



ULTRASOUND: Internationale Consensus Guidelines
KALTWASSER: Tauchmasken und Körpertemperatur
FREITAUCHEN: Tödlicher Unfall beim Wettkampf
BERICHT: GTÜM-Symposium 2016 in Traunstein

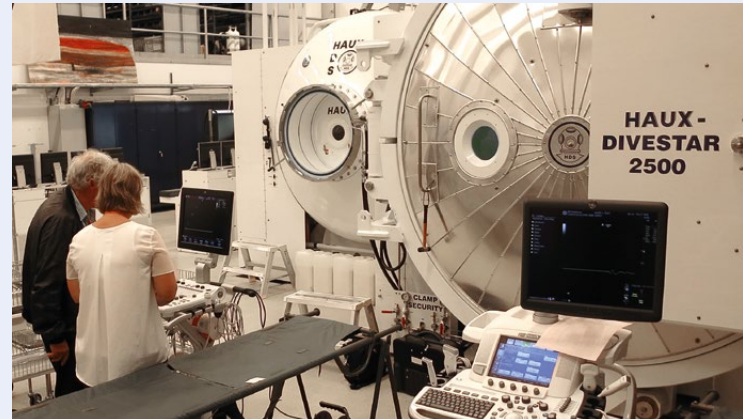
Ultrasound 2015



Am 25. und 26. Aug. 2015 fand auf dem Marinestützpunkt in Karlskrona, Schweden das Meeting 'Ultrasound 2015' statt. Auf diesem Meeting wurden die auf S. 6 ff. vorgestellten Leitlinien zur Ultraschall-Diagnostik in der tauchmedizinischen Forschung konsentiert. Oben: Teilnehmer des Meetings vor dem Tieftauchsimulator mit Nasstank. Hier wurden die Versuchspersonen exponiert.



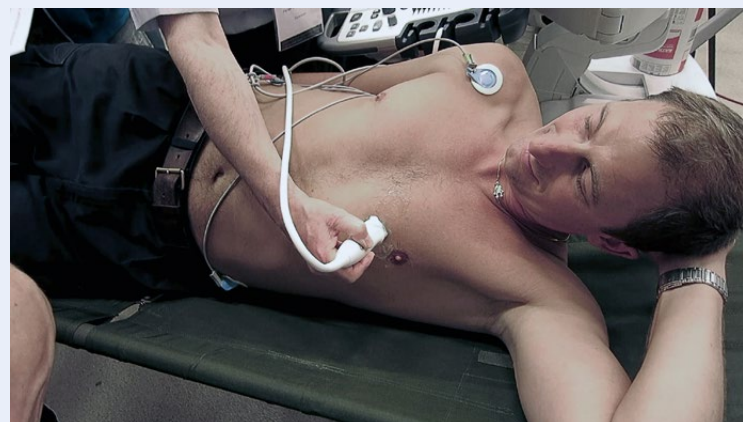
Oben links: Nasstank der Druckkammer mit sog. 'Buffalo-Wänden' (Vogeltränken-Prinzip) zur Trennung von Trocken- und Nass-Sektion.



Oben rechts: Hands on-Ultraschall-Workshop: Vor dem Tauchsimulator warten Herz-Ultraschall-Geräte und Liegen auf druckexponierte Marinetaucher.



Oben links: Hands-on Workshop zur Ultraschall-Diagnostik. Peter Wilmshurst (li.), Alf Brubakk u.a. internationale Experten standen den Teilnehmern als Tutoren zur Verfügung.



Oben rechts: Ultraschall-Sondenposition für den trans-thorakalen "4-Kammer-Blick" in Links-Seiten-Lage.



Oben links: Als fragliche Alternative zu "großen" Herz-Ultraschall-Geräten wurden Qualität und Einsatzgrenzen aktueller Handheld-Geräte diskutiert.



Oben rechts: Experten-Team des Ultrasound 2015-Meetings auf dem Marinestützpunkt in Karlskrona. Details siehe Leitlinien-Report auf S. 6 ff.

Editorial



Sehr geehrte Leserinnen,
sehr geehrte Leser,

Understatement

Das GTÜM-Symposium in Traunstein am 4. Juni 2016 war klasse. Christian Heiden ist es gelungen, wichtige Themen aus der HBO-Therapie mit hochkarätigen Referenten und Vorträgen darzustellen (siehe Bericht auf S. 38-41). Am Ende blieb bei vielen der Eindruck, dass sich diese eher kleinere, eintägige Veranstaltung mit rund 80 Teilnehmern durchaus mit den „großen“ Jahreskongressen von z.B. EUBS oder UHMS messen konnte – wohlgemerkt hinsichtlich der Qualität, nicht was Umfang und Größe angeht.

Auf der anderen Seite fiel einigen Teilnehmern aber auf, dass verschiedene Vortragende die Ergebnisse und Aussagen ihrer Studien und Fallsammlungen selbst überkritisch relativierten. Das hier einige Male aufscheinende Understatement ist meines Erachtens aber völlig unangebracht.

Es ist vielleicht erklärlich, wenn man bedenkt, in welcher Sisyphe-Arbeit HBO-Ärzte täglich Einzelargumentationen gegenüber Kostenträgern und Vertretern etablierter medizinischer Fächer schreiben müssen... aber rein fachlich gesehen ist dies fehl am Platz. Was Evidence based Medicine (EBM) angeht, hat die HBO-Therapie in den letzten 30 Jahren, in denen ich das jetzt verfolge, sehr brav geliefert und muss sich nicht hinter etablierten Fächern verstecken – trotz Exotenstellung. Dass laute Stimmen großer Fächer kaum zu übertönen sind, ist klar – das macht die Argumente der HBO aber nicht schlechter.

Natürlich gibt es auch Bereiche der HBO-Therapie, in denen retrospektive Fallsammlungen die „best available Evidence“ darstellen. Das ist selbstverständlich nicht befriedigend – aber wie steht es

denn dort um die Evidenz alternativer („etablierter“) Verfahren? Oft keinesfalls besser. Sogar der G-BA (Gemeinsamer Bundesausschuss) hat z.B. die HBO bei Gasbrandinfektion auf der Basis von Fallserien akzeptiert. Es gab hier nichts besseres, und für die Therapie ohne HBO viel weniger als für die Therapie mit HBO. Um gut zu argumentieren, muss man also immer das Gesamtbild im Auge behalten.

Wenn prinzipielle HBO-Befürworter einmal unsicher werden sollten, dann empfehle ich z.B. die Lektüre der S3-Leitlinie der DGFW (Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e.V.) „Lokaltherapie chronischer Wunden bei Patienten mit den Risiken periphere arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mellitus, chronische venöse Insuffizienz“. Beim sorgfältigen Lesen (der Langversion!) werden Sie sich wundern, wie viele etablierte und tagtäglich angewandte Behandlungsverfahren aus EBM-Sicht mehr schlecht als recht dastehen, und wie vergleichsweise gut die HBO-Therapie beim DFS (Diabetisches Fuß-Syndrom) zu argumentieren ist.

Also bitte offensiv weiter veröffentlichen und berichten, was es an gesicherten Erkenntnissen zur HBO-Therapie gibt – auch wenn es viele (noch) nicht hören wollen. Steter Tropfen...

Ihr

Link zur KURZ-Fassung der DGFW S3-Leitlinie: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/091-001k_S3_Lokaltherapie_chronischer_Wunden_2015-verlaengert.pdf

Link zur LANGVERSION der DGFW S3-Leitlinie: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/091-001l_S3_Lokaltherapie_chronischer_Wunden_2012-verlaengert.pdf



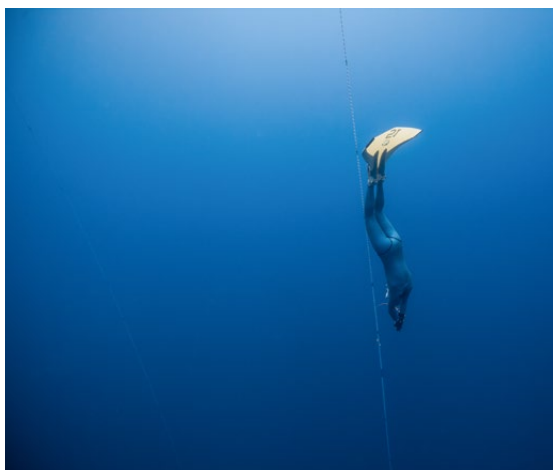
02

Ultrasound 2015



06

Titelthema
Ultrasound 2015



30

Tödlicher Apnoe-
Unfall



33

Vom Reiseieber
gepackt



38

GTÜM-
Symposium 2016



44

Ehrung
Dr. Heiden

Zum Titelbild:

Schnappschuss während des Hands on-Workshops im Rahmen der Ultrasound 2015-Konferenz auf dem Schwedischen Marinestützpunkt Karlskrona am 25. und 26. August 2015: Doppler-Ultraschall-Detektion bei einem Marinetaucher, der zuvor einen Tauchgang im Nasstank des Tieftauchsimmers absolvierte. Oben im Bild ist im Hintergrund Prof. Ronald Y Nishi zu sehen. Er arbeitete viele Jahre für 'Defence Research and Development Canada' in Toronto, ist einer der wirklichen Experten für akustische Ultraschall-Doppler in der Dekompressionsforschung und Mitglied der Expertenkommission von Ultrasound 2015. Foto: W. Welslau

Inhalt

02 **Ultrasound 2015** (Welslau)

Welche Hürden und Fallstricke bestehen?
Bernhard Haberbollner

03 **EDITORIAL**
Understatement

HYPERBARMEDIZIN

05 **Impressum & Hinweise für Autoren**

Bericht zum GTÜM-Symposium 2016

TAUCHMEDIZIN

38

GTÜM-Symposium 2016
& Jubiläumsveranstaltung 20 Jahre Druck-
kammerzentrum Traunstein
Wilhelm Welslau

06 **Ultrasound 2015**
Consensus guidelines for the use
of ultrasound for diving research
Andreas Møllerlækken, S Lesley Blogg, David
J Doolette, Ronald Y Nishi and Neal W Pollock

42

IQWiG-Bericht zu HBO bei DFS
Hyperbare Sauerstofftherapie beim Diabe-
tischen Fußsyndrom
Christian Oest

18 **Tauchmasken & Körpertemperatur**
Veränderung der Körpertemperatur bei
Kaltwassertauchgängen unter Verwendung
von Vollmasken oder Tauchmasken mit
separatem Atemregler
Florian Uhlig, Claus-Martin Muth, Kay
Tetzlaff, Andreas Koch, Richard Leberle,
Bernd E. Winkler

AKTUELLES

44

Ehrung Dr. Heiden

44

GTÜM-Geschäftsstelle

45

Leserbrief Roswitha Prohaska

46

Kongress-Ankündigungen

47

Kursangebote

49

**GTÜM-zertifizierte
Veranstaltungen**

30 **Tödlicher Apnoe-Unfall**
Official Summary of the Autopsy Reports
Following the Death of Nicholas Mevoli
AIDA International freediving

50

GTÜM-Adressen

33 **Vom Reisefieber gepackt**
Die Reisemedizinische Beratung
Was ist wichtig für eine gute Reisevorbereitung?

Impressum & Hinweise für Autoren

caisson | Organ der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V. | ISSN 0933-3991

redaktion: Dr. Wilhelm Welslau, Seeböckgasse 17/2, A-1160 Wien, Tel.: +43 (0)699 1844 2390, caisson@gmx.net

herausgeber: Dr. Karin Hasmler (Vorstand der GTÜM), BG-Unfallklinik Murnau, Prof. Küntschers-Straße 8, D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)8841 48 2709, k.hasmler@gtuem.org

Geschäftsstelle: GTÜM e.V., Susanne Keller, BG-Unfallklinik Murnau, Prof. Küntschers-Straße 8, D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)8841 48 2167, Fax +49 (0)8841 48 2166, gtuem@gtuem.org

Satz, Layout: medien@19, Paderborn, dagmar.venus@gmx.de, **Lektorat:** taucherarzt.at, Wien, **Druck & Versand:** Druckerei Marquart GmbH,
Aulendorf, Auflage 1.400.

caisson erscheint viermal jährlich, etwa zur Mitte der Monate März, Juni, Sept. und Dez., Redaktionsschluss: 15. Feb., 15. Mai, 15. Aug. und 15. Nov.

Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Alle Zuschriften an die Redaktionsadresse. Kürzungen vorbehalten. Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen die Meinung des Autors dar und sind nicht als offizielle Stellungnahme der Gesellschaft aufzufassen.

- Einsendeschluss ist jeweils der 15. Tag im ersten Monat des Quartals.
- Es können nur solche Arbeiten und Zuschriften veröffentlicht werden, die per E-Mail oder CD bei der Redaktion eingehen.
- Datenformat: Microsoft Word, Silbentrennung: keine, Literaturverzeichnis: Nummerieren.
- Die Autoren werden gebeten, nach Möglichkeit Artikel aus früheren caisson-Heften zu zitieren.
- E-Mail: caisson@gmx.net



Abbildung 1

Gruppenfoto der Teilnehmer des "Ultrasound 2015" Meetings v. 25. – 26. August 2015 auf dem Schwedischen Marinestützpunkt in Karlskrona, Schweden. Auf diesem Meeting wurden die unten vorgestellten Leitlinien zur Ultraschall-Diagnostik in der tauchmedizinischen Forschung konsentiert. Foto: Lesley Blogg

Consensus Development Conference Consensus guidelines for the use of ultrasound for diving research

Andreas Møllerlækken | S Lesley Blogg | David J Doolette | Ronald Y
Nishi and Neal W Pollock



Dieser Artikel wurde erstveröffentlicht in
Diving and Hyperbaric Medicine

Møllerlækken A, Blogg SL, Doolette DJ, Nishi RY, Pollock NW. Consensus guidelines for the use of ultrasound for diving research. Diving and Hyperbaric Medicine. 2016 March;46(1):26-32.

Abdruck mit freundlicher Genehmigung der EUBS.



Als Mitglied der EUBS erhalten Sie "Diving and Hyperbaric Medicine" 4 Mal jährlich frei Haus.

Näheres unter
www.eubs.org/Applicat.htm

Abstract

(Møllerlækken A, Blogg SL, Doolette DJ, Nishi RY, Pollock NW. Consensus guidelines for the use of ultrasound for diving research. Diving and Hyperbaric Medicine. 2016 March;46(1):26-32.) The International Meeting on Ultrasound for Diving Research produced expert consensus recommendations for ultrasound detection of vascular gas bubbles and the analysis, interpretation and reporting of such data. Recommendations for standardization of techniques to allow comparison between studies included bubble monitoring site selection, frequency and duration of monitoring, and use of the Spencer, Kisman-Masurel or Eftedal-Brubakk scales. Recommendations for reporting of results included description of subject posture and provocation manoeuvres during monitoring, reporting of untransformed data and the appropriate use of statistics. These guidelines are available from <www.dhmjournal.com/>.

Key words

Doppler; echocardiography; bubbles; cardiovascular; right-to-left shunt; decompression illness; diving research; meetings; review article

Zusammenfassung

(Møllerlækken A, Blogg SL, Doolette DJ, Nishi RY, Pollock NW. Konsentiierte Leitlinien zum Einsatz von Ultraschall in der Tauchforschung. Diving and Hyperbaric Medicine. 2016 March;46(1):26-32.) Ein internationales Treffen zu Ultraschall in der Tauchforschung erstellte Experten-konsentiierte Empfehlungen zur Erkennung intravasaler Gasblasen mit Ultraschall, ihrer Analyse und Interpretation, sowie zur Dokumentation solcher Daten. Um Vergleiche verschiedener Studienergebnisse zu ermöglichen, wurden Empfehlungen zur Standardisierung von Techniken konsentiiert: zur Wahl der Messstelle für ein Blasen-Monitoring, zur Häufigkeit und Messdauer des Monitorings und zur Verwendung der Skalen nach Spencer, Kisman-Masurel oder Eftedal-Brubakk. Empfehlungen zur Dokumentation der Resultate beinhalten die Beschreibung der Körperlage von Versuchspersonen, Provokationsmanöver während des Monitorings, die Dokumentation der untransformierten Rohdaten und den geeigneten Einsatz statistischer Methoden. Diese Leitlinien sind abrufbar unter <www.dhmjournal.com/>.

Schlüsselwörter

Doppler; Echokardiografie; Blasen; Herz-Kreislauf; Rechts-Links-Shunt; Dekompressionskrankheit; Tauchforschung; Meeting; Review-Artikel

Introduction

The International Meeting on Ultrasound for Diving Research was held on 25–26 August 2015 in Karlskrona, Sweden. It brought together an international group of 27 physicians and scientists from 12 countries with the goal of developing consensus guidelines to aid investigators in designing research protocols and reviewers who may evaluate submitted reports. Topics addressed both Doppler ultrasound and newer two-dimensional imaging modalities. Discussion areas included the strengths and limitations of different techniques, technician training, monitoring and grading protocols, data handling and reporting. The following consensus guidelines were agreed upon through discussions during the meeting and during a post-meeting period when draft documents were circulated to the delegates.

The guidelines produced by the panel are not exhaustive, but may aid in standardizing and, in some cases, improving experimental techniques. Future efforts can refine these guidelines and incorporate new and emerging technologies and procedures.

Bubbles and decompression stress

Some of the bubbles which form as a consequence of decompression can be detected by ultrasonic methods. Although technology is evolving, the most common technique is the detection of intravascular bubbles using either a Doppler flow transducer or two-dimensional echocardiography. The detection of bubbles in any individual is not diagnostic for decompression sickness (DCS). However, the bubble load detected in large systemic veins and, in particular, in the mixed venous blood is considered to

be correlated with the probability of DCS. In large compilations of data, the number of venous bubbles is correlated with the observed incidence of DCS [1,2]. Therefore, ultrasonically-detected bubbles can be a useful outcome measure for some research questions.

The ability of bubble measurements to answer specific research questions should be considered carefully. If bubble studies are appropriate, they must be designed and conducted such as to produce useful results and should be reported in a manner that can be compared meaningfully to the rest of the scientific literature. A wide variety of monitoring protocols and data analyses can be found in the literature and in manuscripts submitted for publication. Whilst some

variants are well founded, others reflect weaknesses in methodology that would best not be perpetuated. Ideally, well established protocols should be employed for ultrasonic monitoring. Variations should be clearly justified, should be based on scientific merit and with consideration of the value of comparison with other studies. Investigators who are new to ultrasonic detection of bubbles are encouraged to seek assistance from experienced peers to develop effective protocols.

The purpose of these guidelines is to present recommendations for best practice and standardization of protocols for ultrasonic detection of bubbles for diving research. The goal is not to stifle scientific creativity or thoughtful differences; protocols are



Abbildung 2

Gruppenfoto der Organisatoren und Referenten des "Ultrasound 2015" Meetings vor dem geöffneten Nasstank des Tauchsimulators der Schwedischen Marine in Karlskrona. V.l.n.r.: Peter Germonpre, Johan Douglas, Alf O. Brubakk, S. Lesley Blogg, Jan J. Brandt Corstius, Ronald Y. Nishi, Mikael Gennser, Peter Wilmshurst, David J. Doolette, Andreas Møllerlørkken. Foto: Lesley Blogg

expected to continue to be refined, or new ones developed, to improve utility or take advantage of new technological capabilities and developments. These are designed to help investigators develop and implement useful protocols. Journal editors and reviewers may also find this information useful to consider when evaluating manuscripts submitted with bubble data.

