



Les entretiens de Donald Doc N° 10

Le traitement de la maladie de décompression.
Encore et toujours l'oxygène !

Gli incontri di Donald Doc n. 10

Il trattamento della malattia da decompressione.
Ossigeno e ancora ossigeno !

Gespräche mit Donald Doc Nr. 10

Die Behandlung der Deko-Krankheit.
Immer noch Sauerstoff !

Chères amies plongeuses, chers amis plongeurs,

Pour ce chapitre, j'ai rencontré le Dr Jörg Schmutz. Plongeur de longue date, omnipraticien à Bâle, possédant un caisson hyperbare dans son cabinet, le Dr Jörg Schmutz est le président de la Société Suisse de Médecine Subaquatique et Hyperbare. Depuis longtemps il s'intéresse à la physiopathologie et au traitement de la maladie de décompression.

Il est donc bien placé pour nous expliquer les bases du traitement de l'accident (ou maladie) de décompression chez le plongeur sportif.

Comme nous avons déjà abordé la prise en charge pré-hospitalière du plongeur accidenté, nous allons discuter de ce qui se passe une fois arrivé à l'Hôpital.

Donald Doc :

Comment traite-t-on le plongeur accidenté ?

Dr Jörg Schmutz :

Chaque plongeur sait que la maladie de décompression est due à la décompression de l'azote qui a saturé les tissus humains pendant la plongée.

Ainsi apparaissent des bulles d'azote, sanguines ou tissulaires, qui vont soit provoquer des douleurs soit boucher un vaisseau et ainsi créer un arrêt de la circulation en aval de la bulle.

Le plongeur atteint d'une maladie de décompression doit être traité au plus vite dans un caisson hyperbare. Jusqu'à ce que ce traitement puisse être instauré dans un caisson possédant l'infrastructure suffisante en matériel et en personnel, il est indispensable de lui administrer de l'oxygène à 100 % dès sa sortie de l'eau. Cette oxygénation normobare (à la pression ambiante) doit se faire pendant toute la durée du transport jusqu'à l'entrée dans le caisson où elle sera continuée de manière hyperbare (à une pression supérieure à la pression ambiante).

Il est donc essentiel que chaque club de plongée, chaque plongeur qui plonge

Cari amici sommozzatori e care amiche sommozzatrici,

Per questo capitolo ho incontrato il Dott. Jörg Schmutz. Sommozzatore da molto tempo, medico generico a Basilea, che dispone di una camera iperbarica nel suo studio, il Dott. Jörg Schmutz è presidente della Società Svizzera di Medicina Subacquea ed Iperbarica.

Da tempo egli si occupa della fisiopatologia e della cura della malattia da decompressione.

E' dunque la persona adatta per spiegarci le basi del trattamento dell'incidente (o malattia) da decompressione che colpisce il sommozzatore sportivo.

Siccome abbiamo già accennato alle cure pre-ospedaliere della vittima di un incidente da decompressione, parleremo di quello che succede una volta arrivati in ospedale.

Donald Doc :

Come si cura il sommozzatore vittima di un incidente?

Dott Jörg Schmutz :

Ogni sommozzatore sa che la malattia da decompressione è dovuta alla decompressione dell'azoto che ha saturato i tessuti umani durante l'immersione.

Così si formano delle bollicine di azoto, nel sangue o nei tessuti, che o provocheranno dolori o andranno ad intasare un vaso e quindi creare un blocco della circolazione sanguigna a valle della bollicina.

Il sommozzatore colpito dalla malattia da decompressione deve essere curato al più presto in una camera iperbarica. Finché questo trattamento non è iniziato in una camera iperbarica con infrastrutture sufficienti sia in termini di materiale che di addetti, è indispensabile somministrare dell'ossigeno al 100 % non appena esce dall'acqua.

Questa ossigenazione normobare (a pressione ambiente) deve essere proseguita durante l'intero tragitto fino all'entrata nella camera iperbarica, dove verrà proseguita ma in modo iperbarico (ad una pressione più alta di quella ambiente).

Liebe Taucherinnen und Taucher,

Für das vorliegende Kapitel habe ich Dr. Jörg Schmutz getroffen. Er ist ein langjähriger Taucher, praktischer Arzt in Basel und besitzt eine eigene Druckkammer in seiner Praxis. Er ist Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Unterwasser- und Hyperbarmedizin und interessiert sich seit langem für Physiopathologie sowie die Behandlung des Dekompressionsunfalles (oder -krankheit) beim Sporttaucher.

