

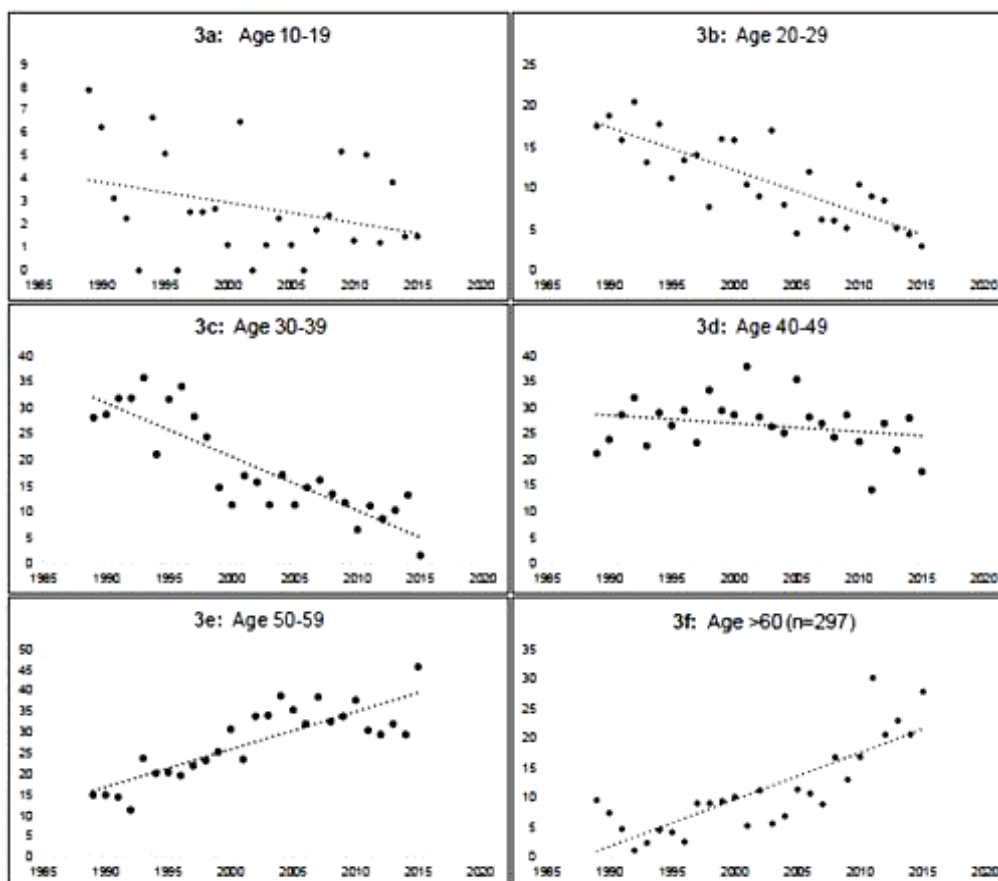
## CHAPITRE XXIV

### LA PLONGEE APRES CINQUANTE ANS

#### I – INTRODUCTION

En France comme dans la plupart des pays développés, la population active vieillit. Selon les projections, la proportion des 55 ans et plus devrait encore progresser durant les prochaines années pour passer de 13,2 % en 2011 à presque 19 % en 2030, alors que celle des 15 – 24 ans devrait rester stable aux alentours de 10 % (Filatriau 2011).

Parallèlement, on observe une augmentation du nombre d'accidents chez des plongeurs de 50 ans et plus, se traduisant par une augmentation du nombre de décès (fig. 1, statistiques du DAN 2015, Mease 2017).



**Figure 1** : Pourcentage par année des décès en plongée 1989-2015.  
© DAN 2017.

L'étude du DAN ne précise cependant pas quelle est la variation de la proportion des seniors dans la population étudiée, ce qui rend l'interprétation difficile : est-ce que le risque de décès chez les plus de 50 ans est plus élevé que chez les plus jeunes, ou bien est-il identique ? A taux constant, si le nombre de seniors augmente, le nombre d'accidents augmentera dans les

mêmes proportions. Mais, si l'on regroupe les données publiées par cet organisme pour la période 2010 – 2015, on relève 469 décès, dont 82 % chez les plus de 40 ans et 72 % chez les plus de 50 ans, alors qu'il est peu probable que la population des plongeurs soit répartie selon ces proportions. Il s'agit cependant d'une population de nord-américaine, sans examen médical préalable. Sur la période 2000 – 2006, les affections cardio-vasculaires étaient 12,9 fois plus fréquentes chez les décédés de plus de 50 ans (Denoble et coll. 2008).