Table 1. The Spencer Scale [4] is an ordinal scale developed to facilitate semiquantitative grading of intravascular bubble signals identified with aural Doppler ultrasound technology; Roman numerals are used to remind users that these are non-parametric data

Grade	
0	No bubble signals
I	Occasional bubble signals; great majority of cardiac cycles signal free
II	Many, but less than half, of the cardiac cycles contain bubble signals
III	Most cardiac cycles contain bubble signals, but not obscuring signals of cardiac motion
IV	Bubble signals sounding continuously throughout systole and diastole, obscuring normal cardiac signals

Technician training

There is no credentialing standard for certifying the competency of ultrasonography technicians involved with decompression research. Obtaining interpretable ultrasound bubble signals requires practice, and grading of these signals is subjective. The reliability of research data can be enhanced by documentation of technical skill and assurance of interrater reliability between laboratories. Researchers who are new to ultrasonic detection of bubbles should seek training with an established laboratory or undertake an independent, blinded review of their data [3]. It is expected that 10% of the total recordings from a study, or at least 30 recordings, would constitute a minimum review effort. An independent data reviewer should be able to request and evaluate any recording reported in a study; an inability to provide the requested recordings would be cause for concern and could prompt the call for a more comprehensive review.

RECOMMENDATION 1

Ultrasound technician training and/or level of experience should be described in research reports. It is to be encouraged that research teams without established records with these techniques include the results of independent, blind reviews of their data by established investigators. These should identify the reviewer, the absolute number of records reviewed, the percentage of total measures reviewed, and the agreement between researcher and reviewer scores.

Signal grading – Doppler

While many Doppler grading scales have been described in the literature, the two most widely accepted are the Spencer and Kisman-Masurel (KM) ordinal grading scales [4,7]. Both have been used sufficiently over several decades to warrant recognition as standards of practice. The KM scale does offer the advantage that KM grades can be converted to Spencer grades. Spencer grades cannot be converted to KM values. The Spencer scale consists of five grades (0-IV) representing increasing numbers of bubbles in the Doppler signal (Table 1).

The KM scale has 12 grades (0, I-, I, I+, II-, II, II+, III-, III, III+, IV-, IV), and grading is a two-step procedure. First, the Doppler signal is assigned a threedigit code, fpA for at rest and fdA for movement conditions (Table 2), where f (frequency) is the number of bubbles per cardiac period; p is the percentage of cardiac periods with specified bubble frequency at rest or d is the number of cardiac cycles with elevated bubble sounds after movement and A is the amplitude of bubble sounds (Ab) in comparison to normal blood flow/cardiac sounds (Ac) [7,8]. Next, the three-digit code is converted to its corresponding KM grade (Table 3).

Signal grading – two-dimensional echocardiography

Two-dimensional imaging is gaining popularity over aural Doppler scanning. The grading scales are still evolving, as is appropriate for advances in the technology. Again, while a number of scales have been published, the original and expanded forms of the Eftedal-Brubakk (EB) scale are most widely used (Tables 4 and 5) [9,11]. There are published data showing the association of Spencer and KM grades with the incidence of DCS [1,2] and demonstrating the correspondence between the EB scale and the Spencer and KM scales [1,12].

Table 2
The Kisman-Masurel scale [7] was developed to allow bubble signals identified with aural Doppler ultrasound technology to be evaluated on multiple parameters; the individual parameter codes (scored with Arabic numerals) and then combined and converted to yield a single semi-quantitative ordinal, non-parametric grade (Roman numerals)

Code	Frequency (f), bubbles/cardiac period	
0	0	
1	1-2	
2	several, 3-8	
3	rolling drumbeat, 9-40	
4	continuous sound	
Code	Rest % (p)	Movement duration (d)
0	0	0
1	1-10	1-2
2	10-50	3-5
3	50-99	6-10
4	100	> 10
Code	Amplitude (A)	
0	No bubbles discernable	
1	Barely perceptible, $A_b \ll A_c$	
2	Moderate amplitude, $A_b < A_c$	
3	Loud, $A_b \sim A_c$	
4	Maximal, $A_b > A_c$	

Modifications that subdivide existing grades within well-established grading scales are potentially useful to take advantage of future, improved detection methodologies. Such expanded scales can be collapsed back to the original grades for comparison with previous studies and validation data.

RECOMMENDATION 2

Doppler signal grading should employ either the Spencer or KM scales. When the KM scale is used, ideally the KM grades converted to Spencer grades should also be reported. Two-dimensional imaging should use an original or expanded EB scale. Modifications of these scales or alternative

scales should be clearly explained and validated to justify use.

Subject selection

There is a high degree of inter-subject variability in intravascular bubble development; some individuals bubble readily while others are relatively resistant to bubbling [13,14]. This reality is best handled by study designs in which individuals serve as their own controls. With this approach, the relative risk of different exposures can be more effectively assessed. Bubble data are far less appropriate to establish absolute risk.

Table 3
Conversion of KM codes (fpA/fdA) to KM Bubble Grades

fpA	Bubble grade	fpA	Bubble grade	fpA	Bubble grade	fpA	Bubble grade
111	I-	211	I-	311	I	411	II-
112	I	212	I	312	II-	412	II
112	I	213	I+	313	II	413	II+
112	I	214	II-	314	II	414	III-
121	I+	221	II-	321	II	421	III-
122	II	222	II	322	II+	422	III
123	II	223	II+	323	III-	423	III
124	II	224	II+	324	III	424	III+
131	II	231	II	331	III-	431	III
132	II	232	III-	332	III	432	III+
133	III-	233	III	333	III	433	IV-
134	III-	234	III	334	III+	434	IV
141	II	241	III-	341	III	441	III+
142	III-	242	III	342	III+	442	IV
143	III	243	III	343	III+	443	IV
144	III	244	III+	344	IV-	444	IV

Table 4
Eftedal-Brubakk scale [10]

Grade	
0	no observable bubbles
I	occasional bubbles
II	at least one bubble every four cardiac cycles
III	at least one bubble every cardiac cycle
IV	at least one bubble·cm ⁻² in every image
V	whiteout; single bubbles cannot be discriminated

Table 5
Expanded Eftedal-Brubakk scale (fairly widely published [11,12])

Grade	
0	no observable bubbles
I	occasional bubbles
II	at least one new bubble every four cardiac cycles
III	at least one new bubble every cardiac cycle
IVa	at least one bubble·cm ⁻² in every image
IVb	at least three bubbles·cm ⁻² in every image
IVc	Near whiteout; individual bubbles still discerned
V	whiteout; single bubbles cannot be discerned

RECOMMENDATION 3

Employ repeated measures designs, with subjects serving as their own controls to improve the assessment of relative risk.

Monitoring site selection

The standard site for Doppler monitoring of venous gas bubbles in decompression studies is the precordium, as this captures the entire systemic venous return. Subclavian monitoring is sometimes used for additional information. The standard for two-dimensional echocardiographic imaging of the heart is the apical long-axis view, which allows assessment of bubbles in the entire systemic venous return and any subsequent systemic arterialization of bubbles. Subcostal monitoring may be appropriate for smaller individuals. Parasternal views do not provide comparable fields to the apical or subcostal views for bubble grading. Optimal windows for ultrasonic measures can vary on an individual basis, requiring technicians to adjust their approach on a case-by-case basis.

RECOMMENDATION 4

The precordial site should be used as the standard for Doppler monitoring. Subclavian monitoring may be useful in providing additional information. The apical window should be used as the standard for two-dimensional imaging.

Body position

Numerous scanning positions have been reported: standing, seated, supine, and left lateral decubitus. Variation does make cross-study comparison more difficult.

RECOMMENDATION 5

Body position during monitoring should be standardized where practical and fully described in reports.

Provocation

Bubble measurements can be made at the end of a period during which subjects remain at rest or following active provocations that can promote

showers of detectable bubbles. These provocations include intentional coughing, deep knee bends, and single, paired, or sequential limb movements. Separate measurements may be made after different provocations, particularly separate upper and lower limb movements, which can produce distinctly different results. Resting bubble measurements and provocation bubble measurements have different associations with the probability of DCS; ideally, measurements should be made following both rest and provocation [1,2].

RECOMMENDATION 6

Resting measurements should always be made. The minimum period of rest prior to the measurement should be standardized and reported. When measurements following provocation are collected, the provocation should be standardized and clearly described. Irrespective of whether the analysis focuses on rest or provocation measurements, both should be reported.

Monitoring duration

The period following decompression during which bubble measurements are made should be designed to ensure capture of maximum bubble grade and other metrics of interest. These other metrics may include times of onset and disappearance of detectable bubbles (the latter often demonstrated by two consecutive grade zero scans). The duration of monitoring can vary appreciably as a function of the exposure variables, including: the dive profile; physical exercise; thermal stress and breathing gases. The time course for bubble onset, maximum grade and waning is not always predictable [15].

RECOMMENDATION 7

As a standard rule, measurements should be conducted for 120 minutes from the completion of the decompression period. Shorter monitoring periods should be clearly justified. Consideration should be given to extending monitoring periods if bubbles persist at the end of the planned period. Pilot trials may be warranted to establish appropriate monitoring endpoints for exposure profiles known or expected to produce bubbles beyond 120 minutes.

Frequency of measurements

The frequency of measurements during the monitoring period is important to establish confidence that a meaningful assessment has been made [15]. The substantial variability of frequency of measurements between published reports has been problematic. Infrequent measurements are operationally easier but increase the likelihood of missing periods of active bubbling and maximum grade. Frequent measurements are more operationally demanding but much more likely to capture maximum grade and temporal patterns of detectable bubbles.

RECOMMENDATION 8

The first measurements should be made within 15 minutes following decompression. During the first 120 minutes following decompression, measurement intervals should be no greater than 20 minutes. Sampling frequency may be reduced after 120 minutes following decompression. Shorter or longer sampling intervals may be warranted for some exposures and depending on the objective of the study.

Data pooling

Grade pooling may be appropriate for analyzing and reporting bubble data. A wide range of data handling practices have been employed and they are often idiosyncratic. The pooling of bubble grades should reflect meaningful clusters [1]. Grade 'zero' has a high negative predictive value for DCS and should not be pooled with other grades [2].

RECOMMENDATION 9

Given evidence of an increased association between DCS and the highest Spencer/KM grades, pooling grades I-II and III-IV may be appropriate. Zero grades should be reported but not pooled with other grades. Wherever possible, unpooled data should be included to allow reanalysis.

Data reporting

A variety of parameters can be reported from ultrasonic imaging. Reporting multiple parameters and raw data facilitates reanalysis and potentially comparison between studies.

RECOMMENDATION 10

Standard parameters to report include time to onset of nonzero grades, time to maximum grade reached, and maximum grade for individual subjects. In addition, median grade, grade range and mode can be reported; all measured zero grades should be included in calculated summary statistics. Wherever feasible, raw data should be reported. If deemed appropriate, data transformation may be used to allow time integration of non-zero grades to be computed. Otherwise, data transformations should be used judiciously with clear justification and, in all cases, the untransformed data should also be reported.

Statistics

Bubble grades represent nonlinear ordinal data for which nonparametric analysis is appropriate. Roman numerals are frequently employed with grading scales as a reminder that computation of means and associated measures of variability are not valid with ordinal data. Transformations purported to linearize bubble data do not make the data suitable for parametric hypothesis testing. Such transformations may be useful to compute time integrals [13,16], or for some forms of linear modelling. There is substantial inter- and intraindividual variability in maximum bubble grade produced after identical exposures, so comparative studies should be designed with enough subjects to ensure appropriate power to detect a difference of interest. One analysis of two-dimensional echocardiographic data indicated a paired

sample size of 50 subjects was required for 80% power to detect a one-grade difference in VGE (two-sided $\alpha = 0.05$) [17].

RECOMMENDATION 11

Bubble grade data are most appropriately analyzed nonparametrically. Attempts to linearize bubble data should be employed cautiously. Consideration should also be given to ensure that studies are powered appropriately.

Fair interpretation

Interpretation of bubble data should be appropriately constrained, for a number of reasons:

- bubbles do not equal DCS;

- the intravascular focus of current technology provides an incomplete picture of conditions in the body;
- the standard techniques of aural Doppler and twodimensional cardiac imaging do not allow bubble sizing;
- Doppler technology captures only a limited threedimensional space and two-dimensional images only a slice of the three-dimension field.

Most measures are made intermittently, capturing a small percentage of total time.

While recognition of limitations is the responsibility of authors, peer reviewers should critically evaluate manuscripts for shortcomings.

RECOMMENDATION 12

The limitations of bubble data should be considered as part of any interpretation of study results. Peer reviewers must ensure that a reasonable standard has been met to justify publication.

Data preservation

Research standards typically require preservation of raw data.

RECOMMENDATION 13

Ideally, measurements conducted for research publication should be recorded and preserved for future review. This includes audio and visual files, as appropriate for the technology employed.

Evolving technology

Evolving technology is increasing instrument sensitivity, particularly with two-dimensional imaging [18]. Caution is required in pooling data between studies or in single studies employing different instruments or when comparing data taken with earlier-generation instruments.

RECOMMENDATION 14

The validity of comparing or pooling data collected by different machines must be considered cautiously. Both equipment and protocols used should

be clearly described. Ultrasound safety/influence Clinical ultrasound is generally well tolerated by subjects/patients but the potential impact should be considered when directing ultrasound energy into any person [19].

RECOMMENDATION 15

The intensity of sound energy introduced during ultrasonic monitoring should be kept as low as reasonably achievable (ALARA) during ultrasonic scanning. Both the mechanical and thermal indices should be considered. Scan duration should be as short as necessary.

Conclusions

The International Meeting on Ultrasound for Diving Research brought together representatives from around the world to discuss procedures used to study the effects of diving decompression. Integration of the recommendations is expected to help researchers improve the robustness of their data, improving standardization and utility. Those reviewing relevant research that uses ultrasound procedures may also benefit, recognizing issues identified as being of concern to the meeting participants. In the future, the guidelines may be refined and perhaps new methodologies developed for new and emerging technologies.

Address for correspondence:

Andreas Møllerløkken
NTNU, Medical Faculty
Department of Circulation and Medical Imaging
P O Box 8905
7491 Trondheim, Norway
E-mail: <andreas.mollerlokken@ntnu.no>

References

1. Sawatzky KD. *The relationship between intravascular Doppler-detected gas bubbles and decompression sickness after bounce diving in humans* [MSc Thesis]. Toronto: York University; 1991.
2. Nishi RY, Brubakk AO, Eftedal OS. Bubble detection. In: Brubakk AO, Neuman TS, editors. *Bennett and Elliott's physiology and medicine of diving*, 5th ed. Edinburgh: Saunders; 2003. p. 501-29.
3. Cooper PD, Van den Broek C, Smart DR, Nishi RY, Eastman D. Hyperbaric chamber attendant safety I: Doppler analysis of decompression stress in multiplace chamber attendants. *Diving Hyperb Med*. 2009;39:63-70.
4. Spencer MP, Johanson DC. *Investigation of new principles for human decompression schedules using the Doppler blood bubble detector*. Office of Naval Research Tech Report. ONR Contract N00014-73-C-0094; 1974. Available from: <http://archive.rubicon-foundation.org/3788> [cited 2015 December 02].
5. Kisman KE, Masurel G, Guillemin R. Bubble evaluation code for Doppler ultrasonic decompression data [abstract]. *Undersea Biomedical Research*. 1978a;5:28.
6. Kisman K, Masurel G. *Method for evaluating circulating bubble grades detected by means of the Doppler Ultrasonic Methods using the "K.M. Code"*. (English translation of "Masurel G. Méthode d'Évaluation des Degrés de Bulles Circulantes Révélées par la Détection Ultrasonore à Effet Doppler "Code K.M". Repère 283 CERTSM 1983"). Toulon, France: Centre d'Études et de Recherches Techniques Sous-Marines; 1985.
7. Eatock BC, Nishi RY. *Procedures for Doppler ultrasonic monitoring of divers for intravascular bubbles*. DCIEM Report No. 86-C-25. Downsview (ON): Department of National Defence: Defence and Civil Institute of Environmental Medicine; 1986. Available from: <http://archive.rubiconfoundation.org/7899> [cited 2015 December 02].
8. Nishi RY. Doppler Evaluation of Decompression Tables. In: Lin YC, Shida KK, editors. *Man in the sea, Volume I*. San Pedro, CA: Best Publishing. 1990. p. 297-316.
9. Eftedal O, Brubakk AO. Agreement between trained and untrained observers in grading intravascular bubble signals in ultrasonic images. *Undersea Hyperb Med*. 1997;24:293-9.
10. Thom SR, Milovanova TN, Bogush M, Yang M, Bhopale VM, Pollock NW, et al. Bubbles, microparticles and neutrophil activation: changes with exercise level and breathing gas during open-water scuba diving. *J Appl Physiol*. 2013;114:1396-405.
11. Zanchi J, Ljubkovic M, Denoble PJ, Dujic Z, Ranapurwala SI, Pollock NW. Influence of repeated daily diving on decompression stress. *Int J Sports Med*. 2014;35:465-8.
12. Brubakk AO, Eftedal O. Comparison of three different ultrasonic methods for quantification of intravascular gas bubbles. *Undersea Hyperb Med*. 2001;28:131-6.
13. Nishi RY, Kisman KE, Eatock BC, Buckingham IP, Masurel G. Assessment of decompression profiles and divers by Doppler ultrasonic monitoring. In: Bachrach AJ, Matzen MM, editors. *Underwater physiology VII*. Proceedings of the 7th Symposium on Underwater Physiology. Bethesda (MD): Undersea Medical Society; 1981. p. 717-27.
14. Cialoni D, Pieri M, Balestra C, Marroni A. Flying after diving: should recommendations be reviewed? In-flight echocardiographic study in bubble-prone and bubble-resistant divers. *Diving Hyperb Med*. 2015;45:10-15.
15. Blogg SL, Gennser M. The need for optimisation of post-dive ultrasound monitoring to properly evaluate the evolution of venous gas emboli. *Diving Hyperb Med*. 2011;41:139-46.
16. Kisman KE, Masurel G, LaGrue D. Evaluation de la qualité d'une décompression basée sur la détection ultrasonore des bulles. *Méd Aéro Spat Méd Sub Hyp*. 1978b;17:293-7. French.
17. Doolette DJ, Gault KA, Gutvik CR. Sample size requirement for comparison of decompression outcomes using ultrasonically detected venous gas emboli (VGE): power calculations using Monte Carlo resampling from real data. *Diving Hyperb Med*. 2014;44:14-9.
18. Germonpré P, Papadopoulou V, Hemelryck W, Obeid G, Lafère P, Eckersley RJ, et al. The use of portable 2D echocardiography and 'frame based' bubble counting as a tool to evaluate diving decompression stress. *Diving Hyperb Med*. 2014;44:5-13.
19. Powell MR, Spencer MP, von Ramm O. Ultrasonic surveillance of decompression. In: Bennett PB, Elliott DH, editors. *Physiology and medicine of diving*, 3rd ed. San Pedro (CA): Best Publishing Co.; 1982. p. 404-34.

Acknowledgments

The Swedish Armed Forces Diving and Naval Medicine Centre kindly provided host facilities for the meeting. Support was also provided by the Norwegian Labour Inspectorate and the Norwegian Research Council through the Petromaks Program project number 220546/E30. The Scott Haldane Foundation provided CME accreditation for the meeting. Milton Delves of Semacare provided sponsorship for a session. GE Healthcare provided several different ultrasound systems for demonstration purposes.

