

Winkler B¹, Tetzlaff K², Muth CM¹

Unfälle und Zwischenfälle bei Kindertauchveranstaltungen

Accidents and Incidents During SCUBA-Diving Events in Children

¹Universitäts-Klinik für Anästhesiologie, Ulm

²Abteilung für Sportmedizin, Universität Tübingen

ZUSAMMENFASSUNG

Problemstellung: Tauchen mit komprimierter Atemluft erfreut sich bei Kindern und Jugendlichen zunehmender Beliebtheit als Freizeitsport. Im Unterschied zum Tauchen bei Erwachsenen gibt es zum Kindertauchen bislang nur unzureichende Informationen zu möglichen bzw. tatsächlichen Zwischenfällen im Sporttauchbereich. **Methoden:** Vierundvierzig Jungen und Mädchen im Alter zwischen acht und fünfzehn Jahren wurden während ihrer Teilnahme an Kindertauchveranstaltungen mit maximalen Tauchtiefen von 8m beobachtet und aufgetretene Probleme dokumentiert und statistisch ausgewertet. **Ergebnisse:** Bei sieben Kindern (16%) kam es zu Zwischenfällen in Form von Druckausgleichsproblemen der Nasennebenhöhlen und leichtgradigen Barotraumen des Mittelohres, die eine vorzeitige Beendigung des Tauchganges erforderlich machten. Lediglich bei einem Kind trat ein Unfall in Form eines hochgradigen Mittelohrbarotraumas auf. Zudem lag bei diesem Kind ein Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) vor. Kinder, bei denen ein Barotrauma des Mittelohres auftraten, waren signifikant jünger als Kinder, bei denen keine Barotraumen beobachtet wurden. **Diskussion:** Barotraumata – insbesondere des Mittelohres – sind häufige Zwischenfälle beim Kindertauchen. Insbesondere scheinen jüngere Taucher verstärkt betroffen zu sein. Hyperkinetische Störungen könnten ein möglicher Risikofaktor für tauchgangsassozierte-Unfälle bei Kindern und Jugendlichen sein. **Schlussfolgerung:** Bei der Tauchtauglichkeitsuntersuchung von Kindern sollte der HNO-Untersuchung ein zentraler Stellenwert eingeräumt werden und Tauchpartner von Kindern müssen auf mögliche Druckausgleichsprobleme des begleiteten Kindes achten. Eine Tauchtauglichkeit sollte bei bestehendem ADHS eher kritisch gesehen werden.

Schlüsselwörter: Barotrauma, ADHS, Hämatotympanon, Gerätetauchen.

EINLEITUNG

Das Tauchen mit autonomen Leichttauchgeräten (self-contained underwater breathing apparatus, SCUBA) hat im Laufe der letzten Jahrzehnte enorm an Popularität gewonnen, besonders auch bei Kindern und Jugendlichen. Allein in den Vereinigten Staaten (USA) tauchen mehr als 110.000 Kinder und Jugendliche im Alter zwischen zwölf und siebzehn Jahren regelmäßig (21). Im größten deutschen Tauchsportverband - dem Verband Deutscher Sporttaucher (VDST) – waren im Jahr 2008 7,4% der 66645 Mitglieder 15-18 Jahre und 6,4% 7-14 Jahre alt (persönliche Mitteilung U. Hoffmann, Verband Deutscher Sporttaucher).

Bereits in den neunziger Jahren machte man sich in Deutschland intensiv Gedanken über die Tauchausbildung mit Kindern (10, 11). In der Zwischenzeit bieten alle größeren Tauchsportverbände spezielle Ausbildungskonzepte für Kinder und Jugendliche an, die das Tauchen erlernen wollen.

