? (2 points)
- En quoi les risques d'accidents sont-ils augmentés et se potentialisent-ils ? (2 points)
- Quels vont être vos conseils aux stagiaires (avant, pendant et après la plongée) pour une prévention optimale des accidents sur une plongée entre 40m et 60m ? Quelle progression allez-vous mettre en œuvre pour amener vos élèves jusqu'à 60m ? (2 points)

Question 3 : la compensation des oreilles (4 points)

- Comment expliquer les différences physiologiques observées entre les plongeurs lorsqu'il s'agit d'équilibrer les oreilles ? Pour un même individu entre les deux oreilles ? Quels sont les facteurs externes à l'individu qui peuvent venir contrarier un bon équilibrage ? (2 points)
- Comparez dans un tableau les manœuvres de Valsalva, Frenzel et la béance tubulaire volontaire en ce qui concerne (2 points) :
 - le mécanisme,
 - les avantages et inconvénients,
 - les conditions de réalisation .

Question 4 : le stress et la plongée (4 points)

- En plongée, quelles sont les causes de stress et comment les prévenir ? (2 points)
- Quelles sont les conséquences du stress sur l'organisme ? Quelles peuvent être les conséquences en plongée ? (2 points)



Monitorat fédéral 2^{eme} degré Trébeurden - Juillet 2019

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE, PHYSIO-PATHOLOGIE
REFERENTIEL DE CORRECTION

Question 1 : la plongée chez les seniors (6 points)

Votre stagiaire pédagogique va accueillir et former un groupe de plongeurs entre 65 et 70 ans venant se former au niveau 2. Il demande votre aide sur les points suivants :

- a) Quelles modifications physiologiques liées à l'âge vont impacter l'activité et quelles sont les conséquences de ces modifications sur la plongée ? (3 points)

Modifications physiologiques liées à l'âge :

- *déficit sensitivo-sensoriel (vue, audition, proprioception, oreille interne),*
- *perte de masse musculaire, augmentation de la masse graisseuse et diminution du pourcentage d'eau corporelle,*
- *perte osseuse et dégénérescences articulaires,*
- *diminution de la VO2 max,*
- *diminution de la fréquence cardiaque maximale, diminution de l'élasticité des vaisseaux et augmentation de la tension artérielle,*
- *diminution du métabolisme.*

Au niveau de l'activité on va observer :

- *diminution du repérage neurosensoriel,*
- *diminution de la force et de la souplesse,*
- *diminution du souffle et de la tolérance à l'effort,*
- *diminution de la tolérance au froid,*
- *dégradation de la réponse de l'organisme au stress.*

- b) Quels risques vont être amplifiés ? Quels vont être les points de vigilance et de réduction des risques à mettre en place lors de ce stage ? (3 points)

Risques amplifiés :

- *chutes et problèmes de dos,*
- *risques cardiaques (moins bonne adaptation à la répartition des masses sanguines et à l'effort),*
- *essoufflement,*
- *ADD (perfusion moins bonne, le risque d'ADD double avec l'âge),*
- *œdème pulmonaire d'immersion.*

Actions à mettre en place pour limiter les risques :

- *en surface :*
 - *poser des questions sur la forme physique, l'entraînement et être à l'écoute,*
 - *matériel adapté (poids du bloc, souplesse de la combinaison) et limiter autant que possible les portages,*
 - *prévoir une aide à bord,*
- *en immersion :*
 - *privilégier des descentes lentes pour faciliter l'adaptation de l'organisme,*
 - *limiter les efforts,*
 - *limiter la profondeur au besoin,*
 - *limiter le temps de plongée en eau froide,*

- *prévoir plus de temps pour réaliser les exercices,*

Question 2 : la plongée profonde à l'air (6 points)

Vous allez intervenir en fin de formation niveau 3 pour un enseignement dans la zone 40-60m. Vos stagiaires ne comprennent pas vraiment les différences par rapport à une plongée dans la zone de 0 à 40m sinon l'allongement des temps de paliers et l'augmentation de la consommation.