In addition to the listed authors, the following individuals participated in the August 2015 workshop and contributed to these consensus findings: Pieter Bothma, Antoine Boutros, Jan J Brandt Corstius, Alf Brubakk, Mattijn Buwalda, Jorge C Villarroel, Danilo Cialoni, Jo-

han Douglas, Christian Fabricius, Ian Gawthrop, Mikael Gennser, Peter Germonpré, Peer-Ulrik Haagerup, Marianne Bjordal Havnes, Angelica Lodin-Sundström, Bo-Valentin Nielsen, Nicklas Oscarsson, Christine Penny, Massimo Pieri, Roswitha Prohaska, Celine Quinsac, Anders Rosen, Olle Sandelin, Göran Sandström, Fiona Seddon, Milan Sevaljevic, David Smart, Julian Thacker, Corry Van den Broek, Claire Walsh, Wilhelm Welslau, Jürg Wendling, Peter Wilmshurst and Tomi Wuorimaa.

Conflicts of interest: The authors declare no competing interest.

Submitted: 23 December 2015; revised 17 January 2016

Accepted: 18 January 2016

Andreas Møllerlækken¹, S Lesley Blogg², David J Doolette³, Ronald Y Nishi⁴, Neal W Pollock^{5,6}

¹Department of Circulation and Medical Imaging, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway

²SLB Consulting, Winton, Cumbria, UK

³US Navy Experimental Diving Unit, Panama City, Florida, USA

⁴Defence Research and Development Canada – Toronto (retired), Toronto, Ontario, Canada

⁵Center for Hyperbaric Medicine and Environmental Physiology, Duke University Medical Centre Durham, NC, USA

⁶Divers Alert Network, Durham, North Carolina, USA

Ankündigung

Workshop 2016

Use of Ultrasound for Decompression Research

Die Organisatoren von Ultrasound 2015 werden in 2016 einen Ausbildungs-Kurs (taught course) mit Workshop zum Einsatz von Ultraschallmessungen in der Dekompressionsforschung durchführen. Am 12. und 13. Oktober 2016 wird dieser Kurs auf dem Marinestützpunkt von Karlskrona, Schweden, stattfinden (dort wurde auch Ultrasound 2015 durchgeführt). Da der Kurs auf 20 Teilnehmer beschränkt ist und weltweit ausgeschrieben ist, sollten sich Interessierte rasch informieren und entscheiden. Die Administration erfolgt durch die Scott-Haldane-Foundation (NL). Nähere Information und Anmeldung unter:

<http://www.scotthaldane.nl/en/home/event/68-workshop-use-of-ultrasound-for-decompression-research>



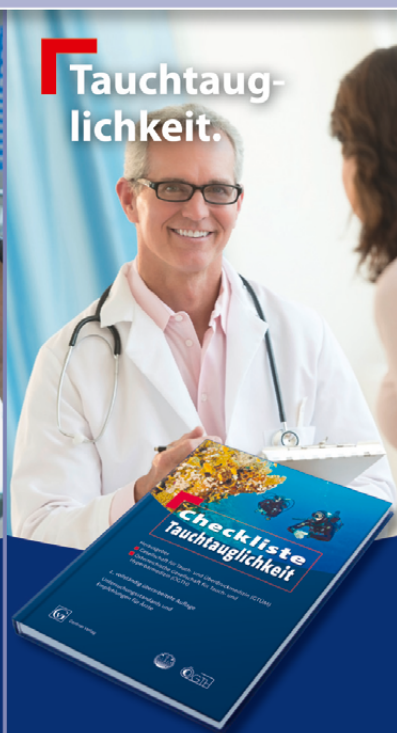
Standardwerk.

Ch. Klingmann
K. Tetzlaff (Hrsg.)

Moderne Tauchmedizin

■ Handbuch für
Tauchlehrer,
Taucher und Ärzte

2. vollständige überarbeitete Auflage 2012
ISBN 978-3-87247-744-6
Gebunden, 844 Seiten, fünffarbig
€ 65,- ; sFr 80,-



Tauchtauglichkeit.

Gesellschaft für Tauch- und
Überdruckmedizin (GTÜM)
Österreichische Gesellschaft für Tauch-
und Hyperbarmedizin (ÖGTH) (Hrsg.)

Checkliste Tauch- tauglichkeit

■ Untersuchungsstandards
und Empfehlungen der
Gesellschaft für Tauch-
und Überdruckmedizin
(GTÜM) und der
Österreichischen
Gesellschaft für Tauch-
und Hyperbarmedizin
(ÖGTH)

2., vollständig überarbeitete Auflage 2014
ISBN 978-3-87247-747-7
Gebunden, 384 Seiten
€ 40,- ; sFr 50,-



Management.

Mirko Obermann
Andreas Häckler
Nicole Kiefhaber (Hrsg.)

Modernes Tauchbasen- management

■ Handbuch für
Tauchschulen
Tauchbasen nach
ISO 24803

1. Auflage 2012
ISBN 978-3-87247-732-3
Gebunden, 496 Seiten, vierfarbig
€ 49,- ; sFr 60,-



**Rettungsplan
Tauchunfall.**

Hubertus Bartmann
Claus-Martin Muth (Hrsg.)

Notfallmanager Tauchunfall

■ Praxishandbuch für
Taucher
Tauchmediziner
Rettungsdienste

4. vollst. überarbeitete Auflage 2012
ISBN 978-3-87247-746-0
Gebunden, Taschenbuchformat
vierfarbig, 456 Seiten,
Preis € 40,- ; sFr 50,-

**Grundlagen – Vorbeugung – Diagnose – Therapie
Management – Ausrüstung – Rettung**



Gentner Verlag

Gentner Verlag • Buchservice Medizin

Postfach 101742 • 70015 Stuttgart

Tel. 0711/63672-857 • Fax 0711/63672-735

buch@gentner.de • www.asu-arbeitsmedizin.com/buecher • www.tauchmed.com

Mehr Informationen
und versandkostenfrei
online bestellen:



Veränderung der Körpertemperatur bei Kaltwassertauchgängen unter Verwendung von Vollmasken oder Tauchmasken mit separatem Atemregler



FÜR DIE AUTOREN

Dr. med. Florian Uhlig
Arzt in Weiterbildung
Rettungstaucher, Taucheinsatz-
führer u. Einsatzleiter Wasserret-
tungsdienst der Wasserwacht,
Einsatztaucher II der DLRG
Klinik für Anästhesie u. operative
Intensivtherapie Südharz Klini-
kum Nordhausen gGmbH
Dr.-Robert-Koch-Str. 39
99734 Nordhausen
florian.uhlig@shk-ndh.de

Florian Uhlig ^{1, 2} | Claus-Martin Muth ² | Kay Tetzlaff ³ | Andreas Koch ⁴ | Richard Leberle ⁵ | Bernd E. Winkler ⁶

- 1 Klinik für Anästhesie und operative Intensivtherapie, Südharz Klinikum Nordhausen
- 2 Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Ulm
- 3 Abteilung Sportmedizin, Universitätsklinikum Tübingen
- 4 Schiffahrtmedizinisches Institut der Marine, Kiel-Kronshagen
- 5 Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Regensburg
- 6 Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Würzburg

Zusammenfassung

EINLEITUNG

Die Verwendung von Vollmasken (VM) als Atemanschluss bei Kaltwassertauchgängen ist vor allem im professionellen Bereich Standard. Diese Masken schützen das Gesicht des Tauchers vor der umgebenden Kälte und erlauben je nach Bauart die Atmung

durch die Nase. Das Ziel dieser Studie war es den Effekt der Verwendung von Vollmasken gegenüber Tauchmasken mit separater Mundstückgarnitur (TM) bei Kaltwassertauchgängen auf den Wärmeverlust des Tauchers zu untersuchen.

METHODEN

21 Taucher führten in einem Abstand von einer Woche zwei Kaltwassertauchgänge durch (4 °C, 25 min,

10 m, 1 min Ab- und Aufstieg) – einen mit VM den anderen mit TM. Vor und nach jedem Tauchgang wurden orale, tympanale und unterschiedliche Hauttemperaturen gemessen. Während der Tauchgänge wurde die Umgebungstemperatur kontinuierlich aufgezeichnet. Nach Abschluss der Tauchgänge wurden Kälteempfinden und Wohlbefinden erfasst.

ERGEBNISSE

Sowohl nach VM als auch TM Tauchgängen zeigten sich signifikante Abnahmen der oralen, tympanalen und Hauttemperaturen. Bei Verwendung von VM nahmen orale und tympanale Temperaturen signifikant weniger ab und es kam zu einer geringeren Häufigkeit von milden Hypothermien. Außerdem konnte ein signifikant höheres Wohlbefinden und

geringeres Kälteempfinden während der VM Tauchgänge beobachtet werden.

DISKUSSION

VM scheinen während Kaltwassertauchgängen Taucher effektiver vor der Entwicklung von Hypothermien zu schützen als TM. Außerdem verringern sie das Kälteempfinden und erhöhen des Wohlbefinden der Taucher wodurch der Stresslevel während Kaltwassertauchgängen gegenüber der TM Verwendung gesenkt werden und damit die Anfälligkeit gegenüber tauchgangsassozierten Fehlern verringert werden könnte. Dadurch könnte die Rate an Tauchunfällen bei VM Verwendung in Rahmen von Kaltwassertauchgängen gesenkt werden.



Abbildung 1

Taucher mit Vollmaske (VM) auf dem Tauchboot, Foto: Florian Uhlig

EINLEITUNG

Beim gewerblichen, militärischen, behördlichen oder rettungsdienstlichen Tauchen werden vorwiegend Vollmasken oder Tauchhelme gemäß entsprechender Vorschriften als Atemanschluss eingesetzt. Beispielsweise erlaubt die Unfallverhütungsvorschrift für den Rettungsdienst GUV-R 2101 (DGUV Regel 105-002) in 5.6.1 grundsätzlich sowohl Vollmasken als auch Tauchmasken mit separater Mundstückgarnitur als adäquaten Atemanschluss. Sie schränkt dies aber in Abhängigkeit von den Wasserverhältnissen in 5.7.2 ein und empfiehlt dabei grundsätzlich die Verwendung von Vollmasken. Diese schützen das komplette Gesicht vor Wasser und ermöglichen, je nach Bauart, auch eine Atmung durch die Nase. Bei korrektem Sitz schützen sie die Atemwege vor eindringendem Wasser und bewahren hierdurch den Taucher bei Bewusstlosigkeit länger vor dem Ertrinken. Gerade im Rahmen von Kaltwassertauchgängen (gem. DIN EN 250 Wassertemperatur < 10 °C) werden Vollmasken zunehmend auch im privaten Bereich genutzt.

Durch den Aufenthalt unter Wasser werden beim Tauchen verschiedene Besonderheiten beobachtet, auf die auch zur Vermeidung von Unfällen Rücksicht genommen werden muss.

Beim Aufenthalt in und vor allem unter kaltem Wasser ist unter anderem eine adäquate Ausrüstung zum Schutz vor Auskühlung nicht nur aus Komfortgründen essentiell. Zum Einen stellt Hypothermie (Körperkerntemperatur ≤ 35 °C) beim Tauchen einen Risikofaktor für die Entwicklung eines Dekompressionsunfalles (DCS) dar. Zum Anderen wird durch Verstärkung obstruktiver Veränderungen die Gefahr eines pulmonalen Barotraumas erhöht.

Vollmasken ermöglichen durch ihre Bauart in den meisten Fällen eine Nasenatmung. Dadurch wird das Einatemgas konditioniert und das Gesicht vor Auskühlung geschützt. Bei gleichem Tauchgangsprofil ist es also denkbar, dass es somit zu einer weniger ausgeprägten tauchgangsassoziierten Abnahme der Herzfrequenz und einer geringeren bronchialen Reaktion kommt. Die Gefahr der Ausbildung einer milden Hypothermie wird bei Verwendung einer Vollmaske gegenüber einer separaten Mundstückgarnitur mit Tauchmaske als Atemanschluss womöglich vermindert. Damit könnte ein Sicherheitsvorteil bei Verwendung von Vollmasken durch die

Verringerung von Risikofaktoren für Tauchunfälle vermutet werden.

Unter anderem zur Klärung der Frage inwieweit der Atemanschluss im Sinne einer Vollmaske oder einer Tauchmaske mit separater Mundstückgarnitur Einfluss auf die Entwicklung der Körpertemperatur bei Kaltwassertauchgängen hat führten wir eine Studie im cross-over Design durch.

METHODEN

An der Studie nahmen insgesamt 26 Taucher im Alter von 20 – 55 Jahren teil. Jeder erfüllte alle Einschluss- und keines der Ausschlusskriterien. Vor Beginn erfolgte eine ärztliche Aufklärung über den Ablauf und die Risiken der Studie, in die die Teilnehmer ebenso wie in eine anonymisierte wissenschaftliche Auswertung und Veröffentlichung der gewonnenen Daten einwilligten. Für die Durchführung der Studie liegt ein positives Votum der Ethikkommission der Universität Ulm vor.

Zu den Einschlusskriterien gehörten:

- Alter: 18 – 55 Jahre
- Taucherfahrung: > 50 Freiwassertauchgänge insgesamt
- Gültige Tauchtauglichkeitsuntersuchung (bis zum 40. Lebensjahr nicht älter als drei Jahre, ab dem 40. Lebensjahr nicht älter als ein Jahr)
- Tauchbrevet

Als ausreichendes Tauchbrevet wurden Tauchscheine von „Professional Association of Diving Instructors (PADI)“, „Scuba Schools International (SSI)“, „Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques (CMAS)“ und „National Association of Underwater Instructors (NAUI)“ sowie die dienstlichen Tauchscheine von Wasserwacht, Deutsche-Lebensrettungs-Gesellschaft und Technischem Hilfswerk anerkannt.

Die Ausschlusskriterien waren:

- Allergisches Asthma bronchiale
- Belastungsinduziertes Asthma bronchiale
- Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)
- Regelmäßiges Rauchen innerhalb der letzten 3 Jahre
- Zustand nach pulmonalem Barotrauma beim Tauchen
- Zustand nach thoraxchirurgischem Eingriff
- Sonstige Lungenerkrankungen

- Aktuell dauerhafte oder zeitweilige Tauchtauglichkeit

Die Taucher absolvierten zwei Tauchgänge im Abstand von sieben Tagen zur selben Uhrzeit, um vergleichbare Basiswerte für die Messungen zu schaffen. Mindestens 72 Stunden vor dem Versuchstauchgang durften keine Tauchgänge erfolgt sein. Anstrengende körperliche Aktivitäten oder Sport sollten 24 Stunden vor den Testdurchläufen unterlassen werden.

Die Tauchgänge hatten eine Dauer von 25 min, waren 10 m tief, Auf- und Abstiegszeit betragen jeweils 1 min. Somit dauerte die Grundzeit bis zum Beginn des Aufstiegs 24 min. Die Probanden wurden in zwei Gruppen randomisiert. Gruppe 1 führte zunächst den Vollmaskentauchgang durch, während Gruppe 2 den Tauchgang mit Tauchmaske und separater Mundstückgarnitur absolvierte. Am zweiten Wochenende wurde der jeweils andere Tauchgang durchgeführt.

Insgesamt konnten die Daten von 21 Tauchern ausgewertet werden. Diese waren im Mittel $37,2 \pm 9,7$ (20 - 55) Jahre alt, 177 ± 7 (158 - 188) cm groß und $84,4 \pm 14,4$ (55 - 112) kg schwer. Ihr BMI belief sich auf $26,6 \pm 3,4$ (20,8 - 32,4) kg/m² und ihre Körperoberfläche auf $2,0 \pm 0,2$ (1,5 - 2,4) m². Die individuelle Taucherfahrung betrug 438 ± 307 (118 - 1160) eingetragene Tauchgänge.

Die anderen 5 Taucher wurden aus folgenden Gründen von der statistischen Auswertung ihrer Tauchgänge ausgeschlossen:

- Ein Taucher fühlte sich vor dem ersten Tauchgang nicht wohl und brach diesen vor dem Abtauchen ab
- Bei einem Taucher kam es zum Vereisen des Atemreglers der Vollmaske mit folgendem „downstream“ Fehler, der sich durch Abblasen von Atemluft bemerkbar machte
- Drei Taucher waren am zweiten Wochenende durch Krankheit nicht tauchfähig

Vor Beginn der Testungen wurden die Ein- und Ausschlusskriterien, sowie die aktuelle Tauchfähigkeit für jeden Probanden überprüft. Im Anschluss daran wurden verschiedene Hauttemperaturen sowie körperkernnahe Temperaturen gemessen. Während der Tauchgänge trugen die Taucher unter ihren Nass- oder Halbtrockentauchanzügen einen Pulsgurt (Polar

Electro Oy, HQ, Kempele, Finnland) und am Handgelenk einen Galileo Sol Tauchcomputer (Scubapro Uwatec AG, Henggart, Schweiz) zur kontinuierlichen Aufzeichnung von Herzfrequenz, Tauchtiefe und Wassertemperatur während des Tauchgangs.

Während der Tauchgänge wurden die Probanden mit einer Signalleine vom Boot aus gesichert. Die Testpersonen wurden angewiesen, während der VM-Tauchgänge durch die Nase zu atmen. Die Atmung durch Vollmaske oder separate Mundstückgarnitur mit weiterhin getragener Tauchmaske wurde auf dem Transport per Motorrettungsboot von der Tauchstelle zur Messstation kontinuierlich durchgeführt. Hiermit sollten Fehler durch Gesichtskühlung bei Fahrtwind und verminderte Atemwegswiderstände bei Transport ohne Verwendung des Atemreglers vermieden werden.

Nach Erreichen der Messstation und zügigem Ablegen von Tauchgerät und Kopfhaube wurden sofort die orale und tympanale Temperatur gemessen. Weitere Hauttemperaturen wurden nach sorgfältigem Abtupfen des verbliebenen kalten Wassers bestimmt.

In Anlehnung an die Numerische Rating-Skala gaben die Taucher ihr Wohlbefinden (0 = kein Wohlbefinden, 10 = maximales Wohlbefinden) und ihre unangenehme Kältewahrnehmung (0 = keine Kältewahrnehmung, 10 = schlimmste Kältewahrnehmung) während der Tauchgänge an.

Die ausgewählten Hautflächen richteten sich nach der Ramanathan-Formel zur Berechnung der mittleren Hauttemperatur (MST). Dabei wurden folgende Punkte erfasst: Oberarminnenseite, Sternum, Oberschenkelvorderseite, Wadeninnenseite. Die Formel lautet:

$$MST_{\text{Ramanathan}} = 0,3 T_{\text{Sternum}} + 0,3 T_{\text{Oberarm}} + 0,2 T_{\text{Oberschenkel}} + 0,2 T_{\text{Wade}}$$

Es konnte gezeigt werden, dass die Formel zur Bestimmung der mittleren Hauttemperatur nach Ramanathan eine gute Übereinstimmung zu infrarotthermographischen Messungen bei niedrigen Umgebungstemperaturen (4 - 20 °C) hat.

Zusätzlich wurde die Hauttemperatur an der Stirn und 2 cm lateral des Mundwinkels zur Bestimmung der Effektivität des Kälteschutzes durch Neoprenhaube und Vollmaskengebrauch gemessen. Die Bestimmung der Körperoberfläche erfolgte nach der Dubois Formel :

$$\text{KOF [m}^2\text{]} = 0,20247 * \text{Körpergröße [m]}^{0,725} * \text{Körpergewicht [kg]}^{0,425}$$

Die körpermiternaturnahen Messpunkte befanden sich tympanal und sublingual. Genauere Körpermiternaturnahen, die aus einer Messung von tief rektal oder ösophageal per Sonde oder Schlucksensor hätten gewonnen werden können, wurden von den Probanden abgelehnt. Daher musste zwangsläufig auf andere, weniger präzise Messwerte ausgewichen werden. Muth et al. konnten zeigen, dass die tympanale Messung der Körpermiternaturnahen bei Unfällen im Wasser eher unzuverlässig ist. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Arbeit die sublingual ermittelten Werte zur annähernden Bestimmung der Körpermiternaturnahen verwendet. Zusätzlich erfolgte eine Berechnung der Abweichung zu den tympanalen Messergebnissen.

