

Hautarzt

<https://doi.org/10.1007/s00105-019-04533-x>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

N. Wagner¹ · S. Kamann² · E. Oppel³¹ Hautklinik, Universitätsklinikum Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Deutschland² Privatpraxis für Dermatologie, Dr. med. Iris Nagel & Dr. med. Stefanie Kamann, Feldafing, Deutschland³ Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie, Ludwig-Maximilians-Universität, München, Deutschland

Kontaktallergie auf Glukosemesssysteme und Insulinpumpen

Der Diabetes mellitus gehört weltweit zu den häufigsten Zivilisationskrankheiten. Die Prävalenz der Erkrankung hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Gemäß der American Diabetes Association und der World Health Organization (WHO) werden pathophysiologisch verschiedene Untergruppen des Diabetes mellitus unterschieden (■ **Tab. 1**; [1]). Der Diabetes mellitus Typ 1 (früher juveniler Diabetes) ist gekennzeichnet durch einen absoluten Insulinmangel und wird durch eine Zerstörung der Betazellen des Pankreas ausgelöst. Pathophysiologisch bedeutsam sind eine genetische Prädisposition und Autoimmunphänomene. Beim Diabetes mellitus Typ 2 sind ein vermindertes Ansprechen der Körperzellen auf Insulin und eine Funktionseinschränkung der Betazellen relevant. Der Typ-1-Diabetes ist primär insulinpflichtig, jedoch auch Patienten mit Typ-2-Diabetes müssen zunehmend mit Insulin eingestellt werden.

Die intensivste kontrollierte Insulintherapie (ICT) hat die konventionelle Insulinbehandlung weitgehend abgelöst. Patienten spritzen sich mit einem Pen 1- bis 2-mal täglich ein langsam wirkendes, basales Insulin, das durch die Kopplung an Zink, Surfen oder Protamin eine Depotwirkung erhält. Zusätzlich injizieren sie sich zu den Mahlzeiten oder als Korrektur ein kurz wirksames Insulin (Bolus).

Insulinpumpensysteme

Eine Variante der ICT ist die Insulinpumpentherapie („continuous subcutaneous insulin infusion“ [CSII]), die besonders bei Kindern und Sportlern beliebt ist. Es stehen hierfür konventionelle Systeme zur Verfügung, bei denen die Kanüle mit einem Fixierungspflaster auf der Haut angeklebt wird und mit einem Schlauchsystem mit der Insulinpumpe, die in einem Täschchen oder am Gürtel befestigt wird, verbunden ist. Als innovative Lösung kann die Insulinpatchpumpe („Pflasterpumpe“) direkt schlauchfrei auf der Haut mit einem Pflaster fixiert werden (z. B. Omnipod®, Ypsomed, Burgdorf, Schweiz). Bei der CSII wird laufend Insulin abgegeben, den Bolus zu den Mahlzeiten können Patienten über einen Druckknopf direkt an der Pumpe oder über Fernbedienung abgeben.

Mit dem „künstlichen Pankreas“ wird ein jahrzehntelanger Traum in der Diabetologie langsam Realität. In einem geschlossenen Kreis von Zuckermessgerät und Insulinpumpe („closed loop“) drosselt oder steigert die Pumpe anhand der ermittelten Glukosewerte automatisch die Insulinabgabe. Ganz automatisch funktioniert das System allerdings noch nicht: Patienten müssen nach den Mahlzeiten noch die abgeschätzte Menge an Kohlenhydraten eingeben und die von der Pumpe vorgeschlagene Boluskorrektur bestätigen. Außerdem sind täglich 2 konventionelle Blutzuckermessungen zur Kalibrierung des Sensors nötig. In

Deutschland wird die offizielle Zulassung 2020 erwartet.

Allen auf der Haut über Pflaster fixierten Systemen gemeinsam ist je nach Intensität und Dauer des Kontaktes mit dem Pflaster oder des Plastikgehäuses (Patchpumpe), dass ein irritatives Kontaktekzem an der Pflasterkontaktstelle auftreten kann. Einzelne Patienten haben Erfolge mit Hautschutzspray, z. B. Cavilon®-Spray (3M Deutschland GmbH, Neuss, Deutschland), das vor Anbringen des Pflasters aufgesprüht wird. Jedoch kann es auch hierbei zu Irritationen kommen, und diese Sprays vermögen die Hautbarriere nur kurzzeitig zu schützen [5]. Sollte nach Abnahme des Pflasters eine stärkere Irritation mit Juckreiz vorliegen, kann eine topische Steroidtherapie zur Symptomlinderung angewendet werden. Es sollte jedoch abhängig vom Hautbefund auch eine Kontaktallergie als Auslöser des Ekzems in Betracht gezogen werden (■ **Abb. 1**).