Die epidemiologischen Daten der Tauchunfall-Datenbanken zeigen, dass es auch bei Kindern und Jugendlichen zu tödlichen

SUMMARY

Introduction: Scuba diving has become a popular recreational activity among children and adolescents. However, compared to data in adults, only scarce information is available with regard to both possible and actual complications of scuba diving. **Methods:** Any complications that could be observed in 44 boys and girls aged 8 to 15 years while participating in pediatric scuba-diving camps (max. dive depth 8m) were documented and analysed. **Results:** There were mild barotraumas of the nasopharyngeal cavities and middle ears subsequent to pressure equalization issues which necessitated premature termination of the scuba dive by 7 children. One child suffered from more severe middle ear barotrauma during diving. This child also had an attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). **Analysis revealed that children who suffered from barotraumas were significantly younger than those who did not.** **Discussion:** Barotrauma of the middle ear seems to be a frequent complication in scuba diving children. Younger children appear to be more likely affected. Hyperkinetic disorders may be a risk factor for pediatric diving injuries. **Conclusion:** Proper ENT evaluation is a crucial component of pediatric medical assessment determining fitness to dive. Careful observation of possible equalization issues by adult dive buddies could help to prevent these injuries. ADHD should be considered a contraindication to scuba diving.

Key Words: Barotrauma, ADHD, haematotympanon, hematotympanon, scuba diving

Tauchunfällen kommen kann (7). Abgesehen von diesen schwerwiegenden Komplikationen beim Sporttauchen sind in der Literatur Fälle von Trommelfell-Perforationen sowie hypoxisch bedingten Synkopen beim Apnoe-Tauchen beschrieben (28). Aufgrund der anatomischen Besonderheiten der Eustachischen Röhre im Vergleich zu Erwachsenen und den häufigeren Infekten des oberen Respirationstraktes ist anzunehmen, dass Kinder ein höheres Risiko für Druckausgleichsprobleme als Erwachsene haben.

Die Auswirkungen und Risiken des Tauchens sind bei Kindern und Jugendlichen kaum erforscht. Entsprechend existieren nur wenige medizinische Leitlinien zur Beurteilung der Tauchtauglichkeit bei Kindern und Jugendlichen. Insbesondere liegt bislang keine Studie aus dem Deutschen Sprachraum vor, die das Verhalten von Kindern beim Sporttauchen systematisch dokumentiert hat.

Ziel dieser Studie war eine systematische Beobachtung von Kindern während so genannter Tauchcamps mit dem Ziel, Daten zu möglichen Problemen und Zwischenfällen beim Tauchen von

Kindern zu generieren und Risikofaktoren für Kindertauchgänge zu evaluieren.

METHODEN

Probanden

Vierundvierzig Kinder wurden während Kindertauch-Veranstaltungen am Attersee, Österreich (18 Kinder), Steinberger See, Deutschland (8 Kinder), Bodensee, Deutschland (9 Kinder) und Eglisee, Schweiz (9 Kinder) rekrutiert. Für die wissenschaftliche Begleitung der o.g. Veranstaltungen lag ein zustimmendes Votum der Ethik-Kommission vor. Alle Kinder hatten bereits eine Tauchausbildung absolviert oder nahmen an regulären Kindertauch-Kursen teil. Bei allen Kindern und Jugendlichen lag eine gültige ärztliche Tauchtauglichkeitsbescheinigung vor.

Prozeduren

Alle Kinder führten im Rahmen der Camps Tauchgänge mit offenen Atemlufttauchgeräten durch. Vor dem ersten Tauchgang wurde bei jedem Kind eine Otoskopie durchgeführt. Die maximale Tiefe wurde auf 8 Meter festgelegt und die maximale Tauchzeit mit 30 Minuten vorgegeben. Alle Tauchprofile waren mit den Standards von CMAS Deutschland (Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques) konform. Die Kinder wurden von erfahrenen erwachsenen Tauchern (DiveMaster oder Tauchlehrer) begleitet.

Tauchlehrer und Tauchpartner („Buddies“) wurden angewiesen, besonders sorgfältig auf potentiell kritische Ereignisse zu achten. Nach allen Tauchgängen wurden die Kinder nach Schmerzen, Problemen und Zwischenfällen befragt. Diese Informationen wurden für die nachfolgende statistische Auswertung sorgfältig dokumentiert. Verlaufs-Otoskopien wurden bei abgebrochenen Tauchgängen bzw. Beschwerden durchgeführt.

Definition von Zwischenfällen und Unfällen

Alle Ereignisse, die eine vorzeitige Beendigung des Tauchgangs erforderlich machten, wurden als Zwischenfälle klassifiziert, so insbesondere auch HNO-Probleme ohne sichtbare Zeichen einer Verletzung. Im Falle von sichtbaren Verletzungszeichen wurden Ereignisse als Unfälle klassifiziert. Bei Unfällen wurde eine medizinische Nachuntersuchung durch einen Facharzt durchgeführt, bei Zwischenfällen eine Beobachtung und im Wiederholungsfall eine fachärztliche Untersuchung empfohlen.