Aus mittlerer Hauttemperatur und Körpermiternaturnahen lässt sich die gemittelte Körpermiternaturnahen (MBT) nach der Formel von Burton bestimmen. Hiermit können sodann Veränderungen der Körpertemperatur und des Körperwärmegehalts (ΔQ_{BHC}) nach der Formel von Puhakka et al. ermittelt werden.

$$\Delta Q_{\text{BHC}} = \text{Körpergewicht [kg]} * c * \Delta \text{MBT}$$

$$c = \text{spezifische Wärmekapazität des Körpers (3,48 kJ * kg}^{-1} * ^\circ\text{C}^{-1})$$

$$\text{MBT} = x * \Delta T_{\text{Körpermiternahen}} + (1-x) * \Delta \text{MST}_{\text{Ramanathan}};$$

x ist eine Konstante = 0,64

Alle Temperaturmessungen fanden im Messraum statt. Von mindestens drei Temperaturen pro Messpunkt, die sich um nicht mehr als 0,5 °C unterschieden, wurde die höchste zur Auswertung ausgewählt.

Zur Messung der Hauttemperaturen wurde ein Genius Firsttemp (Covidien plc, Dublin, Irland) benutzt.

Tympanale Temperaturen wurden mit einem Genius 2 Tympanic Thermometer (Covidien plc, Dublin, Irland) und sublinguale Temperaturen mit einem SureTemp Plus 690 (Welch Allyn Inc, Skaneateles Falls, NY, USA) bestimmt.

Während und nach den Vollmaskentauchgängen trugen die Probanden unterschiedliche Vollmasken. Aus Sicherheitsgründen war es nicht möglich, alle Probanden eine einheitliche Vollmaske mit identischer Bauart während des Tauchgangs nutzen zu lassen, da die Taucher unterschiedliche Masken gewohnt und im Umgang mit diesen jeweils trainiert waren. Durch Nutzung vertrauter Masken konnte der Stresslevel während des Vollmaskentauchgangs auf normalem Niveau gehalten werden. Zudem war davon auszugehen, dass die Taucher bei einem während des Tauchgangs auftretenden Zwischenfall adäquat reagieren und handeln hätten können.

Insgesamt wurden drei verschiedene Vollmasken – Dräger Panorama Nova Dive, Interspiro Divator MK II und Ocean Reef Neptune Space – mit kaltwassertauglichen Atemreglern verwendet, die jeweils eine gemeinsame Kammer für Mund und Nase aufweisen.

Die Datenanalyse wurde mit Hilfe der Software Microsoft Excel 2007 (Microsoft Inc., Redmond, Washington, USA) und SPSS 19 (IBM Inc., Armonk, NY, USA) durchgeführt. Für die erhobenen Temperaturen und Befindlichkeiten als auch für die Tauchgangsdaten (Tiefe, Zeit, Umgebungstemperatur) wurden Mittelwert und Standardabweichung ermittelt und Minimal- und Maximalwerte aufgelistet.

Die erhobenen Daten wurden wegen der geringen Stichprobengröße mit Hilfe von Kolmogorow-Smirnow-Tests auf Normalverteilung für weitere statistische Tests und die Vergleichbarkeit der durchgeführten Tauchgänge überprüft.

Dabei wurden mit SPSS sowohl die Kolmogorow-Smirnow-Z-Werte als auch die zugehörigen p-Werte berechnet und ein Fehler 1. Art von 5 % festgelegt. Bei p-Werten > 0,05 wurde von einer Normalverteilung der getesteten Größe ausgegangen, während diese bei p-Werten ≤ 0,05 als nicht normalverteilt bewertet wurde.

Bei bestehender Normalverteilung wurde die jeweils untersuchte Messgröße für weitere parametrische statistische Tests (gepaarter T-Test für

Körpertemperaturen, F-Test mit ANOVA für Umgebungstemperaturen im Zeitverlauf) freigegeben. Für das Kälte- und Wohlempfinden wurden Wilcoxon-Rangsummen-Tests als nicht parametrische statistische Tests durchgeführt.

ERGEBNISSE

Die tatsächlich durchgeführten Tauchgänge hatten folgende Charakteristika: Die durchschnittliche Tauchtiefe betrug $9,7 \pm 0,5$ (8,9 – 10,5) m für VM-Tauchgänge und $9,7 \pm 0,4$ (8,9 – 10,5) m für TM-Tauchgänge. Die minimale Wassertemperatur lag

bei $3,7 \pm 0,5$ (3,2 – 5,2) °C (Lufttemperatur $3,8 \pm 2,5$ (0 – 7,5) °C) während VM-Tauchgängen und $3,8 \pm 0,7$ (2,8 – 5,6) °C (Lufttemperatur $3,7 \pm 2,6$ (0,2 – 8,2) °C) bei TM-Tauchgängen.

Die ANOVA zeigte für Umgebungstemperatur und Tauchtiefe keine Effekte für den Zeitpunkt der Messung oder den verwendeten Atemanschluss. Daher wird von vergleichbaren Tauchgangsprofilen und -bedingungen für die Probanden bei beiden verwendeten Atemanschlüssen ausgegangen.

Alle Temperaturen, die direkt nach Durchführung des Tauchgangs und Ablegen des Tauchanzuges bestimmt

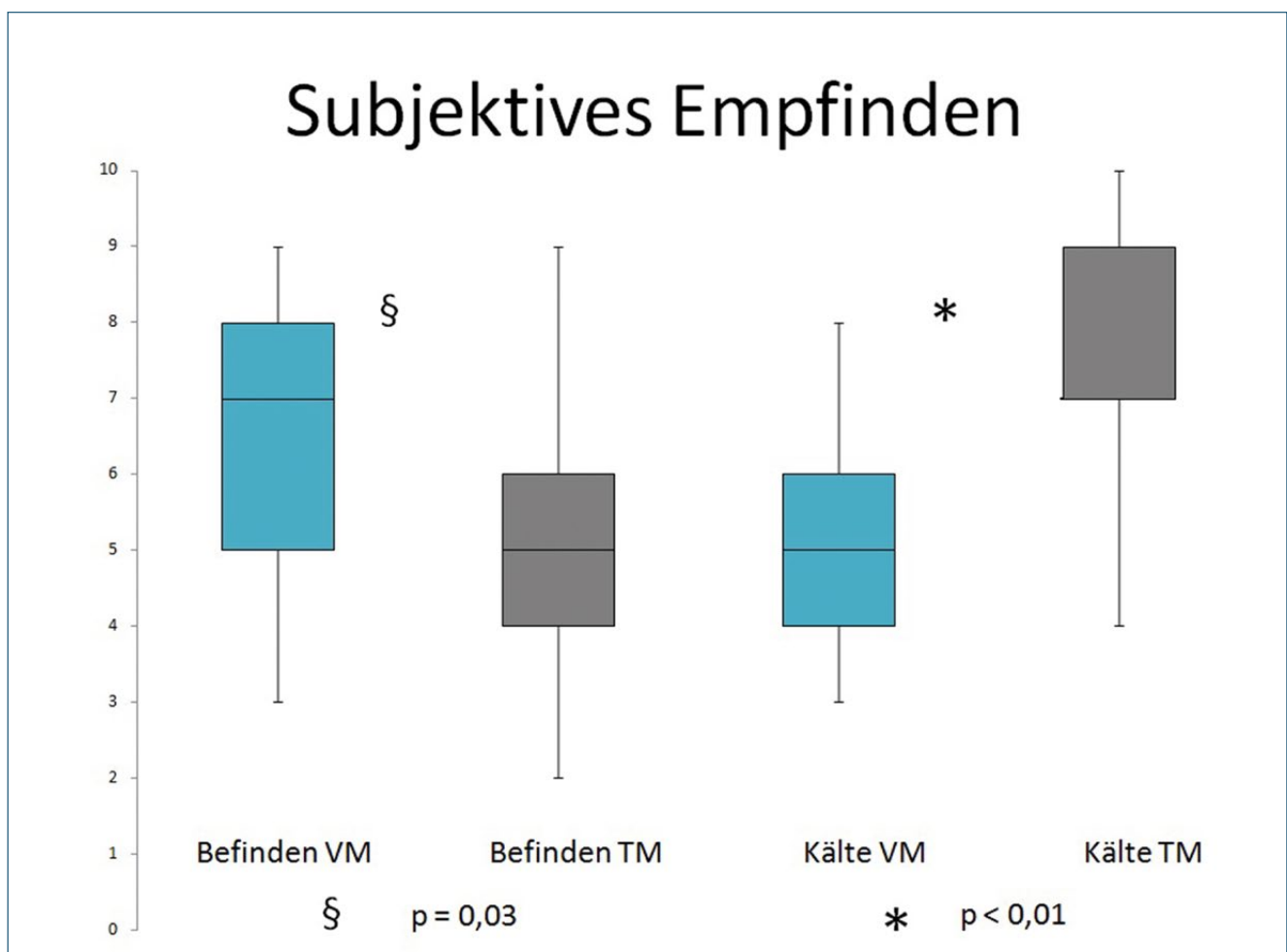


Abbildung 2

Kälteempfinden und Befinden der Taucher während der Tauchgänge mit Vollmaske (VM) oder normaler Tauchmaske (TM): Taucher-Wohlbefinden (0 = kein Wohlbefinden, 10 = maximales Wohlbefinden) und Kälteempfindung (0 = keine Kälteempfindung, 10 = schlimmste Kälteempfindung) während des Tauchgangs.

wurden, waren hoch signifikant ($p < 0,01$) niedriger als ihre Vergleichstemperaturen vor Beginn des Tauchgangs und Anlegen des Kälteschutzanzuges.

Zwischen den Tauchgängen mit VM und TM gab es bezüglich der tympanal und oral bestimmten Körperkerntemperatur signifikante Unterschiede. Auch hinsichtlich des Wärmegehalts des Körpers und den absoluten sowie relativen Veränderungen der tympanalen, oralen, an der Wade gemessenen und gemittelten Gesamtkörpertemperatur ließen sich signifikante Differenzen feststellen (s. Tab. 1 und Tab. 2).

Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass eine Hypothermie nach Tauchgängen mit VM weniger häufig (9 betroffene Taucher nach VM-Tauchgängen vs. 17 von milder Hypothermie betroffene Probanden nach TM-Tauchgängen) und geringer ausgeprägt auftrat (s. Tab. 3). Dieser Unterschied bestand nach Ablegen des Tauchanzuges fort und betraf sowohl die Schwere der Ausprägung (s. Tab. 1), als auch die Anzahl der betroffenen Personen (4 bei VM vs. 12 bei TM-Verwendung betroffene Taucher).

Abgesehen von der perioral bestimmten Gesichtstemperatur zeigte sich nach TM-Tauchgängen ein stärker ausgeprägter Wärmeverlust.

Das Wohlbefinden war während VM-Tauchgängen signifikant ($p = 0,03$) höher mit $6,4 \pm 1,9$ (3 – 9) als nach TM-Tauchgängen mit $5,1 \pm 2,0$ (2 – 9).

Die unangenehme Kältewahrnehmung zeigte bei TM-Tauchgängen eine signifikant ($p < 0,01$) stärkere Ausprägung mit $7,3 \pm 1,6$ (4 – 10) als nach VM-Tauchgängen, bei denen sie mit $5,1 \pm 1,5$ (3 – 8) angegeben wurde.

DISKUSSION

Wärmeverlust ist ein relevantes Problem beim Tauchen in kaltem Wasser, vor allem im Winter. In der vorliegenden Untersuchung wurden zumindest an einigen Messstellen relevante Wärmeverluste sowohl nach VM, als auch TM Tauchgängen nachgewiesen. Oral, tympanal und an der Stirn konnten stärkere Temperaturabnahmen nach Tauchgängen mit konventioneller Maske gegenüber dem Gebrauch von VM beobachtet werden. Dies zeigt eindeutig, dass die Anwendung von Vollmasken durchaus das Risiko eines relevanten Temperaturverlustes an zentralen

Stellen vermindern und damit gegebenenfalls auch die Gefahr einer Hypothermie verringern kann.

In einer Übersichtsarbeit zu pathophysiologischen Aspekten der Entstehung einer Dekompressionserkrankung wird ein erhöhtes Risiko für Taucher die auskühlen, und damit tendenziell an Hypothermie leiden, beschrieben. Demzufolge könnte die Verwendung von Vollmasken im Rahmen von Kaltwassertauchgängen die Rate an unterkühlten Tauchern verringern und damit auch zu einem verminderten Risiko für das Auftreten von Dekompressionserkrankungen führen.

Die Tatsache, dass es keinen signifikanten Temperaturunterschied an der Messstelle lateral vom Mundwinkel gab, kann durch eine verstärkte Kühlung dieser Region bei Vollmaskengebrauch zumindest teilweise erklärt werden.

Im Rahmen der VM Tauchgänge kam es durch die Nasenatmung zu relevanten kalten Luftströmungen vom Inspirationsausgang der 2. Stufe des Vollmaskenatemreglers am Mund vorbei zur Nase. Dies kann einen erhöhten Temperaturverlust durch Konvektion an besagter Stelle nach sich ziehen. Die periorale Kühlung bei Nasenatmung und VM Gebrauch wird somit gegenüber TM Verwendung nicht verhindert. Daher bleibt eine adäquate Abschwächung der durch Gesichtskühlung und Immersion vermittelten vagalen Reaktionen bei Benutzung von VM fraglich.

Des Weiteren konnte ein statistisch signifikanter Unterschied beim Messen der Hauttemperatur an der Wade festgestellt werden. Nach TM Tauchgängen war diese Temperatur niedriger, was mit einer vermehrten Zentralisierungsreaktion und nachfolgend stärkerer Abkühlung der peripheren Hauttemperatur vergesellschaftet sein kann. Da nach TM Tauchgängen deutlich mehr Taucher eine milde Hypothermie aufwiesen, scheint dieser Erklärungsansatz stimmig.

In den vorliegenden Daten konnten wir eine tympanal - orale Temperaturdifferenz von $0,1 \pm 0,7$ ($-1,6 - 1,5$) °C – nach dem Ablegen des Tauchanzuges – und $0,0 \pm 0,6$ ($-1,0 - 1,2$) °C – direkt nach Tauchgangsende – nachweisen. Diese Beobachtung ist nicht mit denen von Muth et al. konform, die die tympanale Temperaturbestimmung bei Unfällen im bzw. am Wasser als inadäquat falsch niedrig postulieren. Im Rahmen der hiesigen Studie trugen jedoch alle Taucher während der Tauchgänge und

auch in der Zeit des Transports mit dem Motorrettungsboot enge, gut sitzende Neoprenhauben. Diese Ausrüstung scheint einer falsch hohen Auskühlung des Gehörgangs vorgebeugt haben.

Wie schon beschrieben, war die Kältewahrnehmung nach VM Tauchgängen deutlich geringer als nach TM Tauchgängen. In Zusammenschau mit der verringerten Auskühlung an zentralen Messstellen und der geringeren Hypothermierate scheint die Verwendung

von VM bei Kaltwassertauchgängen einem relevanten Wärmeverlust deutlich besser vorzubeugen als der Gebrauch von TM.

Bisher gibt es keine veröffentlichten Daten, die den Komfort von unterschiedlichen Atemanschlüssen beim Kaltwassertauchen untersucht haben. Die Ergebnisse der durchgeführten Studie müssen dahingehend eingeschränkt werden, dass sich das Probandenkollektiv ausschließlich aus im Umgang mit



Abbildung 3

Taucher mit VM nach Abschluss des Tauchganges. Foto: Florian Uhlig

Vollmasken erfahrenen Tauchern rekrutierte. Gerade die Einsatz-, Bergungs- bzw. Rettungstaucher der verschiedenen Hilfsorganisationen trainieren häufig mit Vollmasken, was ihnen auch eine gewisse Vertrautheit und Gewohnheit im Vollmaskentauchen verschafft. Für Personen, die eher wenig Erfahrung im Umgang mit Vollmasken haben, ist es durchaus denkbar, dass ein Tauchgang mit nicht sicher beherrschtem Equipment zu mehr Stress führt. Dies birgt die Gefahr von durch Unachtsamkeit hervorgerufener Fehler und könnte mit konsekutiven tauchgangsassozierten Zwischenfällen bis hin zum unkontrollierten Notaufstieg mit ggf. resultierendem Tauchunfall einhergehen.

FAZIT

Der gewissenhafte und reflektierte Einsatz von Vollmasken als Atemanschluss bei Kaltwassertauchgängen kann Taucher vor der Entwicklung einer milden Hypothermie wahrscheinlich zusätzlich zum adäquaten Tauchanzug schützen. Das Wohlbefinden kann gesteigert und das Kälteempfinden gesenkt werden. Insgesamt ist also eine Risikoreduktion zur Ausbildung eines Tauchunfalls durch Vollmaskenanwendung möglich.