Er ist also die richtige Person, um uns die Grundlagen der Behandlung des Dekompressionsunfalles (oder -krankheit) beim Sporttaucher zu erklären. Da wir bereits über die Krankenübernahme des verunfallten Tauchers im Spital berichtet haben, berichten wir darüber, was nach der Einlieferung ins Spital passiert.

Donald Doc :

Wie behandelt man den verunglückten Taucher?

Dr. Jörg Schmutz :

Jeder Taucher weiss, dass die Dekokrankheit mit der Dekompression des Stickstoffes zusammenhängt, der den Organismus beim Tauchen gesättigt hat.

So können im Blut oder Gewebe Stickstoffblasen entstehen, die Schmerzen verursachen, Gefässe verstopfen und einen Zirkulationsstillstand abwärts der Stickstoffblase hervorrufen.

Der Taucher, der an Dekokrankheit leidet, muss so schnell wie möglich in einer Druckkammer behandelt werden. Bis diese Behandlung mit der genügenden Infrastruktur und dem notwendigen Personal eingeleitet werden kann, ist es unerlässlich, dem Patienten 100 % reinen Sauerstoff zu verabreichen, und zwar so schnell wie möglich nach dem Ausstieg aus dem Wasser. Diese normobare Sauerstoffzufuhr (im Umgebungsdruck) muss während dem ganzen Transport bis zum Eintritt in die Dekokammer gewährleistet sein, wo sie dann hyperbar



Dr. J. Schmutz

régulièrement et que chaque moniteur possède un équipement suffisant et en bon état de fonctionnement.

D. D. :

Les traitements du plongeur accidenté sont-ils variables ?

Dr J. S. :

Le traitement de la maladie de décompression est maintenant standardisé au niveau européen. En effet lors d'une conférence qui s'est tenue sur ce sujet en 1995 à Marseille, des médecins venus de toute l'Europe ont proposé un protocole de traitement uniformisé qui tient compte de la gravité et de l'évolution des symptômes. Les spécialistes tentent maintenant de classer la maladie de décompression en fonction des organes atteints. Je vais cependant utiliser ici la classification à laquelle les plongeurs sont habitués. Elle a le mérite d'être pratique et universellement connue : maladie de la décompression de type I (douleurs musculo-articulaires et démangeaisons) et de type II (signes généralisés le plus souvent touchant le système nerveux).

Le patient qui présente après sa plongée uniquement des douleurs musculaires et/ou articulaires (type I) est traité en chambre hyperbare avec un traitement court : une fois amené à une pression équivalente à 18 mètres de profondeur (surpression de 1,8 bars), le patient respire de l'oxygène pur à 100 % pendant 30 à 60 minutes.

D. D. :

N'est-ce pas dangereux ?

Dr J. S. :

Cela peut étonner car on enseigne aux plongeurs que l'oxygène est toxique au-delà de 7 mètres. C'est vrai dans l'eau mais pas dans un caisson où l'on peut traiter avec de l'oxygène pur jusqu'à une profondeur de 20 mètres (surpression de 2 bars).

La toxicité de l'oxygène hyperbare, qui se manifeste par des crises d'épilepsie, est rare et, bien que spectaculaire, n'est pas dangereuse. Elle ne risque en effet pas de

E' dunque fondamentale che ogni club di sommozzatori, ogni sommozzatore che si immerge regolarmente e che ogni istruttore possiede un equipaggiamento sufficiente e in buono stato.

D. D. :

I trattamenti possono variare a secondo dei casi ?

Dott J. S. :

Il trattamento della malattia da decompressione è ormai standardizzato a livello europeo. Infatti durante una conferenza che si è svolta su questo tema nel 1995 a Marsiglia, medici arrivati da tutta Europa hanno proposto un protocollo di trattamento uniformato che considera la gravità e l'evoluzione dei sintomi.

