

Berufsbedingte Anaphylaxie – Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Allergologie und Klinische Immunologie (DGAKI)

R. Treudler¹, M. Worm², A. Bauer³, H. Dickel⁴, G. Heine⁵, U. Jappe⁶, L. Klimek⁷, M. Raulf⁸, B. Wedi⁹, D. Wieczorek⁹, W. Francuzik², T. Jakob¹⁰, O. Pfaar¹¹, J. Ring¹², F. Ruéff¹³, S. Schnadt¹⁴, T. Werfel⁹, G. Wurpts¹⁵, J. Zarnowski¹⁶, T. Zuberbier^{1,17} und K. Brockow¹²

Schlüsselwörter
berufliche exogen-allergische Alveolitis – Kunststoffe – Phthalsäureanhydrid – Antikörper – Diagnose

Key words
occupational hypersensitivity pneumonitis – plastics – phthalic anhydride – antibodies – diagnosis

Erstpublikation in
Allergologie select,
mit freundlicher
Genehmigung der
Autoren

¹Institute of Allergology, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Corporate Member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, ²Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Corporate Member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, ³Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitäts-Allergiezentrum, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden, ⁴Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, St. Josef-Hospital, Universitätsklinikum, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, ⁵Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, ⁶Abteilung für Klinische und Molekulare Allergologie, Forschungszentrum Borstel, Airway Research, Center North (ARCN), Mitglied des Deutschen Zentrums für Lungenforschung, Borstel, Deutschland, Interdisziplinäre Allergieambulanz, Abteilung für Pneumologie, Universität zu Lübeck, ⁷Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Universitätsmedizin Mainz, Mainz und Zentrum für Rhinologie und Allergologie, Wiesbaden, ⁸Abteilung für Allergologie/Immunologie, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bochum, ⁹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Dermatologie, Allergologie und Venerologie, Hannover, ¹⁰Klinik für Dermatologie und Allergologie, Universitätsklinikum Gießen (UKGM), Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, ¹¹Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Sektion Rhinologie und Allergologie, Universitätsklinikum Marburg, Philipps-Universität Marburg, Marburg, ¹²Klinik für Dermatologie und Allergologie Biederstein, Fakultät für Medizin und Gesundheit, Technische Universität München (TUM), ¹³Klinik für Dermatologie und Allergologie, Universitätsklinikum, LMU München, München, ¹⁴Deutscher Allergie- und Asthmabund (DAAB), Mönchengladbach, ¹⁵Klinik für Dermatologie und Allergologie, Aachen Comprehensive Allergy Center (ACAC), Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Aachen, ¹⁶Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsmedizin Leipzig, Leipzig, ¹⁷Fraunhofer Institute for Translational Medicine and Pharmacology ITMP, Immunology and Allergology, Berlin

Berufsbedingte Anaphylaxie – Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Allergologie und Klinische Immunologie (DGAKI)

Hintergrund: Die Anaphylaxie ist eine systemische allergische Reaktion, die potenziell lebensbedrohlich ist. Die berufsbeding-

te Anaphylaxie (Occupational anaphylaxis – OcAn) ist eine Anaphylaxie, die in einem beruflichen Kontext auftritt. In diesem Positionspapier schlagen wir diagnostische Kriterien für die berufsbedingte Anaphylaxie vor und geben einen Überblick über den aktuellen Wissensstand in Bezug auf Prävalenz,

Treudler R, Worm M, Bauer A, Dickel H, Heine G, Jappe U, Klimek L, Rauf M, Wedi B, Wieczorek D, Francuzik W, Jakob T, Pfaar O, Ring J, Ruéff F, Schnadt S, Werfel T, Wurpts G, Zarnowski J, Zuberbier T, Brockow K.
Occupational anaphylaxis: A Position Paper of the German Society of Allergology and Clinical Immunology (DGAKI). Allergol Select. 2024; 8: 407-20. DOI 10.5414/ALX02543E

citation

Manuskripteingang: ●●●.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: ●●●.2025

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. Regina Treudler, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin, Institut für Allergologie, Hindenburgdamm 30, 12203 Berlin,
regina.treudler@charite.de



Abkürzungen

AAI	Adrenalin-Autoinjektor
AIT	Allergen-Immuntherapie
RR	Blutdruck
IgE	Immunglobulin E
NRL	Naturkautschuklatex
OcAn	Berufsbedingte Anaphylaxie
PEF	Exspiratorischer Spitzenfluss

Die berufsbedingte Anaphylaxie entsteht durch Auslöser und auslösende Faktoren im Zusammenhang mit einem bestimmten Arbeitsumfeld

Auslöser, Prävention und Management. **Ergebnisse:** Zu den häufigsten Auslösern der OcAn gehören Hymenopterengifte, gefolgt von Nahrungsmitteln und Medikamenten. Chemikalien, Bisse oder Kontakte mit Tieren (Säugetiere/Schlangen/Insekten) und Naturkautschuklatex sind weit weniger häufig. Ein Risiko für das Auftreten einer OcAn besteht daher für Personen, die imkern, im Freien Tätig oder Personen, die mit Nahrungsmitteln umgehen, sowie Beschäftigte im Gesundheitswesen. Der Kontaktweg, die Intensität und Häufigkeit der Exposition, die Art des Allergens und das gleichzeitige Auftreten von Kofaktoren bestimmen die klinische Manifestation. Zur Bestätigung der Diagnose einer Anaphylaxie und zur Identifizierung des Auslösers ist eine ausführliche Anamnese erforderlich. Es werden sowohl Hauttests als auch die Bestimmung des spezifischen IgE empfohlen, jedoch stehen nur wenige kommerziell verfügbare und qualitätsgeprüfte Allergene zur Verfügung, die mit bei den Testmethoden untersucht werden können. Vorbeugende Maßnahmen bestehen darin, eine weitere Exposition zu vermeiden oder, falls erforderlich, einen Arbeitsstoff zu ersetzen. Ein schriftlicher Notfallplan und die Verschreibung eines Adrenalin-Autoinjektors sowie Anweisungen für dessen Verwendung sind dringend notwendig. Bei einer generalisierten Hymenopterengiftallergie wird eine Allergen-Immuntherapie (AIT) empfohlen. Je nach den nationalen Gesundheitssystemen müssen Patienten mit berufsbedingter Anaphylaxie bei der Unfallversicherung gemeldet werden. **Schlussfolgerungen:** Eine berufliche Anaphylaxie ist sehr selten. Wir empfehlen Aufklärungsmaßnahmen und eine generelle standardisierte Erfassung von berufsbedingten Anaphylaxien für Berufe mit erhöhtem Anaphylaxierisiko.

Einführung

Die Anaphylaxie ist eine schwere, akute, generalisierte Überempfindlichkeitsreaktion, die durch das rasche Auftreten

von Symptomen an mehreren Organen gekennzeichnet ist und vorwiegend durch Immunglobulin E (IgE) vermittelt wird [1]. Die häufigsten Auslöser der Anaphylaxie sind Hymenopterengifte, Nahrungsmittel und Arzneimittel [2]. Die Diagnose basiert auf den klinischen Symptomen nach Exposition gegenüber einem bekannten oder potenziellen Allergen [1]. Die Europäische Akademie für Allergie und klinische Immunologie (EAACI) sowie die Weltallergieorganisation (WAO) definieren sie als eine schwere, lebensbedrohliche, generalisierte oder systemische Überempfindlichkeitsreaktion [3]. Es gibt unterschiedliche Diagnosekriterien für die Anaphylaxie [3, 4], in dieser Arbeit wurden die von Sampson et al. (Tab. 1) [1, 4] verwendet.

Die berufsbedingte Anaphylaxie kann als Anaphylaxie definiert werden, die durch Auslöser und auslösende Faktoren im Zusammenhang mit einem bestimmten Arbeitsumfeld entsteht. Bisher gibt es jedoch keine klar definierten diagnostischen Kriterien. Daher kann die Einstufung klinischer Reaktionen als berufsbedingte Anaphylaxie schwierig sein; mögliche Szenarien sind in Tabelle 2 zusammengefasst. In ausgewählten Fällen kann ein Expertengutachten erforderlich sein.

Auslöser einer berufsbedingten Anaphylaxie können durch Einatmen, Hautkontakt, versehentliche Inokulation, Insektstich oder durch Übertragung von Hand zu Mund in den Körper gelangen [6]. Zu den wichtigsten Kategorien von Auslösern am Arbeitsplatz gehören Nahrungsmittel, Medikamente, Insektengifte, Allergene von Säugetieren und Schlangen, Naturkautschuklatex und Chemikalien (Tab. 2) [6, 7]. Die berufsbedingte Anaphylaxie ist in den meisten Fällen auf die Exposition gegenüber Allergenen am Arbeitsplatz zurückzuführen, die zunächst zu einer Sensibilisierung und anschließend dort zu einer Anaphylaxie führt. Es kann jedoch auch vorkommen, dass Arbeitnehmer durch eine Allergenexposition am Arbeitsplatz zunächst sensibilisiert werden, anaphylaktische Reaktionen jedoch außerhalb des Arbeitsplatzes auftreten, zum Beispiel eine Naturkautschuklatexallergie, die durch eine Tätigkeit im Gesundheitswesen erworben und durch Latexkontakt zu Hause ausgelöst wurde [6]. Darüber hinaus können Anaphylaxien aufgrund von Allergenen, die nicht primär berufsbedingt sind, am Arbeits-

Tab. 1. Kriterien für die Diagnose der Anaphylaxie nach Sampson et al. [3, 4, 5].

Eine Anaphylaxie ist sehr wahrscheinlich, wenn eines der drei Kriterien erfüllt ist:

1. Akuter Ausbruch einer Krankheit (Minuten bis mehrere Stunden) mit Beteiligung der Haut, der Schleimhäute oder beider (zum Beispiel generalisierte Nesselsucht, Juckreiz oder Hautrötung, geschwollene Lippen-Zungenschleimhaut)
- UND MINDESTENS EINER DER FOLGENDEN PUNKTE**
- a. Beeinträchtigung der Atmung (zum Beispiel Dyspnoe, Keuchen-Bronchospasmus, Stridor, verminderter Spitzenausatmungsfluss (PEF), Hypoxämie)
 - b. Verminderter Blutdruck (RR) oder damit verbundene Symptome einer Dysfunktion der Endorgane (zum Beispiel Hypotonie (Kollaps), Synkope, Inkontinenz)
2. Zwei oder mehr der folgenden Symptome, die rasch nach der Exposition gegenüber einem für den Patienten wahrscheinlichen Allergen auftreten (Minuten bis mehrere Stunden):
 - a. Beteiligung des Haut-Schleimhaut-Gewebes (zum Beispiel generalisierte Nesselsucht, Juckreiz-Rötung, geschwollene Lippen-Zungenschleimhaut)
 - b. Beeinträchtigung der Atmung (zum Beispiel Dyspnoe, Keuchen-Bronchospasmus, Stridor, reduzierter PEF, Hypoxämie)
 - c. Verminderter Blutdruck oder damit verbundene Symptome (zum Beispiel Hypotonie (Kollaps), Synkope, Inkontinenz)
 - d. Anhaltende gastrointestinale Symptome (zum Beispiel krampfartige Bauchschmerzen, Erbrechen)
 3. Verminderter Blutdruck nach Exposition gegenüber dem für den Patienten bekannten Allergen (Minuten bis mehrere Stunden):
 - a. Säuglinge und Kinder: niedriger systolischer Blutdruck (altersspezifisch) oder Rückgang des systolischen Blutdrucks um mehr als 30%*. Erwachsene: systolischer Blutdruck von weniger als 90 mmHg oder Senkung um mehr als 30% gegenüber dem Ausgangswert
 - *Niedriger systolischer Blutdruck bei Kindern ist definiert als Werte unterhalb von 70 mmHg von 1 Monat bis 1 Jahr, unterhalb von (70 mmHg + (2 × Alter)) von 1 – 10 Jahren und unterhalb von 90 mmHg von 11 – 17 Jahren.

Tab. 2. Diagnostische Kriterien für die Klassifizierung berufsbedingter Anaphylaxie.

Sensibilisierung am Arbeitsplatz wahrscheinlich	Anaphylaxie am Arbeitsplatz	Einstufung als berufsbedingte Anaphylaxie	Beispiel
Ja	Ja	Ja	Insektengiftallergie bei Personen, die imkern, Nahrungsmittelallergien bei Beschäftigten in Küchen, der Gastronomie und in der Nahrungsmittelindustrie
Ja	Nein	Ja	Medikamentenallergie bei Beschäftigten des Gesundheitswesens (zum Beispiel Reaktion bei der eigenen Einnahme von Antibiotika)
Nein/unbekannt	Ja	Ja, wenn die Allergenquelle zu den typischen Arbeitsstoffen gehört	Nahrungsmittelallergien bei Beschäftigten in Küchen, der Gastronomie und in der Nahrungsmittelindustrie
Nein/unbekannt	Ja	Ja, wenn eine Sensibilisierung am Arbeitsplatz wahrscheinlich ist, auch wenn die Allergenquelle nicht zu den typischen Arbeitsstoffen gehört	Insektengiftallergie bei Beschäftigten in der Land- und Forstwirtschaft
Nein/unbekannt	Ja	Nein, wenn der Allergenkontakt auf private Aktivitäten zurückzuführen ist	Verzehr von Nahrungsmitteln am Arbeitsplatz während der Pausenzeit

Eine Anaphylaxie am Arbeitsplatz ist nicht immer berufsbedingt

platz auftreten oder durch eine berufliche Exposition verschlimmert werden (zum Beispiel wiederholte Anaphylaxie durch Hymenopterengift in einer Bierproduktionsanlage mit vielen Wespen). Andererseits ist eine Anaphylaxie am Arbeitsplatz nicht immer berufsbedingt, zum Beispiel wenn sie durch eine Exposition außerhalb des Arbeitsplatzes entsteht und sich nur zufällig am Arbeitsplatz manifestiert (zum Beispiel ein Erdnussallergiker, der in der Pause am Arbeitsplatz Erdnüsse zu sich nimmt). In einer europäischen internetbasierten Umfrage traten 5,9% der nahrungsmittelinduzierten Anaphylaxien am Arbeitsplatz auf [8].

