緊急企画

インフルエンザが猛威をふるう今こそ！

ダイバー同士の感染を回避するための器材の衛生管理マニュアル

執筆：廣瀬俊章
京都府生まれ。沖縄県名護市“とよはら歯科医院”院長。DDNetデンティストで自身もダイバー。スキューバダイビングと歯科疾患、特にマウスピースが口腔周囲組織に及ぼす影響について現在も研究を継続している。
http://scuba-mouthpiece.com

新型インフルエンザが猛威を振るう昨今、接触感染や、唾液・血液を介して感染する様々な疾患を未然に防ぐための情報が求められています。ことダイバーに至っては、レギュレータを含む一連の呼吸回路をレンタルする場合や、バディブリージングの際にも、マウスピースを介した個人間感染の危険性がないとはいえない状況であり、ショップやダイバーが正しい知識を持つことが重要です。そこで本稿では主に厚生労働省や大学病院が公表している感染防護マニュアル、感染対策に関する医療関係者用のテキストをもとに、特に口腔内を扱う歯科臨床領域の観点からダイビング器材の衛生管理について考えてみたいと思います。

海外と日本での衛生管理

マウスピースをはじめとしたダイビング器材による感染の可能性について、海外ではいくつかの見解や調査結果が報告されています。中でもDANはウェブサイト上【Diving Medicine FAQs】のコーナーで、そのリスクについて「これまでにダイビング器材を介した感染の実例報告はない」としながらも「危険性は低いがその理論的なリスクは存在する」と説明しています。

また、アメリカ海軍の“US Navy Diving Manual”ではマウスピースの衛生管理方法について「きれいな真水と口腔消毒剤で何回か洗う」との記載がみられましたが、実際に利用されていたヨード系の口腔消毒剤が、ダイビング器材の特にゴム製品を劣化させることから、U.S. Navy's Experimental Diving Unit(NEDU)が改めてダイビング器材の衛生管理方法についての調査を行いAlert Diverなどで報告しています。その報告には4級アンモニウム塩を主成分とするいくつかの消毒剤とその使用方法や効果について記載されていて、ダイビング器材の消毒薬として有望であると紹介しています。さらに、ダイビングの衛生グッズとしてマウスピース全体を覆うことができる、コンドームのような薄いラテックスが販売されているなど、海外でのダイビング器材に関する危機意識のたかさがうかがえます。

一方日本においては、公衆衛生に関する行政・公的機関である厚生労働省や保健所、または細菌学研究室などを有する医療機関や研究施設が、この問題について指導や規制をしたことはこれまでになさそうです。

感染防護の基本

医療機関においては従来、基本的な感染防護策に加えて、検査や問診にて病原体の感染が確認された感染症患者に対してはさらに厳重な防護対策を実施してきました。しかし、HBV・HCVの感染患者数が300万人を超え、HIV感染者の80%以上がHIV陽性であることを告げずに受診しているなどの報告もあり、現在では院内感染防護の重要性から全ての患者が病原体に感染しているものと仮定して、【全ての日視できる湿性の血液、体液、排泄物は感染源になる可能性があるものとして取り扱う】という考え方になっています。これを標準予防策(ユニバーサルプレコーション)と呼びますが、この概念から考慮した場合、口腔内に挿入し唾液や場合によっては血液に接触したことが明白なマウスピースは、あらゆる病気の感染源となることを前提として取り扱う必要があるといえます。

殺菌？抗菌？除菌？消毒？

ユニバーサルプレコーションによって“感染源となる可能性がある”と評価された器具は、病原体による汚染を除去する必要が生じますが、この病原体による汚染の除去方法は【洗浄】【消毒】【滅菌】の3つに分けられます。ちなみに、巷でしばしば用いられている【殺菌】【除菌】【抗菌】などの用語は、対象となる微生物についての定義や、その効果の範囲についての定義がなく、感染防護策としては意義の高い用語ではないと考えられています。

汚染除去：洗浄、消毒、滅菌

【洗浄】というのは流水と洗剤などを用いて目視できる汚染を洗い落とすことです。洗浄を十分行うことにより、ほとんどの一般細菌を除去する効果があるといわれていて、また洗浄が不十分だと、後に行う消毒や滅菌処理の効果が十分に期待できなくなります。