» An der Pflasterkontaktstelle kann ein irritatives Kontaktekzem auftreten

Als Auslöser für Kontaktallergien auf die Insulinpatchpumpe Omnipod® konnte Isobornylacrylat (IBOA) identifiziert werden, das im Gehäuse der Pumpe vorhanden ist ([23, 24]; ■ **Abb. 1**).

Acrylate, Methacrylate und Cyanoacrylate sind synthetische thermoplastische Kunstharze, die durch Polyme-

Tab. 1 Einteilung des insulinpflichtigen Diabetes mellitus

1A	Immunvermittelt (Autoimmunerkrankung)
1B	Insulinmangel idiopathisch
2	Insulinresistenz und simultane Funktionseinschränkung der Betazellen
3A	Genetische Defekte der Betazelle
3B	Genetisch bedingte Insulinresistenz
3C	Pankreopriver Diabetes mellitus (Erkrankung/Zerstörung des Pankreas)
3D	Sekundär endokriner Diabetes mellitus (hormonelle Störungen)
3E	Diabetes mellitus durch Chemikalien oder Drogen bedingt
3F	Infektios
3G	Immunologisch
3H	Andere genetische Syndrome, die mit Diabetes assoziiert sind
4	Gestationsdiabetes
Sonderformen	LADA („latent autoimmune diabetes in adults“) JODA („juvenile-onset diabetes of the adults“, ab 40. Lebensjahr auftretender Diabetes mellitus Typ 1)

risation chemisch reaktiver Monomere (Acrylsäure bzw. Methacrylsäure oder Cyanoacrylsäure) mit ihren entsprechenden Estern entstehen. Die Polymerisation kann mithilfe von UV-Licht oder spontan erfolgen [29]. Ihre Formbarkeit unter hohen Temperaturen und Stabilität nach dem Abkühlen trägt zur ubiquitären Verbreitung ihrer Produkte bei, wie in der Auto-, Papier-, Baustoffindustrie, in Klebstoffen und Farben/Lackprodukten, Kontaktlinsen, orthopädischem Zement, Dentalmaterialien und der Kosmetik [29]. Die Monomere der Acrylsäure sind potente Kontaktallergene, während die polymerisierten Acrylate überwiegend inert sind. Jedoch können durch Friktion/Wärme reaktive Monomere entstehen.

IBOA wird in verschiedenen UV-trocknenden Tinten, in Klebstoffen und in der Autoindustrie verwendet. Generell wurde IBOA bisher selten als auslösendes Kontaktallergen beschrieben, und es zeigt oft keine Kreuzsensibilisierung zu anderen Acrylaten [6].

Im Jahr 1995 fiel bereits eine Kontaktallergie auf IBOA bei Verwendung von 2 verschiedenen Insulinpumpen auf [3]. IBOA war neben Phenoxypoly(ethylenoxy)-ethylacrylat und Betacarboxyethylacrylat Bestandteil des Klebers, der verwendet wurde, um die Nadel in der kleinen umgebenden Plastikhülle zu fixieren, die wiederum am Hautpflaster befestigt war.

Kontinuierliche Glukosemesssysteme

Die Einführung kontinuierlich messender Glukosemesssysteme („continuous glucose monitoring“ [CGM]) bedeutete eine Optimierung der Diabetes therapie mit einem deutlichen Benefit an Lebensqualität für die Patienten. Der Glukosesensor wird hierbei in die Haut des Abdomens oder Oberarms gestochen und mit dem daran gekoppelten Sensorgerät über bis zu 10 Tage mit einem Pflastersystem fixiert. Die Blutzuckerwerte der Interzellularflüssigkeit werden permanent aufgezeichnet und mittels Bluetooth-Technologie an entweder eine Art Fernbedienung oder ein Smartphone weitergeleitet. Dem Patienten wird optisch mit Pfeilen eine Tendenzentwicklung aufgezeigt, anhand derer eine Optimierung der Insulinabgabe ermöglicht wird. Da in der Zwischenzellflüssigkeit gemessen wird und nicht im Blut, gibt es eine kleine physiologische Verzögerung, wenn der Glukosespiegel ansteigt oder fällt. Zur Warnung bei (drohenden) Hypoglykämien wird ein akustisches Signal abgegeben. Zu diesen CGM-Geräten zählen die Dexcom G4®, G5® und G6® (Dexcom, San Diego, CA, USA)- sowie die Enlite® (Medtronic, Dublin, Irland)-Geräte. Weiterhin müssen die Blutzuckerwerte über das Gerät abgerufen werden, und das Insulin muss durch den Patienten über eine Pumpe

oder konventionell mittels eines Pens geregelt werden.