Smerz (2007) avait indiqué dans une étude portant sur 889 accidents de décompression (ADD) traités entre 1983 et 2003, que le risque d'ADD augmentait avec l'âge à partir de 40 ans, pour être de 2,2 à 2,9 fois plus élevé à partir de 51 et 61 ans respectivement, en se basant sur les effectifs de la population des plongeurs de PADI. De même, Blatteau et coll. (2011) observent sur 279 cas d'ADD médullaire, un lien entre l'âge supérieur à 42 ans et une mauvaise récupération fonctionnelle. Pour Peacher et coll. (2015), l'âge associé à une comorbidité cardioplumonaire, est un facteur de risque accru d'OPI.

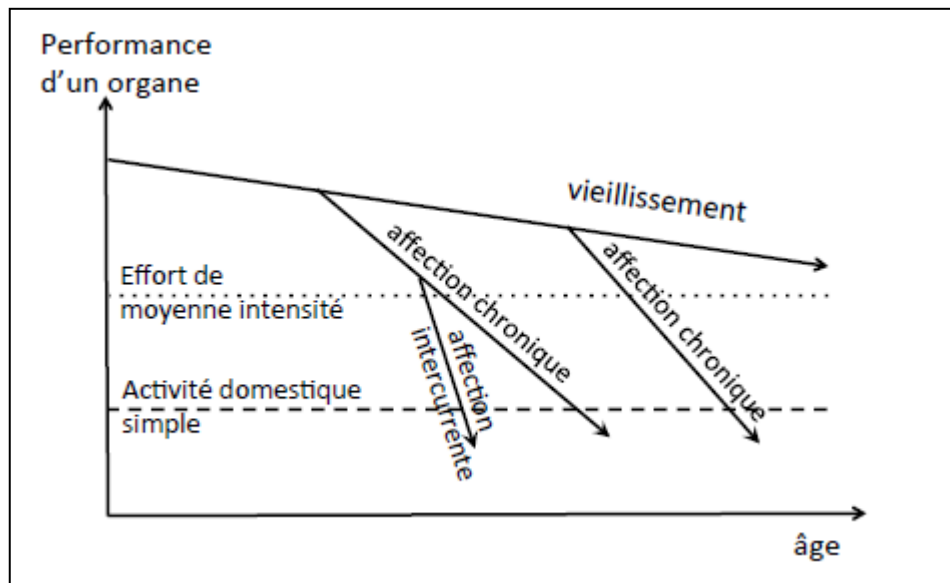
En France, une enquête par questionnaire portant sur 42 accidents survenus entre 1996 et 2005 chez des plongeurs de 60 ans et plus ne trouve pas de risque supérieur à celui de l'ensemble des plongeurs (Beauplet 2006).

En l'absence d'une épidémiologie exhaustive des accidents de plongée en France, les statistiques disponibles laissent donc penser qu'il existe une relation entre l'âge et le risque d'accident de et en plongée, liée très certainement aux modifications physiologiques du vieillissement.