Gli specialisti tentano adesso di classificare la malattia da decompressione in funzione degli organi colpiti. Tuttavia userò qui la classificazione alla quale i sommozzatori sono abituati, perché ha il merito di essere pratica e conosciuta in tutto il mondo : malattia da decompressione di tipo I (dolori dei muscoli o delle articolazioni e pruriti) e di tipo II (segnali generalizzati riguardanti spesso il sistema nervoso).

Il paziente che presenta dopo l'immersione solamente dei dolori muscolari e/o articolari viene trattato in camera iperbarica in breve tempo : una volta raggiunta una pressione equivalente a 14 - 18 metri di profondità (sovrappressione di 1,4 - 1,8 bar), il paziente respira ossigeno puro al 100% dai 30 ai 60 minuti.

D. D. :

Non è pericoloso ?

Dott J. S. :

Può sembrare strano visto che si insegna ai sommozzatori che l'ossigeno diventa tossico sotto i 7 metri. E' vero sott'acqua ma non in una camera iperbarica nella quale si può trattare con l'ossigeno puro fino ad una profondità di 20 metri (sovrappressione di 2 bar).

La tossicità dell'ossigeno iperbarico, che si manifesta con delle crisi epilettiche, è rara e, benché sia uno spettacolo impressionante, non è pericolosa. Non si rischia l'annegamento come può verificarsi invece sott'acqua.

Tornando al nostro sommozzatore che soffre di dolori, questi scompaiono spesso dopo mezz'ora di ossigenoterapia iperbarica. Questa sparizione conferma che i dolori erano effettivamente causati da un incidente di decompressione.

In caso contrario, bisogna pensare ad un'altra origine, come per esempio ad uno stiramento muscolare, un sovraccarico dovuto alle bombole o un urto contro uno scoglio.

(mit höherem als der Umgebungsdruck) fortgesetzt wird.

Es ist also wichtig, dass jeder Tauchclub, jeder Taucher, der regelmässig taucht und jeder Tauchlehrer eine genügende Ausrüstung in funktionstüchtigem Zustand besitzt.

D. D. :

Ist die Behandlungen verunglückter Taucher variabel ?

Dr. J. S. :

Die Behandlung der Dekokrankheit ist jetzt auf europäischer Ebene vereinheitlicht. Tatsächlich haben Ärzte aus ganz Europa anlässlich einer Konferenz, welche 1995 in Marseille stattfand, ein Behandlungsprotokoll vorgeschlagen, welches der Schwere und dem Verlauf der Symptome Rechnung trägt.

Die Spezialisten versuchen nun, die Dekokrankheiten nach den betroffenen Organen zu klassifizieren. Ich möchte hier jedoch eine Klassifizierung verwenden, an welche die Taucher gewöhnt sind. Sie hat den Vorteil, praktisch und weltweit bekannt zu sein: Dekokrankheit des Typus I (Muskel- und Gelenkschmerzen, Juckreiz) und des Typus II (allgemeine Anzeichen die meist das Nervensystem befallen).

Der Patient, der nach dem Tauchgang einzig Muskel- und/oder Gelenkschmerzen aufweist, wird einer kurzen Druckkammerbehandlung unterworfen: wenn der Druck erreicht ist, der einer Tiefe von 14 – 18 Metern entspricht (Überdruck von 1.4 – 1.8 bar), atmet der Patient 100 % reinen Sauerstoff während 30 bis 60 Minuten.

D. D. :

Ist das nicht gefährlich?

Dr. J. S. :

Man kann sich darüber wundern, denn die Taucher lernen ja, dass Sauerstoff in Tiefen über 7 Metern giftig sei. Das trifft zu wenn man im Wasser ist. In der Druckkammer kann man jedoch mit reinem Sauerstoff bis in Tiefen von 20 Metern (Überdruck von 2 bar) behandeln.

Die Giftigkeit des hyperbaren Sauerstoffes, die sich durch epileptische Anfälle äussert, ist sehr selten; trotzdem diese Anfälle spektakulär sind, sind sie nicht gefährlich. Vor allem führen sie nicht zu Ertrinken, wie das unter Wasser der Fall wäre.

Doch kommen wir zu unserem Taucher, der Schmerzen hat. Diese verschwinden meist nach einer halben Stunde hyperbarer Sauerstofftherapie. Dieser

Schmerznachlass beweist, dass es sich tatsächlich um einen Dekounfall handelte. Im gegenteiligen Fall muss man an eine andere Ursachen denken, zum Beispiel eine Muskelzerrung, ein Überbelastung mit den

provoquer une noyade comme lorsqu'elle survient sous l'eau.