Insgesamt ist die berufsbedingte Anaphylaxie selten. Daten des Europäischen Ana-

phylaxie-Registers, das 1.000 Fälle umfasst, zeigen, dass nur in 3,8 % der Fälle ein beruflicher Zusammenhang bestand [7]. Es gibt Berichte, dass überwiegend Frauen von nicht berufsbedingter Anaphylaxie betroffen sind, und es wurde eine Beteiligung von Sexualhormonen an den Immunreaktionen postuliert [9]. Jüngste Daten über berufsbedingte Anaphylaxie aus dem Anaphylaxie-Register, das 15.748 Fälle umfasste, berichteten jedoch über einen überwiegenden Männeranteil bei venomedingter Anaphylaxie und keine geschlechtsspezifischen Unterschiede, wenn Nahrungsmittel der Auslöser waren, was diese Hypothese in Frage stellt [7]. Ziel dieser Arbeit ist es, den aktuellen Wissensstand zur berufsbedingten Anaphylaxie im

Tab. 3. Ausgewählte Arbeitsplätze mit möglichen Auslösern einer berufsbedingten Anaphylaxie.

Arbeitsplatz/Beruf	Mögliche Auslöser
Personal im Gesundheitswesen	Medikamente, Naturkautschuklatex, Chemikalien
Beschäftigte in Imkereien, Gärtnereien, Gewächshäusern, Verkaufspersonal in Bäckereien und Konditoreien	Insektengift
Beschäftigte in der Nahrungsmittelproduktion und -verarbeitung	Tierische und pflanzliche Nahrungsmittel (Einatmen, Verschlucken, Hautkontakt)
Beschäftigte in Jagd-/Forstwirtschaft, Ranger	Alpha-GAL in Fleisch, Insektengift
Laboranten/Laborantinnen	Chemikalien, Tierbisse/-kontakte

Tab. 4. Wichtige Aspekte für die Anamneseerhebung bei Berufsallergien [10, 11].

Allergenexposition	Exposition am Arbeitsplatz oder im Freien Weg der Exposition Häufigkeit der Exposition Art des Allergens
Potenzielle Kofaktoren	Körperliche Aktivität, Bewegung Alkohol Stress Akute Infektionen Gleichzeitige Einnahme von Medikamenten (zum Beispiel Betablocker, angiotensin-konvertierende Enzyminhibitoren)
Prädisponierende individuelle Risikofaktoren	Höheres Alter Erhöhte basale Tryptasekonzentration, Mastozytose Unkontrolliertes Asthma Kardiovaskuläre Erkrankungen Geschlecht

Oft sind keine handelsüblichen Testextrakte für den Hautprick-test verfügbar

Hinblick auf Prävalenz, Auslöser, Prävention und Management zusammenzufassen. Ein weiteres Ziel dieses Positionspapiers ist es, aktuelle Empfehlungen für ärztlich Tätige im Umgang mit Patientinnen und Patienten mit dringendem Verdacht oder bestätigter Diagnose einer berufsbedingten Anaphylaxie zu geben.

sorgfältige klinische und berufliche Anamnese unerlässlich (Tab. 2, 3). Darüber hinaus müssen die Krankengeschichte und die Ergebnisse früherer Labor- und Allergietests untersucht werden. Die Rolle des Patienten im Arbeitsablauf des beruflichen Umfelds (Arbeitsprozess) und seine Exposition gegenüber potenziellen Allergenen muss geklärt werden, wozu auch die Berücksichtigung von Sicherheitsdatenblättern gehören kann.

Serumspezifisches IgE ist nur für ausgewählte Berufsallergene verfügbar, zum Beispiel Nahrungsmittel, Naturkautschuklatex (NRL), Betalaktam-Antibiotika oder Hymenopterengift. In einigen Fällen können zelluläre Tests, wie der Basophilen-Aktivierungstest, hilfreich sein. Die Diagnostik basiert häufig auf Hautpricktests oder intradermalen Tests. Oft sind keine handelsüblichen Testextrakte verfügbar. In diesen Fällen sollten Hautpricktests mit rohen und selbst hergestellten Materialien sorgfältig durchgeführt werden, und es muss nach nicht irritativen Hauttestkonzentrationen gesucht werden, was idealerweise die Untersuchung von nicht exponierten Kontrollen erfordert. Expositionstests können erforderlich sein, wenn diagnostische Zweifel

Diagnostik

Die Diagnose einer Anaphylaxie stützt sich auf klinische Anzeichen und Symptome (Tab. 1). Differenzialdiagnosen müssen in Betracht gezogen werden, d. h. Urtikaria, Asthma, Angst-/Panikattacken, Ohnmacht, Erstickungsanfälle [6]. Bei der berufsbedingten Anaphylaxie wird die Sensibilisierung für ein Allergen erworben und/oder die Reaktion wird durch Allergene oder Bedingungen ausgelöst, denen man am Arbeitsplatz überwiegend ausgesetzt ist und die im beruflichen Kontext verursacht werden [7]. Es ist von entscheidender Bedeutung, den ursächlichen beruflichen Erreger zu identifizieren, der die Reaktion auslöst. Zur Identifizierung ist eine

Am Arbeitsplatz sollten alle Maßnahmen ergriffen werden, um eine weitere Exposition zu verhindern (STOP-Prinzip)

bestehen, und sind die einzige Methode, um eine Überempfindlichkeit gegen nichtallergische Auslöser zu verifizieren [12, 13]. Die Korrelation der Testergebnisse mit der Anamnese ist von entscheidender Bedeutung, und es sollten auch mögliche Allergene in Betracht gezogen werden, die nicht mit dem Arbeitsplatz in Verbindung stehen, zum Beispiel Nahrungsmittel oder Medikamente. Nahrungsmittel können sowohl in einem beruflichen Umfeld als auch unabhängig davon eine Anaphylaxie auslösen, zum Beispiel wenn man das betreffende Nahrungsmittel mitnimmt und dort isst.

heits- und Sicherheitsschulungen sowie Schulungen zur Verwendung der AAI sind erforderlich. Ist eine vollständige Vermeidung von Allergenen nicht möglich, sollte das Risiko minimiert werden, indem der direkte Umgang mit dem Auslöser vermieden und/oder Schutzhandschuhe, Schutzkleidung oder eine Gesichtsmaske getragen werden. In jeder Arbeitsumgebung, in der Beschäftigte mit einer früheren Anaphylaxie tätig sind, ist die Verfügbarkeit von Adrenalin und die Anwesenheit einer in der Verabreichung geschulten Person dringend notwendig [16]. Wenn möglich, sollte bei Patientinnen und Patienten mit berufsbedingter Insektanaphylaxie mit einer Allergenimmuntherapie mit Hymenopterengift begonnen werden.

Je nach Organisation der nationalen Gesundheitssysteme werden Betroffene mit berufsbedingter Anaphylaxie in den verschiedenen europäischen Ländern unterschiedlich behandelt, was die Bereitstellung von Therapie- und Präventionsmaßnahmen sowie die Entschädigung betrifft. In mehreren Ländern gibt es eine Versicherung gegen Arbeitsunfälle und berufsbedingte Verletzungen [17]. In Deutschland muss der dringende medizinische Verdacht auf eine berufsbedingte Anaphylaxie dem Unfallversicherungsträger gemeldet werden [17].

Behandlung

Die akute Behandlung einer anaphylaktischen Reaktion am Arbeitsplatz sollte den allgemeinen Leitlinien zur Anaphylaxie folgen [1, 3]. Einige Wochen nach Abklingen aller Symptome sollten die Patienten einer Diagnostik unterzogen werden, um den Auslöser zu identifizieren [1, 6, 12, 14]. Besteht der Verdacht auf eine berufsbedingte Anaphylaxie, sollten die Beschäftigten bis zu einer vollständigen Untersuchung von einer möglichen ursächlichen Exposition am Arbeitsplatz ferngehalten werden [6]. Nach der Diagnose sollten die Betroffenen dazu angehalten werden, die Exposition gegenüber dem auslösenden Stoff sowohl am Arbeitsplatz als auch außerhalb des Arbeitsplatzes zu vermeiden. Sollten schwerwiegende unerwünschte Reaktionen aufgetreten sein, so sollte sorgfältig über versteckte Allergene und Kreuzreaktionen mit anderen Allergenen aufgeklärt werden. Lässt sich das Allergen nicht zuverlässig meiden, sollten die Betroffenen einen Anaphylaxie-Notfallplan und Medikamente zur selbstständigen Notfalltherapie (einschließlich AAI) erhalten [12, 14, 15]. Am Arbeitsplatz sollten alle Maßnahmen ergriffen werden, um eine weitere Exposition zu verhindern, dazu gehören (nach dem STOP-Prinzip): Substitution von Auslösern, Technische Maßnahmen, Organisatorische Maßnahmen zur Auslöservermeidung und Persönliche Sicherheitsvorkehrungen. In Betrieben zur Herstellung von Medikamenten können Sicherheitsvorkehrungen den Kontakt mit Medikamenten wirksam begrenzen. Ein schriftlicher Notfallplan sowie Gesund-

Beispiele für häufige Berufsallergene

Nahrungsmittel

Berichte über nahrungsmittelbedingte Allergien am Arbeitsplatz betreffen zumeist die Auslösung einer Kontaktdermatitis, einer Urtikaria oder einer Atemwegssymptomatik. Eine nahrungsmittelbedingte Anaphylaxie am Arbeitsplatz ist selten [6, 7] und wird kausistisch oder in kleinen Fallserien berichtet. Die Sensibilisierung bei nahrungsmittelbedingter beruflicher Anaphylaxie erfolgt meist durch Inhalation oder durch Kontaktdermatitis und nur selten durch die Aufnahme des betreffenden Nahrungsmittels. In jüngerer Zeit wurde berichtet, dass wiederholte Bisse bestimmter Zeckenarten eine Sensibilisierung gegen Galaktose- α -1,3-Galaktose (alpha-GAL) auslösen, die zu einer Anaphylaxie gegen Säugetierfleisch (rotes Fleisch), Inne-

Tab. 5. Tierische und pflanzliche Auslöser für berufsbedingte Anaphylaxie.

Allergen	Beruf/Arbeitsplatz	Referenz
Allergene aus tierischen Nahrungsmitteln		
Sushi	Küche Fahrzeugführende von Lastkraftwagen	[24, 25]
Meeresfrüchte	Küche	[22]
Anisakis	Fischhandel, Supermarkt [#]	[26]
Kuhmilch	Molkereiindustrie	[27]
Eselsmilch	Nahrungsmittelabor	[28]
Wachtelei	Geflügelzucht	[29]
Auster	Asternpilzzucht	[30]
Rotes Fleisch/Alpha GAL	Beschäftigte in Forst- und Jagdbetrieb ^{\$} Viehzucht, Küche	[18, 20, 31]
Aus Pflanzen gewonnene Nahrungsmittelallergene		
Avocado, Banane, Esskastanie, Maniok und andere	Beschäftigte im Gesundheitswesen mit Sensibilisierung gegen Naturkautschuklatex als Kreuzreaktion	[21, 32]
Buchweizen	Küche	[33]
Brokkoli	Küche	[24]
Zichorie	Küche	[34]
Koriander	Gewürzmühle	[35, 36]
Paprika	Verkauf von Gewürzen und Würzmitteln	[37]
Sonnenblume	Sonnenblumenverarbeitung	[38]
Tamarillo	Schreiner mit Sensibilisierung auf Obeche-Holz als Kreuzreaktion	[39]
Weizengehl	Küche [#]	[24]

[#] generalisierte Urtikaria; ^{\$} keine detaillierten klinischen Reaktionen angegeben [20].

Eine nahrungsmittelbedingte Anaphylaxie am Arbeitsplatz ist selten

reien und verwandte Produkte führen kann. Im Jahr 2018 wurde eine alpha-GAL-Sensibilisierung bei einem Koch erstmals als Berufskrankheit in Deutschland anerkannt [18]. Die Datenlage zur beruflichen alpha-GAL-Sensibilisierung ist begrenzt [19]. Eine Untersuchung von 300 Bediensteten in Forst- und Jagdwirtschaft in Südwestdeutschland zeigte bei 19,3 % der untersuchten Personen eine alpha-GAL-Sensibilisierung mit spezifischem IgE $\geq 0,35 \text{ kU/l}$. Von diesen Personen hatten 8,6 % eine Vorgeschichte mit verzögter fleischinduzierter Anaphylaxie [20].