Le vieillissement physiologique est défini par des modifications histologiques, anatomiques et fonctionnelles qui touchent les tissus et les organes de façon progressive, différentes d'une personne à l'autre et progressant différemment selon les systèmes (ostéo-musculaire, cardiovasculaire, endocrinien, neurosensoriel, respiratoire). Ces modifications débutent dès la troisième décennie de la vie, sont en moyenne à peu près insensibles jusqu'à la cinquième décennie, notamment si les personnes entretiennent régulièrement une bonne condition physique : sujets « entraînés » qui pratiquent régulièrement des exercices d'endurance à un niveau d'intensité significatif, par opposition aux personnes « sédentaires » qui n'ont qu'une activité professionnelle sans activité physique notable et qui ne s'entraînent pas régulièrement. Chez ces dernières, les modifications anatomiques et fonctionnelles se surviennent plus rapidement mais ne sont pas perçues dans les activités courantes, sans effort conséquent. L'influence du mode de vie (activité physique, alimentation, contraintes liées à la vie citadine « civilisée » et à ses impératifs psychologiques) sur cette involution est bien mise en évidence par l'augmentation de la pression artérielle considérée comme un trait physiologique inévitable de l'avancée en âge. Cette augmentation de pression artérielle est ainsi observée dans une population citadine, au mode de vie « occidental et moderne » du Panama, mais pas chez des personnes de même ethnie qui vivent à quelques dizaines de kilomètres, de façon « traditionnelle » (Hollenberg et coll. 1997). Il a récemment été observé que la plongée quasi-quotidienne comme la pratiquent les AMA pêcheuses au Japon prévient autant l'artériosclérose (dont témoignent vitesse d'onde de pouls et pressions artérielles centrales) que l'activité physique régulière terrestre chez des femmes des mêmes villages mais qui ne plongent pas (Tanaka et coll. 2016).

Par ailleurs, au vieillissement naturel peuvent se superposer des épisodes pathologiques qui à tout âge altèrent temporairement ou de façon permanente une fonction, et diminuent sa « réserve fonctionnelle » (fig. 2). De « mauvaises habitudes » ou des maladies métaboliques peuvent aussi accélérer des altérations anatomiques et l'érosion des capacités fonctionnelles

(tabagisme : voies aériennes et parois vasculaires ; alimentation déséquilibrée : parois vasculaires et rapport entre masse grasse et masse maigre ; métabolisme des hydrates de carbone et des lipides : diabète ; consommation éolique : altération des fibres nerveuses...).



**Fig. 1 :** Évolution des performances d’organe en fonction du vieillissement et des atteintes pathologiques.

D’après Puisieux 2005

Les pathologies souvent considérées comme de faible incidence sur l’état général et l’aptitude globale (car reconnues à un stade précoce), sont plus fréquentes au delà de 40-50 ans. Il est à présent de mieux en mieux reconnu que certaines contraintes fonctionnelles notamment cardiovasculaires et ventilatoires sont nettement plus marquées au cours des activités physiques immergées que pendant les activités terrestres (Adir et Bove 2014, Castagna et coll. 2018, Regnard 2017).

## II – VIEILLISSEMENT ET PLONGEE

### 1.- APPAREIL CARDIOVASCULAIRE

Le remaniement histologique myocardique et artériel qui accompagne l’avancée en âge retentit sur les performances fonctionnelles. L’épaisseur de la paroi ventriculaire gauche augmente (avec perte de cellules myocardiques et apparition de tissu fibreux), avec diminution de compliance (altération de la fonction diastolique) et de force contractile (fonction systolique). Le travail cardiaque au repos et à l’exercice est plus grand que chez les sujets jeunes (Chen et coll. 1998). Le volume d’éjection systolique est conservé au repos mais ne peut plus augmenter autant que chez des sujets jeunes lors de l’exercice (perte de réserve fonctionnelle). De même la fraction d’éjection du VG augmente moins avec l’augmentation d’intensité d’exercice. Le remaniement de la paroi artérielle s’accompagne d’une diminution de compliance des artères de conduction à l’origine de l’augmentation de la vitesse de l’onde de pouls et des pressions artérielles centrales (Al Ghatrif et Latakka 2015), et de la postcharge du ventricule gauche (et donc de son travail). Ces modifications sont plus marquées chez les hommes que chez les femmes, et apparaissent même dans l’enfance, en particulier semble-t-il chez des prématurés (Tauzin et coll. 2014). Ce remaniement artériel fait le lit de

l'hypertension et de ses conséquences parmi lesquelles la facilitation de l'œdème pulmonaire d'immersion (Gempp et coll. 2014).