Statistik

Die statistische Analyse der Daten wurde mit Hilfe von Microsoft Excel 2007 und SPSS 15 durchgeführt. Für alle Zwischenfälle wurde die absolute Anzahl und der prozentuale Anteil berechnet. Kinder und Jugendliche bei denen Barotraumatata des Mittelohres auftraten wurden der Risikogruppe zugeteilt, Taucher ohne solche Probleme der Nicht-Risiko-Gruppe. Alle in Tabelle 3 aufgeführten anthropometrischen Parameter wurden unter Verwendung von U-Tests zwischen den beiden Gruppen verglichen.

ERGEBNISSE

Initial waren alle Probanden gesund, die Otoskopie lieferte bei allen Kindern einen Normalbefund. Insgesamt wurden 124 Tauchgänge

Tabelle 1: Anthropometrische Deskriptoren der Taucher. Die Parameter sind als Mittelwert \pm Standardabweichung (Spannweite) in SI-Einheiten dargestellt.

Parameter	Mittelwert \pm Standardabweichung (Spannweite)
Alter [Jahre]	12,2 \pm 1,7 (8,8–15,0)
Größe [cm]	153,9 \pm 11,7 (129,5–176,5)
Gewicht [kg]	46,1 \pm 13,3 (24,3–86,2)
BMI [kg/m ²]	19,1 \pm 3,6 (14,1–32,3)
Größen-Perzentile	60,0 \pm 32,4 (4–99)
Gewichts-Perzentile	58,4 \pm 29,9 (2–99)
BMI Perzentile	53,9 \pm 30,6 (2–99)

observiert. Das durchschnittliche Alter der Probanden belief sich auf 12,2 \pm 1,7 (8,8–15,0) Jahre. Weitere anthropometrische Daten können Tab.1 entnommen werden. Jedes Kind bzw. jeder Jugendliche führte im Durchschnitt 2,8 Tauchgänge durch (Spannweite 1-6 Tauchgänge). Die mediane Tauchgangstiefe betrug 6 m (2-8 m), die mediane Tauchgangsdauer betrug 23 min (2-33 min). Pro Tag wurden maximal zwei Tauchgänge durchgeführt. Bei den Tauchgängen traten keine lebensbedrohlichen Unfälle auf. Eine Übersicht über alle Unfälle, Zwischenfälle und Verstöße gegen Empfehlungen bietet Tab.2. Ein Kind erlitt ein otoskopisch nachgewiesenes ausgeprägtes Hämatotympanon. Sieben Tauchgänge bei sieben Kindern mussten aufgrund von Druckausgleichsproblemen vorzeitig abgebrochen werden. Bis auf einen Fall traten die Probleme beim ersten Tauchgang im Rahmen der jeweiligen Veranstaltung auf. Otoskopisch war hier allenfalls eine verstärkte Gefäßinjektion sichtbar. Eines dieser Kinder konnte trotz der Verwendung von Nasenspray aufgrund von persistierenden Druckausgleichsproblemen die gewünschte Tauchtiefe nicht erreichen und musste den Tauchgang bereits kurz nach Beginn des Abstiegs abbrechen. Zwei Kinder waren gemäß der gängigen Empfehlungen und Leitlinien (1) nicht tauchtauglich. Ein Kind applizierte regelmäßig Xylometazolin-Nasenspray (s.o.) aufgrund von Problemen beim Druckausgleich und einer behinderten Nasenatmung. Ein weiteres Kind litt an einem Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) und wurde medikamentös mit Methylphenidat (Ritalin[®]) therapiert. Bei diesem Kind mit bekanntem ADHS trat auch das bereits beschriebene Hämatotympanon während eines Tauchganges auf.

Zwischen Kindern die ein Barotrauma des Mittelohres erlitten und denen, die keines erlitten bestand ein statistisch signifikanter Unterschied im Bezug auf Alter, Größe und Gewicht. Kinder, bei denen ein Barotrauma auftrat, waren jünger, kleiner und leichter, als die Kontrollgruppe. In Bezug auf Geschlecht sowie Gewichts-, Größen und BMI-Perzentile konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 3). Größe und Gewicht korrelierten bei den insgesamt 44 Probanden gut ($p < 0,001$, $r > 0,62$) mit dem Alter.