【消毒】とは対象とする病原性微生物を、感染症を惹起しえない水準にまで殺滅または減少させることです。消毒法は【物理的消毒法】と【化学的消毒法】とに分類され、消毒の第一選択肢としては熱水消毒や煮沸消毒など熱による【物理的消毒法】を選択し、熱に弱い器具を消毒する場合に消毒薬を用いた【化学的消毒法】を選択するのが基本とされています。また【化学的消毒法】に利

用する消毒薬はその効果から【高水準】【中水準】【低水準】の3つに分類されています(表1)。

【滅菌】とはそこにいる微生物を完全に除去、あるいは殺滅することです。

E.H. Spauldingの分類

病原性微生物に汚染された器具の汚染を除去するとき、リスクの度合いから器具を【高リスク】【中リスク】【低リスク】に分類し、それぞれのレベルに応じて汚染の除去方法を決定しています(表2)。これをE.H. Spauldingの分類に即した感染防護といいます。

このE.H. Spauldingの分類に即して医療器具とダイビング器材を分類したものが表2です。ダイビング器材に関してはほとんどが【低リスク】に該当するので、今までどおりの洗浄と乾燥で十分対応が可能ですが、口腔内に挿入するレギュレータ・マウスピース、シュノーケル・マウスピースについては、口腔粘膜と接触するため【中リスク】に該当することになり、ダイビング器材のなかで唯一、基本的な感染防護策として【消毒】が必要となります。

マウスピースの感染防護処理

その1 洗浄

手に傷やサカムケなどがあると、そこから病気に感染するリスクがでてきますから、洗浄するときには作業者は必ずゴム手袋をはめるようにしてください。中性洗剤などを使って流水下で洗浄した後十分に乾燥し、埃などが付着しないような容器に保存しましょう。

その2 消毒

前述したように、E.H. Spauldingの分類に即して考えた場合、口腔粘膜に接するマウスピースは中リスク器具に該当します。中リスク器具に対する消毒は【熱水消毒】による物理的消毒または【高水準消毒剤】による化学的消毒が基本となります。また粘膜に触れる口腔用、直腸用の体温計など一部器具については【中水準消毒剤】による消毒も認められていますので、マウスピースの消毒については、【熱水消毒】【高水準消毒剤】【中水準消毒剤】によるいずれかの消毒が該当すると考えられるわけです。しかし、【高水準消毒剤】のグルタラールやフタラールは劇薬に指定されており、ダイビングショップが一般の薬局などで購入することは容易ではありません。また、人体へ害を及ぼす可能性があり、取り扱いに十分な知識と注意が必要である上、消毒後に滅菌精製水ですすぐことが望ましいとされていて、高水準消毒剤による消毒の実施は一般のダイビングショップでは難しそうです。

以上のことから本稿ではマウスピースの消毒方法として【熱水消毒】および【中水準消毒剤】である次亜塩素酸系とアルコール系の消毒薬による消毒方法を紹介します。

一方、感染防護処理を施したダイビング器材を安全に利用するためには、消毒処理が器材の材料物性に与える影響を考慮する必要があります。中リスク器具に該当する「レギュレータ・マウスピース」や「シュノーケル・マウスピース」の材料としてはシリコーンゴムが一般的で、シュノーケルのパイプ部分についてはポリカーボネイトやポリウレタンなどの材料が一般的です。本来であれば器材メーカーが実際に使用している材料について、耐熱性や耐薬性などの詳細な物性を明らかにし、その上で消毒による劣化などのリスクを評価すべきところですが、現状ではメーカーはこれらのデータを明らかにしていません。そこで本稿ではシリコーンゴム、ポリカーボネイト、ポリウレタンの一般的な物性をもとに、前述した熱水消毒および次亜塩素酸系、アルコール系の消毒薬による影響について考察したいと思います。