Florian Uhlig, f.d. Autoren

LITERATURVERZEICHNIS

1. Burton AC: Human calorimetry. J Nutrit 9: 261-80 (1935)
2. Choi JK, Miki K, Sagawa S und Shiraki K: Evaluation of mean skin temperature formulas by infrared thermography. Int J Biometeorol 41: 68-75 (1997)
3. DGUV: GUV-Regel - Tauchen mit Leichttauchgeräten in Hilfeleistungsunternehmen. Juli 2002 (2002)
4. DIN: Atemgeräte - Autonome Leichttauchgeräte mit Druckluft - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung prEN 250:2012. 2012-06 (2012)
5. Kempainen RR und Brunette DD: The evaluation and management of accidental hypothermia. Respir Care 49: 192-205 (2004)
6. Levett DZ und Millar IL: Bubble trouble: a review of diving physiology and disease. Postgrad Med J 84: 571-8 (2008)
7. Mosteller RD: Simplified calculation of body-surface area. N Engl J Med 317: 1098 (1987)
8. Muth CM, Shank E, Hauser B, Radermacher P, Groger M und Ehrmann U: Infrared ear thermometry in water-related accidents-not a good choice. J Emerg Med 38: 417-21 (2010)
9. Paun-Schuepp R, Schuepp J und Baenziger O: Changes in lung function and oxygen saturation after cold fresh water scuba dives in healthy recreat. divers. International Conference on Diving and Hyperbaric Medicine, Graz, Austria (2008)
10. Puhakka K, Anttonen H, Niskanen J und Ryhanen P: Calculation of mean skin temperature and changes in body heat content during paediatric anaesthesia. Br J Anaesth 72: 548-53 (1994)
11. Ramanathan NL: A New Weighting System for Mean Surface Temperature of the Human Body. J Appl Physiol 19: 531-3 (1964)
12. Winkler BE, Tetzlaff K, Muth CM und Hebestreit H: Pulmonary function in children after open water SCUBA dives. Int J Sports Med 31: 724-30 (2010)

Tabelle 1

Gemessene Temperaturen vor dem Anziehen und nach dem Ablegen des Tauchanzuges. Angaben im Format: Mittelwert $\pm$ Standardabweichung (Minimum; Maximum); p = p-Wert gem. Statistischer Analyse, * = $p < 0,05$ ** = $p < 0,01$

		Vollmaske	Tauchmaske	p
Tympanal	Vor Anziehen [°C]	36,8 $\pm$ 0,5 (35,5; 37,7)	36,7 $\pm$ 0,5 (35,7; 37,8)	0,82
	Nach Ablegen [°C]	35,3 $\pm$ 0,7 (34,1; 36,8)	34,9 $\pm$ 0,7 (33,8; 36,4)	0,01*
	Absolute Änderung [°C]	-1,5 $\pm$ 0,6 (-3,0; -0,2)	-1,8 $\pm$ 0,6 (-3,1; -0,8)	<0,01**
	Relative Änderung [%]	-4,0 $\pm$ 1,7 (-8,0; -0,5)	-5,0 $\pm$ 1,7 (-8,3; -2,2)	0,01*
Oral	Vor Anziehen [°C]	36,1 $\pm$ 0,6 (34,9; 37,1)	36,2 $\pm$ 0,5 (35,4; 37,2)	0,36
	Nach Ablegen [°C]	35,4 $\pm$ 0,4 (34,4; 35,9)	35,0 $\pm$ 0,6 (34,0; 36,4)	0,02*
	Absolute Änderung [°C]	-0,7 $\pm$ 0,5 (-1,6; 0,1)	-1,2 $\pm$ 0,6 (-2,4; -0,3)	<0,01**
	Relative Änderung [%]	-2,0 $\pm$ 1,5 (-4,4; 0,3)	-3,3 $\pm$ 1,6 (-6,5; -0,8)	<0,01**
Sternum	Vor Anziehen [°C]	32,3 $\pm$ 1,3 (29,0; 34,5)	32,3 $\pm$ 1,2 (28,9; 34,0)	0,91
	Nach Ablegen [°C]	29,1 $\pm$ 1,0 (26,2; 30,7)	29,3 $\pm$ 2,1 (23,0; 32,2)	0,64
	Absolute Änderung [°C]	-3,3 $\pm$ 1,2 (-5,3; -1,0)	-3,0 $\pm$ 1,9 (-7,5; 1,1)	0,51
	Relative Änderung [%]	-10,0 $\pm$ 3,6 (-16,6; -3,4)	-9,3 $\pm$ 6,0 (-22,1; 3,6)	0,56
Oberarm	Vor Anziehen [°C]	31,7 $\pm$ 1,0 (29,7; 33,1)	31,6 $\pm$ 1,2 (29,9; 33,3)	0,89
	Nach Ablegen [°C]	29,0 $\pm$ 1,4 (27,0; 32,6)	28,7 $\pm$ 1,3 (25,7; 30,5)	0,50
	Absolute Änderung [°C]	-2,7 $\pm$ 1,2 (-5,0; -0,2)	-2,9 $\pm$ 1,7 (-7,2; -0,1)	0,63
	Relative Änderung [%]	-8,5 $\pm$ 3,8 (-15,3; -0,6)	-9,1 $\pm$ 5,0 (-21,8; -0,3)	0,66
Ober-schenkel	Vor Anziehen [°C]	30,0 $\pm$ 1,5 (26,8; 32,8)	29,5 $\pm$ 1,4 (26,4; 31,8)	0,19
	Nach Ablegen [°C]	26,5 $\pm$ 2,0 (23,2; 30,2)	26,0 $\pm$ 1,8 (22,2; 29,5)	0,09
	Absolute Änderung [°C]	-3,5 $\pm$ 1,9 (-7,1; 0,3)	-3,5 $\pm$ 1,6 (-6,8; -0,7)	0,96
	Relative Änderung [%]	-11,6 $\pm$ 6,2 (-23,4; 1,1)	-11,9 $\pm$ 5,2 (-23,4; -2,4)	0,75
Wade	Vor Anziehen [°C]	31,1 $\pm$ 1,3 (27,2; 33,0)	31,3 $\pm$ 0,9 (29,6; 32,9)	0,58
	Nach Ablegen [°C]	26,6 $\pm$ 1,9 (22,2; 30,5)	26,3 $\pm$ 1,8 (23,4; 30,9)	0,16
	Absolute Änderung [°C]	-4,5 $\pm$ 1,3 (-7,1; -2,0)	-5,0 $\pm$ 1,4 (-8,3; -2,0)	0,03*
	Relative Änderung [%]	-14,4 $\pm$ 4,3 (-23,3; -6,2)	-15,9 $\pm$ 4,5 (-25,9; -6,1)	0,02*
Stirn	Vor Anziehen [°C]	31,3 $\pm$ 1,3 (28,7; 34,9)	31,5 $\pm$ 1,4 (29,3; 34,9)	0,67
	Nach Ablegen [°C]	29,8 $\pm$ 1,3 (26,8; 32,5)	29,1 $\pm$ 1,5 (23,8; 31,0)	0,06
	Absolute Änderung [°C]	-1,5 $\pm$ 1,9 (-5,0; 1,0)	-2,4 $\pm$ 1,8 (-6,2; 1,1)	0,06
	Relative Änderung [%]	-14,4 $\pm$ 4,3 (-23,3; -6,2)	-7,5 $\pm$ 5,7 (-20,7; 3,8)	0,06
Perioral	Vor Anziehen [°C]	32,7 $\pm$ 1,4 (29,0; 34,6)	32,4 $\pm$ 1,6 (28,1; 34,8)	0,62
	Nach Ablegen [°C]	28,8 $\pm$ 2,5 (20,6; 32,1)	28,8 $\pm$ 2,3 (21,7; 32,4)	0,98
	Absolute Änderung [°C]	-3,8 $\pm$ 2,1 (-10,3; -1,2)	-3,6 $\pm$ 2,5 (-9,8; 2,1)	0,72
	Relative Änderung [%]	-11,7 $\pm$ 6,6 (-33,3; -3,9)	-11,0 $\pm$ 7,8 (-31,1; 7,1)	0,70

Tabelle 2

Berechnete Temperaturen und abgeleitete Energiewerte vor dem Anziehen und nach dem Ablegen des Tauchanzuges. Angaben im Format: Mittelwert $\pm$ Standardabweichung (Minimum; Maximum); BMI = Körpermasseindex, KG = Körpergewicht, KÖF = Körperoberfläche, MBT = mittlere Körpertemperatur, MST = mittlere Hauttemperatur, p = p-Wert gem. Statistische Analyse, Δ BHC = Veränderung des Körperwärmegehalts, * = $p < 0,05$ ** = $p < 0,01$

		Vollmaske	Tauchmaske	p
MST	Vor Anziehen [°C]	31,4 $\pm$ 1,0 (29,5; 33,3)	31,3 $\pm$ 0,9 (28,9; 33,0)	0,67
	Nach Ablegen [°C]	28,0 $\pm$ 1,3 (25,3; 31,0)	27,8 $\pm$ 1,4 (24,5; 30,7)	0,51
	Absolute Änderung [°C]	-3,4 $\pm$ 1,1 (-5,3; -1,6)	-3,5 $\pm$ 1,1 (-6,6; -1,7)	0,61
	Relative Änderung [%]	-10,8 $\pm$ 3,5 (-17,2; -5,0)	-11,1 $\pm$ 3,5 (-20,3; -5,5)	0,56
MST/KG	Absolute Änderung [°C/kg]	0,0 $\pm$ 0,0 (-0,1; 0,0)	0,0 $\pm$ 0,0 (-0,1; 0,0)	0,52
	Relative Änderung [%]	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,2; -0,1)	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,2; -0,1)	0,50
MST/BMI	Absolute Änderung [°C*m2/kg]	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,2; -0,1)	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,3; -0,1)	0,56
	Relative Änderung in[%]	-0,4 $\pm$ 0,1 (-0,6; -0,2)	-0,4 $\pm$ 0,1 (-0,8; -0,2)	0,54
MST/KÖF	Absolute Änderung [°C/m2]	-1,7 $\pm$ 0,5 (-2,6; -0,9)	-1,7 $\pm$ 0,5 (-3,1; -0,8)	0,55
	Relative Änderung [%]	-5,3 $\pm$ 1,5 (-7,9; -2,9)	-5,5 $\pm$ 1,5 (-9,6; -2,7)	0,52
MBT	Vor Anziehen [°C]	34,4 $\pm$ 0,6 (33,4; 35,6)	34,5 $\pm$ 0,5 (33,4; 35,4)	0,72
	Nach Ablegen [°C]	32,7 $\pm$ 0,6 (31,6; 33,9)	32,4 $\pm$ 0,5 (31,3; 33,5)	0,08
	Absolute Änderung [°C]	-1,7 $\pm$ 0,5 (-2,7; -0,9)	-2,0 $\pm$ 0,5 (-3,7; -1,5)	0,01*
	Relative Änderung [%]	-4,9 $\pm$ 1,4 (-7,6; -2,5)	-5,8 $\pm$ 1,3 (-10,4; -4,4)	0,01*
MBT/KG	Absolute Änderung [°C/kg]	0,0 $\pm$ 0,0 (0,0; 0,0)	0,0 $\pm$ 0,0 (0,0; 0,0)	<0,01**
	Relative Änderung in[%]	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,1; 0,0)	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,1; 0,0)	<0,01**
MBT/BMI	Absolute Änderung [°C*m2/kg]	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,1; 0,0)	-0,1 $\pm$ 0,0 (-0,1; -0,1)	<0,01**
	Relative Änderung in[%]	-0,2 $\pm$ 0,1 (-0,3; -0,1)	-0,4 $\pm$ 0,1 (-0,8; -0,2)	<0,01**
MBT/KÖF	Absolute Änderung [°C/m2]	-0,8 $\pm$ 0,2 (-1,3; -0,5)	-1,0 $\pm$ 0,3 (-1,7; -0,7)	<0,01**
	Relative Änderung [%]	-2,4 $\pm$ 0,7 (-3,6; -1,4)	-2,9 $\pm$ 0,8 (-4,9; -2,2)	<0,01**
Δ BHC	Absolute Änderung [J]	-502,0 $\pm$ 195,9 (-881,7; -202,9)	-588,9 $\pm$ 157,6 (-1105,8; -425,1)	0,02*
Δ BHC/KG	Absolute Änderung [J/m2]	-5,9 $\pm$ 1,8 (-9,2; -3,1)	-7,0 $\pm$ 1,6 (-12,7; -5,2)	0,01*
Δ BHC/BMI	Absolute Änderung [J/(kg*m2)]	-18,7 $\pm$ 6,3 (-31,2; -9,7)	-22,3 $\pm$ 5,9 (-44,4; -16,4)	0,01*
Δ BHC/KÖF	Absolute Änderung [J/m2]	-245,0 $\pm$ 82,1 (-415,1; -111,2)	-290,2 $\pm$ 64,3 (-519,9; -209,3)	0,01*

Tabelle 3

Gemessene Temperaturen direkt vor und nach dem Tauchgang mit angelegtem Tauchanzug. Angaben im Format: Mittelwert $\pm$ Standardabweichung (Minimum; Maximum); TG = Tauchgang, p = p-Wert gem. Statistische Analyse, * = $p < 0,05$ ** = $p < 0,01$

		Vollmaske	Tauchmaske	p
Tympanal	Vor TG [°C]	36,8 $\pm$ 0,6 (35,5; 37,6)	37,0 $\pm$ 0,5 (36,0; 38,2)	0,20
	Nach TG [°C]	35,2 $\pm$ 0,7 (34,2; 36,8)	34,7 $\pm$ 0,6 (33,8; 35,9)	<0,01**
	Absolute Änderung [°C]	-1,7 $\pm$ 0,8 (-2,8; 0,0)	-2,3 $\pm$ 0,7 (-3,6; -1,1)	<0,01**
	Relative Änderung [%]	-4,5 $\pm$ 2,1 (-7,5; 0,0)	-6,2 $\pm$ 1,7 (-9,6; -3,0)	<0,01**
Oral	Vor TG [°C]	36,1 $\pm$ 0,5 (35,1; 37,0)	36,3 $\pm$ 0,4 (35,6; 37,1)	0,13
	Nach TG [°C]	35,1 $\pm$ 0,6 (33,5; 36,2)	34,6 $\pm$ 0,5 (33,6; 35,5)	<0,01**
	Absolute Änderung [°C]	-1,0 $\pm$ 0,7 (-2,2; 0,4)	-1,7 $\pm$ 0,4 (-2,4; -1,0)	<0,01**
	Relative Änderung [%]	-2,7 $\pm$ 2,1 (-6,0; 1,1)	-4,6 $\pm$ 1,0 (-6,5; -2,7)	<0,01**
Stirn	Vor TG [°C]	31,3 $\pm$ 1,3 (28,7; 34,9)	31,5 $\pm$ 1,4 (29,3; 34,9)	0,67
	Nach TG [°C]	28,0 $\pm$ 1,3 (25,5; 30,7)	26,2 $\pm$ 2,0 (20,5; 28,9)	<0,01**
	Absolute Änderung [°C]	-3,3 $\pm$ 1,6 (-6,3; -0,7)	-5,3 $\pm$ 2,5 (-9,5; -1,1)	<0,01**
	Relative Änderung [%]	-10,5 $\pm$ 4,8 (-19,8; -2,4)	-16,8 $\pm$ 7,7 (-31,7; -3,7)	<0,01**
Perioral	Vor TG [°C]	32,7 $\pm$ 1,4 (29,0; 34,6)	32,4 $\pm$ 1,6 (28,1; 34,8)	0,62
	Nach TG [°C]	24,7 $\pm$ 2,6 (20,5; 29,1)	24,7 $\pm$ 3,3 (17,4; 31,2)	0,95
	Absolute Änderung [°C]	-8,0 $\pm$ 2,5 (-13,6; -3,0)	-7,7 $\pm$ 3,4 (-14,1; 1,5)	0,64
	Relative Änderung [%]	-24,4 $\pm$ 7,5 (-39,7; -9,3)	-23,6 $\pm$ 10,5 (-44,8; 5,1)	0,68



16. Tauchmedizinisches Seminar Mallorca

vom 23.10. bis 30.10. 2016



- Ort:** Hotel Palmira Beach, Paguera; Tauchbasis ZOEa, Santa Ponsa
- Lehrgangsleitung:** Dr. Wolfgang Hühn (Diving & Hyperbaric Medicine Consultant (GTÜM e.V.))
- Nähere Auskünfte:** Gunter Schendel, seminar@tauchfreunde-lahndill.de Tel: +49 172 3838656
- Zertifizierung:** 16 GTÜM-Refresherpunkte, 71 CME- Punkte (LÄKH 2015)
- Leistungspaket:** Lehrgangs- und Zertifizierungsgebühr (1200.-€) , Tauchen, Flug, Übernachtung/Frühstück, Mittagsverpflegung, Seminargetränke
Flughafentransfer, Inseltransfers (Gesamtkosten: 2570.-€)

Official Summary of the Autopsy Reports Following the Death of Nicholas Mevoli



This article is an official AIDA document

AIDA (Association Internationale pour le Développement de l'Apnée) was born in 1992 from the necessity of having an international body to homologate the achievements in the sport of freediving. It is a non-profit organisation run with passion by freedivers for freedivers and covers today 60 nations from all continents. As the freediving performances are increasing above the levels of understanding in today's physiology, we are collaborating with researchers for scientific studies and striving to make the sport safer through education.

www.aidainternational.org

During the Vertical Blue competition on Long Island, Bahamas on the 17th of November 2013 at approximately 12.30 pm, Nicholas Lawrence Mevoli III made a competition dive in the discipline 'constant weight no fins' to a depth of 72 meters. After ascending from depth and reaching the surface he showed signs of respiratory distress which developed into respiratory arrest. Resuscitative efforts were unsuccessful and he was brought to the nearest hospital. His life could not be saved. Nicholas was pronounced dead in the Deadmans Cay Clinic, Long Island, Bahamas on the 17th of November 2013 at 1.48 pm.

Two autopsies were conducted. The primary autopsy was carried out on the 20th of November 2013 by Dr. Caryn O Sands, pathologist at the Rand Pathology

Laboratory, Princess Magret Hospital. A second, private autopsy was conducted on the 30th of July 2014 by MGF Gilliland, Brody School of Medicine. The autopsy reports were shared with the diving community, AIDA International, with the kind agreement of the family.

This is a short summary of the relevant findings of the autopsy reports. For information on the accident analysis and resuscitation attempts, please see previous reports.

Results

The results of the two autopsies were coherent and conclusive. The cause of death was found to be pulmonary hemorrhage due to barotrauma. Blood was found inside the alveoli and areas of patchy alveolar enlargement were found. Gross and microscopic examination of the respiratory system identifies the source of the blood as leak from the capillaries at the periphery of the lungs. Other components of the respiratory system show no evidence of injury.

There was also evidence of recurrent hemorrhage. Macrophages containing hemosiderin, an iron containing molecule found in red blood cells, was found inside the alveoli and is evidence of previous hemorrhage. Other signs of old damage were fibrous repair as well as interstitial fibrosis, suggesting healing of previous

damage. There were no signs of acute capillaritis or diffuse alveolar damage, two common reasons for pulmonary hemorrhage associated with illness.

The right ventricle of the heart was found to be mildly hypertrophic. Also arterial fibrointimal thickening was present. This finding is consistent with pulmonary hypertension.

Mild chronic obstructive pulmonary disease was also found as a preexisting condition.

Discussion

The autopsies conclude that Nicholas Mevoli was in good overall health prior to the dive with no preexisting acute or chronic diseases contributing to the accident. The cause of death was pulmonary hemorrhage due to barotrauma, among divers commonly referred to as 'squeeze'. It was evident from the examinations that he had squeezed on several occasions before his fatal dive. Reports and video evidence show bleeding from the airways on the fatal dive as well as during a dive on November 15th, just 2 days prior.

Based on review of both the video of the dive and resuscitation as well as the study of his lung tissue, it appears that Nick had damaged his lung tissue to a point where he had reduced his reserve capacity. The recurrent and chronic changes to his lungs are important in that the chronic damage diminished his ability to tap into his reserve and to recover on his own after a long and stressful dive. The amount of blood that Nick extruded from his mouth on his last dive was not significant enough to explain fully the cause of his respiratory collapse. It was his inability to recover from such a hypoxic and stressful dive that sent him into respiratory distress. He did not have enough healthy tissue in his lungs to quickly reverse the profound hypoxia that he had developed after such a long and stressful breath hold. If you can't reverse that hypoxia by breathing on your own, then you will descend into loss of consciousness and eventually respiratory arrest.

Abbildung 1

Das Foto dient nur zur Illustration dieses Artikels zum Apnoetauchen, es zeigt nicht Nicholas Mevoli sondern den Apnoe-Athleten Alexandru Russu (Rumänien) während der AIDA World Championship 2014 in Sardinien bei einem Versuch in der Disziplin „Constant Weight“ in ca. 40 Meter Tiefe. Foto: Daan Verhoeven

People that have pulmonary fibrosis often have resulting pulmonary hypertension and right ventricular hypertrophy that develops over time. The pressure changes are seen across the entire circuit so if you have increased pressure in the lung capillaries in order to drive the exchange of gases across a thickened blood-gas barrier then there is also increased pressure within the right heart chambers. This increased pressure over time causes the muscle layer in the arterial capillaries, as well as the right ventricle, to thicken in order to pump the blood under a higher pressure circuit. Nick Mevoli had evidence of pulmonary fibrosis, therefore you could expect to see pulmonary hypertension and right ventricular hypertrophy. These last 2 findings suggest that he had this fibrosis over a time frame long enough to cause these changes. These changes are a contributing factor and suggestive of chronic lung damage leading to a loss of reserve which lead to his inability to recover his breath on his own which required external support in the form of oxygen and positive end-expiratory pressure (PEEP).