DISKUSSION

Wichtigstes Ergebnis dieser Studie war der gehäufte Nachweis von Druckausgleichsproblemen und Verstößen gegen Tauchtauglichkeitsempfehlungen bei einigen Kindern und Jugendlichen. Die Hauptursache für Tauchzwischenfälle waren Druckausgleichsprobleme. Bis auf einen Fall führten diese Probleme zu einem frühzeitigen Abbruch des Tauchganges und in Folge dessen nur

Tabelle 2: Unfälle, Zwischenfälle und Verstöße gegen Empfehlungen. Für alle Unfälle, Zwischenfälle und Verstöße gegen Empfehlungen sind die absolute Anzahl sowie der relative Anteil in den Spalten zwei und drei angegeben.

Ereignis	Absolute Anzahl	Relativer Anteil
Unfälle		
Haematotympanon	1	2,3%
Zwischenfälle		
Ohrschmerzen, die eine vorzeitige Beendigung des Tauchganges erfordern	6	13,6%
Schmerzen in den Nasennebenhöhlen, die eine vorzeitige Beendigung des Tauchganges erfordern	1	2,3%
Sämtliche Schmerzen aufgrund von Druckausgleichsproblemen, die eine vorzeitige Beendigung des Tauchganges erfordern	7	15,9%
Verstöße gegen Tauchtauglichkeits-Empfehlungen		
Tauchen unter Verwendung von Xylometazolin Nasenspray	1	2,3%
Tauchen bei bekanntem ADHS, Tauchen unter medikamentöser Therapie mit Methylphenidat (Ritalin®)	1	2,3%

zu Barotraumen des Mittelohres geringen Grades. Ein Kind hingegen setzte den Tauchgang trotz bestehender Druckausgleichsprobleme fort und erlitt ein hochgradiges Mittelohrbarotrauma und somit einen Unfall. Die Barotraumatata traten bis auf eine Ausnahme während des ersten Tauchgangs auf. Eine Risikoerhöhung durch eine bestehende Vorschädigung des Gewebes durch vorangegangene Tauchgänge dürfte daher keine Rolle spielen.

Das Auftreten der beschriebenen Zwischenfälle und Unfälle im HNO-Bereich ist durch einen Anstieg des Umgebungsdruckes während des Tauchganges erklärbar. Während des Abstieges in die Tiefe macht der zunehmende Umgebungsdruck einen Druckausgleich erforderlich, um ein Barotrauma des Mittelohres zu verhindern. Druckausgleichsprobleme bei Tauchgängen von Kindern wurden bereits beschrieben (28). In einigen Fällen resultierten diese Druckausgleichsprobleme in Trommelfellperforationen. Während Vandenhoven et al. (28) vom Auftreten von Grad V Barotraumatata bei Kindern berichten, konnten in dieser Studie lediglich Barotraumatata I.-IV. Grades beobachtet werden.

Die statistische Auswertung ergab, dass Kinder, bei denen ein Barotrauma des Mittelohres auftrat, jünger, kleiner und leichter waren, als Kinder ohne diese Zwischenfälle. Diese Beobachtung bekräftigt die Bedenken, dass der Druckausgleich bei jungen Tauchern erschwert sein kann (1,20,22). Die Unterschiede bezüglich Größe und Gewicht zwischen den zwei Gruppen werden aufgrund der hohen Korrelation mit dem Alter als am ehesten altersbedingt gewertet. Das gehäufte Auftreten von Barotraumatata bei jungen Tauchern kann sowohl durch Verhaltensunterschiede, als auch durch medizinische Besonderheiten erklärt werden. Zu hohe Abstiegs geschwindigkeit, zu später Beginn des Druckausgleichsmanövers und das Verkennen von Frühsymptomen bei Übermotiviertheit könnten als Zeichen einer altersbedingt geringeren kognitiven Reife gewertet werden. Mögliche medizinische Erklärungen sind eine unterschiedliche Anatomie der Eustachischen Röhre, eine eingeschränkte muskuläre Öffnung der Tube sowie das häufigere Auftreten banaler Atemwegsinfekte bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen. Experimentelle Studien konnten zeigen, dass die muskuläre Öffnung der Eustachischen Röhre auch bei ge-