①熱水消毒

一般に40℃以上60℃未満を温水、60℃以上100℃未満を熱水といい、ほとんどの病原性微生物は65℃以上の熱水や蒸気にさらされると死滅するといわれています。一般に処理温度が高いほど処理時間は短くてすみますが、日本では80℃の熱水によって10分間処理する事を熱水消毒としており、この消毒によって芽胞をのぞくほとんどの栄養型細菌、結核菌、真菌、ウィルスを感染可能な水準以下に死滅または不活性化できるとされています。近年洗浄と消毒効果を兼ね備えたウォッシャーディスインフェクターが開発され

表1　消毒レベルによる消毒薬の分類

高水準消毒薬	多数の芽胞を除く全ての微生物を死滅させる	・グルタールアルデヒド ・オフトフタルアルデヒド ・過酢酸製剤
中水準消毒薬	結核菌、栄養型細菌、ほとんどのウィルスや真菌を殺滅する	・次亜塩素酸ナトリウム ・消毒用エタノール ・ポビドンヨード
低水準消毒薬	ほとんどの栄養型細菌、ある種のウィルスや真菌を殺滅する	・第4級アンモニウム ・グルコン酸クロルヘキシジン ・両性界面活性剤

表2　Spauldingによる器具分類

	医療器具例	ダイビング器材例	要求される消毒水準
高リスク器具 無菌の組織や血管に挿入するもの	手術用器具など	該当なし	滅菌
中リスク器具 粘膜または健常でない皮膚に接触するもの	内視鏡、喉頭鏡、直腸体温計など	マウスピース	熱水消毒または高水準消毒薬による消毒 (1部の器具は中水準消毒薬でも可)
低リスク器具 健常な皮膚に接触するが粘膜とは接触しないもの	聴診器、血圧計など	ブーツ、マスク、スーツなどほとんどの器材	洗浄または中～低水準消毒薬による消毒

ていて、これを利用すれば洗浄、消毒、乾燥が手軽に行えるため、より確実かつ簡便に熱水消毒が実施できます。さらに火傷をのぞいて人体へ及ぼす害もなく非常に安全性の高い消毒方法であり、コストも低く抑えられるため、マウスピースの消毒方法としては第一選択肢とするのが妥当でしょう。

一般にマウスピースの材料として利用されるシリコーンゴムは耐熱性の高い材料で、200℃までは分子構造に影響を及ぼさず、熱水によって劣化する可能性は低いと考えられます。また、ポリカーボネイトについては空気中において－100～130℃までの幅広い耐熱性を発揮しますが、熱水中では長時間の使用により加水分解をおこし、クラックを生じることがあるといわれています。一方、ポリウレタンについては耐熱性が低くスチームや熱によって加水分解をおこすことがあるようです。しかし熱水消毒の場合、処理時間が10分と短いため、ポリカーボネイト、ポリウレタンともに急激な劣化などの物性変化は生じにくいと考えられます。以上のことから、熱水消毒によってマウスピースやシュノーケルが劣化する可能性は低いけれども、シュノーケルのパイプ部分については劣化のリスクがあるという認識が必要です。

②次亜塩素酸系

次亜塩素酸系の消毒薬としては、市販されている【ミルトン】や【ミルクポン】など、次亜塩素酸ナトリウムが最もよく知られています。マウスピースと同様にシリコーンゴムからできている哺乳瓶の乳首などを消毒する薬品として利用されていますので手に入りやすく、比較的安全性の高い消毒方法です。また、熱水消毒では無効とされる“芽胞”に対しても、ある程度の効果が期待でき、さらにエイズウィルスやB型肝炎ウィルスなどウィルスに対する効力の面で最も信頼性の高い消毒薬といわれています。ただ、皮膚に付着すると手あれが起こったり、酸性物質との混合で塩素ガスが発生するなどの危険性もあり、取り扱いには十分な注意が必要となります。