Ces différents aspects du vieillissement cardiaque et artériel augmentent le travail cardiaque tout en diminuant son efficacité, augmentent le besoin d'oxygène myocardique et donc abaissent le seuil de risque ischémique (*a fortiori* en cas de coronaropathie non suspectée ou connue mais jugée « mineure » ou modérée) et diminuent l'efficacité du couplage ventriculo-artériel (Najjar et coll. 2004). Le remaniement histologique fragilise le réseau nodal et les myocytes ventriculaires, ce qui peut favoriser la survenue de troubles du rythme.

Les régulations des fonctions cardiovasculaires sont aussi amoindries avec l'âge. L'activité sympathique augmente, l'activité parasympathique diminue et la réponse baroréflexe aux variations de pression est émoussée (Fisher et coll. 2009). Elle ne parvient plus à limiter l'augmentation de pression systémique au cours de l'immersion (Sugiyama et coll. 1993). De plus, le débit sanguin musculaire peut être diminué du fait de la diminution de fonction endothéliale observée après 45 ans chez les hommes et après 55 ans chez les femmes (Celermajer et coll. 1994).

Au total, les augmentations de précharge cardiaque et de pression artérielle pulmonaire en immersion, les altérations fréquentes avec l'avancée en âge de la fonction diastolique, de la compliance ventriculaire gauche et du couplage ventriculo-artériel exposent aux décompensations fonctionnelles et aux pathologies souvent observées chez des plongeurs plus âgés (Moon 2006, Gempp et coll. 2014, Peacher et coll. 2015, Buzacott 2017).

## **2.- APPAREIL RESPIRATOIRE**

Le vieillissement de l'appareil respiratoire résulte de modifications histologiques qui induisent une diminution d'élastance du parenchyme pulmonaire. Cette augmentation de compliance s'accompagne d'une augmentation du volume de fin d'expiration et d'affaiblissement des tractions radiales qui soutiennent les parois bronchiques. A l'exercice, la mobilisation des volumes courants est obtenue au prix d'une distension dynamique et d'un travail ventilatoire majoré pour des débits plus limités (Johnson et coll. 1991, 1999, Soumagne et coll. 2016).

Ces anomalies se développent progressivement de façon individuellement différente et peuvent chez certaines personnes être hâtées par les habitudes tabagiques. Quel que soit l'âge, l'immersion *per se* augmente le travail ventilatoire et en condition de pression transthoracique négative le travail inspiratoire est plus difficilement toléré. En plongée, l'augmentation de masse volumique avec la profondeur majeure également le travail ventilatoire. Lorsque les effets fonctionnels du vieillissement apparaissent, le coût de la ventilation en plongée augmente donc plus rapidement que chez des sujets jeunes. A puissance métabolique donnée, l'augmentation de travail ventilatoire retentit à son tour (accroissement des écarts cycliques de pressions thoraciques) sur les fonctions cardiaques diastoliques et systoliques droite et gauche, et peuvent précipiter les accidents de décompensation (Castagna 2018, Regnard 2017).

### **3.- APPAREIL LOCOMOTEUR**

L'altération de l'appareil locomoteur du senior est également à prendre en compte. En effet, au delà de l'aptitude métabolique, il existe également des altérations (Rolland et coll. 2011) qui peuvent contrarier plus ou moins le plongeur senior.

La diminution de la flexibilité et de l'amplitude articulaire, la perte de masse osseuse, la diminution des espaces intervertébraux voire des tassements vertébraux sont possibles ou peu à peu plus prégnants. La diminution de la masse musculaire (sarcopénie) avec diminution du nombre de fibres musculaires et d'unités motrices (qui peuvent compter davantage de fibres), une raréfaction de l'innervation causent peu à peu une plus grande fatigabilité musculaire à l'effort ainsi qu'une moindre précision de la contraction (coordination agoniste-antagoniste) avec l'apparition de fasciculations involontaires.

La vascularisation musculaire se modifie également avec une diminution de l'hyperhémie fonctionnelle (vasodilatation en réponse à l'exercice) et une réduction de la perfusion des muscles à métabolisme oxydatif contribue à faciliter la fatigue musculaire. Des anomalies de l'équilibre et de la proprioception traduisent les altérations de l'innervation sensitive et du contrôle de l'activité motrice comme du vieillissement musculaire proprement dit. La plasticité des tissus conjonctifs et une diminution de l'élasticité musculaire gêne aussi les mouvements et rend les cicatrises plus longues.