Tabelle 3: Anthropometrische Risikofaktoren für ein Mittelohrbarotrauma. Für die Kinder, bei denen ein Mittelohrbarotrauma auftrat sowie für die Kontrollgruppe sind Mittelwert und Standardabweichung in Spalte zwei bzw. drei angegeben. Die p-Werte der U-Tests finden sich in Spalte 4: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

	Kinder mit Mittelohrbarotrauma N=7 Mittelwert ± Standardabweichung	Kontrollgruppe N=37 Mittelwert ± Standardabweichung	p-Test
Alter [Jahre]	10,7 ± 1,3	12,4 ± 1,6	0,007 **
Größe [cm]	144 ± 11	156 ± 11	0,029 *
Gewicht [kg]	36,8 ± 9,6	47,8 ± 13,2	0,032 *
BMI [kg/m ²]	17,6 ± 3,7	19,4 ± 3,6	0,077
Größen-Perzentile	52 ± 30	61 ± 33	0,637
Gewichts-Perzentile	50 ± 35	60 ± 29	0,469
BMI-Perzentile	43 ± 33	56 ± 30	0,297

sunden Kindern eingeschränkt ist (5) und, dass mit zunehmendem Alter eine gewisse Besserung eintritt (4). Die passive Öffnung der Tube, die besonders beim Auftauchen von zentraler Bedeutung ist, scheint hingegen bei Kindern nicht signifikant schlechter zu sein (6). Zur eingeschränkten muskulären Öffnung kommt hinzu, dass die Eustachische Röhre bei jüngeren Kindern kürzer ist und horizontaler verläuft (26) und ihr Ostium im Pharynx kleiner ist, als bei Erwachsenen (29). Diese anatomischen Besonderheiten können folglich die eingeschränkte Tubenventilation bei Kindern erklären. Zudem ist beschrieben, dass Adenoide aufgrund einer Obstruktion der posterioren Nasenchoanen die Mittelohrbelüftung einschränken (3). Desweiteren führt auch eine allergische Rhinitis zu einer Tubendysfunktion (9,14,15). Zudem können Infekte der oberen Atemwege zu einer eingeschränkten Tubenfunktion beitragen (9,18).

Die vorliegende Studie bestätigt erstmals an einer relevanten Stichprobe von Kindern im deutschsprachigen Raum, dass junge Taucher ein erhöhtes Risiko für Barotraumatata aufweisen können. Bei Druckausgleichsproblemen scheint auch bei Kindern die Applikation von Nasenspray vor Tauchgangsbeginn offensichtlich nicht geeignet, um Barotraumatata im HNO-Bereich sicher zu verhindern. Die Applikation von Nasenspray vor Tauchgangsbeginn kann zwar temporär Nasenatmung und Druckausgleich verbessern, allerdings kann der abschwellende Effekt während des Tauchganges nachlassen und die nachfolgende reaktive Hyperämie eine Schwellung der Nasenschleimhaut hervorrufen. In der Folge kann es zu eingeschlossenen Luftmengen („trapped air“) im Mittelohr und den Nebenhöhlen kommen – auch als Umkehrblockade bezeichnet – die beim Aufstieg zu einem Dekompressions-Barotrauma führen. Eine eingeschränkte Tubenfunktion gilt grundsätzlich (22) genauso wie eine infektiöse oder allergische Rhinitis mit Störung der Mittelohr- oder Nebenhöhlenbelüftung (1) als absolute Kontraindikation für den Tauchsport. Das Tauchen trotz bestehender Druckausgleichsprobleme ist somit als Verstoß gegen geltende Tauchtauglichkeitsempfehlungen zu werten.