市販の次亜塩素酸ナトリウムはアルカリ性の薬品ですが、アルカリ性の薬品がシリコーンゴムへ与える影響について、資料によってはシリコーンゴムの外観変化、液の汚染、物性の変化において次亜塩素酸ナトリウムは“全く、またはほとんど影響がない”と評価しています。しかし、シリコーンゴム製の哺乳瓶の乳首が次亜塩素酸ナトリウムによる消毒によって白濁することは比較的よく知られており、また劣化が認められたという報告もあることから、劣化、変性のリスクが全くないとはいいきれません。一方、ポリカーボネイトやポリウレタンについては、アルカリ性の薬品に対する抵抗性があるといわれていて、次亜塩素酸ナトリウムへの浸漬によって急激な劣化が生じるわけではないのですが、双方アルカリによって加水分解される物性をもつため、消毒処理の繰り返しによって劣化する可能性があります。以上のことから次亜塩素酸ナトリウムによる消毒を実施するダイビングショップでは、マウスピースが劣化する可能性は低いがそのリスクは存在し、またシュノーケルについてはできるだけパイプ部分が薬液に接触しないように注意を払う必要があるといえるでしょう。

③アルコール系

アルコール系の消毒薬としては“エタノール”“イソプロパノール”などがあり、これらを配合したものや、これらアルコール系の消毒剤を基剤とした様々な製品が販売されています。基本的にはガーゼや脱脂綿に消毒用アルコールをしみこませて器材の表面を拭く“清拭法”にて消毒することになりますが、揮発性が高いため全ての面に消毒液を十分にいきわたらせる作業に結構手間がかかります。さらに引火性があることから十分な換気を行う必要があり、湿疹や皮膚への刺激症状が現れることもありますので取り扱いには注意が必要です。しかし、芽胞を除くほとんどの微生物に有効で、一般になじみの深い、比較的取り組みやすい消毒方法といえるでしょう。

一般にシリコーンゴムはアルコールに対して抵抗性があり、資料によっては“若干の影響はあるが条件により十分使える”と評価されています。また、ポリカーボネイトやポリウレタンについても“若干の影響はあるが条件により十分使える”と評価されていて、長時間アルコールに浸漬するような場合には、劣化などのリスクは高くなりますが、清拭によるアルコール消毒の場合には、物性への影響は低いと考えられます。以上のことからダイビングショップでは、消毒用アルコールによる消毒によってマウスピースやシュノーケルが劣化する可能性は低いが、そのリスクは存在するとの認識が必要です。

その3 乾燥・保存

マウスピースを消毒し、十分乾燥させた後、ハエなどの害虫による汚染や埃の吸着から防護するため、密封できる袋や容器に保存。その容器には消毒済みのラベルを貼るなど未消毒のものと区別することが望ましいでしょう。

マイ・マウスピースのススメ

消毒には限界があり、全ての病原性微生物に対して有効で器具が劣化する心配が全くない消毒薬や消毒方法はないと考えられています。ですから消毒による感染防護処理には、必ず何らかのリスクが存在しています。

また、採択する消毒方法によってはダイビングショップのスタッフに少なからぬ労力を要したり、手あれなどの健康被害が発生する可能性もあり、また開始・継続に当たっては幾分かのコストも必要となります。

一方ゲストにとっても口に合わないマウスピースをレンタルで使用することに負担に感じている場合や、精神衛生上レンタルマウスピースを口に入れることに苦痛を感じる場合も多いようです。

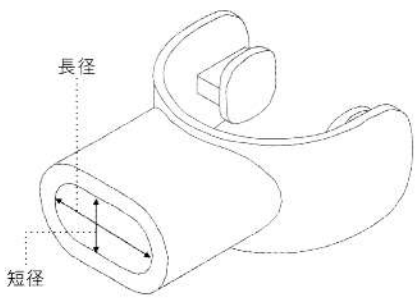
これらのことから、今後レンタルによるマウスピースの個人間使用をできるだけ避け、自分専用のマウスピース“マイ・マウピー”をゲストが購入、または持参するスタイルに移行していくことが、衛生管理上最も望ましいといえます。そのためには、ゲストとなる一般のダイバーが、ダイビング器材と感染との関係についての知識と危機感をもち、積極的に感染防護対策を講じる姿勢が重要であると考えます。

さらに自分の口に合った適切なマウスピースを使用することは、ダイビング中の口腔周囲組織への負担を軽減する効果があることも明らかになっていて(本誌Vol 41参照)、衛生管理の面だけでなく安全で快適なダイビング環境を実現する上でも、“マイ・マウピー”を準備することは重要です。

