

# Prédisposition génétique à l'œdème pulmonaire induit par la plongée en apnée

Retenez votre souffle : DAN Europe s'est vu décerner une prestigieuse reconnaissance pour son travail réalisé dans le domaine de la plongée en apnée, et plus particulièrement pour ses constatations valides tirées d'une étude génétique. Vous pouvez à nouveau respirer : le travail de DAN Europe dans ce domaine va se poursuivre plus en profondeur encore !

L'un des problèmes que rencontrent de nombreux apnéistes (environ 26 % d'entre eux) est le développement d'œdèmes pulmonaires causés par la pratique de leur activité favorite. Ce sujet surgit de plus en plus souvent dans les médias sociaux et les forums consacrés à la pêche sous-marine. Même M. Danilo Cialoni, coordinateur du département de développement de techniques de recherche de la fondation DAN Europe et apnéiste/instructeur passionné, en a souffert. Il le décrit dans un encadré au sein du dernier ouvrage d'Umberto Pellizzari (« Formation spécifique à l'apnée. Apnée profonde, statique et dynamique », Addictions-Magenes Editoriale, 2014) : « À mesure que j'améliorais mes performances en apnée, je commençais à constater la présence de traces de sang dans ma salive à la fin des entraînements. Ce phénomène devenait de plus en plus marquant et de plus en plus gênant ; personne ne pouvait me donner d'informations fiables, et les données disponibles dans la communauté scientifique étaient pratiquement inexistantes. Un jour, le problème est devenu beaucoup plus évident et traumatique... À l'issue de l'entraînement, j'ai dû retourner au fond, à 36 m, pour lever l'ancre de notre bateau. Je suis parvenu à lever l'ancre, mais j'ai immédiatement remarqué que quelque chose en moi ne tournait pas rond. Durant la remontée vers la surface, cette sensation étrange a empiré. Une fois à la surface, j'ai eu l'impression que l'atmosphère manquait d'air et qu'à chaque respiration, l'oxygène m'était insuffisant. Cette difficulté à respirer a été difficile à surmonter, il m'a fallu un certain temps pour retrouver une respiration normale. Moins d'une heure plus tard, dans la salle des urgences, mes collègues à l'hôpital m'ont effectué une tomodensitométrie, qui leur a permis d'observer l'état de mes poumons : ils s'étaient remplis de sang par extravasation suite à l'effort que j'avais fourni au fond et aux manœuvres d'équilibrage utilisées pendant la descente. Mon cas était si grave (et si rare), qu'au lieu de quelques heures, il a fallu 3 jours pour que mes poumons retrouvent leur état normal, et plus de 3 mois pour atteindre un rétablissement complet.

## La recherche

Au cours des années qui ont suivi cet incident, M. Cialoni s'est consacré avec passion à la recherche des mécanismes réels sous-jacents. Grâce aux nombreuses collaborations avec DAN Europe et avec d'autres autorités, universités et organismes de formation, il a été en mesure d'effectuer de nombreux tests sur des plongeurs en apnée. Un nouveau tableau a dès lors commencé à se dresser devant ses yeux. En essence, la pression en profondeur entraîne un engorgement de sang dans les poumons, un phénomène dénommé *bloodshift* et qui est très similaire à ce qui se passe en cas d'effort intense ou d'hypoxie en haute altitude. Ce phénomène est bien connu et amplement étudié dans d'autres domaines. Au fil des tests, les recherches ont montré que l'œdème pulmonaire chez les plongeurs était lié à une augmentation de la pression pulmonaire, et que toutes les actions entraînant une hausse de la pression intrathoracique, comme l'équilibrage, empiraient la situation. Chez certains sujets, qui présentent une prédisposition, la hausse de la pression n'est pas compensée suffisamment vite, de telle sorte qu'ils développent un œdème pulmonaire dit « non cardiogénique », c.-à-d. non provoqué par une maladie cardiaque.

Il restait ensuite à M. Cialoni à découvrir comment identifier les sujets présentant une prédisposition à

l'œdème pulmonaire. Une étude approfondie du phénomène a permis de constater qu'une adaptation progressive de l'organisme et le maintien d'une chaleur corporelle suffisante pouvaient réduire drastiquement les symptômes, suivant les méthodes d'acclimatation qu'utilisent les montagnards. Ces pratiques constituent de bonnes précautions à prendre pour tous les plongeurs en apnée. Elles devraient toutefois constituer la règle pour les personnes enclines à l'œdème pulmonaire.

À ce stade, a surgi l'idée innovante de changer radicalement de direction : plutôt que de consacrer du temps à une étude des phénotypes (les caractéristiques observables d'un organisme), il a semblé préférable d'analyser directement le « logiciel » qui contrôle l'organisme, c.-à-d. les génomes. C'est ainsi qu'a été lancé un projet de recherche en collaboration avec le prof. Alessandro Marroni et M. Max Pieri de DAN Europe Research, ainsi que le prof. Nicola Sponsiello et M. Vittorio Lucchini.