Ces involutions fonctionnelles sont beaucoup plus tardives chez les sujets qui conservent des activités physiques régulières tout au long de leur vie.

### **4.- FONCTION RENALE**

Le risque d'altération de la fonction rénale, définie comme un débit de filtration glomérulaire (DFG) exprimé selon la formule  $CKD-EPI < 60 \text{ mL/min/1,73 m}^2$  (cf. chapitre Fonction rénale), est significativement augmenté par la sédentarité, indépendamment des pathologies rénales ou du diabète, au-delà de 56 ans en moyenne ((Proper 2011, Bharakhada 2012). Par conséquent, dans ces situations, le DFG doit être déterminé.

### **5.- AUDITION**

La presbycusie est l'évolution naturelle de la fonction auditive avec l'âge. Elle survient au-delà de 50 ans, fréquemment associée à des acouphènes, et évolue vers la surdité avec une chute sélective dans les fréquences aigües liée à la destruction des cellules ciliées de la cochlée. 65 % des personnes de plus de 65 ans seraient atteintes (INSERM 2017). Le retentissement est social : la compréhension de la parole est altérée, surtout en ambiance sonore. Or, toute plongée d'exploration est précédée d'une réunion préparatoire (*briefing*) avec le directeur de la plongée, et il est indispensable que l'audition des plongeurs soit suffisante pour bien comprendre les instructions et directives. Le port de prothèses auditives lors du *briefing* peut devenir nécessaire.

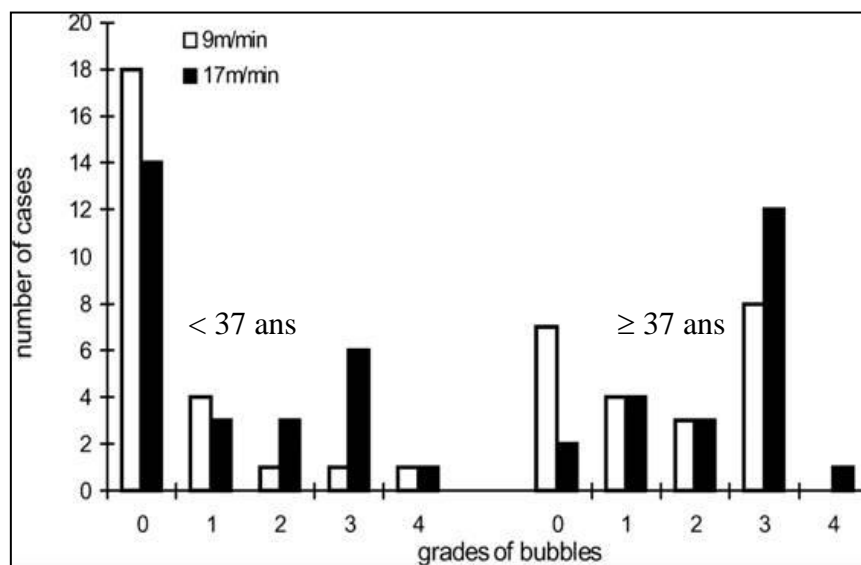
### **6.- VISION**

Indépendamment des pathologies ophtalmologiques (voir chapitre ophtalmologie), la baisse progressive des performances de la vision avec l'âge est due à la presbytie ou à l'opacification lente du cristallin, isolées ou associées.

La nécessité pendant la plongée de lire correctement les affichages des instruments (manomètre, montre, ordinateur de plongée) impose une correction efficace du déficit visuel, au moins en vision de près. Cela passe par un diagnostic précis avec mesure du type d'amétropie et du degré de correction nécessaire et par une incitation forte à ce que le plongeur s'équipe d'un masque de plongée à verres correcteurs ou de lentilles correctrices.

## 7.- VIEILLISSEMENT ET DECOMPRESSION

Les données de l'épidémiologie laissent supposer une plus grande sensibilité à la décompression en fonction de l'âge (Smerz 2007). Carturan et coll. avaient montré en 2002 l'existence d'une relation entre l'âge et le degré de bulles produites après décompression, quelle que soit la vitesse de remontée (fig. 3).