Beruflich bedingte Nahrungsmittelallergien können auch durch immunologische Kreuzreaktionen zwischen Allergenen außerhalb des Nahrungsmittelbereiches und Nahrungsmitteln entstehen, zum Beispiel kann eine Sensibilisierung auf Naturkautschuklatex bei Beschäftigten im Gesundheitswesen zu Anaphylaxie beim Verzehr von Avocado, Banane und anderen führen [8, 21]. Köche und andere Beschäftigte, die in der Nahrungsmittelverarbeitung oder -handhabung tätig sind und ständig mit Nahrungsmitteln in Berührung kommen, sind Berichten zufolge am häufigsten von nahrungsmittelbedingter beruflicher Anaphylaxie betroffen [22]. Dementsprechend wurde

berichtet, dass 3 – 11 % der Beschäftigten in der Meeresfrüchte-Industrie (Fisch, Krustentiere) an einer Kontakturtikaria auf Meeresfrüchte leiden, die in mehreren Fällen auch zu generalisierten objektiven Krankheitszeichen und Symptomen bei der Einnahme führte [23]. In Tabelle 5 sind Berichte über nahrungsmittelbedingte berufsbedingte Anaphylaxien zusammengefasst.

Medikamente

Es gibt nur wenige Berichte über berufsbedingte Arzneimittelanaphylaxie [6, 16]. Ein Grund dafür ist, dass das Gesamtbild der Anaphylaxie im Zusammenhang mit dem Arbeitsplatz viel seltener ist als Rhinitis, Asthma oder Kontaktdermatitis nach Medikamentenkontakt. Ein weiteres Problem ist die Dunkelziffer. Darüber hinaus führt die Exposition gegenüber Arzneimitteln am Arbeitsplatz durch Einatmen oder direkten Hautkontakt bei der Arzneimittelherstellung möglicherweise seltener zu einer Sensibilisierung und Anaphylaxie als die Einnahme oder systemische Anwendung. Zu den gefährdeten Berufen gehören Beschäftigte im Gesundheitswesen, die mit Arzneimit-

Die Exposition gegenüber Arzneimitteln am Arbeitsplatz führt seltener zu einer Anaphylaxie als die Einnahme

teln umgehen, Beschäftigte in Apotheken, die Medikamente mischen, und Personen, die im Herstellungsprozess beschäftigt sind (Tab. 5) [6]. Es gibt mehrere Berichte über Pflegefachpersonal mit Anaphylaxie beim Umgang mit Penicillin, Cefotiam oder Piperacillin-Tazobactam-Infusionen [40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47]. Bei einer Pflegefachfrau ohne bekannte Atopie kam es wiederholt zu Anaphylaxien, auch ohne direkte Beteiligung an arzneimittelspezifischen Aufgaben wie dem Zerkleinern von Tabletten oder der Vorbereitung von Injektionen [48]. In diesem Fall wurde das ursächliche Allergen durch das Auftreten einer außerberuflichen oralen Cefuroxim-Einnahme während einer Atemwegsinfektion diagnostiziert. Eine Bestätigung erfolgte durch einen Allergietest. Es handelt sich ebenfalls um eine berufliche Anaphylaxie, wenn bei Personen mit beruflicher Exposition mit einem Betalaktam das betreffende Antibiotikum therapeutisch eingesetzt wird und bei diesen Personen keine außerberufliche Exposition in der Vergangenheit bestand [49, 50]. Eine Anaphylaxie entwickelte sich bei vier südkoreanischen Beschäftigten im Gesundheitswesen mit latenter Tuberkuloseinfektion, die eine 3-monatige Behandlung mit einmal wöchentlichem Isoniazid und Rifapentin erhielten [51].

Fälle von schwerer berufsbedingter Anaphylaxie wurden bei einem Zahnarzt, zwei Krankenschwestern und einem Endoskopietechniker im Umgang mit Chlorhexidin beschrieben [52, 53]. Eine Anaphylaxie kann auch bei Polyhexanid auftreten, einem Chlorhexidin ähnlichen Biguanid-Antiseptikum, das zum Beispiel in Kontaktlinsenlösungen, Wundaflagen, Schwimmbadreinigern und Kosmetika weit verbreitet ist [54]. Für Beschäftigte im Gesundheitswesen besteht ein erhöhtes Risiko, eine Polyhexanid-Sensibilisierung zu entwickeln. Bislang wurden IgE-vermittelte anaphylaktische Episoden gegen Polyhexanid im Zusammenhang mit der desinfizierenden Wundversorgung und nach der Verwendung von feuchtem Toilettenpapier, das Polyhexanid als Desinfektionsmittel enthielt, beschrieben [54, 55]. Bei Personen mit bekannter Chlorhexidin-Allergie kann das Risiko einer anaphylaktischen Reaktion auf Polyhexanid aufgrund einer Kreuzreaktion oder Konsensibilisierung bestehen [55]. Eine am Arbeitsplatz aufgetretene Anaphy-

laxie wurde auch für Povidon-Jod beschrieben [56].

Chloramin-T wird üblicherweise als Sterilisator, Antiseptikum, Desinfektionsmittel und chemisches Reagenz verwendet. Eine Reinigungskraft zeigte 15 Minuten nach der Behandlung einer Verbrennung durch Kühlen in Wasser mit Chloramin-T-Zusatz ein generalisiertes juckendes Erythem, Dyspnoe und Schwindel [57]. Sie war wahrscheinlich bei ihrer Reinigungstätigkeit in einer Metzgerei sensibilisiert worden. Chlorocresol und Chloroxylenol in Reinigungsmitteln wurden für die berufsbedingte Anaphylaxie bei einer Pflegefachfrau verantwortlich gemacht [58].

Bei zwei Pflegefachfrauen mit einer früheren beruflichen Exposition wurde über eine Anaphylaxie gegenüber dem faserhaltigen Abführmittel Psyllium berichtet; beide hatten zuvor über Rhinitis beim Umgang mit Psyllium berichtet [59].

Allergene zur Allergenimmuntherapie sind ein potenzieller Auslöser für die berufsbedingte Anaphylaxie, wie der Fall eines Technikers mit bekannter allergischer Rhinitis und Sensibilisierung gegen Lieschgras zeigt, der nach einem Nadelstich bei der Vorbereitung von Immuntherapie-Fläschchen mit Lieschgras-Extrakt Rhinokonjunktivitis, Urtikaria/Angioödem und Hypotonie entwickelte [60].

Ein Anästhesist entwickelte eine Anaphylaxie nach kutaner Exposition mit Succinylcholin. Der Intrakutantest war stark positiv auf Succinylcholin und alle anderen neuromuskulär blockierenden Medikamente und löste einen ausgedehnten erythematösen Ausschlag und einen anaphylaktischen Schock aus [61]. Der Anästhesist konnte seinen Beruf in den folgenden 12 Monaten ohne weitere Reaktionen ausüben, indem er Operationssäle mit einem hohen Verbrauch an neuromuskulär blockierenden Medikamenten mied und persönliche Schutzausrüstung trug. Die berufliche Exposition gegenüber quaternären Ammoniumverbindungen bei Beschäftigten im Friseurhandwerk und Reinigungskräften wurde mit Anaphylaxie während allgemeiner Operationen in Verbindung gebracht, wenn verschiedene neuromuskuläre Blocker (Rocuronium, Suxamethonium, Cisatracurium, Atracurium, Mivacurium) eingesetzt wurden [62].

Es gab eine Diskussion über das Risiko einer Anaphylaxie durch Coronavirus-Impfstoffe, da zwei Angestellte des National

Tabelle 6: Arzneimittel als Auslöser bei berufsbedingter Anaphylaxie

Gruppe von Allergenen/ Erregern	Allergen	Beruf/Arbeitsplatz	Referenz
Antibiotika	Pencillin Cefotiam Piperacillin-Tazobactam Isoniazid Rifapentin	Beschäftigte des Gesundheitswesens	[40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49]
Desinfektionsmittel	Chlorhexidin Povidon-Jod Polyhexanid Chloramin Chlorkresol/Chloroxylenol	Beschäftigte des Gesundheitswesens Metzgereipersonal Betreuungskräfte	[52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 72]
Abführmittel	Psyllium	Beschäftigte des Gesundheitswesens	[59]
Allergen- Immuntherapeutikum	Lieschgras	Gesundheitspersonal	[60]
Impfstoffe gegen das Coronavirus	In Frage: direkte Komplement- aktivierung?	Beschäftigte des Gesundheitswesens	[63, 64, 66]
Narkotika	Succinylcholin Neuromuskulär blockierende Mittel (mehrere)	Gesundheitspersonal Beschäftigte im Friseurhandwerk Reinigungspersonal	[61, 62]

Die Diagnostik zum Nachweis einer Chemikali- en-Sensibilisie- rung stützt sich häufig auf das Sistieren der Symptome nach Allergenmeidung

Health Service (NHS) in England schwere Soforttyp-Reaktionen entwickelten, nachdem sie mit BNT162b2-Impfstoff gegen COVID-19 (Coronavirus-Krankheit 2019) geimpft worden waren [63, 64]. Inzwischen wurden jedoch Millionen von Beschäftigten im Gesundheitswesen mit verschiedenen Coronavirus-Impfstoffen geimpft, und das Risiko einer berufsbedingten Anaphylaxie scheint gering zu sein [65]. Ein prädisponierender Faktor scheint eine frühere Anaphylaxie zu sein [63, 66, 67, 68]. Der Polysorbitat-Hauttest hat sich nicht als nützlich erwiesen, um Personen mit Anaphylaxierisiko zu erkennen [68, 69].

Die zunehmende Verwendung von Cannabis zu medizinischen Zwecken in einigen Ländern und die damit verbundene berufliche Exposition beim Anbau, der Kultivierung, der Handhabung und der Abgabe der Cannabispflanze hat zu Bedenken hinsichtlich der Gesundheitsrisiken geführt [70]. Bisher gibt es keine Berichte über berufsbedingte Anaphylaxie, aber in einer Übersichtsarbeit wurde festgestellt, dass bis zu 20 % der Personen mit allergischen Reaktionen auf Cannabis auch anaphylaxieähnliche Reaktionen zeigen können [71].

Niedermolekulare Chemikalien

Niedermolekulare Chemikalien sind in der Lage, immunologische oder nicht im-

munologische Sofortreaktionen [6, 16] nach transdermaler oder inhalativer Exposition (Tab. 7) [73, 74, 75] auszulösen. Die Diagnostik zum Nachweis eines IgE-vermittelten Mechanismus gegen eine Chemikalie ist nach wie vor fallspezifisch, d. h., das Diagnoseverfahren ist in der Regel weder kommerziell verfügbar noch standardisiert [76, 77, 78, 79]. Die Diagnose stützt sich häufig auf das Sistieren der Symptome nach Vermeidung des Allergens. In der Landwirtschaft sind Fungizide und Insektizide von Bedeutung. Ein Gewächshausarbeiter litt unter anaphylaktischen Reaktionen – Kontakturtikaria sowie Engegefühl in Brust und Hals – nach Haut- und/oder Inhalationsexposition gegenüber Chlorthalonil, einem in der Landwirtschaft und im Gartenbau häufig verwendeten Fungizid [74]. Im Chemie-sektor gibt es Fallberichte über Metallsalze und verschiedene chemische Verbindungen, die eine Anaphylaxie auslösen. Ein Schweißer berichtete über Urtikaria, Angioödem und Bronchospasmus im Zusammenhang mit einer beruflichen Exposition gegenüber Chromdampf [80]. Eine Keramikdekorateurin entwickelte nach der Verwendung von kobaltchloridhaltiger blauer Farbe zunächst ekzematöse Hautläsionen auf den Handrücken und Unterarmen und im weiteren Verlauf eine generalisierte Urtikaria mit Angioödem und allgemeiner Müdigkeit [76]. Ein 26-jähriger Prozessoperator, der in einer

Tab. 7. Chemikalien als Auslöser von berufsbedingter Anaphylaxie.

Auslöser/Allergen	Anwendung	Arbeitsplatz/Beruf	Referenz
Chlorthalonil	Fungizid	Gewächshaus	[74]
Iridiumchlorid	Chemisch	Elektrochemie	[75]
Kobaltchlorid	Farbe	Dekorateur Keramik	[76]
Polyäthylenglykole	Hilfsstoffe, Lösungsmittel	Malerin	[79]
Chromdampf	Chemisch	Schweißer	[80]
Benzonitril	Zwischenprodukte für Chemikalien	Chemische Industrie	[81]
Hexafluorophosphate	Kupplungsreagenzien	Laborant	[82]
Methylmethacrylat	Kleber	Gesundheitspersonal	[84]
Parfüms	Kosmetika	Gesundheitspersonal	[85, 86]
Persulfate	Bleichmittel	Friseurhandwerk	[87, 88, 89]
Haar-/Textilfarbstoffe (2,4-Toluylendiamin/Lanasol Gelb 4G)	Färbungen	Friseurhandwerk, Textilindustrie	[90, 91]

Im Friseurhandwerk und in der Kosmetikbranche besteht ein erhöhtes Risiko einer beruflichen Sensibilisierung auf Haarfärbemittel

elektrochemischen Fabrik, die Titananoden herstellt, Iridiumchlorid ausgesetzt war, entwickelte Atemwegssymptome und Kontakturtikaria [75]. Benzonitril wird hauptsächlich als Zwischenprodukt für Kautschukchemikalien, Lösungsmittel und vor allem für Lacke verwendet. Eine Arbeitnehmerin stellte sich mit einem Kontakturtikaria-Syndrom mit Unwohlsein, Übelkeit, Schwindel, Schweißausbrüchen, Dyspnoe und Hypotonie mit Tachykardie vor, als sie an ihrem Arbeitsplatz schlecht verpacktes Benzonitril umlagerte [81]. Hexafluorophosphate sind Uranium/Guanidinium-Salz-Kopplungsreagenzien, die im biochemischen Prozess der Festphasen-Peptidsynthese verwendet werden. Eine Forscherin berichtete über Engegefühl in der Brust, Husten und Niesen sowie Urtikaria mit Angioödem bei der Arbeit mit Hexafluorophosphaten in einem Peptidsyntheselabor [82]. In einem anderen Fall entwickelte ein Laborarbeiter Anaphylaxie und Kontakturtikaria aufgrund einer berufsbedingten Exposition gegenüber pulvverförmigen Hexafluorophosphaten [83]. Polyäthylenglykole (PEG) werden als Hilfsstoffe und Lösungsmittel in vielen topischen oder systemischen Arzneimitteln, Kosmetika, Hygieneprodukten und in der Industrie verwendet. Ein Maler entwickelte eine generalisierte Urtikaria und ein Angioödem, als er mit Farben in Kontakt kam, die PEG 4000 enthielten [79].