After this accident AIDA International started a project to improve the safety standards on the platform, a work still in progress. Quality standards on medical equipment as well as on medical personnel are being incorporated in the rules. Rule changes have also been made, giving the platform doctor and the safety team the authority to monitor athletes post-performance. This allows the doctor to stop individual athletes from further competition if either signs of pulmonary barotrauma are evident or other relevant medical issues are present.

It is not totally clear why squeezes occur and genetic factors are probably one reason why some squeeze easily and others do not. The general opinion in the diving community is that 'squeeze' is a result of increasing pressure at depth and that the susceptibility of the athlete is highly individual. Adaptation, proper relaxation and training are important factors to minimize the risk of squeeze. This is why AIDA is putting a limit on depth announcements in competitions depending on recent competition or training results.

Funded by AIDA International, a small pilot study on squeezes and O₂-saturation has recently been conducted by Prof. Erika Shagatay and is ready for publication. Scientific reports from Dr. Dahlström and Dr. Hollowell are also ongoing. Further research

and discussion on the subject is needed and warmly welcomed.

This was the first fatal accident in a competition sanctioned by AIDA International. The diving community was left in shock and sorrow and is still recovering. Finally, as a reminder, we kindly ask every diver to dive with responsibility and to listen to their body to prevent future cases like this.

www.aidainternational.org

References

- Official autopsy report; Dr. Caryn O Sands, pathologist, Rand Pathology Laboratory, Princess Margaret Hospital.
- Private autopsy report; MGF Gilliland MD, Brody School of Medicine

Abbildung 1 (rechte Seite)

Kandholodoo, Malediven: Es schaut so aus, als wäre hier jemand in das Boot gestolpert. Tatsächlich macht hier ein Matrose gerade gemütlich seine Siesta. (Foto: B. Haberfellner)

Reisemedizinische Sprechstunde

Die Reisemedizinische Beratung

Was ist wichtig für eine gute Reisevorbereitung?
Welche Hürden und Fallstricke bestehen?
Ein Überblick über Unfälle, Durchfälle- und Sonstiges

Vorbereitung

Bei der Beratung spielen folgende Aspekte eine wichtige Rolle:

- Welche **Aktivitäten** sind geplant?
- Welche **Reisezeit?** z.B. Monsun- bzw. Regenzeit

Autor

Dr. Bernhard Haberfellner
Facharzt für spezifische
Prophylaxe u. Tropenmedi-
zin, Allgemeinmedizin
Johann-Konrad-Vogel-
straße 6
4020 Linz

haberfellner@tropenarzt.at
www.tropenarzt.at



und damit die Wahrscheinlichkeit für durch Mücken übertragene Krankheiten.

- Welche **Reiseroute?** (z.B. bestehen in Thailand zwischen dem Norden und den klassischen Badeinseln gewaltige Unterschiede hinsichtlich bestimmter Infektionsrisiken, ebenso ganz allgemein in Küstenbereichen, wobei auch hier große Unterschiede bestehen, oder in Reisanbaugebieten...).

Für den Reisenden sind ganz allgemein Sicherheitsvorkehrungen im Straßenverkehr, Spezifisches in Bezug auf Sexualkontakte, oder das richtige Verhalten in kriminellen Situationen sehr wissenswert. Das gilt auch für Notfallsituationen, wie z.B. Schlangenbisse und andere Verletzungen, bzw. Vergiftungen durch Tiere, bis hin zum richtigen Verhalten in einem vollkommen anderen Klima.

Außerdem sollte bei der Beratung der beratende Arzt durch eigene Arbeit in den Tropen die Situation vor Ort (medizinische Versorgungsmöglichkeiten) richtig einschätzen können. Dementsprechend kann er den Reisenden vor Krankheiten und anderen Risiken gezielt warnen, bzw. auch richtig abschätzen, ob Krankheiten, die in den bereisten Ländern vorkommen, überhaupt für den Einzelnen relevant sind. Dabei spielen natürlich auch Vorerkrankungen eine wichtige Rolle.



Abbildung 2

Sansibar, typisches Fischerboot. Der Autor war als Diving Medical Officer dort tätig: Viele der in der Druckkammer versorgten Patienten waren einheimische Fischer, die mit selbstkonstruiertem Gerät tauchten. Foto: B. Haberfellner

Von den Gesundheitssystemen unterschiedlicher Ländern werden spezifische Risiken für den Reisenden gemeldet. Bestimmte Krankheiten werden auch in Verteilungskarten dargestellt. Diese entstehen also aufgrund der Krankheitsmeldungen durch die Gesundheitssysteme der jeweiligen Länder an die WHO (wobei die Überwachungssysteme sehr verschiedenen sind, die Dunkelziffer von Krankheiten, also dass sie gar nicht erfasst werden können, ist im Allgemeinen riesig). Dementsprechend weisen diese Karten oft sehr große Defizite auf und sollten nur orientierend verwendet werden. Durch den internationalen Tourismus und Transport werden Krankheiten in Jetgeschwindigkeit laufend überall hin verteilt. Besonders bei Vorerkrankungen ist die Zusammenarbeit zwischen behandelnden Ärzten

und Reisemediziner wichtig. Sinnvoll (gerade bei Tauchreisen) ist auch der Zahnarztbesuch vorab.

Die Beratung ist also immer eine Balance zwischen ausreichenden Sicherheitsvorkehrungen und möglichst geringer Einschränkung. Damit erreicht man ein tolerables Risiko.

Neben den gängigen Impfungen (deren Auffrischungsintervalle bedacht werden sollten), sollte ganz besonders der Schutz vor sog. „Kinderkrankheiten“, die im Erwachsenenalter sehr viel schwerer mit fatalen Folgen verlaufen können, wie **Masern**, **Mumps**, **Röteln**, oder **Varizellen**, **Keuchhusten** und natürlich auch **Hepatitis A** und **B** gegeben sein. Dabei sind einerseits für bestimmte Gebiete besondere Impfungen notwendig (z.B. **Typhus** oder

Japan B Encephalitis), andererseits bei bestimmten Medikamenten sinnvoll (**Cholera**-Schluckimpfung bei Personen, die wegen Magenproblemen/Reflux säurehemmende Medikamente einnehmen müssen. Diese zweimalige Schluckimpfung schützt nämlich auch vor *Escherichia coli*, dem Haupterreger von **Reisedurchfall**).

Präventiv sind eine gute Nahrungsmittelhygiene (gut durchgekochte und geschälte Speisen) und Händehygiene essentiell, die wichtigste Maßnahme beim Reisedurchfall ist die Flüssigkeitszuführung mit Elektrolyten (ORS). Manchmal, wenn das Gesundheitsrisiko durch eine Impfung die Gefahr des Infektionsrisikos übersteigt (Beispiel: **Gelbfieber**-Impfung), ist ein Impfbefreiungszeugnis sinnvoll, wobei aber betont werden muss, dass dieses bei der Einreise nicht unbedingt von den Behörden akzeptiert wird. Daneben sollte man auch die **Grippe**-Impfung bedenken, v.a. auf Flughäfen ist man hier gefährdet (Vielflieger).

Sehr viele der beliebten Tauchgebiete (außer man taucht auf Neuseeland, in der Antarktis, oder auf einigen Inseln im Südpazifik) liegen in entlegenen Gegenden, bzw. in Ländern, wo man im Falle eines Bisses nicht rasch genug an **Tollwut**-Impfstoffe kommt. Deshalb ist es auf jeden Fall sinnvoll sich präventiv

(dreimalige aktive Impfung, wobei es hier, zeitlich gesehen, unterschiedliche Schemata gibt) vor Tollwut zu schützen.

Während der Reise

- Unfälle, Durchfälle und Sonstiges

Im Krankheitsfall, bei Naturkatastrophen oder plötzlich und überraschend gehäuftem Auftreten von Krankheiten in einem Gebiet, auf die man sofort reagieren muss, sollte eine Kommunikationsmöglichkeit (Email usw.) zwischen dem Reisenden und dem Reisemediziner gewährleistet sein. Beispiel: **Virale Hämorrhagische Fieber**. Im Regelfall reagieren die Medien erst verspätet auf derartige Katastrophen. Deshalb sollte der beratende Arzt in unterschiedliche Informationssysteme eingebunden sein, um zeitgerecht handeln zu können.

Bei der Reisemedizinischen Beratung biete ich allen die ich berate an, mich bei Bedarf jederzeit direkt zu kontaktieren: Oft kann man, z.B. aufgrund eines Fotos, das man leicht und heutzutage beinahe von überall schnell und problemlos mailen kann, mittels kurzer, prägnanter Hintergrundinformation und Blickdiagnose rasch die richtigen Schritte einleiten. Beispiele: **Tungiasis** (Sandfloh), oder **Larva**



Abbildungen 3 und 4

Ein Fischer auf Kuramathi, Malediven, zog sich beim an Bord bringen eines Schwertfisches den rostigen Haken in die Hand ein. Der Autor war als Diving Medical Officer zu dieser Zeit auf der Insel und konnte ihn medizinisch versorgen. Fotos: B. Haberfellner



Abbildung 5

Patientin nach Ihrer Rückkehr aus Honduras: Der „Misser“ hat sich bei näherer Untersuchung als Fliegenmadenerkrankung (Myiasis) herausgestellt. Therapie der Wahl: Vaseline auf das Atemrohr der Made streichen, wodurch diese weiter herauskommt und am Folgetag entfernt werden kann. Einige Arten haben Hakenkränze, diese müssen meist herausgeschnitten werden, andere können mühelos mit einer Pinzette herausgezogen werden. Tetanusimpfschutz beachten! Foto: B. Haberfellner



Abbildung 6

Typisch für Rickettsiosen sind (neben hohem Fieber) Kopf- und Gliederschmerzen und eine großflächige Hautrötung, das „Eschar“. Dabei kommt es im Zentrum der Läsion zu einem Absterben (Schwarzwerden) des Gewebes. Die Therapie erfolgt wie bei der Borreliose mit Doxycyclin. Der Patient kam nach einer Buschsafari aus Afrika. Er berichtete über Zeckenstiche. In diesem Fall handelt es sich um das Afrikanische Zeckenstichfieber. Foto: B. Haberfellner

migrans cutanea (durch Hakenwürmer von Tieren, der Mensch ist also eigentlich ein Fehlwirt: In verschmutzten Gebieten nicht Barfuss gehen!), **Myiasis** (Fliegenmadenerkrankung, s. Abbildung 5). Bei all diesen Ektoparasitosen ist ein ausreichender **Tetanus**-Impfschutz wichtig. Oder **Eschar/Tache noire** bei **Rickettsiosen** (wie dem **Afrikanischen Zeckenstichfieber**, s. Abbildung 6), oder dem klassischen Hautausschlag beim **Dengue-Fieber** usw.

Bei Notfällen in den Tropen unterschätzt man häufig den extrem schnellen Wärmeverlust. Es lohnt sich immer im Vorhinein Notfallszenarien durchzuspielen, z.B.: Wie weit entfernt ist die nächste Druckkammer? Strukturierte Abläufe sollten vorab durchdacht sein (Kommunikations-Möglichkeiten...).

Unfälle werden bei Reisen häufig unterschätzt und eine wichtige Aufgabe der Reisemedizinischen Sprechstunde ist es die Vorsorgemaßnahmen zu erläutern. Neben Verkehrsunfällen verunglücken vor allem junge Reisende häufig durch Ertrinken. Eine adäquate Versicherung, die auch die Kosten im Land abdeckt, sollte abgeschlossen werden.

Gerade durch die extreme UV-Strahlung in den Tropen kommt es häufig zu Hautirritationen. Neben dem klassischen **Sonnenbrand** zur **Berloque-Dermatitis**: Parfumhaltige Körperlotionen führen durch die Einwirkung von intensivem/ tropischen UV-Licht zu phototoxischen Hautirritationen (oft zeitlich verzögertes Auftreten). Oft kommt es auch zu **Miliaria rubra** („Hitzepickel“). Beim **Sonnenbrand**, der seinen Höhepunkt erst nach 12-24 Stunden erreicht, sollte jede weitere Exposition vermieden werden, kühlende Umschläge und entzündungshemmende Lotionen sind hilfreich.

In diesem Zusammenhang wichtig ist natürlich auch der **Sonnenstich** (Reizung der Hirnhäute), der lebensbedrohlich sein kann und das richtige Reagieren darauf: Sofort den Patienten in den Schatten bringen, kühlende (nasse) Handtücher in die Leisten und Achselhöhlen, wenn möglich trinken lassen, sonst intravenös Flüssigkeit geben. Neben den allgemein bekannten Risiken der übermäßigen Sonnenbestrahlung hinsichtlich Hautkrebs ist die totale Vermeidung, wie gerade eine rezente Skandinavische Studie [1] zeigt, ebenso nachteilig.

Dehydratation (Verlust von Körperflüssigkeit): Schon die Abnahme von 1% des Körpergewichtes (Körperwasser) führt zu messbaren Verschlechterungen von Leistungsparametern. Dabei muss man auch die Evaporation (Verdunstung) bedenken. Wichtig ist es also ganz besonders in den Tropen vor dem Tauchen ausreichend zu trinken.

- Reiseapotheke

Zur Reiseapotheke ist zu sagen: Man sollte immer nur das mitnehmen, womit man auch sicher gut umgehen kann und sich vor allem in entlegenen Gebieten auf keine Experimente einlassen. Ebenso wichtig ist es, falls man bestimmte Medikamente oder Kanülen mitführt, ein persönliches Attest (mit Stempel), in Englisch und den Landessprachen mitzuführen. Medikamentenfälschungen sind extrem häufig!

Nach der Reise

Immer öfter werden multiresistente Keime (also Erreger, gegen die kaum mehr Medikamente wirken) importiert. Das resultiert aus der Tatsache, daß in vielen Ländern zu früh und unbedacht Antibiotika verwendet werden.

Neben tropenspezifischen Krankheiten (z.B. **Melioidose**, eine bakterielle Infektionskrankheit, die oft erst nach sehr langer Zeit zu Symptomen führt, weshalb sie auch „Tropische Zeitbombe“ genannt wird) sollte bei der Abklärung von kranken Tropenrückkehrern, nach Ausschluss der potentiell tödlichen Krankheiten (insbesondere **Malaria**) nicht automatisch nur an Tropenkrankheiten, sondern auch an banale, überall vorkommende Infektionen gedacht werden.

Fazit

In der Reisemedizinischen Sprechstunde werden, neben den Impfungen (sind die Routineimpfungen komplett?), die Infektionsprävention (Expositionsprophylaxe, also das richtige Anwenden von Moskitoschutzmitteln, Mückennetzen, Kleidung...), die für den Einzelnen richtige Chemoprophylaxe (entweder Malariaprophylaxe, oder notfallmäßige Selbstmedikation, je nach Region, Reiseverlauf usw.) im Detail durchgesprochen. Hier bestehen diverse Interaktionen mit anderen Medikamenten, einige Medikamente müssen entsprechend den veränderten Zeitzonen anders eingenommen werden. Bestimmte Malaria-medikamente sind bei bestimmten Vorerkrankungen

streng kontraindiziert (z.B. Lariam® bei Epilepsie oder Depressionen).

Grundsätzlich ist Atovaquon/Proguanil (z.B. Malariatrene®, oder Generika) das am besten geeignete Malariamedikament für Taucher, natürlich gibt es aber auch hier Vorerkrankungen, bei denen auf ein anderes Medikament zurückgegriffen werden muss.

Neben den „Grundweisheiten“ der Reisemedizin (Nahrungsmittelhygiene, Unfallvermeidung, Schutz vor Infektionen, Parasiten ...), ist die Reisemedizinische Beratung mit allen dabei gegebenen Empfehlungen und Risikoabschätzungen sehr individuell. Sie hängt stark von der Erfahrung des Reisemediziners und der Tropen- und Reise-Erfahrung des Reisenden ab. Wichtig ist eine schnelle Kommunikation (via Internet etc.) zu ermöglichen und den Heimkehrer bei Bedarf fachgerecht untersuchen (wann ist welche Untersuchung überhaupt sinnvoll) und therapieren zu können.

Reisen bedeutet natürlich ein Risiko, aber auch Daheimbleiben ist gefährlich...

Bernhard Haberfellner

Weiterführende Informationen

1. In einer dänischen Studie konnte deutlich gezeigt werden, dass bei absoluten „Sonnenvermeidern“ das Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen (z.B. Herzinfarkt) deutlich anstieg. Bekannterweise ist regelmäßige Sonnenbestrahlung für den Vitamin D-Haushalt notwendig, wobei die künstliche Vitamin D Gabe in ihrer Wirkung stark hinterfragt werden muss. Ziel sollte eine moderate Sonnenbestrahlung sein: Nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig (Vortrag Dr. Weller, Dermatologe aus Edinburgh, Schottland, auf der Nordeuropäischen Reisemedizinischen Konferenz, London, Juni 2016).
2. ISTM (International Society of Travel Medicine), <http://www.istm.org/>
3. CDC (Centers for Disease Control and Prevention), <http://www.cdc.gov/>
4. DTG (Deutsche Tropenmedizinische Gesellschaft), <http://www.dtg.org/>
5. CRM (Centrum für Reisemedizin), <https://www.crm.de/>

Weitere Quellenangaben beim Autor unter haberfellner@tropenarzt.at



GTÜM-SYMPOSIUM 2016

& Jubiläumsveranstaltung 20 Jahre Druckkammerzentrum Traunstein



AUTOR

Dr. Wilhelm Welslau •

Redaktion CAISSON •

Seeböckgasse 17 •
A-1160 Wien •

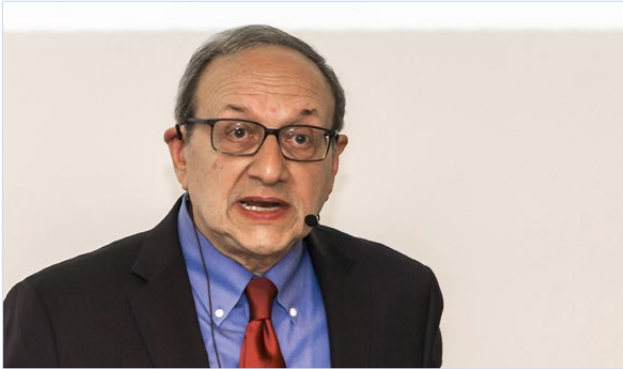
caisson@gmx.net •

Das diesjährige GTÜM-Symposium am 4. Juni in Traunstein befasste sich neben dem Schwerpunkt HBO-Therapie auch mit einigen tauchmedizinischen Themen. Über 80 Teilnehmer lauschten DI Gerhard Haux, Firmengründer der Haux-Life-Support GmbH, bei seinem Festvortrag zur ‚Geschichte der HBO-Therapie‘ - aufgrund seiner Expertise als Druckkammerhersteller naturgemäß mit technischer Schwerpunktsetzung.

Zu den HBO-Kernthemen ‚Degenerative und Entzündliche Knochen-Erkrankungen‘ konnte der international anerkannte Experte Enrico Camporesi mit mehreren State of the Art-Vorträgen gewonnen werden (Emeritus-Professor der University of South-Florida, Editor des Undersea & Hyperbaric Medicine Journal der UHMS).



