

Zimmerspringbrunnen-Alveolitis

Ultraschallvernebler sind ein Gesundheitsrisiko

Dirk Koschel

Befeuchterassoziierte Lungenerkrankungen wurden früher meist als berufsbedingt beschrieben. Die Verbreitung von Zimmerspringbrunnen mit Ultraschallvernebler im privaten Bereich führte zur Exposition eines neuen Personenkreises und einer neuen Form der exogen-allergischen Alveolitis (EAA), der sogenannten Zimmerspringbrunnen-Alveolitis. Bedingt durch die Inhalation des mit verschiedenen Bakterien, Schimmel- und Hefepilzen kontaminierten Befeuchterwassers kann es zu den typischen Symptomen der akuten EAA mit Atemnot, Husten, Fieber und Schüttelfrost kommen. Das Wissen um die Zimmerspringbrunnen-Alveolitis ist besonders bei Allgemeinmedizinern beziehungsweise Hausärzten von grosser Bedeutung, da sich dort die Patienten aufgrund der grippeartigen Symptome oftmals primär vorstellen. Prinzipiell muss vor der Benutzung von Zimmerspringbrunnen auf Verneblerbasis aus pneumologisch-allergologischer Sicht abgeraten werden.



Dr. med.
Dirk Koschel

Mit dem Begriff exogen-allergische Alveolitis (EAA) wird eine heterogene Gruppe von Lungenerkrankungen bezeichnet, die durch eine immunologisch bedingte Entzündungsreaktion des Lungparenchyms und der terminalen Bronchiolen charakterisiert ist. Diese

Entzündungsreaktion wird durch die wiederholte Inhalation von Antigenen bei zuvor sensibilisierten Personen hervorgerufen. Als Antigene können organische Substanzen (Bakterien, Pilze, Mykobakterien und Proteine) oder niedermolekulare chemische Stoffe fungieren. Die häufigsten Krankheitsbilder sind die Vogelhälterlunge, die Farmerlunge und die Befeuchterlunge.

Differenzialdiagnostisch muss das Befeuchterfieber (toxische Alveolitis, engl. organic dust toxic syndrome = ODTS), ausgelöst wahr-



Abbildung 1: Zimmerspringbrunnen auf Ultraschallverneblerbasis. In die offene Glasschale wird Wasser gefüllt, in deren Mitte befindet sich die Verneblereinheit auf Ultraschallbasis.

scheinlich durch Endotoxine gramnegativer Bakterien, abgegrenzt werden.

Das klinische Erscheinungsbild der unterschiedlichen EAA-Verlaufsformen (akute, subakute oder chronische EAA) ist oft nicht spezifisch und bietet eine Reihe von Differenzialdiagnosen. Im Mittelpunkt der Diagnosestellung steht eine detektivische Anamnese von beruflichen oder häuslichen Faktoren beziehungsweise Freizeitaktivitäten zur Ermittlung der Expositionsursache sowie der Nachweis spezifischer IgG-Antikörper im Serum der exponierten Patienten. Zur weiteren Diagnostik können neben der pulmonalen Funktionsdiagnostik und den bildgebenden Verfahren eine broncho-alveoläre Lavage, eine Lungenbiopsie (bronchoskopisch oder chirurgisch) sowie ein inhalativer Provokationstest oder ein Karenztest gehören. Bei fehlenden pathognomonischen Befunden, beziehungsweise einem Goldstandard in der Diagnostik der EAA, wird das Krankheitsbild durch eine Kombination von Diagnosekriterien definiert (*Tabelle 1*). Therapeutisch ist nach Identifikation der Allergenquelle die Allergenkarenz entscheidend, gegebenenfalls kann die vorübergehende Gabe von Kortikosteroiden indiziert sein (1, 2).