**Fig. 3 :** Relation entre l'âge et le grade de bulles circulantes (d'après Carturan et coll. 2002). Le nombre de sujets bulleux de grade 3 est plus élevé après 37 ans, quelle que soit la vitesse de remontée (9 ou 17 m/min).

Dans l'étude de Blatteau et coll. (2011), l'âge est associé à une moins bonne récupération fonctionnelle des ADD médullaires.

## III – SPECIFICITES DE L'EXAMEN MEDICAL DE NON CONTRE-INDICATION CHEZ LE PLONGEUR DE PLUS DE 50 ANS

Au-delà de la recherche des contre-indications décrites par ailleurs pour les adultes, l'examen médical du plongeur de 50 ans et plus devra s'attarder particulièrement sur l'appareil cardiovasculaire, l'appareil respiratoire, l'appareil locomoteur et les fonctions sensorielles.

Tout plongeur est susceptible de lutter contre le courant ou de porter secours à son coéquipier et le remonter en surface. La capacité à produire des efforts en plongée devra donc être évaluée. La dépense énergétique de la plongée en eau calme et peu profonde est estimée entre 6 et 7 MET, soit une  $V\cdot O_2$  d'environ  $25 \text{ mLmin}^{-1}\text{kg}^{-1}$  (Buzzacott et coll. 2014, Castagna et coll. 2015). En situation d'effort (nage à contre courant, sauvetage d'un plongeur en

difficulté...) des niveaux d'activité de 12 MET, soit 42 à 45 mLmin<sup>-1</sup>kg<sup>-1</sup> peuvent être requis (Ainsworth et coll. 2011).

En raison de la prévalence des affections et défaillances fonctionnelles d'origine cardiovasculaire dans les décès en plongée chez les sujets de plus de 50 ans (Buzzacott 2017), la recherche des contre-indications nécessite au moins un ECG de repos 12 dérivations et une épreuve d'effort cardiologique, conformément aux recommandations de la Société européenne de cardiologie (voir chapitre cardiologie). Le couplage avec une exploration fonctionnelle respiratoire peut être réalisé selon les recommandations de la Société française de pneumologie (Aguilaniu et coll. 2007). L'ECG devrait être annuel en cas de facteur de risque associé et l'épreuve d'effort ne sera répétée qu'en présence de signes d'appel ou de facteurs de risque associés.

Les épreuves sous-maximales type test d'Åstrand ne sont pas recommandées en première intention en raison de leur imprécision et de leur caractère opérateur et conditions dépendant. Elles gardent cependant une valeur indicative pour le suivi individuel lorsqu'elles sont pratiquées en centre spécialisé dans des conditions identiques.

L'appareil respiratoire fera l'objet d'une exploration fonctionnelle par pléthysmographie (mesure des volumes non mobilisables) et en fonction des anomalies, d'une exploration tomodensitométrique et fonctionnelle à l'effort. Ces examens pourront être répétés en présence de signes d'appel.

L'évaluation de l'appareil locomoteur sera orientée vers la mobilité, la capacité de port de charges lourdes et le risque d'aggravations de lésions préexistantes (hanches, genoux, rachis).

Pour les fonctions sensorielles, l'audiométrie et la mesure de l'acuité visuelle en vision de près (échelle de Parinaud) sont des examens indispensables. La presbyacousie pourra être évaluée par audiométrie vocale.

#### **IV – CONCLUSION**

Au delà des contre-indications définitives à la plongée sous-marine qu'il faut toujours rechercher, l'aptitude du senior à plonger devrait être basée plus sur son âge physiologique et sa capacité à développer une activité physique adaptée que sur son âge chronologique (Strauss et coll. 2017). L'expérience en plongée doit également être un élément à prendre en compte dans la décision médicale finale et pourra faire une différence à niveau physique proche entre un « vieux plongeur » et un « vieux qui veut apprendre à plonger ».