Si on revient à notre plongeur souffrant de douleurs, celles-ci disparaissent souvent après une demi-heure d'oxygénothérapie hyperbare. Cette disparition confirme que les douleurs venaient bien d'un accident de décompression.

Dans le cas contraire, il faut penser à une autre origine, par exemple un froissement musculaire, une surcharge due aux bouteilles ou un choc oublié contre un rocher.

D. D. :

Qu'en est-il des cas plus graves ?

Dr J. S. :

Lorsque le patient présente une atteinte plus grave, des signes nerveux tels que paralysie, désorientation ou une fatigue extrême ou bien des signes respiratoires tels qu'essoufflement, palpitations, évanouissement ou tout autre signe anormal (type II), l'oxygénation hyperbare entrecoupée de pauses à l'air (toujours à 1.8 bars / 18 mètres) peut durer jusqu'à 4 heures.

Plus le patient est comprimé rapidement, meilleures sont les chances de succès.

Il s'agit d'une vraie urgence médicale !

Parfois l'oxygénation hyperbare permet une disparition spectaculaire des symptômes, mais le plus souvent l'amélioration est discrète ou partielle. Le traitement doit alors être répété de nombreuses fois.

Les traitements suivants sont généralement raccourcis à 90 minutes et sont poursuivis tant qu'ils apportent une amélioration de la situation.

D. D. :

Applique-t-on d'autres traitements ?

Dr J. S. :

L'oxygénation hyperbare joue naturellement un rôle essentiel dans le traitement du plongeur atteint d'une maladie de décompression de type neurologique, mais il est également essentiel de faire de la rééducation dès que possible.

Cette rééducation accompagne et soutient les progrès du malade,

Les autres traitements, perfusions et médicaments sont optionnels. Le médecin les utilise en fonction de la situation du malade, tout en sachant qu'hormis les situations d'urgence, ils n'ont qu'un rôle d'appoint

D. D. :

Pourquoi l'oxygénothérapie hyperbare fonctionne-t-elle ?

Dr J. S. :

On entend souvent dire que la compression permet de diminuer le volume des bulles



D. D. :

E nei casi più gravi ?

Dott J. S. :

Quando il paziente presenta dei sintomi più gravi, dei segni neurologici come la paralisi, disorientamento, o una fatica spossante oppure dei segni respiratori come affanno, palpitations, svenimento o qualsiasi altro segno anormale, l'ossigenazione iperbarica interrotta da pause di aria può durare fino a 4 ore.

Più il paziente viene compresso rapidamente, più grandi sono le probabilità di successo terapeutico.

Si tratta di una vera e propria urgenza medica !

A volte l'ossigenazione iperbarica permette la scomparsa spettacolare dei sintomi, il più delle volte tuttavia i miglioramenti sono discreti o parziali. Il trattamento deve essere ripetuto numerose volte.

I trattamenti successivi sono in genere accorciati a 90 minuti e vengono reiterati finché non portano ad un miglioramento della situazione.

D. D. :

Esistono altre cure ?

Dott J. S. :

L'ossigenazione iperbarica gioca naturalmente un ruolo fondamentale nel trattamento del sommozzatore vittima di una malattia da decompressione di tipo neurologico, ma è altrettanto importante iniziare la rieducazione il prima possibile. Questa rieducazione accompagna e sostiene i progressi del malato.

Le altre cure, perfusions e farmaci sono facoltativi. Il medico le utilizza in funzione della situazione del malato, sapendo che tranne in situazioni di emergenza, hanno solo un ruolo di sostegno.

D. D. :

Per quale motivo l'ossigenoterapia

Tauchflaschen oder einem vergessenen Schlag gegen einen Felsen.

D. D. :

Wie steht es mit den schwereren Fällen ?

Dr. J. S. :

Wenn ein Patient schwere Symptome der Nervenschädigungen wie Lähmungen, Orientierungsverlust, ausserordentliche Müde oder Atemmangelerscheinungen wie Kurzatmigkeit, Herzklopfen, Ohnmacht oder andere abnormale Symptome aufweist, ist eine hyperbare Sauerstoffzufuhr, bis zu 4 Stunden, mit abwechselnden Luftpausen angezeigt.