» Der Glukosesensor wird in die Haut des Abdomens oder Oberarms gestochen und per Pflastersystem fixiert

Das Enlite®-System kann derzeit bis zu 6 Tage auf der Haut getragen werden. Die meisten Patienten nutzen den Sensor in Kombination mit einer Insulinpumpe von Medtronic. Patienten mit Kontaktallergie auf den Enlite®-Sensor zeigen häufig eine Kontaktallergie auf IBOA [10]. Sowohl in dem Gehäuse des Enlite®-Systems als auch in dem Klebstoff, der das Gehäuse auf dem Pflaster befestigt, und in dem Paradigm®-Infusionsset (Medtronic, Dublin, Irland), konnte IBOA detektiert werden [16]. Zusätzlich sind Patienten mit Enlite® teils auf N,N-Dimethylacrylamid (DMAA) sensibilisiert. DMAA findet sowohl als Monomer als auch als Polymer in Klebstoffen, Hydrogelen und synthetischen Fasern Verwendung.

Beschrieben sind auch Kontaktallergien auf das im Sensor enthaltene Kolophonium und Glyceryl-Resinat (einem Kolophonium-Derivat) [10, 18, 25].

Kontaktexzeme auf den Dexcom G4® wurden nach Beginn einer mehrwöchigen Benutzung beschrieben. Mittels Gaschromatographie konnte 2-Ethyl-Cyanoacrylat in den Extrakten des Sensors und des Klebeparts des Messsystems nachgewiesen werden. Der Sensorpod wurde an dem nicht der Haut zugewandten Klebevlies mit einem Cyanoacrylat-haltigen Klebstoff befestigt [26]. Cyanoacrylate finden Verwendung in Haushalts-, Wimpern- und Sekundenklebern, künstlichen Nägeln, Knochenzement, Wundklebern und Zahnprothesen. Auffallend ist, dass Cyanoacrylate selten mit anderen Acrylaten/Methacrylaten kreuzreagieren [26].

Der Hersteller reagierte im August 2016 auf die Meldungen und verwendet seitdem bei den neueren Dexcom-Modellen G5® und G6® ein thermisches Verfahren zur Fixierung des Gehäuses auf dem Klebevlies, sodass auf den Cyano-

acrylat-haltigen Klebstoff verzichtet werden kann [9]. Bisher konnte kein IBOA im Dexcom-System nachgewiesen werden [22].

Flash-Glukosemesssysteme

Im Jahr 2014 wurden sog. Flash-Glukosemesssysteme (FGM) eingeführt. Die Sensornadel mit dem daran gekoppelten Messsystem kann bis zu 14 Tage an einer Lokalisation verbleiben. Durch die Auswahl des Sensors mit einem Smartphone oder einem dazugehörigen Scanner, die auch durch die Kleidung hinweg möglich ist, kann jederzeit der aktuelle Blutzuckerwert abgefragt werden („flashen“). Weit verbreitet ist der FGM FreeStyle Libre® (Abbott, Chicago, Illinois). Kurz nach der Markteinführung erfolgten die ersten Berichte über das Auftreten von Kontaktekzemen (■ **Abb. 2**: Kontaktekzem auf FreeStyle Libre®).

Herman et al. konnten 2017 IBOA als Hauptauslöser der Kontaktallergien auf den FreeStyle Libre® identifizieren [14]. IBOA ist dabei nicht primär im Fixierungspflaster enthalten, sondern im Gehäuse des Glukosesensors, möglicherweise enthalten in dem Klebstoff, der Ober- und Unterteil fixiert [16, 19, 25]. IBOA kann von hier aus auf das Pflaster diffundieren. In einem ausgewählten Patientengut mit Kontaktekzemen auf FreeStyle Libre® konnte in bis zu 80 % der Fälle eine Kontaktsensibilisierung auf IBOA nachgewiesen werden [15].