Berufsbedingte befeuchterassoziierte Lungenerkrankungen

Die Erstbeschreibung des Befeuchterfiebers (ODTS) erfolgte in der Schweiz durch Pestalozzi 1959 bei Schreinerern (3), die einem keim-

besiedelten Luftbefeuchter ausgesetzt waren. Banaszak und Mitarbeiter (4) beschrieben 1970 das Krankheitsbild der Befeuchterlunge mit erstmaligem IgG-Antikörper-Nachweis im Serum von Büroangestellten, deren Klimaanlage kontaminiert war. Weitere Berichte über befeuchterassoziierte Lungenerkrankungen folgten, waren aber ebenfalls überwiegend berufsbedingt (5). Dabei wurde die Inzidenz des Befeuchterfiebers (ODTS) auf 40 bis 50 Prozent

Tabelle 1: Empfehlungen zur Diagnostik der EAA (exogen-allergischen Alveolitis)

1. Antigenexposition
2. expositions- und/oder zeitabhängige Symptome
3. spezifische IgG-Antikörper im Serum
4. Sklerosiphonie (Knisterrasseln)
5. Röntgenzeichen der EAA, ggf. im HR-CT
6. pO₂ in Ruhe und/oder bei Belastung erniedrigt oder DCO eingeschränkt

Sind alle 6 Kriterien erfüllt, liegt eine EAA vor. Fehlt eines der oben genannten Kriterien, so kann dieses durch eines der folgenden ersetzt werden:

7. Lymphozytose in der BAL
8. mit EAA zu vereinbarender histopathologischer Befund der Lunge
9. positiver Karenztest
10. positiver inhalativer Expositions- oder Provokationstest

gemäss Arbeitsgemeinschaft EAA der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin 2006 (2)

Tabelle 2: Befunde bei Patienten mit Zimmerspringbrunnen-Lunge

Symptome	Fieber	100%
	Husten	81%
	Atemnot	91%
	Hypoxämie	64%
Radiologie		
	Rö-Thorax	diffuse Infiltrate noduläre Veränderungen
HR-CT (n = 6)	Milchglaszeichnung	83%
Lungenfunktion		
VC	normal	18%
	leichtgradige Reduktion (Ø 77%)	27%
	mittelgradige Reduktion (Ø 51%)	55%
TLC	normal	18%
	leichtgradige Reduktion (Ø 79%)	27%
	mittelgradige Reduktion (Ø 63%)	55%
DCO	normal	45%
	leicht-/mittelgradige Reduktion (Ø 71%)	27%
	schwergradige Reduktion (Ø 38%)	27%
BAL (n = 7)		
Gesamtzellzahl	erhöht (20–60 x 106 Zellen)	100%
Lymphozyten	erhöht (17–39%)	100%

Anzahl der Fälle insgesamt 11 (9 EAA, 2 ODTs);
modifiziert nach Koschel et al. (17)

BAL: bronchoal-veoläre Lavage; DCO: Diffusionskapazität für Kohlenmonoxid
EAA: exogen-allergische Alveolitis; HR-CT: high-resolution Computertomografie
des Thorax; ODTs: toxische Alveolitis (organic dust toxic syndrome)
Rö-Thorax: Röntgen-Thorax; TLC: totale Lungenkapazität; VC: Vitalkapazität

der Exponierten geschätzt (6), die der Befeuchterlunge (EAA) auf unter 10 Prozent (7, 8). Typische Expositionen bestanden in Schreinerereien, Buchbindereien und -druckereien, in denen Klimaanlage installiert waren. Durch hygienische Massnahmen der Unfallversicherungsträger ist die Inzidenz hier deutlich zurückgegangen.

Zimmerspringbrunnen und Luftbefeuchtung

Ultraschallvernebler

Seit einigen Jahren wird eine zunehmende Verbreitung von Zimmerspringbrunnen auf Ultraschallbasis in Privathaushalten beobachtet (Abbildung 1). Diese werden in grosser Zahl vor allem in Hobby-Baumärkten, Garten-Centern und auch im Internet angeboten und sogar mit einer gesundheitsfördernden Wirkung in Zusammenhang gebracht. Es muss aber Folgendes hierzu erwähnt werden:

Durch die offene Wasserschale der Zimmervernebler kann es zu einer Keimbesiedlung des stehenden Wassers durch Umweltkontakt kommen. Auch der Gebrauch von destilliertem Wasser (z.B. aus Apotheken oder Tankstellen) bedeutet nicht, dass es sich hierbei um keimfreies Wasser handelt. Hygienische Gutachten haben nachgewiesen, dass destilliertes oder als

gleichwertig verkauft Wasser nicht gleichzeitig steril, das heisst keimfrei ist. Es konnte sogar eine teils starke bakterielle Kontamination nachgewiesen werden, die als gesundheitsgefährdend einzuschätzen ist. Eigene Untersuchungen ergaben bei allen neun untersuchten destillierten Wasserprodukten eine Kontamination mit überwiegend *Bacillus* spp. und Mikrokokken sowie nach vierwöchiger Lagerung einen Wechsel des Keimspektrums von Mikrokokken und *Bacillus* species zu Nonfermentern.

Im medizinischen Bereich (v. a. Intensivstationen) wurden daher Ultraschallvernebler vorübergehend nicht mehr eingesetzt, bevor die Medizintechnik, mit entsprechend finanziellem Mehraufwand, hygienisch einwandfreie Systeme anbot.

Ultraschallvernebler gelten prinzipiell als stärker pathogen als andere Luftbefeuchter, da verklumptes Allergen auseinandergerissen wird und so vermehrt alveolengängige Partikel produziert werden. Ausserdem sind diese Geräte schlecht zu reinigen, da die Gefahr besteht, die ultraschall-

„Ultraschallvernebler gelten prinzipiell als stärker pathogen als andere Luftbefeuchter.“

produzierende Membran zu zerstören (9). Eigene Messungen konnten nachweisen, dass es durch den Gebrauch des Ultraschallverneblers von täglich einer Stunde zu einer Erwärmung des Befeuchterwassers auf zirka 40 bis 50 °C kommt und damit die Wachstumsbedingungen für bestimmte Keime optimiert werden. So konnten wir nachweisen, dass es in dem Befeuchterwasser einer Brunnenschale durch den Gebrauch des Ultraschallverneblers zu einem deutlich schnelleren Wachstum von *Pseudomonas aeruginosa* kommt. Um diese mikrobielle Verkeimung zu vermeiden, müssten die Hersteller eindeutige Hygienehinweise bezüglich der Wartung der Befeuchtergeräte oder bezüglich des notwendigen Wechsels des Wassers angeben. Diese existieren bislang nicht.

Andere Befeuchtersysteme

Prinzipiell stehen für die Luftbefeuchtung im privaten Wohnbereich unterschiedliche Be-

feuchtersysteme zur Verfügung. Neben den schon erwähnten Wasserverneblern, gibt es Systeme mit Wasserverdunstung und mit Wasserverdampfung. Bei den Verdunstern wird in der Regel das Wasser auf eine möglichst grosse Oberfläche verteilt und durch ein Gebläse zum schnelleren Verdunsten gebracht. Um eine Verkeimung zu vermeiden, müssen meistens Verdunstermatten ausgetauscht oder Desinfektionsmittel zugesetzt werden. Bei den Verdampfern wird der Wasserdampf durch Erhitzung an den umliegenden Raum abgegeben. Zwar ist die Verkeimungsgefahr beim Verdampfen wesentlich geringer, benötigt aber einen deutlich höheren Stromverbrauch.

Zimmerspringbrunnen-Lunge

Zwischen 1990 und 1995 wurden in den USA und in Japan zehn Fälle von befeuchterassoziierten Lungenerkrankungen in Privathaushalten publiziert (10–14). In Europa wurde der erste Fall einer Befeuchterlunge, ausgelöst durch Exposition mit einem Zimmerspringbrunnen auf Ultraschallbasis, 2005 veröffent-

Tabelle 3: Nachgewiesene Keime im Befeuchterwasser bei Zimmerspringbrunnen-Alveolitis (19)

Bakterien	<i>Bacillus</i> species <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> koagulasenegative Staphylokokken
Schimmelpilze	<i>Penicillium</i> species <i>Mucor</i> species <i>Verticillium</i> species <i>Paecilomyces</i> <i>Aspergillus fumigatus</i>
Hefepilze	<i>Candida albicans</i> <i>Saccharomyces</i>