Einzelfälle von anaphylaktischen Reaktionen am Arbeitsplatz finden sich bei einer OP-Pflegefachkraft nach Kontakt mit Methylmethacrylat [84] und bei einer Medizinischen Fachangestellten in einer Hausarzt-

praxis nach einem Angriff mit versprühtem Parfüm [85]. Eine Pflegefachkraft war beim Umgang mit einer Reihe von parfümierten Produkten Cinnamat ausgesetzt, woraufhin sie Urtikaria, ein brennendes Gefühl im Kopf und abdominale Symptome entwickelte [86]. Der Mechanismus der Soforttyp-Reaktionen auf Duftstoffe ist noch weitgehend unklar.

Im Körperpflegesektor werden Ammoniumpersulfat und Kaliumpersulfat häufig in Haarbleichformeln und Haarfärbemitteln verwendet, um den Bleichprozess zu beschleunigen und so die Menge des verwendeten Peroxids zu verringern [77, 87]. Persulfate werden auch in der Chemie-, Metall-, Textil- und Pharma industrie sowie in der Foto-, Nahrungsmittel- und insbesondere in der Kosmetikindustrie verwendet [88]. Besonders gefährdet sind Friseure, bei denen sofortige Symptome wie Kontakturtikaria, Angioödem, Rhinitis, Niesen, Husten, Atemnot und keuchende Atmung auf Ammoniumpersulfat [88] und Kaliumpersulfat beschrieben wurden [77]. Dabei kann die beruflich erworbene Sensibilisierung auf diese beiden Persulfate erstmals außerhalb des Arbeitsplatzes zu einer Anaphylaxie führen, wie zum Beispiel bei einer Friseurin während einer Zahnbehandlung durch die Persulfate im Zahnezement [89]. Auch im Friseurhandwerk und in der Kosmetikbranche besteht ein erhöhtes Risiko einer Sensibilisierung auf Haarfärbemittel am Arbeitsplatz. Es wurde über 11 Friseure mit berufsbedingten Haut- und Atemwegssymptomen berichtet, die auf oxidative Haarfärben zurückzuführen waren; einer von ihnen erlitt

Die Mehrheit aller registrierten berufsbedingten Anaphylaxiefälle wurden durch Hymenopteren-gifte verursacht

eine anaphylaktische Reaktion mit Übelkeit, Bauchschmerzen, Atemnot, Urtikaria und Ödemen nach der Verwendung eines oxidativen Haarfärbestoffs, der 2,4-Toluylendiamin enthielt [90].

In der Textilindustrie erlitt ein Woll- und Baumwollfärbler beim Abwiegen von Farbstoffen und beim Färben von Woll- und Baumwollgarnen mit Lanasol Yellow 4G, einem α -Bromacrylamid-Reaktivfarbstoff, Dyspnoe, die von einer generalisierten Urtikaria begleitet war [91].

Hymenopteren-Gift

Die Prävalenz von Hymenopterengiftallergien bei Erwachsenen liegt in Europa zwischen 0,3 und 7,5%. Studien bei Personen, die eine Imkerei betreiben und bei Beschäftigten in der Forstwirtschaft, ergaben eine Prävalenz von 2 bis 3,4% im Hinblick auf berufsbedingte Hymenopterengift-anaphylaxien [16]. Jüngste Daten des Anaphylaxie-Registers belegen die Bedeutung von Venomallergien bei berufsbedingten Anaphylaxien. Es wurde gezeigt, dass die überwiegende Mehrheit aller registrierten berufsbedingten Fälle durch Insekten verursacht wurde (83%); interessanterweise wurden Wespen im Vergleich zu Honigbienen weitaus häufiger als auslösendes Insekt ermittelt (70 gegenüber 17%) [7].

Es gibt zwei Familien von Hautflüglern mit klinischer Bedeutung: die Bienen (Honigbienen, Hummeln) und die Vespiden (*Vespa germanica*, Hornissen gemeine Wespen u. a.). Mit dem Klimawandel könnte auch die Allergie gegen Stiche der invasiven Feuerameisenarten in Europa an Bedeutung gewinnen [92]. Auch wenn Hymenopterinstiche in der Freizeit häufiger vorkommen, gibt es Berufsgruppen, die häufiger exponiert sind und ein höheres Risiko für wiederkehrende Stiche aufweisen. Zu den Berufsgruppen, die besonders gefährdet sind, an einer Hymenopterengiftallergie zu erkranken, gehören Beschäftigte in Imkereien, in Forst- und Jagdbetrieben, in der Landwirtschaft, in Gärtnereien, in Bäckereien, bei der Feuerwehr sowie im Bau oder Kraftfahrer und -fahrerinnen (insbesondere solche, die offene Fahrzeuge bedienen) und weitere Beschäftigte im Freien, die in Gebieten mit hoher Insektenaktivität tätig sind [6, 93].

Personen, die eine Imkerei betreiben, sowie ggf. ihre Familienangehörigen sind in hohem Maße Stichen von Honigbienen ausgesetzt und haben daher ein sehr hohes Risiko, allergisch zu werden. Eine Vielzahl gleichzeitiger Stiche in einem Jahr kann eine Person sensibilisieren, woraufhin eine Anaphylaxie bei einem einzelnen Stich folgen kann. Das größte Risiko für anaphylaktische Reaktionen besteht in den ersten Jahren der Imkerei, was darauf hindeutet, dass eine spontane Desensibilisierung erst später eintritt. Andererseits wurde berichtet, dass Personen, die mehr als 50 Mal in einer Saison gestochen wurden, keine allergische Reaktion entwickelten. Bisher gibt es noch keinen In-vivo- oder In-vitro-Parameter, der ein hohes Risiko für eine anaphylaktische Reaktion vorhersagen würde [94, 95]. Einige Autoren beschreiben, dass Personen, bei denen in der Vergangenheit große Lokalreaktionen nach Stichen aufgetreten sind, bei nachfolgenden Stichen generalisierte Symptome entwickeln können, und empfehlen, ihnen ein Notfallset zur Verfügung zu stellen und eine aufmerksame Überwachung durchzuführen [96]. Obwohl die Hummelgiftallergie durch natürliche Exposition sehr selten ist, muss sie zum Beispiel bei Gewächshausarbeitern in Betracht gezogen werden, die eine Hummelgiftanaphylaxie entwickeln können, da in Gewächshäusern Hummeln zur Bestäubung von Pflanzen eingesetzt werden. Die Hummelgiftanaphylaxie korreliert mit der Dauer der Berufstätigkeit und der Gesamtzahl der Hummelstiche [97, 98].

Nach einer klinisch relevanten anaphylaktischen Reaktion sollte sich die Diagnostik auf den Nachweis des verursachenden Insekts konzentrieren und die Giftimmuntherapie einleiten [99]. Eine komponentenauflöste IgE-Diagnostik wird empfohlen [100, 101, 102, 103].

Der Literatur zufolge kann eine Erhaltungsdosis von 100 µg Gift, die während der Giftimmuntherapie als einzige verfügbare krankheitsmodifizierende Behandlung verabreicht wird, eine systemische Reaktion bei der Mehrheit der erneut gestochenen Patienten und Patientinnen verhindern, was auf eine bessere Wirkung mit einer höheren Erhaltungsdosis hindeutet, insbesondere bei der Bienengiftallergie [99].

Eine kürzlich durchgeführte Beobachtungsstudie an Personen, die im beruflichen Umfeld Hymenopterenstichen ausgesetzt

Tab. 8. Tiere (Bisse/Kontakt) als Auslöser einer berufsbedingten Anaphylaxie.

Auslöser/Allergen	Kontakt	Arbeitsplatz/Beruf	Referenz
Nagetiere			
Ratte	Biss	Labor	[106]
Maus	Biss	Labor	[107]
Ratte, Maus	Bisse (n = 2)	Labor	[108]
Kaninchen	Nadelverletzung nach Kontakt mit Kaninchengewebe	Forschungsarzt	[109]
Schlangen			
Verschiedene Schlangengifte	Bisse (n = 3)	Beschäftigte im Freien	[110]
Viper	Biss	Forschungslabor	(111)
<i>Atractaspis corpulenta</i>	Tod nach Biss, Verdacht auf Anaphylaxie (Reaktion auf Antivenom wurde nicht ausgeschlossen)	Vorarbeiter Mechanik	[112]
<i>Bothrops spp</i>	Biss	Herpetologe ¹	[113]
<i>Bartnelke moojeni</i>	Biss	Viper-Farm	[114]
Insekten			
<i>Rhipicephalus sp</i>	Zeckenbiss	Ziegenhirte	[115]
Bruchus pisorum	Einatmen von Staub von Erbsen, die von <i>B. pisorum</i> befallen sind	Landwirtschaft	[116]
<i>Thaumetopoea pityocampa</i> ²	Hautkontakt	Sammlung von Kiefern-/ Eichen- oder Harz/ Holzfällung Landwirtschaft/Viehzucht	[117]
<i>Thaumetopoea pityocampa</i> ²	Hautkontakt	Kienspanarbeiter	[118]
<i>Thaumetopoea pityocampa</i> ²	Hautkontakt	Waldwirtschaft	[119]
<i>Glossina morsitans</i> ³	Biss	Labor	[120]

¹Experten, die mit Amphibien und Reptilien arbeiten; ²Prozessionsraupe; ³Tsetsefliege.

Hymenopterenstiche am Arbeitsplatz sind Arbeitsunfälle

waren, ergab, dass die meisten keinen Zugang zu einem Notfallset hatten, mit Ausnahme von Beschäftigten in der Imkerei. Die wichtige Rolle einer Venomimmuntherapie wird durch Studien belegt, die zeigen, dass das Risiko für eine erneute schwere Reaktion stark vermindert wird [52].

Hymenopterenstiche am Arbeitsplatz sind Arbeitsunfälle, und die daraus resultierenden lokalen und systemischen Reaktionen können die Zuständigkeit des zuständigen Unfallversicherungsträgers begründen, unabhängig davon, ob ein erhöhtes Berufsrisiko besteht oder nicht, und sie können entweder als Arbeitsunfall oder als Berufskrankheit eingestuft werden. Bei einem Arbeitsunfall im Zusammenhang mit einer allergischen Reaktion ist eine sofortige Behandlung auf Kosten des Unfallversicherungsträgers gerechtfertigt. Dies gilt auch dann, wenn die Insektengiftallergie bereits vor der Aufnahme der beruflichen Tätigkeit bestand oder nicht durch berufliche Einflüsse erworben wurde. In Fällen, in denen die Insektengiftallergie eindeutig eine Folge eines Arbeitsunfalls ist, werden auch

alle anderen notwendigen therapeutischen Maßnahmen, einschließlich der Allergenimmuntherapie vom Unfallversicherungsträger übernommen (zum Beispiel in Deutschland die Berufskrankheiten Nr. 4301 und/oder 5101 der Berufskrankheitenverordnung; siehe auch Abschnitt Management) [104].

Kontakt mit Tieren/Bisse

Tierbisse von Insekten, Säugetieren oder Schlangen sowie der Kontakt zu Tieren wurden mit berufsbedingter Anaphylaxie in Verbindung gebracht (Tab. 8) [105]. Eine Kontakturtikaria, respiratorische Symptome und selten andere generalisierte Manifestationen wurden bei Beschäftigten beobachtet, die Kontakt zu Labortieren hatten [6]. Ein Ansatz zur Primärprävention von Labortierallergien wurde veröffentlicht [105]. Schwere Soforttyp-Reaktionen, die durch andere Insekten als Hymenopteren (zum Beispiel Raupen) ausgelöst werden, können bei Beschäftigten im Freien auftreten. Über eine berufsbedingte Anaphylaxie wurde

Eine Anaphylaxie aufgrund einer Latexallergie ist heute selten

nach Kontakt mit *Thaumetopoea pityocampa* berichtet, aber noch nicht mit *Th. processionea*. Beruflich bedingte Anaphylaxien durch Schlangengifte oder Schlangenantivenome sind selten und werden hauptsächlich in außereuropäischen Ländern beobachtet.

