

Un accident de plongée – qu'est-ce que c'est réellement?

Stefanie Zimmermann

Les incidents de plongée sont rares. Le point commun à tous les accidents est qu'il existe toujours une chaîne de différentes circonstances qui conduisent à un accident. La meilleure prévention est donc une éducation solide, une certaine forme physique de base et la connaissance de ce qu'il faut faire en cas d'urgence.

Dans le langage courant, un accident de plongée est considéré comme tout type de problème avant, pendant et après une plongée. Cela se reflète également en partie dans les statistiques des accidents de plongée.

Dans la littérature technique, cependant, un accident de plongée est décrit comme un événement potentiellement mortel ou nocif pour la santé en raison de la baisse de la pression ambiante pendant la phase de décompression d'une plongée. Ces processus sont appelés accidents de décompression, décompression illness (DCI).

Physiopathologiquement, on peut distinguer deux mécanismes:

- Accident de décompression (ADD), décompression sickness (DCS). Causée par la formation de bulles de gaz dans le sang et les tissus corporels après une exposition prolongée à la pression et une saturation correspondante avec un gaz inerte, généralement de l'azote.
- Embolie gazeuse artérielle (EGA). Causée par des bulles de gaz entrant dans le circuit artériel. Habituellement causée par un barotraumatisme pulmonaire ou par le transfert de bulles de gaz du côté veineux vers le côté artériel du vaisseau, comme cela est possible avec un foramen ovale perméable (FOP).

Statistiques différentes

Les incidents de plongée ont différentes causes et sont répertoriés de manière différente dans les statistiques du monde entier. Dans certains pays, les accidents de plongée sont déclarés en tant qu'accidents de baignade, tandis que dans d'autres statistiques des accidents de plongée, une crise cardiaque pendant

une plongée est considérée comme un accident de plongée.

Fondamentalement, il faudrait toujours partir du principe que l'on a affaire à un « véritable » accident de plongée lorsqu'une personne a respiré, sous l'eau, de l'air ou

La plongée sous-marine est en plein essor

La plongée sous-marine a connu un véritable boom ces dernières décennies. Se déplacer en apesanteur, découvrir un nouveau monde, fascine de plus en plus de gens.

J'ai moi-même appris la plongée en 2002 et suis devenue moniteur de plongée en 2005. En 2008, j'ai eu la chance de codiriger un petit cabinet aux Maldives avec un médecin hyperbare et j'ai effectué une formation de « chamber operator and tender », d'opératrice en caisson hyperbare et accompagnatrice. Pour moi, ce fut un coup de chance d'avoir pu combiner ma fascination pour la plongée et mon métier d'infirmière anesthésiste.

Aux Maldives, j'ai beaucoup appris sur la médecine d'urgence - dans un endroit où aucun médicament anti-douleur plus fort que les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ou les sédatifs n'est autorisé. Nous ne pouvions pas traiter les maladies ou les blessures graves. Ces patients devaient être transportés en hydravion jusqu'à la capitale.

De plus, j'ai beaucoup appris sur les incidents liés à la plongée, que ce soit une otite externe ou un grave accident de décompression. J'ai travaillé aux Maldives pendant près de deux ans, examiné

d'innombrables oreilles et passé environ 50 heures dans une chambre de décompression.

Je travaille toujours à temps partiel en tant qu'instructeur de plongée en mettant l'accent sur la formation de professionnels de la plongée, la prévention d'un accident, l'aide et le sauvetage d'un plongeur ayant des problèmes sous l'eau et les premiers secours. Bien sûr, les plongées ludiques en Suisse et dans le monde ne sont pas négligées. Après 18 ans et 2000 plongées, je suis toujours fasciné par la sensation sous l'eau et la diversité du monde sous-marin.

Stefanie Zimmermann



un autre mélange gazeux, tel que de l'air enrichi en oxygène ou un mélange d'hélium et se plaint de malaise ou de symptômes de maladie.