Im Fall des beobachteten schweren Mittelohrbarotraumas machte das Kind den Tauchlehrer nicht auf die Schmerzen im Ohr

aufmerksam und setzte den Tauchgang mehr als 20 Minuten lang fort. Nach Tauchgangsende zeigte dieses Kind ein auffällig gereiztes und aggressives Verhalten, wollte jedoch auch auf mehrmalige Nachfrage keine Ursache hierfür nennen. Erst mehr als neun Stunden nach Tauchgangsende konnte die Ursache für seine schlechte Stimmung und Aggressivität herausgefunden werden: Der junge Taucher berichtete von starkem Schmerz sowie einer ausgeprägten Hörminderung in einem Ohr. Die Schmerzen seien wohl zu Beginn des Tauchganges bereits aufgetreten und seit dem nicht wieder zurückgegangen. Eine unverzüglich durchgeführte Otoskopie zeigte ein ausgeprägtes Hämatotympanon. Nach nasaler Applikation von Xylometazolin und oraler Applikation von 500mg Paracetamol konnte in weniger als einer halben Stunde vollkommene Beschwerdefreiheit erzielt werden. Eine ausgiebige Untersuchung beim Hals-Nasen-Ohrenarzt drei Tage später bestätigte den vor Ort erhobenen Befund. Eine Woche nach dem Unfall konnte in der Otoskopie kein Resterguss mehr festgestellt werden. Auch die Audiometrie ergab einen Normalbefund.

Bei diesem Kind lag zudem ein Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) vor. ADHS kann mit einer Verkürzung der Aufmerksamkeitsspanne und einer erhöhten Impulsivität einhergehen (2). Eine erhöhte Impulsivität kann zu Panikreaktionen beitragen, die bekanntermaßen für Tauchunfälle prädisponieren (19). Da beim Tauchen sowohl Aufmerksamkeit als auch Impulskontrolle essentiell sind werden Kinder mit ADHS in Deutschland und Österreich grundsätzlich als nicht tauchtauglich erachtet (1). Bei von ADHS betroffenen Erwachsenen konnte im Fahrsimulator eine schnellere Ermüdung und eine erhöhte Häufigkeit kritischer Verkehrssituationen gezeigt werden (24). Derzeit liegen noch keine Studien vor, die eindeutig eine Erhöhung des Unfallrisikos beim Tauchen mit ADHS zeigen. Allerdings gibt es Hinweise, dass einige Dekompressionsunfälle bei Kindern und Jugendlichen auf unzureichende Selbst- und Gefahreinschätzung sowie mangelnde Selbstkontrolle zurückzuführen waren (25). Desweiteren scheinen Kinder mit Hyperaktivität und reduzierter Aufmerksamkeitsspanne generell besonders gefährdet zu sein, Unfälle (16), insbesondere Verkehrsunfälle (23) zu erleiden. Ein ADHS-bedingt erhöhtes Risiko für schwere Verletzungen (12) und Verkehrsunfälle (27) besteht auch im Erwachsenenalter fort.

Die Behandlung mit Methylphenidat kann die Symptome des Störungsbildes mindern, jedoch gibt es bislang keine Erfahrungen im Bezug auf die unerwünschten Arzneimittelwirkungen unter Überdruck. Da bei Einnahme von Methylphenidat in hohen Dosen schwere Nebenwirkungen (Halluzinationen, Psychosen, Lethargie, Krampfanfälle, Tachykardien, Arrhythmien, Hypertonie und Hyperthermie) beschrieben wurden (13) und die Einnahme von Methylphenidat unter bestimmten Umständen auch die Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr verbietet (17) ist auch bei guter Symptomkontrolle unter medikamentöser Therapie keine Tauchtauglichkeit gegeben (1).

Im hier beschriebenen Fall ist ein Kausalzusammenhang zwischen ADHS und Grad IV Barotrauma des Mittelohres in Erwägung zu ziehen. Möglicherweise haben Reizüberflutung und mangelnde Aufmerksamkeitszuwendung auf den Schmerz dazu geführt, dass der Taucher seinen Begleiter nicht auf die bestehenden Probleme aufmerksam machte. Dies bekräftigt die theoretischen Bedenken im Bezug auf Gerätetauchen bei bestehendem ADHS.

Insgesamt ist zu konstatieren, dass diese Studie Hinweise zu möglichen Risiken gibt. Es muss jedoch angemerkt werden, dass

die Analyse von Risikofaktoren gewissen Einschränkungen – nicht zuletzt bedingt durch die Stichprobengröße – unterliegt.