Naturkautschuklatex

Naturkautschuklatex (NRL) wird zur Herstellung von Handschuhen, Reifen, Kondomen, Ballons, Gummistiefeln, Matratzen, Badekappen, Kathetern, Ampullenverschlüssen usw. verwendet [121]. Die Exposition gegenüber NRL kann entweder durch direkten Haut-/Schleimhautkontakt oder durch Einatmen erfolgen. Für Beschäftigte im Gesundheitswesen, aber auch im Friseurhandwerk, bei Reinigungskräften, Hauspersonal, Beschäftigten in der Gastronomie sowie für Beschäftigte in NRL-Verarbeitungsbetrieben besteht das Risiko, eine berufsbedingte Anaphylaxie gegenüber NRL zu entwickeln [122, 123]. Bei Personen, die auf NRL allergisch reagieren, kann es aufgrund der Kreuzreaktivität mit einer Vielzahl von frischem Obst, Gemüse und Nüssen bei bis zu 50% zu Sofortreaktionen kommen [124, 125]. Mitte der 1990er Jahre wurden bis zu 17% der Beschäftigten im Gesundheitswesen durch längeren direkten Kontakt mit gepuderten NRL-Handschuhen sowie durch aerogene Exposition gegenüber NRL-Protein-kontaminiertem Maisstärkepulver sensibilisiert [124].

Die Sensibilisierung wird durch die Häufigkeit und Dauer des Handschuhgebrauchs, Hautreizzungen durch Feuchtarbeit, eine beeinträchtigte Barrierefunktion bei Atopikern sowie ein früheres oder aktuelles Handekzem begünstigt, wodurch Latexproteine in erheblich höherem Maße in die geschädigte Haut eindringen können als in gesunde Haut [126, 127]. Durch das Verbot von gepuderten NRL-Handschuhen und die Einführung von synthetischen Handschuhen ist die Zahl der neuen Fälle von Haut- und Atemwegserkrankungen, die durch NRL verursacht werden, inzwischen um über 80% zurückgegangen [124, 128, 129]. Eine Anaphylaxie aufgrund einer NRL-Allergie ist heute relativ selten, aber es wird weiter über schwere Reaktionen berichtet. Im Jahr 2022 erlitt eine Pflegehelferin mit bekannter NRL-Allergie innerhalb weniger Minuten nach Betreten

ihrer mit Gummiballons dekorierten Station eine schwere, biphasische anaphylaktische Reaktion [130]. In einem aktuellen Bericht aus Thailand aus dem Jahr 2023 [131] wurde der Fall einer Ärztin beschrieben, die nach beruflicher Exposition an ihrem Arbeitsplatz an einer NRL-Allergie litt und während medizinischer und chirurgischer Eingriffe zwei Latex-Anaphylaxie-Episoden erlitt. Weitere Fälle von schweren anaphylaktischen Reaktionen auf Latex bei Beschäftigten des Gesundheitswesens wurden veröffentlicht [20]. Eine ursprünglich beruflich erworbene NRL-Allergie, zum Beispiel im Gesundheitswesen, kann auch die Ursache für anaphylaktische Reaktionen unter außerberuflichen Umständen sein. Eine Krankenschwester mit Hautmanifestation, die NRL-Handschuhe verwendete, erlitt eine Anaphylaxie während einer gynäkologischen Untersuchung durch einen Arzt, der NRL-Handschuhe verwendete [132]. Der Verzehr oder die Zubereitung von Obst und/oder Gemüse mit ähnlichen Proteinepitopen wie NRL als Auslöser anaphylaktischer Reaktionen bei Beschäftigten im Gesundheitswesen mit einer primären NRL-Sensibilisierung wurde ebenfalls veröffentlicht [32]. In einer deskriptiven Querschnittsstudie, die in einem ländlichen Krankenhaus in Südafrika durchgeführt wurde [133], lag die Prävalenz der Latexallergie bei 8,3% bei 144 Teilnehmern, von denen wiederum 8,3% eine Anaphylaxie erlitten hatten. Arbeitnehmer mit geschädigter Haut und insbesondere Atopiker sollten keine NRL-haltigen Handschuhe tragen, um primär eine Sensibilisierung zu verhindern. In der Sekundärprävention sollte eine „NRL-freie“ Strategie verfolgt werden [122, 134].

Schlussfolgerung

Nach den veröffentlichten Daten ist die berufsbedingte Anaphylaxie im Gegensatz zu anderen milderden Erscheinungsformen wie Urtikaria, Asthma oder Kontaktdermatitis selten. Daher liegen meist nur Fallberichte oder kleinere Fallserien vor. Jüngste Daten aus dem Anaphylaxie-Register zeigen jedoch, dass 3,8% der Anaphylaxie-Fälle auf einen Auslöser am Arbeitsplatz zurückzuführen sind [7]. Die überwiegende Mehrheit dieser berufsbedingten Anaphylaxiefälle wurde durch Hymenopterengift ausgelöst,

Tab. 9. Zusammengefasste Empfehlungen für das Management von Anaphylaxie am Arbeitsplatz.

1. Verbesserte diagnostische Kriterien für die Klassifizierung der berufsbedingten Anaphylaxie müssen berücksichtigen:
 - a. Die Sensibilisierung kann am Arbeitsplatz oder außerhalb des Arbeitsplatzes erfolgen (zum Beispiel Hymenopterengiftallergie)
 - b. Die klinische Reaktion kann nicht nur am Arbeitsplatz, sondern auch außerhalb des Arbeitsplatzes auftreten (zum Beispiel Arzneimittelallergie bei Beschäftigten im Gesundheitswesen) erfolgen.
2. Die akute Behandlung einer anaphylaktischen Reaktion am Arbeitsplatz sollte den allgemeinen Leitlinien für die Anaphylaxie folgen.
3. In Deutschland muss der dringende medizinische Verdacht auf eine berufsbedingte Anaphylaxie dem Unfallversicherungsträger gemeldet werden.
4. Zu den Präventionsmaßnahmen bei Betroffenen mit einer Vorgeschichte einer berufsbedingten Anaphylaxie sollten Schulungen zur Vermeidung des auslösenden Allergens und dessen möglichst weitgehende Meidung gehören.
5. Es sollten alle Maßnahmen ergriffen werden, um eine weitere Exposition zu verhindern, dazu gehören (nach dem STOP-Prinzip): Substitution von Auslösern, technische Maßnahmen, organisatorische Maßnahmen zur Auslöservermeidung und persönliche Sicherheitsvorkehrungen.
6. Betroffene, bei denen in der Vergangenheit berufsbedingte Anaphylaxien aufgetreten sind, sollten mit Notfallmedikamenten, einschließlich Adrenalin-Autoinjektoren, und einem schriftlichen Notfallmanagementplan ausgestattet werden. Sie sollten eine Sicherheitsschulung und -ausbildung erhalten.
7. In allen Arbeitsumgebungen, in denen es einen Beschäftigten mit einer Anaphylaxie in der Vorgeschichte gibt, sind die Verfügbarkeit von Adrenalin und eine in dessen Verabreichung geschulte Person dringend erforderlich.
8. Bei Patienten mit Hymenopterengiftanaphylaxie sollte immer ein beruflicher Faktor in Betracht gezogen werden.
9. Bei berufsbedingter Hymenopterengiftallergie sollte eine Venomimmuntherapie eingeleitet werden.
10. Beschäftigte mit geschädigter Haut und insbesondere bei vorliegender atopischer Diathese sollten keine NRL-haltigen Handschuhe tragen, um primär eine Sensibilisierung zu verhindern. Bei der Sekundärprävention sollte eine „NRL-freie“ Strategie verfolgt werden.
11. In Berufen mit erhöhtem Risiko für berufsbedingte Anaphylaxie werden Überwachungs- und Sensibilisierungskampagnen empfohlen.
12. Wir fordern eine verstärkte Aufmerksamkeit für berufsbedingte Anaphylaxien sowie die Dokumentation und Erfassung in Registern.

Das Management der Anaphylaxie am Arbeitsplatz umfasst neben der Notfalltherapie insbesondere präventive Maßnahmen

während Nahrungsmittel und Medikamente seltene Auslöser waren. Eine durch Naturkautschuklatex ausgelöste Anaphylaxie wurde nur noch in Ausnahmefällen gemeldet. Was risikobehaftete Berufe betrifft, so waren Personen in Imkereien am häufigsten betroffen (43% der Fälle), gefolgt von Beschäftigten in Gärtnereien und in der Landwirtschaft (jeweils 28%) sowie von Personen, die im Nahrungsmittelsektor arbeiten, zum Beispiel in Restaurants, bei Bäckereien/Konditoreien und in Küchen (11%) [7]. Die Daten weisen auf eine zunehmende Bedeutung von Nahrungsmittelallergien bei berufsbedingten Anaphylaxien hin, während die Bedeutung der Latexallergie als Auslöser allergischer Reaktionen, einschließlich Anaphylaxien, im Vergleich zu den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts abnimmt. Bei Hymenopterenvenom bedingter Anaphylaxie sollte immer ein beruflicher Faktor in Betracht gezogen werden. Ärztlich Tätige sollten sich darüber bewusst sein, dass die Welt sich wandelt und damit auch mögliche Auslöser einer Anaphylaxie variieren können. So können beispielsweise invasive Arten wie Feuerameisen, veränderte Essgewohnheiten, neue Nahrungsmittel oder Medikamente auch bei berufsbedingter Anaphylaxie an Bedeutung gewinnen [92]. Beschäftigte können eine berufsbedingte Anaphylaxie nicht nur bei der Arbeit, sondern auch außerhalb des Arbeitsumfeldes entwickeln, wenn sie

demselben oder einem kreuzreagierenden Allergen ausgesetzt sind. Zu den Präventionsmaßnahmen bei Betroffenen mit berufsbedingter Anaphylaxie in der Vorgeschichte sollten Schulungen zur Vermeidung der Auslöser und die möglichst weitgehende Beseitigung des Allergens gehören. In Fällen, in denen der Kontakt mit dem Allergen nicht sicher vermieden werden kann, indem ein Arbeitnehmer in einen nicht exponierten Bereich desselben oder eines anderen Unternehmens versetzt wird, sollte eine Versorgung mit Notfallmedikamenten, einschließlich Adrenalin-Autoinjektoren, und einem schriftlichen Notfallmanagementplan erfolgen. Es sollte eine Sicherheitsunterweisung und Notfallschulung erfolgen. In Berufen mit erhöhtem Risiko für eine berufsbedingte Anaphylaxie werden Überwachungs- und Sensibilisierungskampagnen empfohlen. Bei berufsbedingten Hymenopterengiftallergien sollte eine Venomimmuntherapie eingeleitet werden [12]. Da wir von einer zu geringen Berichtshäufigkeit ausgehen, fordern wir die verstärkte Aufmerksamkeit für berufsbedingte Anaphylaxien sowie die Dokumentation und Erfassung in Registern. Unsere zwölf wichtigsten Empfehlungen sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Interessenkonflikte

RT erhielt Forschungsunterstützung von Sanofi-Genzyme und dem Hautnetz Leipzig/Westsachsen e. V. sowie Honorare für Vorträge und Beratungen von AbbVie, Allmirall, ALK-Abello, LeoPharma, Novartis, Pfizer, Sanofi-Genzyme, Viatris und Unterstützung für Kongressbesuche von CSL-Behring; alle außerhalb dieser Arbeit. Sie ist Leiterin des Arbeitskreises „Anaphylaxie“ der Deutschen Gesellschaft für Allergologie und Klinische Immunologie (DGAKI).

MW berichtet über Unterstützung für Beratungen, Vorträge und andere wissenschaftliche Aktivitäten von ALK-Abelló Arzneimittel GmbH, Abbvie, Eli Lilly, Mylan Germany GmbH, Bencard Allergie GmbH, Novartis AG, Biostest AG, Sanofi-Aventis Deutschland GmbH, HAL Allergie GmbH, DBV Technologies S.A, Aimmune Therapeutics UK Limited, Regeneron Pharmaceuticals, Inc, Stallergenes GmbH.

AB berichtet über Unterstützung für Vorträge, Beratung und Projektfinanzierung durch Abbvie, Almirall, Amgen, AstraZeneca, Biofrontera, Blueberry Therapeutics, Celldex, Centogene, Escient, Galderma, Genentec, Incyte, Jasper, Leo, Lilly, Phavaris, L’Oreal, Novartis, Regeneron, Sanofi, Shire, Takeda.

HD berichtet über Unterstützung für Beratungen, Vorträge und andere wissenschaftliche Aktivitäten von LEO Pharma GmbH, Novartis Pharma GmbH und Stallergenes GmbH, die nicht den Inhalt des Manuskripts betreffen.

GH berichtet über persönliche Honorare für Beratertätigkeiten oder Vorträge von Abbvie, Allergopharma, ALK-Abelló, Biostest, Eli Lilly, Leti, Novartis, Sanofi, alle außerhalb dieser Arbeit.

UJ hat für einen Vortrag und für die Leitung eines von ALK Abello organisierten Workshops Hotelunterkunft und Verpflegung erhalten. Das Honorar ging an deren Organisation, den RCB. Darüber hinaus wurden kürzlich eine weitere Hotelübernachtung und ein Abendessen von ALK Abello zur Verfügung gestellt. Ihre Forschung auf dem Gebiet der molekularen Allergologie wird vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), von der Deutschen Forschungsgemeinschaft

und von der Kanert-Stiftung gefördert: alle außerhalb des Themas dieses Artikels. Das Bundesministerium für Technologie, Wirtschaft und Technologie hat ihre Forschung zu Assays für den Nachweis von Anti-Drug-Antikörpern über das Programm AiF-ZIM gefördert.