Enfin le médecin devra émettre quelques conseils de bon sens au senior plongeur : plonger dans une structure adaptée (limitation des portages de l'équipement de plongée, participant à la limitation des efforts après la plongée), dans des conditions climatiques optimales (éviter les plongées en eau froide, par mer agitée et à contre courant), dans des conditions techniques adaptées à une moindre production de bulles (plongée nitrox, vitesse de remontée proche de 9 m/min, profondeur maximale voisine de 25 - 30 mètres) et dans une ambiance propice à la convivialité qui sied à la pratique de la plongée.

---

## Références

- Adir Y, Bove AA. Lung injury related to extreme environments. *Eur Respir Rev*, 2014, 23: 416-426.
- Aguilaniu B, Richard R, Costes F, Bart F, Martinat Y, Stach B, Denjean A. Méthodologie et pratique de l'exploration fonctionnelle à l'exercice. *Rev Mal Respir*. 2007; 24(3 Pt 2): 2S111-60.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS. [2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values](#). *Med Sci Sports Exerc* 2011, 43, 8 : 1575-81.
- Al Ghatrif M, Latakka EG. The conundrum of arterial stiffness, elevated blood pressure and aging. *Curr Hypertension Res*, 2015, 17 : doi: 10.1007/s11906-014-0523-z.
- Beauplet B. L'âge supérieur à 60 ans est-il un facteur de risque d'accident de plongée en scaphandre autonome ? Étude nationale rétrospective des accidents survenus de 1996 à 2005. *Bull. MEDSUBHYP* 2006; 16(2): 31-8.
- Bharakhada N, Yates T, Davies MJ, Wilmot EG, Edwardson C, Henson J, Webb D, Khunti K. Association of sitting time and physical activity with CKD: a cross-sectional study in family practices. *Am J Kidney Dis*. 2012; 60: 583-90.
- Blatteau JE, Gempp E, Simon O, *et al.* Prognostic factors of spinal cord decompressions sickness in recreational diving: retrospective and multicentric analysis of 279 cases. *Neurocrit Care*. 2011; 15(1): 120-7.
- Buzzacott P, Pollock NW, Rosenberg M. Exercise intensity inferred from air consumption during recreational scuba diving. *Diving Hyperb Med* 2014, 44, 2: 74-8.
- Buzzacott P (ed). DAN Annual Diving Report 2017 Edition - A report on 2015 diving fatalities, injuries, and incidents. Durham, NC: Divers Alert Network, 2017; pp. 134.
- Carturan D, Boussuges A, Vanuxem P, Bar-Hen A, Burnet H, Gardette B. Ascent rate, age, maximal oxygen uptake, adiposity, and circulating venous bubbles after diving. *J Appl Physiol* 2002; 93: 1349-56.
- Castagna O, Desruelle AV, Blatteau JE, Schmid B, Dumoulin G, Regnard J. Alterations in body fluid balance during fin swimming in 29° C water in a population of special forces divers. *Int J Sports Med* 2015; 36: 1125-33.
- Castagna O, Regnard J, Gempp E, Louge P, Brocq FX, Schmid B, Desruelle AV, Crunel V, Maurin A, Chopard R, MacIver DH. The key roles of negative pressure breathing and exercise in the development of interstitial pulmonary edema in professional male scuba divers. *Sports Medicine-open*. 2018, 4 (1). DOI 10.1186/s40798-017-0116x.
- Celermajer DS, Sorensen KE, Spiegelhalter DJ, Georgakopoulos D, Robinson J, Deanfield JE. Aging is associated with endothelial dysfunction in healthy men years before the age-related decline in women. *J Am Coll Cardiol*. 1994 Aug;24(2):471-6.
- Chen CH, Nakayama M, Nevo E, Fetis BJ, Maughan WL, Kass DA. Coupled systolic-ventricular and vascular stiffening with age. Implications for pressure regulation and cardiac reserve in the elderly. *J Am Coll Cardiol*. 1998; 32: 1221-7.
- Denoble PJ, Pollock NW, Vaithyanathan P, Caruso JL, Dovenbarger JA and Vann RD. Scuba injury death rate among insured DAN members. *Diving Hyperb Med* 2008; 38: 122-8.
- Filatriau O. Projections à l'horizon 2060. Des actifs plus nombreux et plus âgés. INSEE Première 2011 ; 1345. <http://www.insee.fr/fr/ffc/ipweb/ip1345/ip1345.pdf> [5 septembre 2018].