Schlussfolgerungen

Unsere Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass junge Taucher (Durchschnittsalter 10,7 Jahre in dieser Studie) ein besonders hohes Risiko für HNO-Zwischen- und Unfälle - insbesondere ein Barotrauma des Mittelohres - beim Tauchen haben. Daher ist eine sorgfältige Untersuchung des Ohres mit besonderem Augenmerk auf den Druckausgleich von zentraler Bedeutung für eine adäquate und suffiziente Tauchtauglichkeitsuntersuchung. Desweiteren müssen Tauchausbilder, Tauchgangs-/Tauchgruppenführer („Guides“) und Tauchpartner („Buddies“) von Kindern geschult werden, dass hohe Abstiegschwindigkeiten zu vermeiden sind. Einen guten Ansatz, um auf die Besonderheiten des Tauchens mit Kindern aufmerksam zu machen liefert das eLearning-Modul der Deutschen Sporthochschule Köln und das zugehörige Arbeitsbuch (8). Zudem muss das Kind in regelmäßigen Abständen befragt werden, ob Druckausgleichsprobleme vorliegen.

Die Applikation von Nasenspray vor Tauchgangsbeginn scheint auch bei Kindern Barotraumatata des Ohres nicht sicher zu verhindern.

Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass Kinder mit ADHS evtl. einem erhöhten Risiko für Unfälle und –Zwischenfälle beim Tauchen ausgesetzt sind. ADHS sollte daher bei Kindern und Jugendlichen als Kontraindikation für den Tauchsport angesehen werden.

Danksagung:

Wir danken allen Kindern und Eltern für die Teilnahme an den Tauchcamps und die Bereitschaft zur wissenschaftlichen Auswertung der Daten. Des Weiteren danken wir AquaMed für die Bereitstellung der Medical Helpline und kostenlose Versicherung der Kinder im Rahmen der Studie, der Tauchbasis Nautilus, Tauchen in Mainfranken, Tinas Tauchschiule und Funny Diving für die Veranstaltung der Tauchcamps bzw. -veranstaltungen und Gestattung der wissenschaftlichen Begleitung sowie Walter Ciscato für die technische Unterstützung.

Interessenskonflikt:

Die Autoren erklären, dass keine Interessenskonflikte bestehen.

LITERATUR

1. **BEYER C, WINKLER B, MEIDERT A:** Tauchen bei Kindern und Jugendlichen, in: Tetzlaff K, Klingmann C, Muth C, Piepho T, Welslau W (Hrsg): Checkliste Tauchtauglichkeit. Gentner, Stuttgart, 2009, 38-47.
2. **BLACKMAN JA:** Attention-deficit/hyperactivity disorder in preschoolers. Does it exist and should we treat it? *Pediatr Clin North Am* 46 (1999) 1011-1025.
3. **BLUESTONE CD, CANTEKIN EI, BEERY QC:** Certain effects of adenoideotomy of Eustachian tube ventilatory function. *Laryngoscope* 85 (1975) 113-127.
4. **BYLANDER A:** Function and dysfunction of the eustachian tube in children. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 38 (1984) 238-245.
5. **BYLANDER A, IVARSSON A, TJERNSTROM O:** Eustachian tube function in normal children and adults. *Acta Otolaryngol* 92 (1981) 481-491.
6. **BYLANDER A, TJERNSTROM O, IVARSSON A:** Pressure opening and closing functions of the eustachian tube in children and adults with normal ears. *Acta Otolaryngol* 95 (1983) 55-62.