DI Gerhard Haux (Foto: G. Rinneberg)



Prof. Enrico Camporesi (Foto: G. Rinneberg)

Zum Thema ‚HBO & Hüftkopfnekrose‘ (HKN) präsentierte Prof. Vezzani (Parma & San Marino) ein 13 Jahres-Follow up von 217 Patienten. Interessant war seine Erkenntnis, dass für eine definitive HKN-Therapie im Ficat-Stadium 1-3 mindestens 60 Einzelbehandlungen erforderlich seien. Die bereits deutlich früher einsetzende Schmerzreduktion und subjektive Beschwerdefreiheit kennzeichne kein geeignetes Therapieende, da es so vielfach zu Rückfällen käme.

Zum Thema ‚CO-Intoxikation & HBO‘ gab es mehrere Vorträge (Dr. Lars Eichhorn, Dr. Karin Hasmler, Prof. Vezzani). Es wurde betont, dass sich die Schwere der CO-Intoxikation und damit die Therapiebedürftigkeit nicht aus dem initialen COHb-Wert ableiten lässt. Hier war interessant zu hören, dass künftig vielleicht Bio-Marker wie TNF α und IL-10 die Schwere der Intoxikation und die Therapiebedürftigkeit in der HBO abschätzen helfen können (Prof. Vezzani).



Prof. Giuliano Vezzani (Foto: W. Welslau)



Dr. H. Mößner (Foto: G. Rinneberg)

Ein weiterer Schwerpunkt war ‚HBO bei chronischer Osteomyelitis‘. Nach einem Grundlagenvortrag von Prof. Camporesi stellte Dr. Mößner (Orthopädische Univ.-Klinik Salzburg) ein ‚Multimodales Therapiekonzept mit VAC und HBO-Therapie‘ aus Salzburg vor.

Dr. Hasmiller ergänzte die Ergebnisse der ECHM-Consensus-Konferenz vom April 2016 in Lille (F) zur HBO-Indikation chron. Osteomyelitis. Die Ergebnisse der Konsensus-Konferenz wurden nach EBM-Kriterien mit dem GRADE-Tool erarbeitet. Sie werden in der nächsten Ausgabe des Diving & Hyperbaric Medicine Journal (DHM) veröffentlicht und werden den letzten ECHM-Consensus-Report von 2004 ablösen. (In Caisson wird schnellstmöglich ein Reprint der neuen ECHM-Recommendations erfolgen, Anm. d. Red.)



GTÜM-Präsidentin Dr. Karin Hasmiller (Foto: G. Rinneberg)



Industrie-Ausstellung und Anmeldebereich des Symposiums. Im Vordergrund: Pascal Kolb, DAN Europe & Christine Haux, Haux-Life-Support (Foto: W. Welslau)

Die Organisation vor Ort und das Rahmenprogramm waren perfekt und fanden allgemeinen Anklang. Jeder Teilnehmer erhielt alle Vortrags-Präsentationen auf CD. Auch die kleine Industrieausstellung während der Pausen wurde gut angenommen.

Das gemeinsame Essen am Samstag abend wurde bei gutem Wetter direkt vor dem Lokal in angeregten Gesprächsrunden ausgiebig vor- und nachbe-

reitet ☺ Vielfach war zu hören, dass die Qualität der Vorträge dieses Symposiums den Vergleich mit internationalen Kongressen wie z.B. EUBS nicht zu scheuen brauche. Neben den oben bereits genannten Referenten daher hier auch der Dank an die weiteren Vortragenden dieses GTÜM-Symposiums (in alphabetischer Reihenfolge).

Wilhelm Welslau



Dr. Lars Eichhorn,
Universität Bonn, berichtete über seine aktuelle Auswertung der im Druckkammerzentrum Wiesbaden in den letzten Jahren behandelten CO-Intoxikationen.
(Foto: G. Rinneberg)



Dr. Claudia Haizmann,
Druckkammerzentrum Freiburg, stellte eine retrospektive Analyse der 189 Knochennekrosen und Knochenödeme vor, die von 2003 bis 2014 in den Druckkammerzentren Freiburg, Karlsruhe und Heidelberg eine HBO-Therapie erhielten.
(Foto: G. Rinneberg)



Dr. Christian Heiden,
Druckkammerzentrum Traunstein, stellte für den leider verhinderten Co-Autor Dr. T. Auberger, Strahlentherapie Klinikum Traunstein, das Krankheitsbild der Osteonekrose nach Radiotherapie der Kopf-Hals-Region und die Behandlungsmöglichkeiten mittels Hyperbarer Oxygenierung vor. (Foto: W. Welslau)



Michael Kemmerer,
Druckkammerzentrum Wiesbaden, berichtete über einen, Tauchunfall mit ungewöhnlichen Folgen': Nach einem 75 Meter tiefen Wiederholung-Tauchgang mit Luft(!) kommt es schließlich aufgrund Fehlplanung, Fehlverhalten und technischer Fehlkonfiguration (Fehlerkette) zu einem Notaufstieg mit

Magen-Ruptur und Pneumoperitoneum.
(Foto: W. Welslau)



Oliver Müller,
Ltd. Arzt des Druckkammerzentrum Friedrichshain, Berlin, zeigte die 'Tauchmedizinischen Aspekte des Technischen Tauchens' auf. Er verdeutlichte die unterschiedlichen Anforderungen des Sporttauchens und des Technischen Tauchens an den Taucher und diskutierte daraus resultierende (höhere) Anforderungen

an Tec-Taucher in der Tauchtauglichkeitsuntersuchung, wie z.B. eine routinemäßige Ergometrie auch unter 40 Jahren, sowie eine insgesamt strengere Bewertung grenzwertiger Befunde. (Foto: W. Welslau)



Prof. Kay Tetzlaff,
Universität Tübingen, machte mit seinem Vortrag 'Tauchtauglichkeit bei Asthma: Was ist der Konsens?' klar, dass im internationalen Vergleich unterschiedliche Gruppen (sowohl medizinische Fachgesellschaften als auch Sporttauchverbände) die Tauchtauglichkeit bei Asthma teilweise deutlich unterschiedlich bewerten.

Dabei finden sich auch deutlich überholte Sichtweisen. Die Checkliste Tauchtauglichkeit von GTÜM und ÖGTH orientiert sich an aktuellen internationalen Konsensbeschlüssen (GINA-Standards). (Foto: G. Rinneberg)



Prof. Andreas Koch,
Kiel-Kronshagen, berichtete über die immer weiter zurückgehende Inzidenz von 'Dysbaren Knochennekrosen durch Tauchen' aufgrund immer konservativerer Dekompressionsregeln. - In seinem Vortrag über 'Zelluläre Adaptation an HBO' berichtete er, dass DNA-Doppelstrangbrüche durch Sauerstoff-

Radikale beim Tauchen und in der HBO-Therapie bei Erst-Expositionen und nach längerer Pause gehäuft auftreten, dass regelmäßige Expositionen aber durch intrazelluläre Adaptationsmechanismen zu einer Normalisierung der Schädigungshäufigkeit führen. - Im Vortrag 'Helium in der Tauchunfallbehandlung' referierte er das Workshop-Ergebnis zu diesem Thema im Rahmen der EUBS-Jahrestagung 2015 in Amsterdam (s. Caisson Nr. 3/2015). Fazit: mit Stand heute ist keine klinische Überlegenheit von Helium-Sauerstoff-Gemischen gegenüber reinem Sauerstoff in der Druckkammerbehandlung von Tauchunfällen bewiesen. (Foto: W. Welslau)

Hyperbare Sauerstofftherapie beim Diabetischem Fußsyndrom

Stellungnahme des VDD zum IQWiG-Abschlussbericht



Autor

Dr. Christian Oest
Verband Deutscher Druck-
kammerzentren e.V. (VDD)
Geschäftsstelle:
c/o Druckkammerzentrum
Heidelberg GmbH
Vangerowstr. 18/1
69115 Heidelberg

geschaeftsstelle@vdd-hbo.de

phone: +49 (0) 62 21 - 60 26 53
fax: +49 (0) 62 21 - 60 26 55

Am 02.06.2016 hat das Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) seinen Abschlussbericht zum Thema „Hyperbare Sauerstofftherapie beim Diabetischem Fußsyndrom“ veröffentlicht.

Nachdem das IQWiG in seinem im Vorjahr veröffentlichtem Vorbericht einen Beleg für einen patientenrelevanten Zusatznutzen der HBO-Therapie beim Diabetischen Fußsyndrom (DFS) im Vergleich zu einer alleinigen Standardwundversorgung sah, redigiert das Institut seine Aussage im Abschlussbericht: Es wird nur noch ein „Anhaltspunkt für einen Nutzen“ der HBO-Therapie gesehen.

Wie kam es hierzu und wie ist dieser Sachverhalt zu bewerten?

Für den Abschlussbericht des IQWiG wurden insgesamt 9 randomisierte Studien [1-9] in die abschließende Bewertung einbezogen. Im Gegensatz zum Vorbericht von 2015 wurde nun eine erst im Februar

2016 veröffentlichte randomisiert-kontrollierte Studie von Fedorko et al. [1] berücksichtigt. Diese Arbeit zeigte keinen positiven Effekt der HBO-Therapie, weder für die Abheilung von Ulzera noch für die Indikation zur Majoramputation.

Es ist bekannt, dass das IQWiG für seine Entscheidungsfindung sehr strenge Maßstäbe der Evidence Based Medicine (EBM) anlegt und natürlich kann das Institut die Veröffentlichung von Fedorko et al. nicht ignorieren.

In der Arbeit von Fedorko et al. finden sich allerdings erhebliche Mängel: In der Patientenselektion befindet sich ein zu großer Anteil von Patienten, die ein Wagner Stadium Grad II (44,6%) aufwiesen. Bei diesen Patienten ist ein Zusatznutzen der HBO-Therapie bei konsequent durchgeführter Standardtherapie tatsächlich nicht gesichert.

Es gilt aber auch die Behandlungsrationale dieser Arbeit kritisch zu hinterfragen, da vor Beginn der HBO-Therapie eine eventuell vorliegende Gewebshypoxie im Bereich der Wunden mittels Sauerstoffpartialdruckmessung (tcpO_2) nicht überprüft wurde.

Hauptmangel ist aber die Beurteilung des Behandlungserfolges anhand einer photographischen Begutachtung: Hiermit wurde bestimmt, ob „Kriterien für eine Amputation“ erfüllt seien. Es bleibt aber unbeachtet, ob es Patienten gegeben hat, die zwar zunächst die Kriterien für eine Amputation erfüllten, aber dann doch heilten. Die tatsächlichen Amputationsraten werden in der Studie nicht erwähnt.

Eine weitere ungeklärte Frage ist, in wie weit neben der „umfassenden Wundversorgung“ auch Entlassungsmaßnahmen zur Anwendung kamen.

Auch aus diesen Gründen urteilt das IQWiG zu Recht, dass derzeit nur die Ergebnisse zum Endpunkt

Wundverschluss mit ausreichender Sicherheit interpretierbar sind. Hier zeige die Zusammenfassung der Daten einen Vorteil der HBO gegenüber der Kontrollgruppe: Im HBO-Arm war die Chance auf einen Wundverschluss fast doppelt so hoch wie im Vergleichsarm.

Aufgrund der Studie von Fedorko et al. kann das Institut in seinem Abschlussbericht allerdings keinen Beleg mehr erkennen, weswegen das IQWiG im Gegensatz zum Vorbericht von 2015 nur noch einen Anhaltspunkt für einen Nutzen der HBO-Therapie bei der Behandlung des Diabetischen Fußsyndroms sieht.

Was bedeutet das für die HBO-Therapie in Deutschland?

Insgesamt zeigen sich in den vom IQWiG bewerteten Arbeiten aller Evidenzklassen erneut konsistente Ergebnisse für die Wirkung der HBO-Therapie in Bezug auf die Wundheilung (und damit auch in der Reduktion von Major-Amputationen).

Zusammenfassend lässt sich zudem feststellen, dass die Wirksamkeit der hyperbaren Oxygenationstherapie (HBOT) beim Diabetischen Fußsyndrom international als erwiesen gilt. Die HBOT wird bei geeigneten Patienten mit einem diabetischen Fußsyndrom europa- und weltweit eingesetzt und von den jeweiligen Gesundheitssystemen refinanziert, weil sie die Lebensqualität der Betroffenen steigert und Kosten einspart.

Damit ergibt sich auch für die deutschen medizinischen Fachgesellschaften eigentlich kein Grund, geeigneten Patienten den Zugang zur adjuvanten HBO zu verwehren.

In Anbetracht der auch seit Jahren unverändert hohen Amputationszahlen beim DFS in Deutschland besteht die zwingende Notwendigkeit, jedes nachgewiesene und erprobte Mittel zur Besserung der Versorgung unserer Patienten einzusetzen. Und damit selbstverständlich die adjuvante HBOT.

Mit seinem Abschlussbericht zum Thema „Hyperbare Sauerstofftherapie bei diabetischem Fußsyndrom“ bestätigt dies nun auch das IQWiG.

Christian Oest

Literatur



Download-Link:

https://www.iqwig.de/download/N15-02_Abschlussbericht_Version1-1_Hyperbare-Sauerstofftherapie-bei-diabetischem-Fuissyndrom.pdf

1. Fedorko L, Bowen JM, Jones W, Oreopoulos G, Goeree R, Hopkins RB et al. Hyperbaric oxygen therapy does not reduce indications for amputation in patients with diabetes with nonhealing ulcers of the lower limb: a prospective, double-blind, randomized controlled clinical trial. *Diabetes Care* 2016; 39(3): 392-399.
2. Abidia A, Laden G, Kuhan G, Johnson BF, Wilkinson AR, Renwick PM et al. The role of hyperbaric oxygen therapy in ischaemic diabetic lower extremity ulcers: a double-blind randomised-controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 25(6): 513-518.
3. Doctor N, Pandya S, Supe A. Hyperbaric oxygen therapy in diabetic foot. *J Postgrad Med* 1992; 38(3): 112-114, 111.
4. Duzgun AP, Satir HZ, Ozozan O, Saylam B, Kulah B, Coskun F. Effect of hyperbaric oxygen therapy on healing of diabetic foot ulcers. *J Foot Ankle Surg* 2008; 47(6): 515-519.
5. Faglia E, Favale F, Aldeghi A, Calia P, Quarantiello A, Oriani G et al. Adjunctive systemic hyperbaric oxygen therapy in treatment of severe prevalently ischemic diabetic foot ulcer: a randomized study. *Diabetes Care* 1996; 19(12): 1338-1343.
6. Kessler L, Bilbault P, Ortega F, Grasso C, Passetard R, Stephan D et al. Hyperbaric oxygenation accelerates the healing rate of nonischemic chronic diabetic foot ulcers: a prospective randomized study. *Diabetes Care* 2003; 26(8): 2378-2382.
7. Khandelwal S, Chaudhary P, Poddar DD, Saxena N, Singh RAK, Biswal UC. Comparative study of different treatment options of grade III and IV diabetic foot ulcers to reduce the incidence of amputations. *Clin Pract* 2013; 3(1): 20-24.
8. Löndahl M, Katzman P, Nilsson A, Hammarlund C. Hyperbaric oxygen therapy facilitates healing of chronic foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care* 2010; 33(5): 998-1003.
9. Ma L, Li P, Shi Z, Hou T, Chen X, Du J. A prospective, randomized, controlled study of hyperbaric oxygen therapy: effects on healing and oxidative stress of ulcer tissue in patients with a diabetic foot ulcer. *Ostomy Wound Manage* 2013; 59(3): 18-24.

Ehrung für Dr. Christian Heiden

Im Rahmen des GTÜM-Symposiums am 14.6.2016 in Traunstein wurde der Mitorganisator des Symposiums Dr. Christian Heiden und seit 20 Jahren Chef des Druckkammerzentrum Traunstein für seine Verdienste und seinen unermüdlichen Einsatz für die HBO-Therapie in Deutschland in den letzten 20 Jahren geehrt.

Neben Blumen erhielt er eine große gravierte Plexiglasscheibe, die nach dem Ende ihres Lebenszyklus als Druckkammerfenster so eine zweite sehr schöne Aufgabe hat ☺

Wir danken Christian Heiden sehr herzlich für seine bisher geleistete Arbeit und hoffen, dass er der HBO-Szene noch lange mit Rat und Tat zur Seite steht.

Wilhelm Welslau
(im Namen vieler Kollegen aus VDD, GTÜM, ÖGTH u.a.)



Der HNO-Arzt Dr. Christian Heiden wurde im Rahmen des GTÜM-Symposiums 2016 in Traunstein für sein Engagement für die HBO-Therapie geehrt (Foto: W. Welslau)

Neubesetzung der GTÜM-Geschäftsstelle

Nach mehr als 7 Jahren kann Frau Hausmann aus persönlichen Gründen die Führung der Geschäftsstelle leider nicht mehr fortsetzen. Wir danken ihr für die langjährige, vertrauensvolle Tätigkeit und wünschen ihr für die weitere Zukunft alles Gute.

Frau Susanne Keller (s. Foto) wird unsere Geschäftsstelle weiter führen und ab sofort ihre Ansprechpartnerin sein. Da unsere Geschäftsstelle vielfältige Aufgaben bearbeitet und sämtliche Anfragen koordiniert, kann es zu Beginn evt. zu etwas längeren Bearbeitungszeiten kommen. Wir bitten um Ihr Verständnis.

Telefonnummern und Postanschrift der Geschäftsstelle ändern sich nicht (s. „Kontaktadressen GTÜM“ auf S. 50), auch die Kontoverbindung ist unverändert (s. www.gtuem.org/189). Emails und Post, die in der Übergangsphase noch an Frau Hausmann gerichtet sind,



werden von Frau Keller bearbeitet werden. Die Sprechzeiten der Geschäftsstelle sind ab sofort dienstags 9 - 11 Uhr. Wir wünschen Frau Keller einen guten Start in den neuen Aufgabenbereich.

Dr. Karin Hasmler
GTÜM-Präsidentin

Leserbriefe

zur Tauchtauglichkeit Tauchtauglichkeit bei
Kindern & Jugendlichen mit Diabetes Mellitus

Sehr geehrte Damen und Herren,

die PRO und CONTRA-Darstellungen im Caisson zur „Tauchtauglichkeit bei Kindern & Jugendlichen mit Diabetes Mellitus“ [1,2] wurden im letzten Caisson ausführlich in Leserbriefen kommentiert. Dabei sprachen sich die Autoren [3-5] für eine Tauchtauglichkeit für Kinder und Jugendliche mit Diabetes mellitus unter bestimmten Voraussetzungen aus. Offensichtlich gibt es einzelne positive Ausnahmen, wenn die Tauchausbildung in der Hand des Taucherarztes liegt. Wiewohl solche Ausnahmen natürlich von dem Taucherarzt persönlich argumentiert und verantwortet werden müssen.

Obwohl ich mich intensiv mit Diabetes und Tauchen und Tauchen von Kindern & Jugendlichen beschäftige, konnte ich für mich bisher keine ausreichende Begründung finden, von den generellen Tauchtauglichkeits-Empfehlungen von ÖGTH & GTÜM zu diesem Thema abzuweichen.

Die Einschätzung des Energieverbrauches durch Stress (Anspannung) und Auskühlung sowie die erschwerte Wahrnehmung von Hypoglykämie-Symptomen unter Wasser stellen ein grundsätzliches Risiko beim Tauchen dar, welches mit keinem Breitensport an der Oberfläche zu vergleichen ist; insbesondere weil beim Tauchen die Möglichkeit des jederzeitigen raschen Auftauchens oft nicht gegeben ist. Vor diesem Risiko sollten meiner Meinung nach Kinder & Jugendliche geschützt werden. Ich denke, dass sich die erlebnisorientierte Jugend größtenteils der Tragweite solcher Risiken nicht bewusst ist.