LK berichtet über Zuschüsse und/oder persönliche Honorare von Allergopharma, MEDA/Mylan, HAL Allergie, ALK Abelló, LETI Pharma, Stallergenes, Quintiles, Sanofi, ASIT Biotech, Lofarma, Allergy Therapeut, AstraZeneca, GSK, Inmunotk und Cassela med außerhalb der eingereichten Arbeit; und Mitgliedschaften: AeDA, DGHNO, Deutsche Akademie für Allergologie und Klinische Immunologie, HNO-BV, GPA, EAACI.

MR erhielt Honorare für Vorträge von Alk-Abelló Arzneimittel GmbH, Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V., Haus der Technik, LetiPharma, ThermoFisher Scientific (Phadia). Im Hinblick auf den Inhalt dieses Artikels bestehen keine Interessenkonflikte, die sich aus einem Beschäftigungsverhältnis, Zuwendungen für Vorträge oder anderen Aktivitäten ergeben könnten.

BW berichtet über Unterstützung für ein-tägige Beratungsgremien und/oder Vorträge und/oder andere wissenschaftliche Aktivitäten durch ALK-Scherax, Bencard, Biocryst, CSL Behring, Kalvista, Novartis, Sanofi, Take-da, alle außerhalb der eingereichten Arbeit.

OP berichtet über Zuwendungen und/oder persönliche Honorare von ALK-Abelló, Almirall S.A., Allergopharma, Stallergenes Greer, HAL Allergy Holding B.V./HAL Allergie GmbH, Bencard Allergie GmbH/Allergy Therapeutics, Lofarma, ASIT Biotech Tools S.A., Laboratorios LETI/LETI Pharma, GlaxoSmithKline, ROXALL Medizin, Novartis, Sanofi-Aventis und Sanofi-Genzyme, Med Update Europe GmbH, streamedup! GmbH, Pohl-Boskamp, Inmunotek S.L., John Wiley and Sons, AS, Paul-Martini-Stiftung (PMS), Regeneron Pharmaceuticals Inc, RG Aerztfortbildung, Institut für Disease Management, Springer GmbH, AstraZeneca, IQVIA Commercial, Ingress Health, Wort&Bild Verlag, Verlag ME, Procter&Gamble, ALTA-MIRA, Meinhardt Congress GmbH, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Thieme, Deutsche AllergieLiga e. V., AeDA, Alfred-Krupp Krankenhaus, Red Maple Trials Inc, Königlich Dänisches Generalkonsulat, Medizinische Hochschule Hannover, ECM Expro&Conference Management, Techni-

sche Universität Dresden, Lilly, Paul Ehrlich Institut (PEI), Japanese Society of Allergy, Forum für Medizinische Fortbildung, Dustri Verlag, alle außerhalb der eingereichten Arbeit und innerhalb der letzten 36 Monate; und er ist Vizepräsident der EAACI und Mitglied des EAACI Excom, Mitglied des ext. Vorstands der DGAKI; Koordinator, Haupt- oder Mitautor verschiedener Positionspapiere und Leitlinien in den Bereichen Rhinologie, Allergologie und Allergen-Immuntherapie und Mitherausgeber der Zeitschriften *Allergy* und *Clinical Translational Allergy (CTA)*.

JR hat Honorare für Beratung und Vorträge von Sanofi, Viatris, Allergika und AbbVie, Pfizer erhalten.

SSch berichtet über Unterstützung für Beratung und Vorträge von Mylan Deutschland, DBV Technologies S.A., Aimmune Therapeutics, alle außerhalb dieses Papiers.

TW berichtet über Unterstützung für Beratung, Vorträge und andere wissenschaftliche Aktivitäten von AbbVie, ALK Abello, Almirall, Astellas, Bencard, Galderma, Janssen/JNJ, Leo Pharma, Leti, Lilly, Novartis, Pfizer, Regeneron/Sanofi, Stallergenes.

TZ berichtet über die Unterstützung von Beratungen, Vorträgen und anderen wissenschaftlichen Aktivitäten durch AstraZeneca, AbbVie, ALK, Almirall, Astellas, Bayer Health Care, Bencard, Berlin Chemie, FAES, HAL, Henkel, Kryolan, Leti, Lofarma, L’Oreal, Meda, Menarini, Merck, MSD, Novartis, Pfizer, Sanofi, Sanoflore, Stallergenes, Takeda, Teva, UCB sowie die verantwortliche Mitarbeit in folgenden Organisationen: Komiteemitglied der WHO-Initiative „Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma“ (ARIA), Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie (DGAKI), Leiter der Europäischen Stiftung für Allergieforschung (ECARF), Generalsekretär des Global Allergy and Asthma European Network (GA²LEN), Mitglied des Komitees für Allergiediagnostik und molekulare Allergologie der World Allergy Organization (WAO).

KB berichtet über Unterstützung für Beratungen, Vorträge und andere wissenschaftliche Aktivitäten von ALK-Abelló Arzneimittel GmbH, Bencard Allergie GmbH, Novartis AG, HAL Allergie GmbH, DBV Technologies S.A., ThermoFisher, alle außerhalb dieser Arbeit.

DW, WF, TJ, FR, GW, JZ haben keinen Interessenkonflikt.

Literatur

- [1] Ring J, Beyer K, Biedermann T, Bircher A, Fischer M, Fuchs T, Heller A, Hoffmann F, Huttegger I, Jakob T, Klimek L, Kopp MV, Kugler C, Lange L, Pfaar O, Rietschel E, Rueff F, Schnadt S, Seifert R, Stöcker B, et al. Guideline (S2k) on acute therapy and management of anaphylaxis: 2021 update: S2k-Guideline of the German Society for Allergology and Clinical Immunology (DGAKI), the Medical Association of German Allergologists (AeDA), the Society of Pediatric Allergology and Environmental Medicine (GPA), the German Academy of Allergology and Environmental Medicine (DAAU), the German Professional Association of Pediatricians (BVKI), the Society for Neonatology and Pediatric Intensive Care (GNPI), the German Society of Dermatology (DDG), the Austrian Society for Allergology and Immunology (ÖGAI), the Swiss Society for Allergy and Immunology (SGAI), the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI), the German Society of Pharmacology (DGP), the German Respiratory Society (DGP), the patient organization German Allergy and Asthma Association (DAAB), the German Working Group of Anaphylaxis Training and Education (AGATE). Allergo J Int. 2021; 30: 1-25.
- [2] Worm M, Eckermann O, Dölle S, Aberer W, Beyer K, Hawranek T, Hompes S, Koehli A, Mahler V, Nemat K, Niggemann B, Pföhler C, Rabe U, Reissig A, Rietschel E, Scherer K, Treudler R, Ruéff F. Triggers and treatment of anaphylaxis: an analysis of 4,000 cases from Germany, Austria and Switzerland. Dtsch Arztebl Int. 2014; 111: 367-375.
- [3] Cardona V, Ansotegui IJ, Ebisawa M, El-Gamal Y, Rivas MF, Fineman S, Geller M, Gonzalez-Estrada A, Greenberger PA, Borges MS, Senna G, Sheikh A, Tanno LK, Thong BY, Turner PJ, Worm M. [World Allergy Organization Anaphylaxis Guidance 2020]. Arerugi. 2021; 70: 1211-1234.
- [4] Sampson HA, Muñoz-Furlong A, Campbell RL, Adkinson NF Jr, Bock SA, Branum A, Brown SG, Camargo CA Jr, Cydulka R, Galli SJ, Gidudu J, Gruchalla RS, Harlor AD Jr, Hepner DL, Lewis LM, Lieberman PL, Metcalfe DD, O'Connor R, Muraro A, Rudman A, et al. Second symposium on the definition and management of anaphylaxis: summary report – second National Institute of Allergy and Infectious Disease/Food Allergy and Anaphylaxis Network symposium. Ann Emerg Med. 2006; 47: 373-380.
- [5] Simons FER, Ardusso LRF, Bilò MB, El-Gamal YM, Ledford DK, Ring J, Sanchez-Borges M, Senna GE, Sheikh A, Thong BY; World Allergy Organization. World allergy organization guidelines for the assessment and management of anaphylaxis. World Allergy Organ J. 2011; 4: 13-37.
- [6] Siracusa A, Folletti I, Gerth van Wijk R, Jeebhay MF, Moscato G, Quirce S, Raulf M, Ruéff F, Walusiak-Skorupa J, Whitaker P, Tarlo SM. Occupational anaphylaxis – an EAACI task force consensus statement. Allergy. 2015; 70: 141-152.
- [7] Worm M, Höfer V, Dölle-Bierke S, Bilo MB, Hartmann K, Sabouraud-Leclerc D, et al. Occupational anaphylaxis-Data from the anaphylaxis registry. Allergy. 2024; 79: 702-710.
- [8] Eigenmann PA, Zamora SA. An internet-based survey on the circumstances of food-induced re-

- actions following the diagnosis of IgE-mediated food allergy. *Allergy*. 2002; 57: 449-453.
- [9] Jensen-Jarolim E. Gender effects in allergology – Secondary publications and update. *World Allergy Organ J*. 2017; 10: 47.
- [10] Worm M, Edenharter G, Ruéff F, Scherer K, Pföhler C, Mahler V, Treudler R, Lang R, Nemat K, Koehli A, Niggemann B, Hompes S. Symptom profile and risk factors of anaphylaxis in Central Europe. *Allergy*. 2012; 67: 691-698.
- [11] Worm M, Francuzik W, Renaudin J-M, Bilo MB, Cardona V, Scherer Hofmeier K, Köhli A, Bauer A, Christoff G, Cichocka-Jarosz E, Hawranek T, Hourihane JO, Lange L, Mahler V, Muraro A, Papadopoulos NG, Pföhler C, Poziomkowska-Gęsicka I, Ruéff F, Spindler T, et al. Factors increasing the risk for a severe reaction in anaphylaxis: An analysis of data from The European Anaphylaxis Registry. *Allergy*. 2018; 73: 1322-1330.
- [12] Quirce S, Fiandor A. How should occupational anaphylaxis be investigated and managed? *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2016; 16: 86-92.
- [13] Preisser AM, Koschel D, Merget R, Nowak D, Raulf M, Heidrich J. Workplace-related inhalation test – Specific inhalation challenge: S2k Guideline of the German Society for Occupational and Environmental Medicine e.V. (DGAUM), the German Society for Pneumology and Respiratory Medicine e.V. (DGP) and the German Society for Allergology and Clinical Immunology e.V. (DGAKI). *Allergol Select*. 2021; 5: 315-334.
- [14] Grabenhenrich LB, Dölle S, Ruéff F, Renaudin J-M, Scherer K, Pföhler C, Treudler R, Koehli A, Mahler V, Spindler T, Lange L, Bilo MB, Papadopoulos NG, Hourihane JOB, Lang R, Fernández-Rivas M, Christoff G, Cichocka-Jarosz E, Worm M. Epinephrine in Severe Allergic Reactions: The European Anaphylaxis Register. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2018; 6: 1898-1906.e1.
- [15] Kraft M, Knop MP, Renaudin J-M, Scherer Hofmeier K, Pföhler C, Bilo MB, Lang R, Treudler R, Wagner N, Spindler T, Hourihane JO, Maris I, Koehli A, Bauer A, Lange L, Müller S, Papadopoulos NG, Wedi B, Moeser A, Ensina LF, et al; Network for Online Registration of Anaphylaxis (NORA). Secondary prevention measures in anaphylaxis patients: Data from the anaphylaxis registry. *Allergy*. 2020; 75: 901-910.
- [16] Moscato G, Pala G, Crivellaro M, Siracusa A. Anaphylaxis as occupational risk. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2014; 14: 328-333.
- [17] Mahler V, Aalto-Korte K, Alfonso JH, Bakker JG, Bauer A, Bensefa-Colas L, Boman A, Bourke J, Bubaš M, Bulat P, Chaloupka J, Constandt L, Danielsen TE, Darlenski R, Dugonik A, Ettler K, Gimenez-Arnau A, Gonçalo M, Johansen JD, John SM, et al. Occupational skin diseases: actual state analysis of patient management pathways in 28 European countries. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017; 31 (Suppl 4): 12-30.
- [18] Anemüller W, Mohr M, Brans R, Homann A, Jappe U. Alpha-Gal-assozierte verzögerte Anaphylaxie gegen rotes Fleisch als Berufskrankheit. *Hautarzt*. 2018; 69: 848-852.
- [19] Cabezas-Cruz A, de la Fuente J, Fischer J, Hebsaker J, Lupberger E, Blumenstock G, Aichinger E, Yazdi AS, Enkel S, Oehme R, Biedermann T. Prevalence of type I sensitization to alpha-gal in forest service employees and hunters: Is the blood type an overlooked risk factor in epidemiological studies of the α-Gal syndrome? *Allergy*. 2017; 72: 2044-2047.
- [20] Fischer J, Lupberger E, Hebsaker J, Blumenstock G, Aichinger E, Yazdi AS, Reick D, Oehme R, Biedermann T. Prevalence of type I sensitization to alpha-gal in forest service employees and hunters. *Allergy*. 2017; 72: 1540-1547.
- [21] Vandenplas O, Raulf M. Occupational Latex Allergy: the Current State of Affairs. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2017; 17: 14.
- [22] Dickel H, Bruckner T, Altmeier P, Künzlberger B. Allergie gegen Meeresfrüchte bei Köchen: Fallserie und Literaturübersicht. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2014; 12: 891-902.
- [23] Jeebhay MF, Lopata AL. Occupational allergies in seafood-processing workers. *Adv Food Nutr Res*. 2012; 66: 47-73.
- [24] Inomata N, Nagashima M, Hakuta A, Aihara M. Food allergy preceded by contact urticaria due to the same food: involvement of epicutaneous sensitization in food allergy. *Allergol Int*. 2015; 64: 73-78.
- [25] Seitz CS, Bröcker EB, Trautmann A. A high school gym-induced disease. *Br J Sports Med*. 2008; 42: 998-999.
- [26] Uña-Gorospe M, Herrera-Mozo I, Canals ML, Martí-Amengual G, Sanz-Gallen P. Occupational disease due to Anisakis simplex in fish handlers. *Int Marit Health*. 2018; 69: 264-269.
- [27] Quirantes Sierra B, Lara Jiménez A, Skodova M. Sensitization to cow's milk protein in a dairy worker. *Occup Med (Lond)*. 2017; 67: 579-580.
- [28] Giorgis V, Rolla G, Raie A, Geuna M, Boita M, Lamberti C, Nebbia S, Giribaldi M, Giuffrida MG, Brussino L, Corradi F, Bacco B, Gallo Cassarino S, Nicola S, Cavallarin L. A Case of Work-Related Donkey Milk Allergy. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2018; 28: 197-199.
- [29] Ferreira C, Ferreira A, Bartolome B, Lopes I. Quail Egg Anaphylaxis With Tolerance to Hen Egg: A Case of Occupational Exposure. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2020; 30: 466-467.
- [30] Branicka O, Rozłucka L, Gawlik R. A case of anaphylactic reaction following oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) inhalation. *Int J Occup Med Environ Health*. 2021; 34: 575-579.
- [31] Nuñez-Orjales R, Martin-Lazaro J, Lopez-Freire S, Galan-Nieto A, Lombardero-Vega M, Carballeda-Gonzalez F. Bovine Amniotic Fluid: A New and Occupational Source of Galactose-α-1,3-Galactose. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2017; 27: 313-314.
- [32] Gaspar A, Raulf-Heimsoth M, Rihs HP, Pires G, Morais-Almeida M. Hev b 5: latex allergen implicated in clinically relevant cross-reactivity with manioc. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2012; 22: 450-451.
- [33] Jungewelter S, Airaksinen L, Pesonen M. Occupational buckwheat allergy as a cause of allergic rhinitis, asthma, contact urticaria and anaphylaxis-An emerging problem in food-handling occupations? *Am J Ind Med*. 2020; 63: 1047-1053.
- [34] Willi R, Pfab F, Huss-Marp J, Butlers JTM, Zilker T, Behrendt H, Ring J, Darsow U. Contact anaphylaxis and protein contact dermatitis in a cook handling chicory leaves. *Contact Dermatitis*. 2009; 60: 226-227.