En Suisse et dans certains autres pays européens, un accident de plongée n'est généralement pas classé comme un accident, mais comme une maladie, car il ne répond pas aux critères de la LAA. Dans certains pays, les plongeurs sont tenus d'avoir une assurance supplémentaire pour les accidents de plongée pour couvrir les soins, le transport et l'hébergement. Une telle assurance complémentaire est généralement recommandée dans les cercles de plongée. En moyenne, aux Maldives, nous avons un accident de décompression par mois. Cela semble beaucoup, mais nous étions responsables du traitement des DCI pour la moitié de la région des Maldives. Si vous tenez compte du nombre de plongeurs dans l'eau chaque jour, c'est très peu. Les plongeurs accidentés nous étaient amenés par bateau ou par hydravion.

Piepho, Ehrmann, Werner, Muth (2007) ont mentionné, dans une étude, une incidence de 1 à 2 accidents de plongée non mortels pour 10 000 plongées. La Société allemande de plongée et de médecine hyperbare répertorie 1 accident pour 2 500 plongées, mais les plongeurs professionnels sont inclus.

Le Divers Alert Network (DAN), première organisation mondiale de recherche et de traitement des accidents de plongée, nomme un nombre constant de trois accidents mortels par an en Suisse. Les accidents mineurs tels que les barotraumatismes des oreilles sont difficiles à répertorier. Dans un article publié par DAN en janvier 2020, ce sont pourtant les incidents les plus courants en plongée. Je ne m'attarderai pas sur les causes et les traitements ici car ils ne sont pas différents, dans le diagnostic et le traitement, des incidents non liés à la plongée. Je n'entre pas non plus dans d'autres sujets d'incidents médicaux de plongée tels que les effets des gaz toxiques, l'hypothermie, la noyade et le barotraumatisme dans d'autres régions du corps.

Les faits décrits concernent la plongée sous-marine sportive et excluent la plongée professionnelle, la plongée technique et la plongée en apnée.

Decompression Sickness (DCS)

Il y a plus de 150 ans déjà, ...

...on décrivait un état douloureux pour les constructeurs du pont de Brooklyn qui travaillaient dans un conteneur sous pression, un caisson, au fond de la rivière Hudson. À l'époque, cet état était appelé la maladie du caissons, ou Bents, parce que les travailleurs concernés se déplaçaient souvent en position courbée. En 1870, Paul Bert a conclu de ses expériences que l'azote se dissout dans le corps sous pression et peut former des bulles. Au début des années 1900, John Haldane a fait des recherches dans ce domaine et a découvert que le corps humain peut lier une certaine quantité d'azote avant de former des bulles. À partir de cela, il a développé les premières recommandations pour réduire le risque d'accident de décompression et les premières méthodes de traitement. Au fil des ans et jusqu'à maintenant, les recommandations ont été affinées, modifiées et adaptées.

Les plongeurs sous-marins sont exposés à la pression de l'eau. Elle augmente d'un bar pour 10 mètres de profondeur d'eau. Pour faire simple, il y a un bar de pression atmosphérique. Ainsi, il y a une pression de 2 bars à une profondeur de 10 mètres, une pression de 3 bars à 20 mètres, etc. Selon la loi physique de William Henry, la quantité de gaz dans un liquide se dissout proportionnellement à la pression partielle du gaz. Pour les plongeurs amateurs, cette déclaration concerne principalement l'azote. L'azote est un gaz inerte et, contrairement à l'oxygène, il n'est pas métabolisé par l'organisme. Les autres gaz de l'air que nous respirons sont en quantité si minime que leur absorption reste sans conséquences.

Mécanisme

En surface, le corps humain est en équilibre avec l'azote. Pendant la descente, la phase de compression, la pression partielle d'azote augmente et devient supérieure à la pression tissulaire. Plus ce gradient de pression est élevé, plus l'azote

est absorbé rapidement dans les tissus. L'azote est absorbé plus rapidement lors d'une plongée plus profonde. Plus la plongée dure longtemps, plus la pression tissulaire augmente et s'approche de la pression partielle d'azote et l'absorption ralentit.