Als weiteres Kontaktallergen im Freestyle Libre® wurde N,N-Dimethylacrylamid mittels Gaschromatographie detektiert [20]. DMAA und IBOA werden als monomere Verdüner in UV-härtenden Klebern verwendet.

» IBOA noch DMAA sind relevante Kontaktallergene

Im Bereich des direkten Hautkontaktes zum FreeStyle Libre® kann ein Leukoderm entstehen (■ **Abb. 3**; [10]). Weder IBOA noch DMAA wurden bisher als depigmentierende Chemikalien beschrieben. Jedoch konnte die depigmentierende Substanz Hydrochinonmonomethylether (HMME) in unterschied-

Hautarzt <https://doi.org/10.1007/s00105-019-04533-x>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

N. Wagner · S. Kamann · E. Oppel

Kontaktallergie auf Glukosemesssysteme und Insulinpumpen

Zusammenfassung

Die Entwicklung von Insulinpumpen und verschiedenen Glukosemesssystemen hat die Lebensqualität von insulinpflichtigen Diabetikern deutlich verbessert. Auch die Überwachung und Therapie des Diabetes mellitus profitieren von den neuen Systemen, deren Geräte oder Zubehör über mehrere Tage an der Haut der Patienten fixiert werden. Seit ihrer Einführung traten gehäuft insbesondere irritative, aber auch allergische Kontaktekzeme auf die Glukosesensoren sowie auf eine innovative/spezielle Insulinpatchpumpe, die direkt auf der Haut klebt, auf. Die meisten Patienten zeigen eine Kontaktsensibilisierung auf Isobornylacrylat (IBOA), aber auch Kontaktsensibilisierungen

gegen N,N-Dimethylacrylamid (DMAA) und anfangs auch auf 2-Ethyl-Cyanoacrylat wurden beschrieben. Die Kontaktallergene finden sich teils im Fixierungspflaster auf der Haut, teils im Klebstoff, der das Gehäuse auf dem Pflaster fixiert, insbesondere jedoch im Gehäuse des Glukosesensors bzw. der Patchpumpe selbst. Das Auftreten einer Kontaktallergie kann dazu führen, dass der Patient auf diese moderne Technik verzichten muss.

Schlüsselwörter

Insulinpflichtiger Diabetiker · Kontaktsensibilisierung · Glukosesensor · Patchpumpe · Isobornylacrylat

Contact allergy due to insulin pumps and glucose sensor systems

Abstract

The design and development of insulin pumps and various glucose sensor systems has an enormous impact on life quality of diabetic patients. Surveillance and therapy of diabetes has improved due to the new diabetic devices, which are affixed to the patients' skin for several days. Since their introduction, irritant and allergic contact dermatitis have been frequently reported. Patients often acquire contact sensitization to isobornyl acrylate, N,N-dimethylacrylamide or formerly to 2-ethyl-cyanoacrylate. These

contact allergens were found in the patch, in the glue to affix the box on the patch or in the casing of the system itself. Development of contact allergy to substances of these systems may result in the need to abandon modern diabetic devices.

Keywords

Insulin-dependent diabetes · Contact hypersensitivity · Glucose sensors · Insulin infusion systems · Isobornyl acrylate

lichen Konzentrationen (100–300 ppm) in dem von Sigma Aldrich, Steinheim, vertriebenen IBOA nachgewiesen werden. HMME stabilisiert Acrylate und inhibiert deren ungewollte Polymerisation ohne Wärmezufuhr. Nach der Polymerisation von IBOA bei über 80 °C ist HMME überwiegend degradiert [2]. Somit postulierten Hermann et al. [11], dass HMME möglicherweise in sehr geringer Menge Bestandteil des IBOA in FreeStyle Libre® ist und durch intensiven Hautkontakt über mehrere Tage zu Depigmentierungen führen kann.