Cette étude a eu pour objectif d'identifier les polymorphismes indicateurs d'un facteur de risque supérieur chez les sujets qui en sont porteurs. Les polymorphismes examinés étaient ceux associés avec la production d'enzymes qui régulent la pression dans les vaisseaux sanguins. Les sujets porteurs d'une « bonne » variante de ces gènes sont mieux à même de faire face à une augmentation de la pression pulmonaire causée par un *bloodshift*, et présentent un risque inférieur d'œdème pulmonaire.

L'étude s'est axée principalement sur deux variantes du gène de la synthase d'oxyde nitrique endothéliale (eNOS) : le G894T, qui intervient dans la régulation de la vasodilatation, du débit sanguin et de la tension artérielle, et le T786C, qui est associé avec la pathogenèse des maladies cardiaques. Des variantes de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) ont également été étudiées. Les trois études ont montré une hausse significative du risque de développement d'un œdème pulmonaire, comme expliqué dans la publication intitulée « Prédilection génétique à l'œdème pulmonaire induit par la plongée en apnée : mise à jour », rédigée par les mêmes chercheurs et dont M. Cialoni est l'auteur principal.

Ces études, et leur publication ultérieure, ont été amplement reconnues à l'occasion de la réunion de l'EUBS (European Underwater and Baromedical Society) à Wiesbaden, en Allemagne, où les auteurs se sont vu décerner le prix « Patrick Musimu Award 2014 ».

### **Quels changements cela signifie-t-il pour les plongeurs en apnée ?**

Les résultats de cette étude sont révolutionnaires dans le monde de la plongée en apnée. En effet, il suffit de passer un test génétique pour connaître sa prédisposition aux œdèmes pulmonaires. DAN Europe a d'ores et déjà mis au point une méthode rapide et simple pour réaliser ce test, au moyen d'un tube contenant un coton-tige et fermé à l'aide d'un capuchon. Il suffit au plongeur d'ouvrir le tube, de se tamponner l'intérieur de la joue et de refermer le tube... tout comme on peut le voir dans les séries policières. Cela permet de recueillir quelques cellules au niveau de la paroi interne de la joue, qui pourront ensuite être testées par un laboratoire homologué en vue d'analyser l'ADN et d'obtenir un génotype. Le résultat du test permet de savoir si le plongeur en apnée présente un risque de développer un œdème pulmonaire. Étant donné que trois polymorphies différentes ont été étudiées, certains sujets « malchanceux » posséderont toutes les « mauvaises » versions des gènes, tandis que quelques chanceux auront les « bonnes » versions des trois gènes, mais la plupart des plongeurs en apnée présenteront des résultats mixtes.

Cela ne signifie pas que ceux présentant un risque moindre doivent prendre moins de précautions. Le véritable objectif est d'informer les personnes plus enclines aux œdèmes pulmonaires de la nécessité de réduire au maximum les facteurs de risque externes. Par exemple, une température corporelle adéquate peut contrebalancer un génotype non optimal.

DAN Europe a par ailleurs lancé une nouvelle étude visant à compenser la production inférieure d'oxyde nitrique chez les personnes porteuses d'un génotype non optimal au travers de programmes de nutrition spécifiques et personnalisés. Cette étude se penche sur la façon dont l'alimentation pourrait réduire le risque de développer un œdème pulmonaire chez les personnes qui y sont enclines, afin que ces dernières se retrouvent au même niveau que les plongeurs « chanceux », non enclins à l'œdème pulmonaire. Une nouvelle branche de la science a vu le jour chez DAN Europe : celle de la « nutriginétique », destinée à devenir une composante à part entière du monde de la plongée !

### **DAN Europe et la plongée en apnée**

À côté de la recherche scientifique, DAN Europe s'occupe également de la gestion des urgences, en proposant des polices d'assurance simples et à petit prix pour les cours et entraînements d'apnée, en plus des couvertures offertes aux plongeurs en scaphandre. Les polices couvrent toutes les activités liées à l'apnée d'immersion : la plongée en apnée, la pêche sous-marine, ainsi que la plongée en apnée de compétition statique et dynamique. On distingue trois niveaux de cours : l'apnée débutant (jusqu'à 30 m de profondeur), l'apnée avancée (également jusqu'à 30 m de profondeur) et l'apnée de spécialisation (jusqu'à 40 m de profondeur). Il existe en outre une police d'assurance d'une durée d'une semaine pour les formations d'apnée, qui couvre en outre l'utilisation d'une gueuse et s'applique à des profondeurs pouvant atteindre 100 m en poids variable et 70 m en poids constant.

DAN Europe et les plongeurs en apnée poursuivent leur chemin « main dans la main » afin de faire de l'apnée une activité toujours plus agréable, sûre et... à couper le souffle!