L'absorption d'azote n'est pas la même pour tous les tissus. Cela dépend de la qualité de l'approvisionnement en sang d'un tissu. Le sang lui-même absorbe rapidement l'azote, tandis que la graisse a une absorption plutôt lente. Cela provoque la saturation des tissus à différentes vitesses et à différents niveaux.

Tant que le plongeur est sous l'eau, les tissus différemment saturés n'ont aucun effet physiologique sur le plongeur. Cependant, à partir d'une certaine profondeur, l'azote a un effet narcotique sur le plongeur, ce qui peut entraîner des changements de comportement et ainsi augmenter le risque d'accident de plongée.

Lors de la remontée, phase de décompression, la pression tissulaire est supérieure à la pression ambiante. L'azote se dissout en proportion inverse de l'absorption des tissus et est expiré par les poumons.

Ce processus se poursuit pendant des heures après la plongée. Si le gradient de pression dépasse un certain niveau, des bases azotées se forment. De petites microbulles peuvent être détectées après chaque plongée et sont inoffensives pour l'homme. Cependant, s'il y a beaucoup de microbulles, la grande quantité ne peut pas être expirée assez rapidement. Les bulles s'accumulent dans certains tissus ou nagent avec la circulation sanguine. Les circonstances exactes ne sont toujours pas clarifiées et sont encore et toujours remises en question et réfutées dans des études récentes.

Facteurs de risque

Le risque de développer un DCS peut être réduit si le plongeur plonge dans la limite dite de temps zéro et la surveillance à l'aide d'un ordinateur de plongée. Il ne devrait pas effectuer la décompression à plus de dix mètres par minute et un ou plusieurs arrêts doivent être respectés. Cela donne plus de temps pour que suffisamment d'azote puisse être expiré par les poumons.

Certains facteurs de risque sont discutés qui peuvent contribuer au développement d'un DSC. Ceci comprend:

- la déshydratation
- un état général réduit
- l'âge
- l'obésité
- le nombre de plongées dans un certain laps de temps
- un foramen ovale ouvert
- des médicaments
- de l'alcool
- l'eau froide
- un effort physique avant, pendant et après la plongée

Symptômes

Parce que les bulles d'azote se développent dans presque toutes les parties du corps ou peuvent y être transportées, les symptômes sont très différents et semblent souvent indépendants les uns des autres. Les symptômes du DCS apparaissent typiquement dans les premières heures suivant une plongée. Rarement jusqu'à 48 heures après la remontée.

Les symptômes sont divisés en deux catégories:

Type 1 Symptômes cutanés et douleurs

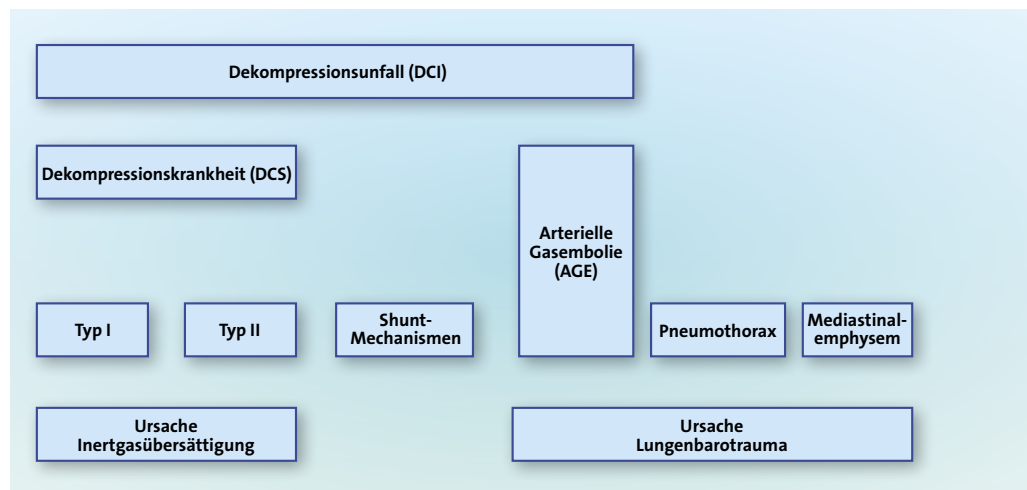
- DCS peau. Une coloration bleu rougeâtre et des démangeaisons de la peau sont les conséquences directes des bulles sous-cutanées. Les bulles d'azote peuvent irriter les parois des vaisseaux sanguins ou provoquer une réaction inflammatoire locale qui peut s'étendre de façon systémique. Typiquement dans des endroits avec un pourcentage élevé de tissu adipeux comme l'épaule, la poitrine, l'abdomen et les cuisses. Il existe de nouveaux points de vue plus récents qui expliquent la décoloration par des spasmes vasculaires dans la transition artérioveineuse contrôlée par le tronc cérébral.
- Douleur. Des douleurs articulaires et des membres surviennent dans 15 à 20% des cas de DCS. Les bulles d'azote sont stockées au niveau des tendons, des ligaments, des muscles et dans l'espace articulaire et déclenchent des douleurs. Typiquement sur les articulations des épaules et des coudes, mais toute autre articulation peut également être affectée.

Type 2 Maladie de décompression neurologique

- Les bulles d'azote s'accumulent dans la substance blanche de la moelle épinière, compriment directement un nerf ou réduisent l'apport sanguin. Les symptômes sont variés et souvent difficiles à identifier comme DCS. L'hyperesthésie, des paresthésies, la rétention urinaire, des maux de tête, la vision trouble, la confusion, la fatigue, les étourdissements, les nausées et les vomissements sont courants.

Embolie gazeuse artérielle (EGA)

Même un débutant apprend la règle «d'or» de la plongée: ne retiens jamais ton souffle. Grâce à une respiration constante et calme, la pression changeante sous l'eau dans les voies respiratoires est constamment équilibrée. Une EGA est généralement déclenchée par un barotraumatisme pulmonaire, qui emprisonne l'air dans les poumons. La cause la plus courante est l'arrêt de la respiration par peur ou panique et une remontée incontrôlée. Mais un rhume, le tabagisme et une maladie pulmonaire obstructive favorisent également l'airtrapping.



Systématique des accidents de plongée selon les lignes directrices "accident de plongée" version 2008 de la société de médecine de plongée et de médecine hyperbare



Type 1 DCS peau



Caisson hyperbare d'Überlingen en Allemagne

Photo externe

Lors de la remontée, l'air dans les voies respiratoires se dilate en raison de la baisse de la pression de l'eau, ne peut pas s'échapper et conduit à la rupture du tissu pulmonaire. Si l'air pénètre dans les capillaires des poumons et voyage avec la circulation sanguine artérielle, cela peut provoquer une embolie gazeuse n'importe où dans le corps. Anatomiquement et avec le flux sanguin élevé vers le cerveau, les bulles de gaz migrent souvent via les carotides dans les vaisseaux cérébraux et y provoquent une embolie. Les embolies

gazeuses cérébrales affectent environ dix pour cent des cas de DCI.

Symptômes

Les symptômes sont ceux d'un accident vasculaire cérébral (AVC).

Le barotraumatisme pulmonaire conduit aussi souvent à un pneumothorax ou à un emphysème médiastinal. Les symptômes supplémentaires, tels qu'une douleur soudaine, élançante, liée à la respiration au niveau thoracique du côté atteint, de la dyspnée, de la tachypnée, une tachycar-

die, la congestion des veines du cou, associées aux symptômes de l'AVC, peuvent indiquer une DCI.

Une EGA peut également être causée par un foramen ovale perméable. Les bulles d'azote traversent le shunt du côté veineux vers le côté artériel du vaisseau et conduisent à un DCS ou à des embolies.