Taucherärztliche Aufgaben umfassen die medizinische Beurteilung der Tauchtauglichkeit, die Aufklärung über Risiken, sowie die Beratung bei gesundheitlichen Problemen beim Tauchen. Tauchlehrer sind für eine sichere Ausbildung verantwortlich, ihnen sollte keinesfalls die Verantwortung einer gesundheitlichen Beurteilung oder medizinischen Einschätzung von Zwischenfällen beim Tauchen aufgebürdet werden. Dies sollte der Taucher höchst selbst können, und da wären wir schon beim Thema Jugendliche.

AUTORIN

Dr. Roswitha Prohaska
ÖGTH-Präsidentin,
Ärztin für Allgemeinmedizin
Notärztin, Palliativmedizin
Arbeitsmedizin

Consultant for Diving &
Hyperbaric Medicine

Tel. +43 (699) 19442390
prohaska@gmx.info



Ich möchte betonen, dass tauchmedizinische Fachgesellschaften und viele einzelne Taucherärzte für Tauchsportorganisationen und Tauchvereine gerne als „unabhängige“ medizinische Berater fungieren wollen. Für Ausbildungsrichtlinien sind jedoch die Organisationen verantwortlich.

Diabetes mellitus wird in den nächsten Jahren insgesamt ein wichtiges Gesundheitsthema sein. Dies wird sich auch in weiteren Fortschritten der Wissenschaft, Diagnostik und Behandlung niederschlagen. Neue Erkenntnisse wären auch in die Tauchtauglichkeitskriterien einzubeziehen. Aktuell bleibe ich persönlich restriktiv bei der Tauchtauglichkeit von Kindern & Jugendlichen mit Diabetes mellitus.

Roswitha Prohaska

Dieser Leserbrief bezieht sich auf die folgenden im Caisson erschienen Artikel und Leserbriefe:

1. Karsten Theiß. Tauchtauglichkeit bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes Mellitus. Caisson Nr. 3/2015, S. 58-59. Link: <http://www.gtuem.org/files/336/theiss-k-tauchtauglichkeit-bei-kindernund-jugendlichen-caisson3-2015-s-58-59.pdf>
2. Roswitha Prohaska, Tauchtauglichkeit jugendlicher Diabetiker ist kritisch zu sehen! Caisson Nr. 4/2015-1/2016, S. 38-40. Link: <http://www.gtuem.org/files/352/prohaska-r-tauchtauglichkeit-jugendlicher-diabetiker-ist-kritisch-zu-sehen-caisson1-2016-s-38-40.pdf>
3. Benno Kretzschmar. Leserbrief. Caisson Nr. 2/2016, S. 58. Link: <https://www.gtuem.org/files/380/kretzschmar-b-leserbrief-caisson2-2016-s-58-59.pdf>
4. Karsten Theiß. Leserbrief. Caisson Nr. 2/2016, S. 59. Link: <http://www.gtuem.org/files/341/karsten-theiss-leserbrief-ancaisson-15-02-2016.pdf>
5. Hansjörg Mühlen. Leserbrief. Caisson Nr. 2/2016, S. 59-60. Link: <https://www.gtuem.org/files/383/muehlen-h-leserbrief-caisson2-2016-s-59-60.pdf>

Veranstaltungen der Fachgesellschaften



UHMS Annual Scientific Meeting 2016

Termin: 09. - 11. Juni 2016
Tagungsort: Las Vegas, USA

Nähere Auskünfte: www.uhms.org/annual-scientific-meeting/registration.html

Anerkannt mit 16 UE für GTÜM- und ÖGTH-Diplome I und IIa & als Kongress für Diplome IIb und III



42nd Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society (EUBS) Genf, Schweiz

Termin: 13. - 16. September 2016
Nähere Auskünfte: www.eubs2016.com
eubs2016@ch.kuoni.com

Anerkannt mit 16 UE für GTÜM- und ÖGTH-Diplome I und IIa & als Kongress für Diplome IIb und III



Symposium "Update Apnoetauchen: Medizin trifft Passion"

Termin: Samstag, 15.10.2016, 10 - 17 Uhr
Tagungsort: Bonn, Biomedizinisches Zentrum, Großer Saal
Zielgruppe: Apnoisten, Tauchmediziner und Interessierte
Nähere Informationen: folgen in Kürze auf www.gtuem.org

Anerkannt mit 8 UE als Refresher für GTÜM-Diplome I und IIa

Kursangebote

Wenn auch Sie Ihre Institution und Seminare oder Kurse im caisson aufgeführt wissen wollen, senden Sie bitte Ihre Daten gemäß 'Hinweise für Autoren' an die Redaktion – bitte auf Datenträger oder via E-Mail: caisson@gmx.net. Wir können leider anderweitig eingereichte Daten nicht berücksichtigen und bitten in eigenem Interesse um Verständnis. Daten, die die Homepage der GTÜM (www.gtuem.org) betreffen, senden Sie bitte an: gtuem@gtuem.org.

Das aktuelle Angebot der uns gemeldeten Kurse gemäß GTÜM-Richtlinien finden Sie im Internet auf unserer Homepage www.gtuem.org unter 'Termine/Kurse'. Grundsätzlich können nur Kurse im caisson oder auf www.gtuem.org veröffentlicht werden, die von der GTÜM anerkannt wurden. Näheres finden Sie in der Weiterbildungsordnung der GTÜM. Die Red.

Universität Düsseldorf

Kontakt: Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
Heinrich-Heine-Universität
Dr. T. Muth / S. Siegmann
Universitätsstraße 1
D-40225 Düsseldorf
Tel.: 02 11 / 8 11 47 21
thomas.muth@uni-duesseldorf.de
www.uniklinik-duesseldorf.de

Thema: GTÜM-Tauchmedizin-Refresher
Termin: 04.08. - 05.08.2016
Ort: Düsseldorf

Thema: GTÜM-Kurs I - Tauchtauglichkeit
Termin: 18.11. - 20.11.2016
Ort: Düsseldorf

Druckkammerzentren Rhein-Main-Taunus

Kontakt: im AGZ Wiesbaden (1. OG)
Schiersteiner Straße 42
D-65187 Wiesbaden
Tel.: 06 11 / 84 72 71 70
info@hbo-rmt.de
www.hbo-rmt.de

Thema: GTÜM-Kurs I - Tauchtauglichkeit
Termin: 05.11. - 07.11.2016
Ort: Wiesbaden

Thema: GTÜM-Kurs IIa - Taucherarzt
Termin: 08.11. - 13.11.2016
Ort: Wiesbaden

Universität Ulm

Kontakt: Akademie für Wissenschaft
Wirtschaft und Technik an der
Universität Ulm e. V.
Frau Viola Lehmann
Tel. +49 (0)731/50 25266
Fax: +49 (0)731/50 25265
www.uni-ulm.de/akademie

Thema: GTÜM-Kurs I - Tauchtauglichkeit
Termin: 25.11. - 27.11.2016
Ort: Ulm

Druckkammerzentrum Murnau

Kontakt: BG-Unfallklinik Murnau
Sekretariat Druckkammerzentrum-HBO
Postfach 1431
D-82418 Murnau
Tel.: 0 88 41/48 27 09
hbo@bgu-murnau.de
www.bgu-murnau.de/behandlungsspektrum/anaesthesie-intensivmedizin-schmerzmedizin/druckkammer

Thema: GTÜM-Kurs IIb - Druckkammerarzt
Termin: 14.10. - 23.10.2016
Ort: Murnau

Kursangebote

Caritas-Krh. St. Josef Regensburg

Kontakt: Caritas-Krankenhaus St. Josef
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und
Notfallmedizin

Landshuter Str. 65
93053 Regensburg
Tel: 0941-782-3610
Fax: 0941-782-3615
anaesthesiologie@caritasstjosef.de
<http://hyperbarmedizin-regensburg.com>

Thema: GTÜM-Kurs I - Tauchtauglichkeit
Termin: 30.09. - 02.10.2016
Ort: Regensburg

Thema: GTÜM-Kurs IIa - Taucherarzt
Termin: 03.10. - 08.10.2016
Ort: Regensburg

taucherarzt.at – Wien

Kontakt: Dr. Wilhelm Welslau
Seeböckgasse 17/2
A-1160 Wien
Tel.: +43 (699) 18 44-23 90
taucherarzt.at@gmx.at
www.taucherarzt.at

Thema: GTÜM-Kurs IIa - Taucherarzt
Termin: 01.09. - 04.09.2016 (Teil 1) und
08.12. - 11.12.2016 (Teil 2)
Ort: Weyregg am Attersee (Teil 1) + Wien (Teil 2)

Thema: Tauchmedizin-Workshop
(incl. 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa)
Termin: 28.02. - 09.03.2017
Ort: Malediven, M/S Nautilus Two

Zertifizierte Veranstaltungen

Tauchnotfalltage 2016 - Management des Tauchunfalls

Termin: 28. Juli - 01. August 2016
Tagungsort: Malta
Veranstalter: Euregio-Med und Verein zur Förderung des Rettungs- & Notarztdienstes Remscheid e.V.
Nähere Auskünfte: schlueper@euregio-med.de & tauchnotfalltage@vfrn.de
anerkannt mit 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

Wasserrettung + Notfallmedizin

Termin: 27. August 2016
Tagungsort: Wesel
Veranstalter: Berufsfachschulen für den Rettungsdienst und Schule für Breitenausbildung im DRK, DRK-Landesverband Nordrhein e.V.
Nähere Auskünfte: lano@drk-nordrhein.net, www.drk-nordrhein.net, www.drk-lano.de
anerkannt mit 8 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

2. Interdisziplinärer Lehrgang für Arbeitsmediziner, Tauchmediziner und Taucher (BOS)

Termin: 05. - 09. September 2016
Tagungsort: Percha (Starnberger See)
Veranstalter: Hubertus Bartmann
Nähere Auskünfte: tauch@t-online.de, www.pdv415.de
anerkannt mit jeweils 16 UE (Module A und B) und 8 UE (Modul C) für GTÜM-Diplome I und IIa

12. Symposium für Tauchmedizin in Hannover

Termin: 29. Oktober 2016
Tagungsort: MHH, Carl-Neuberg-Str. 1, Hannover
Veranstalter: Förderverein AINSplus Hannover e.V., Dr. Björn Jüttner
Nähere Auskünfte: www.tauchmedizin-hannover.de
anerkannt für GTÜM-Diplome I und IIa (Punktzahl noch offen)

13. Intensivseminar Tauchunfall

Termin: 12. - 13. Mai 2017
Tagungsort: Regensburg
Veranstalter: Hubertus Bartmann
Nähere Auskünfte: tauch@t-online.de, www.tauch-unfall.de
anerkannt mit 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

Kontaktadressen GTÜM

Stand 06.06.2016

Engerer Vorstand

Präsidentin

Dr. med. Karin Hasmler
Anästhesistin
BG – Unfallklinik Murnau
Prof. Küntscherstraße 8
D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)88 41-48 2709
k.hasmler@gtuem.org

Vize-Präsident

FLA Prof. Dr. Andreas Koch
Sektion Maritime Medizin am Inst.
für Experim. Medizin des UKSH
Christian-Albrechts-Univ. zu Kiel
c/o Schifffahrtmed. Inst. d. Marine
Kopperpähler Allee 120
D-24119 Kronshagen
Tel.: +49 (0)431-5409/1503
a.koch@gtuem.org

Sekretär

Prof. Dr. med. Kay Tetzlaff
Internist/Pneumologie
Medizinische Klinik,
Abteilung Sportmedizin
Universitätsklinikum Tübingen
Hoppe-Seyler-Straße 6
D-72076 Tübingen
Tel.: +49 (0)151-15 02 17 84
k.tetzlaff@gtuem.org

Schatzmeister

Dr. med. Lars Eichhorn
Klinik f. FA Anästhesie und
Operative Intensivmedizin
Universitätsklinikum Bonn
Sigmund-Freud-Straße 25
D-53127 Bonn
Tel.: +49 (0)171-233 6037
l.eichhorn@gtuem.org

Erweiterter Vorstand

Redakteur CAISSON

Dr. med. Wilhelm Welslau
Arbeitsmediziner
Seeböckgasse 17
A-1160 Wien
Tel.: +43 (699)18 44-23 90
Fax: +43 (1)944-23 90
caisson@gmx.net

Beisitzer

Dr. med. Christian Beyer
Facharzt f. Kinder-Jugendmedizin
Wandsbecker Marktstraße 69-71
D-22041 Hamburg
Tel.: +49 (0)40-682400
Fax: +49 (0)40-685520
c.beyer@gtuem.org

Dr. med. Andreas Fichtner, MME
Klinik f. Anästhesiologie u. Intensivtherapie
Klinikum Chemnitz gGmbH
Flemmingstraße 2
D-09116 Chemnitz
Tel.: +49 (0)3 71-33333 72
a.fichtner@gtuem.org

PD Dr. med. Björn Jüttner
Anästhesist
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Straße 1
D-30625 Hannover
Tel.: +49 (0)176-15 32 36 89
b.juettner@gtuem.org

Dr. med. Dirk Michaelis
Anästhesist/Betriebswirt
Druckkammerz. Rhein-Main-Taunus
Schiersteiner Straße 42
D-65187 Wiesbaden
Tel.: +49 (0)6 11-84 72 7170
d.michaelis@gtuem.org

Oliver Müller
Anästhesist
Vivantes Klinikum im Friedrichshain
Landsberger Allee 49
D-10249 Berlin
Tel.: +49 (0)30-130231570
o.mueller@gtuem.org

Prof. Dr. med. Claus-Martin Muth
Leiter der Sektion Notfallmedizin
Universitätsklinikum Ulm
Prittwitzstraße 43
D-89075 Ulm
Tel.: +49 (0)731-5006 0140
Fax: +49 (0)731-50 06 0142
c.muth@gtuem.org

Vorsitzender des VDD e.V.

Dr. med. Christian Oest
Leitender Arzt Druckkammerzentrum
Heidelberg
Vangerowstr. 18/1
69115 Heidelberg
Tel.: +49 (0)6221-602653
Fax: +49 (0)6221-602655
geschaefsstelle@vdd-hbo.de

Ansprechpartner

Geschäftsstelle GTÜM

Susanne Keller
BG-Unfallklinik Murnau
Prof. Küntscherstraße 8
D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)88 41-48 2167
Fax: +49 (0)88 41-48 2166
gtuem@gtuem.org
Sprechzeit dienstags 9 - 11 Uhr

Druckkammer-Liste

Dr. med. Ulrich van Laak
DAN Europe Deutschland
Eichkoppelweg 70
D-24119 Kronshagen
Tel.: +49 (0)4 31-54 42 87
Fax: +49 (0)4 31-54 42 88
u.vanlaak@gtuem.org

Forschung

Prof. Dr. med. Andreas Koch (s.o.)

Leitlinien-Beauftragter

PD Dr. med. Björn Jüttner (s.o.)

Literatur-Datenbank

Prof. Dr. Jochen D Schipke
Wildenbruchstraße 10
D-40545 Düsseldorf
Tel.: +49 (0)211-579994
j.schipke@gmx.org

Recht

Benno Scharpenberg
Präsident des Finanzgerichts Köln
Brandenburger Straße 11
D-41539 Dormagen
Tel.: +49 (0)171-748 35 13
b.scharpenberg@gtuem.org

Taucherarzt-Liste

gtuem@gtuem.org

Tauchmedizin

Prof. Dr. med. Kay Tetzlaff (s.o.)
Dr. med. Christian Beyer (s.o.)
(Dr. Beyer nur für Kinder und Jugendliche)

Webmaster

Müller, Oliver (s.o.)

Weiterbildung

Dr. med. Andreas Fichtner (s.o.)
(Erstdiplome)
Dr. med. Dirk Michaelis (s.o.)
(Verlängerungen)
Prof. Dr. Claus-Martin Muth (s.o.)
(Veranstaltungen/Kurse)

HAUX-QUADRO Systems: Innovations for HBO Technology



HAUX-LIFE-SUPPORT GmbH
Auf der Hub 11-15
DE-76307 Karlsbad, Germany

Tel.: +49-(0)7248 9160-0
info@hauxlifesupport.de
www.hauxlifesupport.de

Anzeige



Ausbildung & Refresher-Kurse

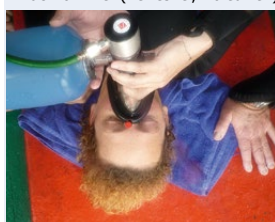
Tauchmedizin-Ausbildung seit 2004 mit internationaler Anerkennung



Praxis Attersee (Kurs IIa)



Druckkammer (Refresher, Malediven)



Refresher, Nautilus Two, Notfallübung

unsere nächsten Termine

Kurs IIa Tauchmedizin - Teil 1: Weyregg am Attersee 1.-4.9.2016
Kurs IIa Tauchmedizin - Teil 2: Wien 8.-11.12.2016
Refresher (16 UE): Malediven, M/S Nautilus Two 28.2.-9.3.17
Kurs I Tauchtauglichkeits-Untersuchungen: Wien Frühjahr 2017
Kurs I Tauchtauglichkeits-Untersuchungen: Berlin Frühjahr 2017

Einzelheiten & aktuelle Kurse: www.taucherarzt.at. Fragen bitte an: taucherarzt.at@gmx.at
Kursankündigungen auch auf: www.gtuem.org (GTÜM) und www.oegth.at (ÖGTH)

50 Kurse in den letzten 13 Jahren. Deutschland, Österreich, Thailand, Malediven > 800 Absolventen aus: Deutschland, Österreich, Schweiz, Italien, Luxemburg, Niederlande, GB, Malediven, Thailand...

Leitung: **Wilhelm Welslau**, Taucherarzt seit 1988, Tauchmedizin-Kurse seit 1992, Diving & Hyperbaric Medicine Consultant seit 2002, Member of EDTC/ECHM Joint Educational Committee seit 2009.

Referenten (v.l.n.r.): Wilhelm **Welslau**, R. **Prohaska** (ÖGTH-Präsidentin), U. **van Laak** (Direktor DAN Europe D, A und H), J. **Zimmermann** (ehem. Techn. Direktor von HAUX), K.P. **Faesecke** (Caisson-Experte – tunneldoc.de), F. **Hartig**, (TecDive-Experte, diving-concepts.at), P. **Kemetzhofer** (notfallmedizin.or.at), A. **Männer** (ehem. Berufstauchfirma Nautilus, www.nautilus-two.at)



Als Experten verfügen alle Referenten über **große praktische Erfahrung** in ihren Fachbereichen: Tauchtauglichkeit, Tauchen mit Handicap, Tauchunfall-Behandlung, Tec. Tauchen, Apnoe, Forschungstauchen, Berufstauchen, Druckluftarbeit, HBO-Therapie, Druckkammer-Technik und Notfallmedizin.
Zu Spezialthemen laden wir jeweils weitere Experten ein.

caisson

Vorstand der GTÜM - BG Unfallklinik Murnau
Prof. Küntscher-Straße 8 | 82418 Murnau
PVSt, Deutsche Post AG, Entgelt bezahlt, Z K Z 62369



Das Foto zeigt den Apnoe-Athleten Alexandru Russu (Rumänien) während der AIDA World Championship 2014 in Sardinien bei einem Versuch in der Disziplin „Constant Weight“ in ca. 40 Meter Tiefe. Foto: Daan Verhoeven