Tabelle 4: Im Serum von Patienten mit Zimmerspringbrunnen-Alveolitis nachgewiesene spezifische IgG-Antikörper (20)

Mit abnehmender Häufigkeit:

- *Aureobasidium pullulans*
- *Cephalosporium acremonium*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Penicillium brevi compactum*
- *Aspergillus fumigatus*
- *Thermoactinomyces vulgaris*
- *Stenotrophomonas*
- *Alternaria tenuis*
- *Saccharopolyspora rectivirgula*
- *Cladosporium cladosporoides*

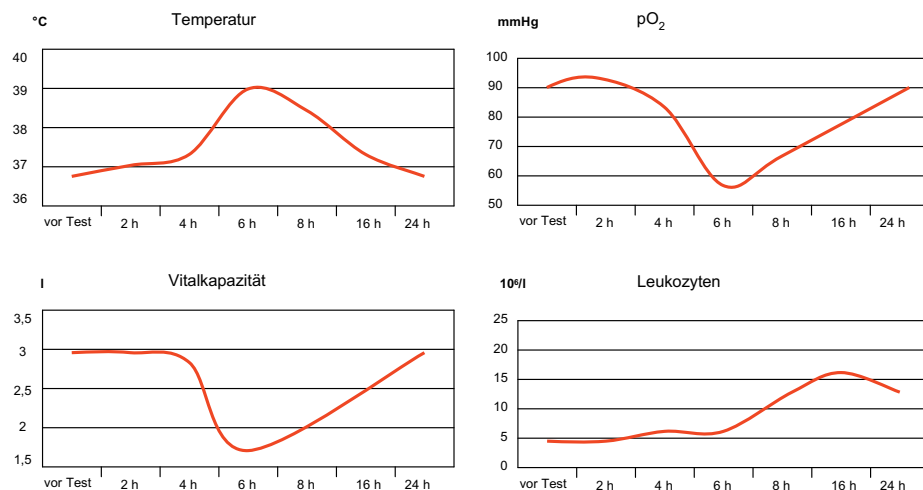


Abbildung 2: Typischer Verlauf einer inhalativen Provokation mit dem eigenen Zimmerspringbrunnen auf Ultraschallverneblerbasis mit systemischer und pulmonaler Reaktion.

licht (15), allerdings ohne Nachweis spezifischer IgG-Antikörper. Ein Jahr später wurde über einen ähnlichen Fall, erstmals nun aber mit Nachweis spezifischer IgG-Antikörper ge-

„Prinzipiell muss von der Benutzung von Zimmerspringbrunnen auf Verneblerbasis aus pneumologisch-allergologischer Sicht abgeraten werden.“

gen das Befeuchterwasser allgemein und im Speziellen gegen die darin angezüchteten Keime (*Bacillus subtilis*, *Mucor racemosus* und *Mucor mucedo*) berichtet (16). Eine 22-jährige Frau entwickelte rezidivierende Fieberschübe mit Husten und Atemnot nach wiederholter Exposition mit einem Zimmerspringbrunnen auf Ultraschallverneblerbasis. Es bestanden eine restriktive Ventilationsstörung (TLC 65% d. S., VC 52% d. S.) mit Belastungshypoxämie (pO_2 57 mmHg bei 155 Watt) sowie eine lymphozytäre Alveolitis in der bronchoalveolären Lavage (Lymphozytenanteil 39%, CD4/CD8-Quotient 0,97). Nach einer definierten Reexposition mit dem Zimmerspringbrunnen unter stationären Bedingungen traten erneut typische systemische und pulmonale Symptome im Sinne einer EAA auf (Abbildung 2). Für das Krankheitsbild wurde die Bezeichnung Zimmerspringbrunnen-Alveolitis vorgeschlagen. In einer anschließenden Fallsammlung wurden 11 Patienten mit befeuchterassozierten Lungenerkrankungen beschrieben (17). Bei 8 Patienten wurde eine inhalative Provokation mit dem eigenen Zimmerspringbrunnen auf Ultraschallverneblerbasis durchgeführt. Letztendlich wurde bei 9 Patienten die Diagnose

einer Zimmerspringbrunnen-Alveolitis im Sinne einer EAA gestellt, bei den anderen beiden Fällen ein Befeuchterfieber im Sinne eines ODTS.