Je schneller der Patient komprimiert wird, je besser sind die Erfolgsaussichten.

Es handelt sich um einen echten ärztlichen Notfall !

Manchmal bringt die hyperbare Sauerstofftherapie ein spektakuläres Verschwinden der Symptome, meist ist die Besserung jedoch diskret oder teilweise. Die Behandlung muss dann mehrere Male wiederholt werden.

Die folgenden Behandlungen werden normalerweise auf 90 Minuten beschränkt und werden fortgesetzt, solange sie eine Besserung des Zustandes bringen.

D. D. :

Werden noch andere Behandlungen gemacht?

Dr. J. S. :

Die hyperbare Sauerstoffbehandlung spielt natürlich eine wichtige Rolle beim Taucher, der an einer Dekokrankheit von neurologischem Typus leidet; es ist auch hier wichtig, dass so schnell wie möglich mit der Behandlung begonnen wird. Die Wiederherstellung der Bewegungsfähigkeit begleitet und unterstützt die Fortschritte des Patienten. Die anderen Behandlungen, Infusionen und Medikamente werden wahlweise eingesetzt. Der Arzt wendet sie



qui ont obstrué les veines ou les artères du plongeur. En réalité, il ne s'agit pas de bulles mais de cylindres d'air qui bouchent les vaisseaux. Ces cylindres réagissent mal à la compression qui ne joue de ce fait qu'un rôle accessoire.

C'est bien plus le **gradient de l'oxygène** qui est le moteur de la guérison. Lorsqu'on sature les tissus en oxygène, l'azote s'évacue plus rapidement de la bulle pour y être remplacé par l'oxygène.

La bulle d'oxygène, contrairement à l'azote, se dissout rapidement dans le sang pour être utilisé par le corps pour la respiration des tissus. L'obstacle circulatoire étant ainsi levé, le sang peut à nouveau irriguer les tissus qui étaient sans circulation et les sauver de l'asphyxie.

D. D. :

D'autres facteurs entrent en jeu dans le mécanisme de la maladie de décompression et de son traitement, lesquels ?

Dr J. S. :

La réalité est beaucoup plus complexe. L'apparition d'une bulle ou d'un cylindre d'air entraîne des troubles de la coagulation du sang qui vont encore aggraver le problème. L'obstacle circulatoire ne sera plus alors une bulle d'air mais un caillot de sang qui ne réagira pas aussi bien au traitement hyperbare.

L'oxygène hyperbare et non normobare a paradoxalement un effet de protection contre les dommages créés par le retour de la circulation dans un territoire qui a subi une asphyxie.

Cet effet, qui a été démontré dans des situations aussi différentes que l'infarctus du myocarde, l'intoxication au monoxyde de carbone et les transplantations musculocutanées, intervient probablement aussi dans le traitement de la maladie de décompression.

Il apparaît qu'avec les progrès de la science, l'oxygénothérapie normobare comme premier secours puis hyperbare comme traitement définitif trouve une justification de plus en plus solide pour former l'élément fondamental du traitement du plongeur atteint de maladie de décompression.

iperbarica è efficace ?

Dott J. S. :

Si sente spesso dire che la compressione permette di diminuire il volume delle bollicine che hanno ostruito le vene o le arterie del sommozzatore. In realtà, non si tratta di bollicine ma di cilindri di aria che ostruiscono i vasi. Questi cilindri reagiscono male alla compressione che svolge perciò soltanto un ruolo secondario. La guarigione è piuttosto da attribuire al **gradiente di ossigeno**. Quando i tessuti



vengono saturati di ossigeno, l'azoto esce più rapidamente dalla bolla per essere sostituito da ossigeno.

La bolla di ossigeno, contrariamente a quella di azoto, si dissolve rapidamente nel sangue per essere utilizzata dal corpo per la respirazione dei tessuti. L'ostacolo circolatorio venendo così a meno, il sangue può di nuovo irrigare i tessuti che erano senza circolazione e salvarli dall'asfissia.

D. D. :

Altri fattori entrano in gioco nel meccanismo della malattia da decompressione e del suo trattamento, quali ?