- a) A 60m quels sont les facteurs qui vont impacter la physiologie du plongeur de manière encore plus significative qu'à 40m ainsi que les risques associés? (2 points)
- *Augmentation de la masse volumique de l'air et des résistances internes (flux laminaires qui deviennent turbulents dans les bronches). Problèmes des détendeurs mal réglés qui sortent facilement de la norme EN250 à ces profondeurs. Augmentation de l'hypervolémie sanguine au niveau des poumons. Tout ceci mène à une augmentation de l'effort ventilatoire et du risque d'essoufflement.*
 - *Augmentation de la PpN2 qui amène à gérer différents niveaux narcose plutôt que de simplement la prévenir.*
 - *Possibilité de température plus basse au fond et temps de paliers importants sans mouvement qui favorisent le refroidissement.*
 - *Possibilité de luminosité plus basse, désorientation dans le « grand bleu » qui favorise l'apparition de la narcose.*
- b) En quoi les risques d'accidents sont-ils augmentés et se potentialisent-ils ? (2 points)
- *Les micronoyaux gazeux de CO2 favorisent la formation de bulles de N2 à l'origine de l'ADD. Le CO2 potentialise aussi l'effet narcotique de l'azote. La combinaison d'un essoufflement et d'une narcose peut mener à une panique et une noyade.*
 - *Le froid va augmenter la vasoconstriction périphérique, limitant les échanges gazeux au niveau de l'extrémité des membres et augmentant le blood shift et la diurèse d'immersion (déshydratation). Il augmente aussi la fréquence ventilatoire et les risques d'essoufflement.*
- c) Quels vont être vos conseils aux stagiaires (avant, pendant et après la plongée) pour une prévention optimale des accidents sur une plongée entre 40m et 60m ? Quelle progression allez-vous mettre en œuvre pour amener vos élèves jusqu'à 60m ? (2 points)

Conseils :

- *Avant la plongée : matériel adapté (bloc 15l minimum, combinaison adaptée, détendeurs compensés, ordinateurs parachute...), planification de la plongée en palanquée (autonomie, procédures de déco, scénarii de perte de palanquée, de panne d'air, de givrage si plongée en eau froide, mise en place communication avec embarcation), déco nitrox éventuelle, bonne forme physique.*
- *Pendant : descente à allure modérée, contrôle à 40m avant descente au fond, palmage lent, ventilation ample, palanquée groupée, contrôle fréquent des instruments, respect de la planification.*
- *Après : pas d'effort (décapelage éventuel avant remontée au bateau, pas de sport...), surveillance, hydratation, intervalle de surface augmenté si plongée (profondeur modérée) l'après-midi. Debriefing en palanquée sur les points à améliorer.*

La progression doit comprendre les points suivants :

- progression sur la profondeur (env. 5m par jour),
- vérification de l'accoutumance à la narcose,
- contrôle de la ventilation et exercices de stabilisation,
- exercices d'interprétation et réaction aux signes,
- évaluation de l'autonomie, communication, gestion des paramètres et de la remontée (paliers, décompression, parachute...).

Question 3 : la compensation des oreilles (4 points)

- a) Comment expliquer les différences physiologiques observées entre les plongeurs lorsqu'il s'agit d'équilibrer les oreilles ? Pour un même individu entre les deux oreilles ? Quels sont les facteurs externes à l'individu qui peuvent venir contrarier un bon équilibre ? (2 points)
- *La trompe d'Eustache est formée de 2 cônes réunis par leur sommet : l'angulation entre ces 2 cônes peut être plus ou moins marquée, ce qui peut rendre difficile le passage de l'air. La section de la trompe d'Eustache peut être plus ou moins importante.*
 - *La physiologie des trompes d'Eustache peut varier énormément d'un individu à l'autre, voire d'un côté à l'autre d'un même individu.*
 - *La section des trompes peut être diminuée par l'épaisseur de la muqueuse due à une inflammation ou à une infection (forçages répétés, rhume, allergie). Les extrémités au niveau de l'oreille moyenne et du rhino-pharynx peuvent aussi être obstruées.*
- b) Comparez dans un tableau les manœuvres de Valsalva, Frenzel et la béance tubulaire volontaire en ce qui concerne :
- le mécanisme,
 - les avantages et inconvénients,
 - les conditions de réalisation. (2 points)