Traitement

La variété des symptômes rend difficile la reconnaissance d'une maladie de décompression. Fondamentalement, s'il y



Intérieur d'une grande chambre de décompression dans laquelle un patient couché et / ou assis peut être traité

Photo externe

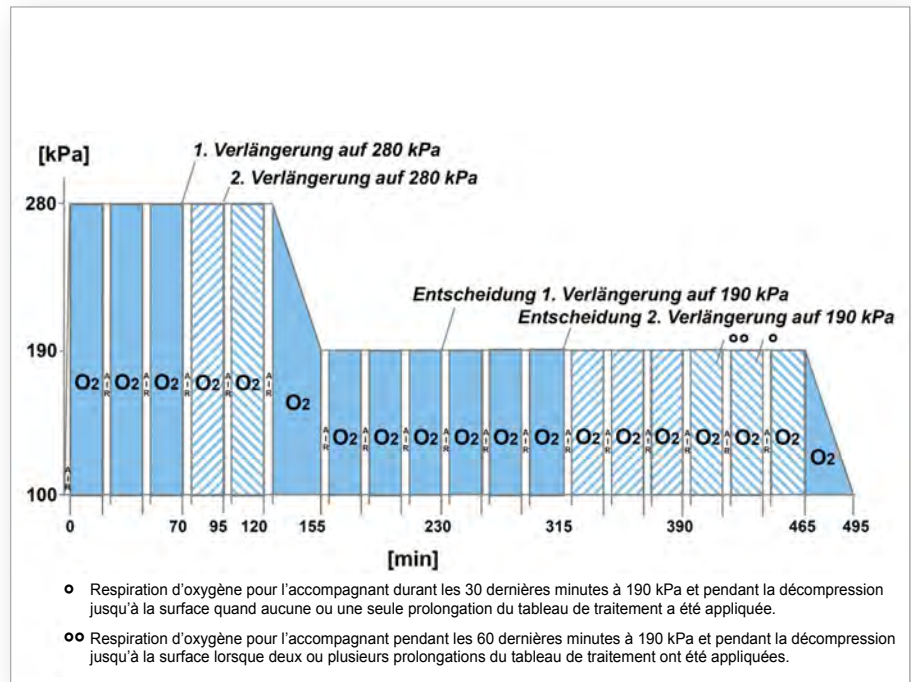
a des symptômes après une plongée, un éventuel DCI doit toujours être envisagé. Les plongeurs ont souvent du mal à admettre qu'ils peuvent être affectés par un éventuel DCI. Les symptômes cutanés du DCS sont souvent attribués à une allergie à la combinaison néoprène, les douleurs articulaires s'expliquent par un « faux » mouvement. Les symptômes graves tels que la rétention urinaire sont également ignorés.

Les symptômes de l'embolie gazeuse artérielle commencent immédiatement et sont souvent plus dramatiques qu'un DCS. Par conséquent, ils sont plus susceptibles d'être reconnus.

Dans la phase précoce, il est crucial de répondre aux symptômes. Même les profanes peuvent et doivent mettre en œuvre ces mesures.

Il est recommandé de:

- Faire respirer immédiatement 100% d'oxygène.
Chaque base de plongée et bateau de plongée sérieux a un équipement d'oxygène d'urgence avec soi.
- Vérifier l'état de conscience, la mobilité et la perception (par exemple avec le neurocheck de 5 minutes, que les non-initiés à la médecine peuvent même apprendre dans des cours de formation continue).
- Si nécessaire, effectuer les mesures de RCP.
- Un positionnement latéral en cas d'altération de la conscience.
- Une position de repos mais pas de positionnement tête en bas.
- Donner un apport de 0,5 à 1 litre de liquide par heure si le patient peut boire.
- Protéger contre le refroidissement et la surchauffe.
- Consulter un spécialiste en médecine de plongée. Diverses organisations proposent un service 24h / 24 et conseillent sur les mesures à prendre.
- Documenter le déroulement de la plongée et les mesures prises.
- Saisir l'équipement de plongée. L'ordinateur de plongée doit être remis au patient en cas de transport vers un établissement médical.
- Observer les partenaires de plongée pour détecter tout symptôme.