Fisher JP, Kim A, Young CN, Ogoh S, Raven PB, Secher NH, Fadel PJ. Influence of ageing on carotid baroreflex peak response latency in humans. *J Physiol*, 2009; 587:5427-39.

Gempp E, Demaistre S, Louge P. Hypertension is predictive of recurrent immersion pulmonary edema in scuba divers. *Int J Cardiol* 2014; 172: 528-9.

Hollenberg NK, Martinez G, McCullough M, Meinking T, Passan D, Preston M, Rivera A, Taplin D, Vicaria-Clement M. Aging, acculturation, salt intake, and hypertension in the Kuna of Panama. *Hypertension*. 1997 Jan; 29(1 Pt 2): 171-6.

Johnson BD, Reddan WG, Seow KC, Depsey JA. Mechanical constraints on exercise hyperpnea in a fit aging population. *Am Rev Respir Crit Care Med*, 1991; 143: 968-77.

Johnson BD, Weissman IM, Zeballos RG, Beck KC. Emerging concepts in the evaluation of ventilatory limitation during exercise. *Chest*, 1999; 1116: 488-503.

Mease A, Buzzacott P, DeNoble PJ. Thirty years of DAN injury surveillance. *In* : Buzzacott P (ed). DAN Annual Diving Report 2017 Edition - A report on 2015 diving fatalities, injuries, and incidents. Appendix A. Durham, NC: Divers Alert Network, 2017; 97-108.

Najjar SS, Schulmann SP, Gerstenblith G, Fleg JL, Kass DA, O'Connor F, Becker LC, Lakatta EG. Age and gender affect ventricular-arterial coupling during aerobic exercise. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44:611-7.

Pecher DF, Martina SD, Otteni CE, Wester TE, Potter JF, Moon RE. Immersion pulmonary edema and comorbidities: case series and updated review. *Med Sci Sports Exerc*. 2015 Jun; 47(6): 1128-34.

Proper KI, Singh AS, van Mechelen W, Chinapaw MJ. Sedentary behaviors and health outcomes among adults: a systematic review of prospective studies. *Am J Prev Med*. 2011, 40:174-82.

Puisieux F. Vieillesse cardiovasculaire, dysfonction diastolique et insuffisance cardiaque. *MT Cardio* 2005; 1(1): 57-64.

Regnard J. Physiologie cardio-vasculaire en plongée. *In* V. Lafay (ed.) Cœur et plongée. Ellipses Edition Marketing, Paris. 2017, p. 76-111.

Rolland Y, Benetos A, Gentric A, *et al.* Frailty in older population: a brief position paper from the French society of geriatrics and gerontology. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil*. 2011; 9: 387-90.

Smerz RW. Age associated risks of recreational scuba diving. *Diving Hyperb Med* 2007; 37(3): 162-3.

Soumagne T, Laveneziana P, Veil-Picard M, Guillien A, Claudé F, Puyraveau M, Annesi-Maesano I, Roche N, Dalphin JC, Degano B. Asymptomatic subjects with airway obstruction have significant impairment at exercise. *Thorax*. 2016 Sep;71(9):804-11. doi: 10.1136/thoraxjnl-2015-207953. Epub 2016 May 25.

Strauss MB, Busch JA, Miller SS. Scuba in older-aged divers. *Undersea Hyperb Med*. 2017; 44: 45-55.

Sugiyama Y, Miwa C, Xue YX, Iwase S, Suzuki H, Matsukawa T, Watanabe T, Kobayashi F, Mano T. Cardiovascular function in the elderly during water immersion. *Environ Med*. 1993; 37(1): 91-4.

Tanaka H, Tomoto T, Kosaki K, Sugawara J. Arterial stiffness of lifelong Japanese female pearl divers. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2016; 310(10): R975-8.

Tauzin L, Rossi P, Grosse C, Boussuges A, Frances Y, Tsimaratos M, Simeoni U. Increased systemic blood pressure and arterial stiffness in young adults born prematurely. *J Dev Orig Health Dis*. 2014; 5: 448-52.