Beide Erscheinungsformen, EAA und ODTS, werden unter dem Begriff Zimmerspringbrunnen-Lunge zusammengefasst. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die klinischen Befunde der Patienten.

Antigene und Antikörper

Allgemein wurden als potenzielle Antigene der Befeuchterlunge verschiedene thermophile Aktinomyzeten, andere Bakterien, Schimmelpilze, Hefepilze und sogar Amöben beschrieben (18). Viele dieser potenziellen Antigene wurden auch im Befeuchterwasser bei Patienten mit einer Zimmerspringbrunnen-Alveolitis nachgewiesen (Tabelle 3) (19). Für einen Teil dieser Keime (z.B. *Aspergilli*, *Penicillia*) ist bei

„Ursache der Erkrankung ist das Betreiben des Zimmerspringbrunnens mit Ultraschallverneblung des keimhaltigen Wassers.“

anderen Formen der EAA erwiesen, dass sie in der Lage sind, beim Menschen eine EAA auszulösen. Für andere häufig im Befeuchterwasser der Brunnen nachgewiesenen Keime, wie zum Beispiel *Pseudomonas aeruginosa*, gelang dies bislang nicht.

Als Standard der Bestimmung spezifischer IgG-Antikörper bei der EAA gilt heute das ELISA-Verfahren. Man konnte bei Patienten mit Zimmerspringbrunnen-Alveolitis eine Vielzahl ver-

schiedener spezifischer IgG-Antikörper im Serum nachweisen (Tabelle 4). Da bei einem Teil der Patienten aber keine spezifischen IgG-Antikörper gegen einzelne potenzielle Antigene der Befeuchterlunge nachgewiesen werden konnten, ist es wichtig, auch das Serum der Patienten auf Antikörper gegen die Wasserproben als solche zu testen. Hiermit gelingt dann in der Regel immer der Nachweis einer Sensibilisierung (20).

Zusammenfassung

Die Zimmerspringbrunnen-Alveolitis ist eine Form der exogen-allergischen Alveolitis (EAA) im Sinne einer Befeuchterlunge. Ursache der Erkrankung ist das Betreiben des Zimmerspringbrunnens mit Ultraschallverneblung des keimhaltigen Wassers. In den Beschreibungen dieser Geräte findet sich in der Regel kein Hinweis auf die erforderliche Frequenz oder die Art der Pflege. Bei der derzeit verbreiteten Anwendung solcher Geräte ist vermehrt mit befeuchterassozierten Erkrankungen zu rechnen. Bei der Abklärung von unklarem Fieber oder rezidivierenden grippeartigen Symptomen sollte auch an eine exogen-allergische Alveolitis beziehungsweise an ein ODTS (Befeuchterfieber) gedacht werden und speziell nach der Anwendung von Befeuchtergeräten beziehungsweise Zimmerspringbrunnen mit Ultraschallverneblung gefragt werden. Aus pneumologisch-allergologischer Sicht muss vom Betreiben derartiger Zimmerspringbrunnen mit Ultraschallverneblung abgeraten werden. Andere Luftbefeuchtungssysteme sind gegebenenfalls zu bevorzugen. ♦

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Dirk Koschel
Leitender Oberarzt
Abteilung Pneumologie, Fachkrankenhaus Coswig
Zentrum für Pneumologie, Allergologie, Beatmungsmedizin, Thorax- und Gefäßchirurgie
Neucoswiger Str. 21
D-01640 Coswig
Tel. 0049-352 365 202
Fax 0049-352 365 205
E-Mail: dr.koschel@fachkrankenhaus-coswig.de

Potenzielle Interessenskonflikte: keine

Literaturliste auf Anfrage beim Verlag erhältlich:
info@rosenfluh.ch