D'après les lignes directrices accident de plongée 2014 – 2019 de la société de médecine de plongée et de médecine hyperbare et de la société suisse de médecine subaquatique et hyperbare

Une tentative de recompression sous l'eau est fortement déconseillée pour les plongeurs sportifs. La prise en charge de l'accidenté, la logistique du gaz et l'hypothermie sont des facteurs incontrôlables sous l'eau.

La pression partielle d'oxygène dans le corps est augmentée par l'administration d'oxygène. Le gradient de pression vers la bulle de gaz ou d'azote absorbe l'oxygène et se transforme en bulle d'oxygène au fil du temps. L'oxygène est métabolisé par le corps et ainsi la bulle se rétrécit et disparaît avec le temps. De plus, l'oxygène permet que les tissus moins perfusés reçoivent plus d'oxygène et les dommages aux tissus peuvent être réduits.

La concentration d'oxygène la plus élevée possible accélère le processus de conversion. Un masque à oxygène avec un réservoir et un débit de 15 litres est recommandé. Il existe sur le marché des systèmes respiro-dépendants avec un masque bien ajusté qui réduisent la consommation d'oxygène, ce qui peut être particulièrement utile lors de plongée loin des soins médicaux rapides.

Étant donné que les symptômes du DCS peuvent être retardés, les plongeurs qui ont eu un accident peuvent également

se rendre directement aux urgences de l'hôpital. En raison de la rareté et de la diversité des symptômes de la maladie de décompression, un apport en oxygène ne devrait pas être retardé par le diagnostic.

D'autres mesures dans un hôpital peuvent inclure:

- Évaluation clinique et neurologique
- Monitoring
- Cathéter vésical pour les troubles de la vidange vésicale
- Drainage thoracique en cas de suspicion de pneumothorax
- Conseils médicaux par téléphone pour la plongée
- Après l'indication posée, transfert dans une chambre hyperbare

Cas graves en caisson hyperbare

Dans les cas graves de DCI, le plongeur accidenté est transféré dans une chambre de recompression pour une oxygénothérapie hyperbare. Après une anamnèse approfondie et une auscultation physique ainsi que l'exclusion de contre-indications telles qu'un pneumothorax (si nécessaire, mise en place d'un drain thoracique), les accidentés sont recomprimés dans une chambre hyperbare. La chambre est mise

sous pression en fonction du schéma de traitement. J'ai moi-même travaillé avec le schéma de l'US Navy, qui prévoit, lors du traitement d'urgence, une pression de 2,8 bars, soit une profondeur de plongée de 18 mètres.

Le patient respire 100% d'oxygène à travers un masque étanche. Ce processus augmente le gradient d'oxygène, ce qui accélère la conversion de la bulle de gaz ou d'azote en maximisant la fenêtre d'oxygène. De plus, le tissu affecté est mieux alimenté en oxygène par une pression d'oxygène élevée et la vasoconstriction provoquée par l'oxygène réduit la formation d'œdème.

Afin de réduire les dommages au surfactant dans les poumons et la toxicité de l'oxygène dans les poumons comme dans le SNC, des coupures d'air sont insérées pendant le traitement. À titre d'exemple pour un traitement d'urgence, je prends le traitement selon le schéma de l'US Navy tableau 6.