Zusätzlich zeigen viele Patienten, die auf FreeStyle Libre® sensibilisiert sind, auch positive Reaktionen im Epikutantest auf Sesquiterpenlactone (SL) [12] sowie

deren Einzelkomponente Alantolacton, obwohl sich gaschromatographisch diese Substanzen nicht im Glukosesensor nachweisen ließen [12]. Terpene sind Bestandteile vieler Pflanzen. Kontaktallergien/-sensibilisierungen auf Terpene werden insbesondere über Kosmetik/Naturkosmetikprodukte, Arzneimittel, pflanzliche Heilmittel oder Umgang mit pflanzlichen Produkten erworben. Die Prävalenz positiver Testreaktionen auf den SL-Mix in der europäischen Allgemeinbevölkerung beträgt ca. 0, 1 % [7]. In einer belgischen Testserie mit 53 Patienten, die auf FreeStyle Libre®/IBOA reagierten, zeigten sich 62,3 % der Patienten positiv auf Sesquiterpenlactone-Mix (SLM) im Epikutantest



Abb. 1 ▲ Kontaktexzem auf die Omnipod® (Ypsomed, Burgdorf, Schweiz)-Patchpumpe



Abb. 2 ▲ Kontaktexzem auf den FreeStyle Libre® (Abbott, Chicago, Illinois)



Abb. 3 ▲ Persistierendes Leukoderm nach Anwendung des FreeStyle Libre® (Abbott, Chicago, Illinois)

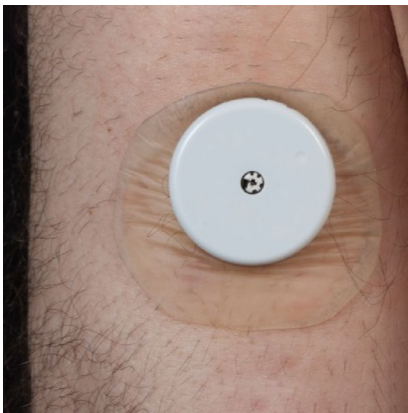


Abb. 4 ▲ Anwendung des FreeStyle Libre® 2 (Abbott, Chicago, Illinois) mit Hydrokolloidpflaster bei Kontaktallergie auf Isobornylacrylat (IBOA)

[12]. Die Genese dieser häufigen Sensibilisierungen ist unklar, zumal die Molekülstrukturen von IBOA und SLM sich nicht ähneln. Postuliert wird, dass entweder eine gemeinsame chemisch-reaktive, funktionelle Gruppe (Carbonyl-Gruppe) T-Zellen aktiviert oder durch Campher (ein bicyklisches Monoterpen) als gemeinsamem Vorläufer oder mittels Induktion eines neuen Metaboliten durch verschiedene chemische Reaktionen eine Kontaktallergie ausgelöst werden könnte [12].

Langzeitblutzuckermesssysteme

Zur Langzeitblutzuckermessung steht seit 2017 ein in Lokalanästhesie implantierbarer Sensor (Eversense®XL, Roche, Basel, Schweiz), zur Verfügung, der

knapp 2 cm × 0,35 cm groß ist. Das Set besteht aus dem Sensorstäbchen, einem wiederaufladbaren, wasserdichten Smart-Transmitter, der, auf den Sensor aufgeklebt, der Stromversorgung dient, und dem daran gekoppelten Smartphone bzw. der Smartwatch. Alle 5 min werden die per Fluoreszenz gemessenen Blutzuckerwerte inklusive Trendentwicklungen und Warnsignalen übermittelt. Der Transmitter kann mit zweierlei silikonbasierten, acrylatfreien Pflastern (transparent und weiß) über dem Sensor fixiert werden. Deren täglicher Wechsel wird seitens der Firma empfohlen. Der Sensor selbst kann bis zu 180 Tage implantiert bleiben.

In gaschromatischen Analysen sämtlicher Anteile des Eversense®-Gerätes inklusive der mitgelieferten Pflaster konnte bisher kein IBOA nachgewiesen werden [21].

Patienten, die eine Kontaktallergie auf IBOA erworben haben, können bisherigen Berichten zufolge den Dexcom G5® und G6®- oder den Eversense®-Sensor anwenden [16, 22].

Hinweise zur Epikutantestung

Da Acrylate labile Moleküle sind, sollten die Testkammern erst direkt vor der Epikutantestung vorbereitet und der vordere Anteil in der Spritzenzubereitung sollte verworfen werden [28]. Der Aluminiumgehalt der üblichen Testkammern könnte potenziell als Katalysator für eine Polymerisation der Acrylatverbindungen dienen und somit zu falsch negativen

Ergebnissen führen [4]. Alternativ können IQ™ (Chemotechnique Diagnostics, Vellinge, Schweden)-Testkammern verwendet werden. IBOA ist seit Sommer 2019 Bestandteil der von der DKG (Deutsche Kontaktallergie-Gruppe) empfohlenen Testreihe „Kunstharze/Kleber“ und kann über Chemotechnique Diagnostics erworben werden (Testkonzentration 0,1 % in Vaseline). N,N-Dimethylacrylamid (DMAA) wird ebenfalls 0,1 % in Vaseline getestet [20]. Die Reinsubstanz kann über Sigma-Aldrich, Steinheim, bezogen werden. Eine fertige Epikutantestzubereitung ist leider nicht erhältlich.