7. **DIVERS ALERT NETWORK:** Report on decompression illness, diving fatalities and project dive exploration. The DAN annual review of recreational scuba diving injuries and fatalities based on 2001 data. Divers Alert Network, Durham, NC, 2003, 7-127.
8. **DOMBROWSKI E, KUSCH M, HOFFMANN U:** Tauchen mit Kindern und Jugendlichen. Sport & Buch Strauß, Köln, 2004.
9. **FIREMAN P:** Otitis media and eustachian tube dysfunction: connection to allergic rhinitis. *J Allergy Clin Immunol* 99 (1997) 787-797.
10. **HOFFMANN U:** Tauchen mit Kindern und Jugendlichen, in: Hoffmann U (Hrsg): Tauchen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit. Sport & Buch Strauß, Köln, 1998, 75-81.
11. **HOFFMANN U:** Zielsetzung der Tauchausbildung für Kinder. *Sporttaucher* 10 (1992) 24-25.
12. **KAYA A, TANER Y, GUCLU B, TANER E, KAYA Y, BAHÇIVAN HG, ET AL.:** Trauma and adult attention deficit hyperactivity disorder. *J Int Med Res* 36 (2008) 9-16.
13. **KLEIN-SCHWARTZ W:** Abuse and toxicity of methylphenidate. *Curr Opin Pediatr* 14 (2002) 219-223.
14. **LACK G:** Pediatric allergic rhinitis and comorbid disorders. *J Allergy Clin Immunol* 108 (2001) 9-15.
15. **LAZO-SAENZ JG, GALVAN-AGUILERA AA, MARTINEZ-ORDAZ VA, VELASCO-RODRIGUEZ VM, NIEVES-RENTERIA A, RINCON-CASTANEDA C:** Eustachian tube dysfunction in allergic rhinitis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 132 (2005) 626-629.
16. **LEE LC, HARRINGTON RA, CHANG JJ, CONNORS SL:** Increased risk of injury in children with developmental disabilities. *Res Dev Disabil* 29 (2008) 247-255.
17. **LUDOLPH AG, KOLCH M, PLENER PL, SCHULZE UM, SPROBER N, FEGERT JM:** Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and road traffic - special considerations for the treatment of adolescents with ADHD. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother* 37 (2009) 405-411.
18. **MIURA M, TAKAHASHI H, HONJO I, HASEBE S, TANABE M:** Influence of the upper respiratory tract infection on tubal compliance in children with otitis media with effusion. *Acta Otolaryngol* 117 (1997) 574-577.
19. **MORGAN WP:** Anxiety and panic in recreational scuba divers. *Sports Med* 20 (1995) 398-421.
20. **MUTH CM, WENDLING J, TETZLAFF K:** Tauchtauglichkeitsuntersuchungen bei Sporttauchern mit besonderer Berücksichtigung medizinischer Grenzfälle. *Dtsch Z Sportmed* 53 (2002) 170-176.
21. **NSGA:** The National Sporting Goods Association: Sports participation in 1999. scuba and snorkelling NSGA, Mt Prospect, IL (2000).
22. **PANCHARD MA, BAENZIGER O, FUCHS H, HALDI H, OSWALD H:** Empfehlungen für die Beurteilung der Tauchtauglichkeit beim Kind. *Paediatrica* 17 (2006) 10-14.
23. **PLESS IB, TAYLOR HG, ARSENAULT L:** The relationship between vigilance deficits and traffic injuries involving children. *Pediatrics* 95 (1995) 219-224.
24. **REIMER B, D'AMBROSIO LA, COUGHLIN JF, FRIED R, BIEDERMAN J:** Task-induced fatigue and collisions in adult drivers with attention deficit hyperactivity disorder. *Traffic Inj Prev* 8 (2007) 290-299.
25. **SMERZ R:** Epidemiology and treatment of decompression illness in children and adolescents in Hawaii, 1983-2003. *SPUMS J* 35 (2005) 5-10.
26. **TAKASAKI K, TAKAHASHI H, MIYAMOTO I, YOSHIDA H, YAMAMOTO-FUKUDA T, ENATSU K, ET AL.:** Measurement of angle and length of the eustachian tube on computed tomography using the multiplanar reconstruction technique. *Laryngoscope* 117 (2007) 1251-1254.
27. **THOMPSON AL, MOLINA BS, PELHAM W, JR., GNAGY EM:** Risky driving in adolescents and young adults with childhood ADHD. *J Pediatr Psychol* 32 (2007) 745-759.
28. **VANDENHOVEN G, COLLARD F, SCHAMP E:** Children and diving: medical aspects. Eight year's sports medical follow-up of the first scuba diving club for children in Belgium. *SPUMS J* 33 (2003) 70-73.
29. **YOSHIOKA S, NAITO K, FUJII N, KATADA K, TAKEUCHI K:** Age change in the Eustachian tube three-dimensionally measured by multislice CT. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho* 111 (2008) 523-532.

Korrespondenzadresse:

Bernd Winkler

Klinik für Anästhesiologie

Universitätsklinikum Ulm

Steinhövelstr. 9

89075 Ulm

E-Mail: bernd.winkler@uniklinik-ulm.de