- [35] Ebo DG, Bridts CH, Mertens MH, Stevens WJ. Coriander anaphylaxis in a spice grinder with undetected occupational allergy. *Acta Clin Belg.* 2006; 61: 152-156.
- [36] Ebo DG, Bridts CH, Mertens MH, Stevens WJ. Coriander anaphylaxis in a spice grinder with undetected occupational allergy. *Acta Clin Belg.* 2006; 61: 152-156.
- [37] Vega de la Osada F, Esteve Krauel P, Alonso Lebrero E, Ibanez Sandin MD, Munoz Martinez MC, MT Laso Borrego. [Sensitization to paprika: anaphylaxis after intake and rhinoconjunctivitis after contact through airways]. *Med Clin (Barc).* 1998. 111: 263-266.
- [38] Ukleja-Sokolowska N, Gawrońska-Ukleja E, Źbikowska-Gotz M, Bartuzi Z, Sokolowski Ł. Sunflower seed allergy. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2016; 29: 498-503.
- [39] Vidal C, González-Quintela A, Rodriguez V, Armisen M, Liñares T, Fernández-Caldas E. Anaphylaxis to Cyphomandra betacea Sendth (tamarillo) in an obeche wood (Triplochiton scleroxylon) – allergic patient. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2006; 96: 870-873.
- [40] Tadokoro K, Niimi N, Ohtoshi T, Nakajima K, Takafuji S, Onodera K, Suzuki S, Muranaka M. Cefotiam-induced IgE-mediated occupational contact anaphylaxis of nurses; case reports, RAST analysis, and a review of the literature. *Clin Exp Allergy.* 1994; 24: 127-133.
- [41] Classen A, Fuchs T. Occupational allergy to β -lactam antibiotics. *Allergo J Int.* 2015; 24: 54-57.
- [42] Kim J-E, Kim S-H, Choi G-S, Ye Y-M, Park H-S. Detection of specific IgE antibodies to cefotiam-HSA conjugate by ELISA in a nurse with occupational anaphylaxis. *Allergy.* 2010; 65: 791-792.
- [43] Mizutani H, Ohyanagi S, Shimizu M. Anaphylactic shock related to occupational handling of Cefotiam dihydrochloride. *Clin Exp Dermatol.* 1994; 19: 449.
- [44] Mizutani H, Ohyanagi S, Shimizu M. Anaphylaxis from cefotiam hexetil hydrochloride (CTM-HE) in an atopic nurse. *Clin Exp Dermatol.* 1996; 21: 246.
- [45] Kim J-E, Kim S-H, Jin H-J, Hwang E-K, Kim J-H, Ye Y-M, Park HS. IgE Sensitization to Cephalosporins in Health Care Workers. *Allergy Asthma Immunol Res.* 2012; 4: 85-91.
- [46] Rudzki E, Rebandel P. Occupational contact urticaria from penicillin. *Contact Dermatitis.* 1985; 13: 192.
- [47] Gaspar-Marques J, Finelli E, Martins PC, Prates S, Leiria-Pinto P. Piperacillin-tazobactam anaphylaxis: a rare cause of occupational disease. *Eur Ann Allergy Clin Immunol.* 2018; 50: 89-91.
- [48] Merget R, Sander I, Fartasch M, van Kampen V, Röseler S, Merk H, Wurpts G, Rauf M, Brüning T. Occupational generalized urticaria and anaphylaxis after inhalation of cefuroxime in a nurse. *Am J Ind Med.* 2018; 61: 261-266.
- [49] Kim J-E, Kim S-H, Kim J-H, Bahn J-W, Jin HJ, Ye Y-M, Park HS. A case of piperacillin-induced occupational anaphylaxis: detection of serum IgE to piperacillin-HSA conjugate. *J Korean Med Sci.* 2011; 26: 682-685.
- [50] Kaplan K, Weinstein L. Anaphylaxis to cephaloridine in a nurse who prepared solutions of the drug. *JAMA.* 1967; 200: 75-77.
- [51] Jo K-W, Kim JS, Kwon H-S, Park YE, Kim JY, Hong MJ, Shim TS. Adverse event and treatment completion rates of a 12-dose weekly isoniazid and rifapentine course for South Korean healthcare workers. *Respir Med.* 2019; 158: 42-48.
- [52] Toletone A, Dini G, Massa E, Bragazzi NL, Pignatti P, Voltolini S, Durando P. Chlorhexidine-induced anaphylaxis occurring in the workplace in a health-care worker: case report and review of the literature. *Med Lav.* 2018; 109: 68-76.
- [53] Wittczak T, Dudek W, Walusiak-Skorupa J, Świecirska-Machura D, Pałczyński C. Chlorhexidine – still an underestimated allergic hazard for health care professionals. *Occup Med (Lond).* 2013; 63: 301-305.
- [54] Kautz O, Schumann H, Degerbeck F, Venemalm L, Jakob T. Severe anaphylaxis to the antiseptic polyhexanide. *Allergy.* 2010; 65: 1068-1070.
- [55] Schunter JA, Stöcker B, Brehler R. A Case of Severe Anaphylaxis to Polyhexanide: Cross-Reactivity between Biguanide Antiseptics. *Int Arch Allergy Immunol.* 2017; 173: 233-236.
- [56] Yoshida K, Sakurai Y, Kawahara S, Takeda T, Ishikawa T, Murakami T, Yoshioka A. Anaphylaxis to polyvinylpyrrolidone in povidone-iodine for impetigo contagiosum in a boy with atopic dermatitis. *Int Arch Allergy Immunol.* 2008; 146: 169-173.
- [57] Roorda BM, Nienhuis HLA, Schuttelaar MLA. Anaphylactic reaction caused by skin contact with the disinfectant chloramine-T. *Contact Dermatitis.* 2019; 80: 321-322.
- [58] Mehrtens SH, Reckling C. Contact urticaria with anaphylaxis caused by chlorocresol, chloroxynol, and thiourea. *Contact Dermatitis.* 2019; 80: 311-313.
- [59] Sussman GL, Dorian W. Psyllium anaphylaxis. *Allergy Proc.* 1990; 11: 241-242.
- [60] Bandino ML, Tankersley MS. Anaphylaxis in an allergy immunotherapy extract-compounding technician after an extract needle stick. *J Allergy Clin Immunol.* 2012; 129: 250-251.
- [61] Newman MJ, Goel P. An anesthesiologist with an allergy to multiple neuromuscular blocking drugs: a new occupational hazard. *Anesth Analg.* 2010; 110: 601-602.
- [62] Mertes PM, Petitpain N, Tacquare C, Delpuech M, Baumann C, Malinovsky JM, Longrois D, Gouel-Cheron A, Le Quang D, Demoly P, Guéant JL, Gillet P, Aguiné E, Apoil PA, Autegarden JE, Bettayeb F, Biermann C, Bordes-demolis M, Chiriac A, Darene PA, et al; ALPHO Study Group. Pholcodine exposure increases the risk of perioperative anaphylaxis to neuromuscular blocking agents: the ALPHO case-control study. *Br J Anaesth.* 2023; 131: 150-158.
- [63] Barth I, Weißer K, Gaston-Tischberger D, Mahler V, Keller-Stanislawska B. Anaphylactic reactions after COVID-19 vaccination in Germany. *Allergol Select.* 2023; 7: 90-100.
- [64] Worm M, Alexiou A, Bauer A, Treudler R, Wurpts G, Dickel H, Buhl T, Müller S, Jung A, Brehler R, Fluhr J, Klimek L, Mülleneisen N, Pfützner W, Raap U, Roeseler S, Schuh S, Timmermann H, Heine G, Wedi B, et al. Management of suspected and confirmed COVID-19 (SARS-CoV-2) vaccine hypersensitivity. *Allergy.* 2022; 77: 3426-3434.
- [65] Lim SM, Chan HC, Santosa A, Quek SC, Liu EHC, Somanji J. Role of Occupational Health Services in