	<i>Valsalva</i>	<i>Frenzel</i>	<i>B.T.V</i>
<i>isme</i>	<i>Expiration par le nez, nez pincé et bouche fermée : l'air mis sous pression vient forcer l'ouverture des trompes d'Eustache pour équilibrer la pression entre oreille moyenne et fosses nasales.</i>	<i>Nez pincé (ou pas), glotte fermée, elle consiste à émettre un "Ké" avec la base de la langue, ce qui provoque un coup de piston lingual qui propulse de l'air en direction des trompes d'Eustache afin de les ouvrir et provoquer ainsi l'équilibre.</i>	<i>action volontaire des muscles péristaphylins qui vont ouvrir les trompes d'Eustache en provoquant un bâillement ou en exerçant une traction de la mâchoire.</i>
<i>ages</i>	<i>é d'apprentissage de et de mise en œuvre.</i>	<i>de non traumatique. Peut éventuellement s'effectuer sans pincer le nez.</i>	<i>de passive sans risque de traumatisme. Les mains restent libres. Peut s'effectuer à la descente comme à la</i>

			<i>remontée en cas de problème.</i>
<i>événements</i>	<i>Méthode qui fonctionne à base d'à-coups de pression sur le tympan. Traumatique si effectuée trop fort ou trop souvent sur le long terme. Uniquement pour la descente.</i>	<i>Emploie qu'à la descente. Plus difficile à maîtriser que Valsalva, surtout sans pincer le nez.</i>	<i>Entissage peu aisé nécessitant un véritable entraînement de la langue, de la mâchoire et du voile du palais. Malgré tout certains élèves n'y arriveront pas pour des raisons physiologiques. Peu ou mal enseignée.</i>
<i>Conditions de réalisation</i>	<i>de petits Valsalva fréquents. A utiliser si les autres techniques ne fonctionnent pas. Uniquement à la descente ; faire l'inverse (Toynbee) si problème à la remontée.</i>	<i>que Valsalva, à faire fréquemment à la descente.</i>	<i>légier chaque fois que c'est possible.</i>

Question 4 : le stress et la plongée (4 points)

a) En plongée, quelles sont les causes de stress et comment les prévenir ? (2 points)

<i>Causes du stress</i>	<i>Prévention</i>
<i>Manque de technique</i>	<i>Formation adaptée et réactualisation fréquente des apprentissages et des connaissances</i>
<i>Manque d'entraînement physique</i>	<i>Entraînement régulier et préparation adaptée avant des plongées</i>
<i>Situation nouvelle ou inconnue</i>	<i>Planification des plongées et mises en place de scénarii type « what if ». Faire encadrer les personnes stressées ou trop peu expérimentées.</i>
<i>Type de plongée (épaves, grottes, nuit, faible visibilité...)</i>	<i>Formation et matériels avant la plongée, planification, vérifier le consentement et la motivation du plongeur</i>
<i>Matériel inadapté ou défectueux</i>	<i>Vérification du matériel avant la plongée et de sa maîtrise</i>
<i>Mauvaise planification de la plongée</i>	<i>Vérifier par rapport au type de plongée la qualité du briefing du DP ainsi que la planification du guide de palanquée ou des plongeurs autonomes.</i>

b) Quelles sont les conséquences du stress sur l'organisme ? Quelles peuvent être les conséquences en plongée ? (2 points)

Le stress est une réponse neuroendocrinienne de l'organisme face à une agression physiologique ou psychologique ainsi qu'aux émotions (agréables ou désagréables) qui nécessitent une adaptation. Au niveau hormonal, il y a libération de noradrénaline par le système sympathique et sécrétion d'adrénaline par les glandes surrénales.

Ceci a pour effet :

- *l'augmentation de l'excitabilité des neurones,*
- *l'augmentation de la glycogénolyse au niveau du foie pour une libération de glucose,*
- *l'augmentation de la fréquence cardiaque,*
- *la dilatation des bronches,*
- *l'accélération de la ventilation,*
- *la production de sueur,*
- *la dilatation des pupilles.*

Tout ceci doit fournir à l'organisme les moyens de s'adapter aux causes du stress

Si le stress devient incontrôlable, il peut mener à des réactions inadaptées, illogiques et dangereuses (enlèvement du détenteur, remontée panique, apnée, rupture de palier...) pouvant mener en fonction des cas à une surpression pulmonaire, un ADD ou une noyade.

Le stress est communicatif, il faut le détecter au plus tôt pour le prévenir mais il peut se manifester de manière différente en fonction des individus

Si le stress est prolongé, il entraîne une phase d'épuisement :

- *irritabilité, agressivité,*
- *diminution de la performance physique,*
- *fatigue avec difficultés de récupération,*
- *insomnies.*