La plongée dure environ trois minutes à une profondeur de 18 mètres. Ensuite, la première phase d'oxygène commence sur 20 minutes, suivie d'une pause d'air pendant 5 minutes. Pendant ces pauses, la victime est examinée et approvisionnée en liquide et les autres besoins de l'accidenté sont pris en charge. Elle est suivie de 2 autres phases oxygène-air. Après 3 cycles de traitement, il est décidé, en fonction des symptômes encore présents, si une prolongation de deux cycles est appropriée ou si la victime peut être décompressée au niveau suivant à 9 mètres. L'ascension au niveau suivant a lieu sous 100% d'oxygène et dure 30 minutes. Lorsque les 9 mètres sont atteints, il y a une pause d'air de 15 minutes. Ceci est suivi par 60 minutes d'oxygène et 15 minutes de pause d'air. Au cours des 60 dernières minutes, on décide en fonction des symptômes si une prolongation de 2 cycles est nécessaire. Ceci est suivi par la phase de retour sous oxygène à nouveau pendant 30 minutes jusqu'à la surface ou jusqu'à ce qu'une pression ambiante soit atteinte. Après 24 heures, le patient est réévalué et, si nécessaire, reçoit un traitement supplémentaire. J'ai soigné un patient qui a eu besoin de huit traitements pour que les symptômes se stabilisent suffisamment

pour rentrer à la maison. À la maison, 25 autres tours en chambre de recompression ont suivi. Ce patient est arrivé chez nous avec une paralysie complète depuis D 12. Après avoir terminé le traitement, il souffrait toujours de troubles sensoriels dans une jambe, mais n'avait pas d'autres dommages consécutifs.

La décision d'arrêter le traitement dépend des facteurs suivants:

- Absence de symptômes complète et persistante
- Aucune amélioration supplémentaire des symptômes pendant trois à cinq traitements

Le traitement en chambre de recompression peut être fait avec des patients éveillés, mais aussi avec des patients intubés et sédatisés. Chez eux, il faut faire une paracentèse au préalable, car ils ne peuvent pas effectuer d'égalisation de pression par eux-mêmes comme les plongeurs savent le faire et le tympan se déchirerait pendant la compression.

Tous les patients reçoivent une thérapie liquidienne de 0,5 à 1 litre par heure per os ou iv.

Le traitement en chambre hyperbare est associé à beaucoup de stress et de nervosité pour la victime. L'accident lui-même, les symptômes, le confinement dans une petite chambre dans laquelle la porte ne peut pas être ouverte facilement, et au fil du temps l'ennui sont très stressant pour le patient.

Pour cette raison, nous accompagnions les patients dans la chambre hyperbare pendant mon séjour aux Maldives. Il y a des caissons hyperbares qui ont un écran et peuvent distraire le patient avec des films. D'autres appareils électroniques ne sont pas autorisés dans les chambres en raison de la protection contre l'incendie.

Mes fonctions comprenaient la préparation de la chambre, l'accompagnement, la surveillance et l'évaluation du patient et je devais m'assurer que l'égalisation de la pression pendant la compression ne posait pas de problème. Je devais encore m'assurer que l'oxygène est correctement respiré à travers le masque, retirer le masque, contrôler au cas où il y aurait une toxicité de l'oxygène du SNC avec des crampes et assurer la protection contre les incendies.

Remise en forme après un accident

Il est recommandé de commencer le plus tôt possible une thérapie intensive spécifique et des mesures de réadaptation. Le pronostic d'une personne souffrant d'un DCI dépend des symptômes et du succès du traitement. La littérature décrit toutes les possibilités, du rétablissement complet à la mort.

Un plongeur peut plonger à nouveau après un accident de plongée dès qu'il a terminé le traitement de l'accident et est à nouveau classé comme prêt à plonger selon les recommandations de l'association spécialisée pour la médecine de plongée. À cette fin, il est examiné par un médecin spécialiste de la plongée et, si nécessaire, appelé à faire d'autres examens, comme une échographie trans-œsophagienne.

Literature sur

www.siga-fsia.ch/mitglieder/anaesthesie-journal/archiv

Contact:

Stefanie Zimmermann
ICUS anesthésie urgences, hôpital de l'île, Berne
PADI Master Instructor, PADI Tec Deep Instructor, EFR Instructor Trainer,
Chamber operator and tender
stefanie.zimmermann@insel.ch