- Planning and Implementing of Staff COVID-19 Vaccination Clinic: A Tertiary Hospital Experience in Singapore. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19: 14217.
- [66] *CDC COVID-19 Response Team; Food and Drug Administration.* December 14-23, 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2021; 70: 46-51.
- [67] Greenhawt M, Abrams EM, Shaker M, Chu DK, Khan D, Akin C, Alqurashi W, Arkwright P, Baldwin JL, Ben-Shoshan M, Bernstein J, Bingemann T, Blumchen K, Byrne A, Bognanni A, Campbell D, Campbell R, Chagla Z, Chan ES, Chan J, et al. The Risk of Allergic Reaction to SARS-CoV-2 Vaccines and Recommended Evaluation and Management: A Systematic Review, Meta-Analysis, GRADE Assessment, and International Consensus Approach. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2021; 9: 3546-3567.
- [68] Greenhawt M, Shaker M, Golden DBK. PEG/Poly-sorbate Skin Testing Has No Utility in the Assessment of Suspected Allergic Reactions to SARS-CoV-2 Vaccines. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2021; 9: 3321-3322.
- [69] Brockow K, Mathes S, Fischer J, Volc S, Darsow U, Eberlein B, Biedermann T. Experience with polyethylene glycol allergy-guided risk management for COVID-19 vaccine anaphylaxis. *Allergy.* 2022; 77: 2200-2210.
- [70] Sussman GL, Beezhold DH, Cohn JR, Silvers WS, Zeiger JS, Nayak AP. Cannabis: An Emerging Occupational Allergen? *Ann Work Expo Health.* 2020; 64: 679-682.
- [71] Decuyper II, Green BJ, Sussman GL, Ebo DG, Silvers WS, Pacheco K, King BS, Cohn JR, Zeiger RS, Zeiger JS, Naimi DR, Beezhold DH, Nayak AP. Occupational Allergies to Cannabis. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2020; 8: 3331-3338.
- [72] Le Pabic F, Sainte-Laudy J, Blanchard N, Moneret-Vautrin DA. First case of anaphylaxis to iodinated povidone. *Allergy.* 2003; 58: 826-827.
- [73] Autegarden JE, Pequet C, Huet S, Bayrou O, Leynadier F. Anaphylactic shock after application of chlorhexidine to unbroken skin. *Contact Dermatitis.* 1999; 40: 215.
- [74] Dannaker CJ, Maibach HI, O'Malley M. Contact urticaria and anaphylaxis to the fungicide chlorothalonil. *Cutis.* 1993; 52: 312-315.
- [75] Bergman A, Svedberg U, Nilsson E. Contact urticaria with anaphylactic reactions caused by occupational exposure to iridium salt. *Contact Dermatitis.* 1995; 32: 14-17.
- [76] Krecisz B, Kiec-Swierczynska M, Krawczyk P, Chomiczewska D, Palczynski C. Cobalt-induced anaphylaxis, contact urticaria, and delayed allergy in a ceramics decorator. *Contact Dermatitis.* 2009; 60: 173-174.
- [77] Aalto-Korte K, Mäkinen-Kiljunen S. Specific immunoglobulin E in patients with immediate persulfate hypersensitivity. *Contact Dermatitis.* 2003; 49: 22-25.
- [78] Venturini Díaz M, Vidal Oribe I, D'Elia Torrence D, Hernández Alfonso P, Alarcón Gallardo E. New Challenges in Drug Allergy: the Resurgence of Excipients. *Curr Treat Options Allergy.* 2022; 9: 273-291.
- [79] Antolin-Amerigo D, Sánchez-González MJ, Barbarroja-Escudero J, Rodríguez-Rodríguez M, Álvarez-Perea A, Alvarez-Mon M. Allergic reaction to polyethylene glycol in a painter. *Occup Med (Lond).* 2015; 65: 502-504.
- [80] Moller DR, Brooks SM, Bernstein DI, Cassidy K, Enrione M, Bernstein IL. Delayed anaphylactoid reaction in a worker exposed to chromium. *J Allergy Clin Immunol.* 1986; 77: 451-456.
- [81] Li L-F, Sujan SA, Li QX. Contact urticaria syndrome from occupational benzonitrile exposure. *Contact Dermatitis.* 2004; 50: 377-378.
- [82] Yung A, Papworth-Smith J, Wilkinson SM. Occupational contact urticaria from the solid-phase peptide synthesis coupling agents HATU and HBTU. *Contact Dermatitis.* 2003; 49: 108-109.
- [83] Hannu T, Alanko K, Keskinen H. Anaphylaxis and allergic contact urticaria from occupational airborne exposure to HBTU. *Occup Med (Lond).* 2006; 56: 430-433.
- [84] Scolnick B, Collins J. Systemic reaction to methylmethacrylate in an operating room nurse. *J Occup Med.* 1986; 28: 196-198.
- [85] Lessenger JE. Occupational acute anaphylactic reaction to assault by perfume spray in the face. *J Am Board Fam Pract.* 2001; 14: 137-140.
- [86] Diba VC, Statham BN. Contact urticaria from cinnamon leading to anaphylaxis. *Contact Dermatitis.* 2003; 48: 119.
- [87] Hoekstra M, van der Heide S, Coenraads PJ, Schuttelaar MLA. Anaphylaxis and severe systemic reactions caused by skin contact with persulfates in hair-bleaching products. *Contact Dermatitis.* 2012; 66: 317-322.
- [88] Babilas P, Landthaler M, Szeimies R-M. Anaphylaktische Reaktion nach Kontakt zu Haarbleichmittel. *Hautarzt.* 2005; 56: 1152-1155.
- [89] Kleniewska A, Wiszniewska M, Krawczyk-Szulc P, Nowakowska-Świrta E, Walusiak-Skorupa J. Anaphylactic reaction in a hairdresser due to sensitization to persulphates. *Occup Med (Lond).* 2016; 66: 584-585.
- [90] Helaskoski E, Suojalehto H, Virtanen H, Airaksinen L, Kuuliala O, Aalto-Korte K, Pesonen M. Occupational asthma, rhinitis, and contact urticaria caused by oxidative hair dyes in hairdressers. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2014; 112: 46-52.
- [91] Romano C, Sulotto F, Pavan I, Chiesa A, Scansetti G. A new case of occupational asthma from reactive dyes with severe anaphylactic response to the specific challenge. *Am J Ind Med.* 1992; 21: 209-216.
- [92] Treudler R. Emerging and Novel Elicitors of Anaphylaxis: Collegium Internationale Allergologicum Update 2024. *Int Arch Allergy Immunol.* 2024; 185: 794-802.
- [93] Arcangeli G, Traversini V, Tomasini E, Baldassarre A, Lecca LI, Galea RP, Mucci N. Allergic Anaphylactic Risk in Farming Activities: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17: 4921.
- [94] Annila IT, Annila PA, Mörsky P. Risk assessment in determining systemic reactivity to honeybee stings in beekeepers. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 1997; 78: 473-477.
- [95] Carballo I, Carballada F, Nuñez-Orjales R, Martín-Lázaro J, Vidal C, Gonzalez-Quintela A. Total and Honeybee Venom-Specific Serum IgG4 and IgE in Beekeepers. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2017; 27: 146-148.
- [96] Severino M, Bonadonna P, Passalacqua G. Large local reactions from stinging insects: from epide-

- miology to management. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.* 2009; 9: 334-337.
- [97] *de Groot H, de Graaf-in 't Veld C, van Wijk RG.* Allergy to bumblebee venom. I. Occupational anaphylaxis to bumblebee venom: diagnosis and treatment. *Allergy.* 1995; 50: 581-584.
- [98] *Lindström I, Hölttä P, Suuronen K, Suomela S, Suojalehto H.* High prevalence of sensitization to bumblebee venom among greenhouse workers. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2022; 10: 637-639.
- [99] *Rüeff F, Bauer A, Becker S, Brehler R, Brockow K, Chaker AM, Darsow U, Fischer J, Fuchs T, Gerstlauer M, Gernert S, Hamelmann E, Hötzenecker W, Klimek L, Lange L, Merk H, Mülleneisen NK, Neustädter I, Pfützner W, Sieber W, et al.* Diagnosis and treatment of Hymenoptera venom allergy: S2k Guideline of the German Society of Allergology and Clinical Immunology (DGAKI) in collaboration with the Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie e.V. (ABD), the Medical Association of German Allergologists (AeDA), the German Society of Dermatology (DDG), the German Society of Oto-Rhino-Laryngology, Head and Neck Surgery (DGHNOK), the German Society of Pediatrics and Adolescent Medicine (DGKJ), the Society for Pediatric Allergy and Environmental Medicine (GPA), German Respiratory Society (DGP), and the Austrian Society for Allergy and Immunology (ÖGAI). *Allergol Select.* 2023; 7: 154-190.
- [100] *Treudler R, Simon JC.* Overview of component resolved diagnostics. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2013; 13: 110-117.
- [101] *Treudler R, Simon J-C.* Update on Type-1 Allergy Diagnostics. *Handb Exp Pharmacol.* 2022; 268: 393-403.
- [102] *Blank S, Grosch J, Ollert M, Bilò MB.* Precision Medicine in Hymenoptera Venom Allergy: Diagnostics, Biomarkers, and Therapy of Different Endotypes and Phenotypes. *Front Immunol.* 2020; 11: 579409.
- [103] *Frick M, Fischer J, Helbling A, Ruéff F, Wieczorek D, Ollert M, Pfützner W, Müller S, Huss-Marp J, Dorn B, Biedermann T, Lidholm J, Ruecker G, Bantleon F, Miehe M, Spillner E, Jakob T.* Predominant Api m 10 sensitization as risk factor for treatment failure in honey bee venom immunotherapy. *J Allergy Clin Immunol.* 2016; 138: 1663-1671.
- [104] *Skudlik C, Römer W, Brandenburg S, John SM.* Insektenstiche und Insektenstichallergien im Beruf: medizinische und versicherungsrechtliche Schlussfolgerungen. 2012; 60. *Dermatol Beruf Umw.* 2012; 60: 92-95.
- [105] *Stave GM.* Occupational Animal Allergy. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2018; 18: 11.
- [106] *Hesford JD, Platts-Mills TA, Edlich RF.* Anaphylaxis after laboratory rat bite: an occupational hazard. *J Emerg Med.* 1995; 13: 765-768.
- [107] *Leng K, Wiedemeyer K, Hartmann M.* Anaphylaxis after mouse bite. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2008; 6: 741-743.
- [108] *Kampitak T, Betschel SD.* Anaphylaxis in laboratory workers because of rodent handling: two case reports. *J Occup Health.* 2016; 58: 381-383.
- [109] *Watt AD, McSharry CP.* Laboratory animal allergy: anaphylaxis from a needle injury. *Occup Environ Med.* 1996; 53: 573-574.
- [110] *Menon JC, Joseph JK, Jose MP, Dhananjaya BL, Oommen OV.* Clinical Profile and Laboratory Parameters in 1051 Victims of Snakebite from a Single Centre in Kerala, South India. *J Assoc Physicians India.* 2016; 64: 22-29.
- [111] *de Pontes LG, Cavassan NRV, Creste CFZ, Junior AL, Arcuri HA, Ferreira RS, Barraviera B, Gagete E, Dos Santos LD.* Crot toxin: a novel allergen to occupational anaphylaxis. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2016; 116: 579-581.
- [112] *Tilbury CR, Verster J.* A fatal bite from the burrowing asp *Atractaspis corpulenta* (Hallowell 1854). *Toxicon.* 2016; 118: 21-26.
- [113] *de Medeiros CR, Barbaro KC, de Siqueira França FO, Zanotti AP, Castro FFM.* Anaphylactic reaction secondary to Bothrops snakebite. *Allergy.* 2008; 63: 242-243.
- [114] *Nishioka SA, Silveira PV, Peixoto-Filho FM, Jorge MT, Sandoz A.* Occupational injuries with captive lance-headed vipers (*Bothrops moojeni*): experience from a snake farm in Brazil. *Trop Med Int Health.* 2000; 5: 507-510.
- [115] *Acero S, Blanco R, Bartolomé B.* Anaphylaxis due to a tick bite. *Allergy.* 2003; 58: 824-825.
- [116] *Armentia A, Alvarez R, Moreno-González V, Martín B, Fernández S, Martín S, Moro A, Vega JM, Barrios A, Castillo M, Pineda F.* Occupational airborne contact urticaria, anaphylaxis and asthma in farmers and agronomists due to *Bruchus pisorum*. *Contact Dermatitis.* 2020; 83: 466-474.
- [117] *Vega J, Vega JM, Moneo I, Armentia A, Caballero ML, Miranda A.* Occupational immunologic contact urticaria from pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*): experience in 30 cases. *Contact Dermatitis.* 2004; 50: 60-64.
- [118] *Morales-Cabeza C, Prieto-García A, Acero S, Bartolomé-Závala B, Morgado JM, Matito A, Sánchez-Muñoz L, Alvarez-Twose I.* Systemic mastocytosis presenting as occupational IgE-mediated anaphylaxis to pine processionary caterpillar. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2016; 117: 333-334.
- [119] *Ricciardi L, Giorgianni C, Briguglio G, Gangemi S, Spataro G.* Processionary caterpillar reactions in Southern Italy forestry workers: description of three cases. *Clin Mol Allergy.* 2021; 19: 15.
- [120] *Stevens WJ, Van den Abbeele J, Bridts CH.* Anaphylactic reaction after bites by *Glossina morsitans* (tsetse fly) in a laboratory worker. *J Allergy Clin Immunol.* 1996; 98: 700-701.
- [121] *Wu M, McIntosh J, Liu J.* Current prevalence rate of latex allergy: Why it remains a problem? *J Occup Health.* 2016; 58: 138-144.
- [122] *Raulf M.* The latex story. *Chem Immunol Allergy.* 2014; 100: 248-255.
- [123] *Kahn SL, Podjasek JO, Dimitropoulos VA, Brown CW Jr.* Natural rubber latex allergy. *Dis Mon.* 2016; 62: 5-17.
- [124] *Kelly KJ, Sussman G.* Latex Allergy: Where Are We Now and How Did We Get There? *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2017; 5: 1212-1216.
- [125] *Blanco C.* Latex-fruit syndrome. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2003; 3: 47-53.
- [126] *Hayes BB, Afshari A, Millecchia L, Willard PA, Povoski SP, Meade BJ.* Evaluation of percutaneous penetration of natural rubber latex proteins. *Toxicol Sci.* 2000; 56: 262-270.
- [127] *Boonchai W, Sirikudta W, Lamtharachai P, Kasemsarn P.* Latex glove-related symptoms

- among health care workers: a self-report questionnaire-based survey. *Dermatitis*. 2014; 25: 135-139.
- [128] Allmers H, Schmengler J, John SM. Decreasing incidence of occupational contact urticaria caused by natural rubber latex allergy in German health care workers. *J Allergy Clin Immunol*. 2004; 114: 347-351.
- [129] Allmers H, Schmengler J, Skudlik C. Primary prevention of natural rubber latex allergy in the German health care system through education and intervention. *J Allergy Clin Immunol*. 2002; 110: 318-323.
- [130] West RW, Sharip A. Latex Anaphylaxis Caused by Occupational Exposure to Balloons. *Cureus*. 2022; 14: e25875.
- [131] Ngamchokwathana C, Chaiear N. Latex anaphylaxis in healthcare worker and the occupational health management perspective: A case report. *SAGE Open Med Case Rep*. 2023; 11: X231179303.
- [132] Zahariev Vukšinić K, Knežević B, Bogadi-Šare A, Bubaš M, Krišto D, Pejnović N. Anaphylactic reaction to latex in a health care worker: case report. *Acta Dermatovenerol Croat*. 2012; 20: 207-209.
- [133] Risenga SM, Shivambu GP, Rakgole MP, Makwela ML, Nthuli S, Malatji TAP, Maligavhada NJ, Green RJ. Latex allergy and its clinical features among healthcare workers at Mankweng Hospital, Limpopo Province, South Africa. *S Afr Med J*. 2013; 103: 390-394.
- [134] Raulf M. Current state of occupational latex allergy. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2020; 20: 112-116.