Dott J. S. :

La realtà è molto più complessa. La formazione di una bolla o di un cilindro d'aria conduce a dei disturbi della coagulazione del sangue che aggravano ancora il problema. L'ostacolo circolatorio non sarà più in questo caso una bolla d'aria ma un grumo di sangue che non reagirà così bene al trattamento iperbarico.

L'ossigeno iperbarico e non normobarico ha paradossalmente un effetto di protezione contro i danni causati dal ritorno della circolazione in un'area che ha subito un'asfissia.

Questo effetto che è stato dimostrato in situazioni diverse come l'infarto del miocardio, l'intossicazione da monossido di carbonio e i trapianti muscolo-cutanei, si verifica probabilmente anche durante il trattamento della malattia da decompressione.



je nach dem Zustand des Patienten an; er weiss, dass sie ausser in Notfällen nur eine unterstützende Rolle haben.

D. D. :

Warum funktioniert die hyperbare Sauerstofftherapie ?

Dr. J. S. :

Man hört oft sagen, dass die Komprimierung das Volumen der Blasen reduziert, welche Venen oder Arterien verstopfen. Doch in Wirklichkeit handelt es sich nicht um Blasen sondern um Luftzylinder, welche die Gefässe verstopfen. Diese Zylinder reagieren schlecht auf die Komprimierung, welche deshalb nur eine Nebenrolle spielt dabei.

Es ist vielmehr der **Sauerstoffgradient**, der die Genesung hervorruft. Wenn man die Gewebe mit Sauerstoff sättigt, entweicht der Stickstoff schneller aus der Blase und wird durch Sauerstoff ersetzt, der entscheidend für die Genesung ist.

Im Gegensatz zum Stickstoff löst sich die Sauerstoffblase schnell im Blut, um dann vom Körper für die Gewebeatmung eingesetzt werden. Das Kreislaufhindernis ist somit überwunden; das Blut kann wieder in den nicht durchbluteten Geweben zirkulieren, und sie vor dem Absterben bewahren.

D. D. :

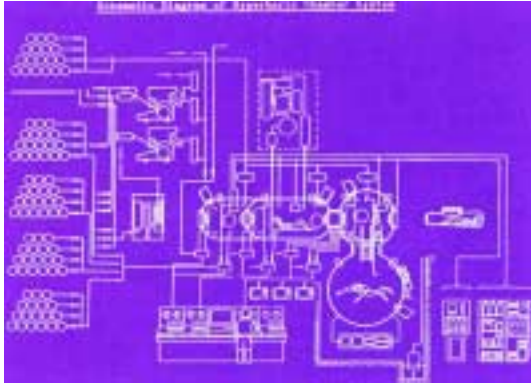
Andere Faktoren spielen im Mechanismus der Dekompressionskrankheit und deren Behandlung mit, welche sind es ?

Dr. J. S. :

Die Wirklichkeit ist viel komplizierter. Das Auftreten einer Blase oder eines Luftzylinders zieht Störungen der Blutgerinnung mit sich, welche das Problem noch verschlimmern. Das Blutkreislaufhindernis ist dann nicht mehr eine Luftblase, sondern ein Blutgerinnsel, welches nicht gleich gut auf die hyperbare Behandlung reagiert.

Hyperbarer, also nicht normobarer Sauerstoff hat paradoxerweise einen Schutzeffekt gegen Schädigungen, die durch den Rückkreislauf in Gebieten, die eine Asphyxie erlitten haben, verursacht wurden. Dieser Effekt, der in so

Grazie ai progressi della scienza, l'ossigenoterapia normobarica come pronto soccorso poi iperbarica come cura definitiva diventa sempre più il punto cardine del trattamento del sommozzatore colpito.



verschiedenen Situationen wie ein Myokardinfarkt, eine Kohlenmonoxydvergiftung oder bei Haut-Muskel-Transplantaten aufgezogen wurde, tritt wahrscheinlich auch bei der Behandlung der Dekompressionskrankheit auf.

Dank den Fortschritten der Wissenschaft rechtfertigt sich die normobare Sauerstofftherapie als erste Hilfe, und hyperbar als definitive Behandlung je länger je mehr und bildet das Grundelement zur Behandlung der verunfallten Taucher.

Donald Doc

c/o Dr Riccardo Vandoni

079 - 2192946

riccardo.vandoni@span.ch