サニタリーサービス

衛生的なダイビング環境を実現するためには、ゲストが感染に対する危機管理の意識を高める一方で、それぞれのダイビングショップが前述したような感染防護に関する基本的な理論背景を理解して、医学的に妥当な感染防護策を実施する必要があります。このダイビングショップが実施する感染防護策は、多くのダイバーが衛生的に快適にダイビングを楽しむために重要なサービスであり、筆者はこのサービスを、ダイビングショップにおける“サニタリーサービス”と呼んでいます。

ダイビングショップにおいて実施されるべきサニタリーサービスとしては、具体的に以下のような内容が挙げられると考えています。



↑この長径と短径の長さを測って、一番大きいものと一番小さいものを比べたところ両方とも6mm前後の差がありました。

①ゲストが持参したマウスピースのレンタル器材への取り付け

自分のマウスピースやシュノーケルをゲストが持参し、ショップがこれをレンタル器材に取り付けるサービスで、本来このスタイルが感染防護の観点から最も望ましいといえます。また、マウスピースをセカンドステージに取り付ける際に必要な結束バンドについては、ごみを不要に増やさないためにもショップ側が何度でも利用できる専門の固定器具を準備したり、ゲストに持参を呼びかけるなどの対応が必要となるでしょう。さらにセカンドステージとマウスピースの取り付け部分であるコネクターについては、各機種やメーカーによって形態や大きさが異なり、筆者が行った調査ではコネクターの最も大きいものと最も小さいものを比較した場合、長径、短径ともに6㎜前後の差が認められました(左下図)。このことから、セカンドステージと大きさの著しく異なるマウスピースを装着した場合、マウスピースの劣化を早める可能性があり、さらにゲストが持参したマウスピースをレンタル器材に取り付けることができない場合もあることを、事前に伝達しておく必要があると思われます。

② ゲストへのマウスピース販売

レンタル器材を利用するゲストにマウスピースを販売するサービスです。マイ・マウスピースを持参せず、レンタルマウスピースの使用に同意しないダイバーが対象となりますが、マウスピースに不満をもつダイバーも多く、ダイビングショップのスタッフの助言をもとに、ゲストがいくつかのマウスピースの中から自分の口に合ったものを選択し購入できるような体制が整えば、さらに高度なサービスが実現できるでしょう。

③オクトパスなど予備呼吸回路のレンタル器材への装備

全てのレンタル器材に予備呼吸回路を装備するサービスです。バディブリージングによるマウスピースの共用は色々な病原性微生物が感染する危険性があるため、この感染防護策として予備の呼吸回路をレンタル器材に標準装備することは非常に重要であるといえます。また、Cカード取得のための講習においても、感染の危険性がある従来のバディブリージングについてはできるだけ避けるように指導する必要があると考えています。

④レンタルマウスピースの消毒

レンタル器材のレギュレータ・マウスピースおよびシュノーケル・マウスピースを消毒するサービスです。基本的にはオクトパスなど予備の呼吸回路に付属するマウスピースが消毒の対象となりますが、マイ・マウスピースを持参せず、マウスピースの購入にも同意しないゲストが利用するレンタル器材付属のマウスピースも対象となるでしょう。今後マウスピースやシュノーケルはゲストが持参または購入し、予備呼吸回路に付属のマウスピースのみショップにて消毒を行うスタイルに移行すべきであり、各ダイビングショップおよび医療関係者、ダイビング環境向上を目的とした各種団体が、一般のダイバーの感染防護に関する危機意識の向上のための啓発活動に努めることが重要であると考えています。

現在筆者はその啓発活動の一環として、NPO法人沖縄県ダイビング安全対策協議会と共同で、より安全で快適なダイビング環境の実現のため、ダイビングショップにおけるサニタリーサービスの普及活動を展開しています。その活動の中でサニタリーサービスに興味のあるショップに対しては、上述の医学的、材料化学的な理論的背景をもとにした、サニタリーサービスの内容をわかり易く記載したマニュアルや、実施店を示すポスター・ステッカーなどを提供し、さらに筆者の運営するウェブサイト“たかがマウスピース、されどマウスピース”にてそのショップの情報を公開しています。参考までにご一覧いただければと思います。