Seit 2009 unterliegen Ärzte, die Arzneimittel zur Anwendung bei ihren Patienten herstellen, dem Anwendungsbereich des AMG (Arzneimittelgesetz) und damit der Überwachung nach § 64 AMG. Zwar benötigen sie keine sog. Herstellungserlaubnis, eine solche Tätigkeit muss aber (einmalig und generell, also nicht für jeden einzelnen Patienten) der zuständigen Überwachungsbehörde gemäß § 67 AMG angezeigt werden. Es stellt eine Ordnungswidrigkeit dar, wenn entsprechende Testungen ohne vorherige Anzeige bei der Überwachungsbehörde vorgenommen werden.

Mögliche Schutzmaßnahmen

Bei nachgewiesener Kontaktallergie auf IBOA kann nur ein geringer Teil der Patienten die Verwendung des FreeStyle Libre® fortsetzen. Als „Zwischenschicht“ können Schutzpflaster auf Hy-

drokkolloid- oder Silikonbasis versucht werden (z.B. Stomahesive® [Stomahesive-ConvaTec, München, Deutschland], Hansaplast® [Beiersdorf AG, Hamburg, Deutschland], BSN Cutimed Hydro B® [BSN medical GmbH, Hamburg, Deutschland]) [8, 17]. Um einen ausreichend tiefen Gewebekontakt des Sensors zu gewährleisten, muss ein Loch in die Schutzplatte gestanzt werden. Bei Verwendung solcher „Schutzschichten“ sollten Messabweichungen ausgeschlossen werden (daher empfiehlt es sich, ggf. den Blutzucker konventionell regelmäßig zu bestimmen) (■ Abb. 4).

Weitere Kontaktallergene in der Sensornadel

Auch Nickelsulfat wurde als Auslöser von Kontaktallergien auf die Glukosesensoren beschrieben, da es in der Sensornadel enthalten sein kann [27]. Alternativ können Teflon-Sensormaterialien verwendet werden [13].

Meldung

Sowohl der Hersteller (z.B. durch den Patienten über die Hotline) als auch die Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (Fachausschuss der Bundesärztekammer) wie auch das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) sollten über Unverträglichkeitsreaktion jedes einzelnen Patienten informiert werden.

Fazit für die Praxis

- Bei Ekzemen auf Glukosemesssysteme sollte an eine Kontaktallergie gedacht werden.
- Häufige Kontaktallergene bei medizinischen Geräten für Diabetiker sind Isobornylacrylat, N,N-Dimethylacrylamid und Kolophonium.
- Versuchsweise können Schutzmaßnahmen mit Pflastern auf Hydrokolloid- oder Silikonbasis erfolgen.
- Es sollte eine Meldung der kontaktallergischen Reaktionen auf Diabetiker-Devices erfolgen.

Korrespondenzadresse



Dr. N. Wagner

Hautklinik, Universitätsklinikum Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Ulmenweg 18, 91054 Erlangen, Deutschland
Nicola.Wagner@uk-erlangen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. S. Kamann hat Referentenhonorare von Roche, Novo Nordisk und Lilly erhalten. N. Wagner und E. Oppel geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Für Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts, über die Patienten zu identifizieren sind, liegt von ihnen und/oder ihren gesetzlichen Vertretern eine schriftliche Einwilligung vor.

Literatur

1. American diabetes association (2018) Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes 2018. *Diabetes Care* 41(Suppl. 1):S13–S27
2. Becker H, Vogel H (2006) The role of hydroquinone monomethylether in the stabilization of acrylic acid. *Chem Eng Technol* 29:1227–1231
3. Busschots AM, Meuleman V, Poesen N, Doms-Goossens A (1995) Contact allergy to components of glue in insulin pump infusion sets. *Contact Derm* 33:205–206
4. Bruze M, Björkner B, Lepoittevin JP (1995) Occupational contact dermatitis from ethyl cyanoacrylate. *Contact Derm* 32:156–159
5. Cressey BD, Belum VR, Scheinman P, Silvestri D, McEntee N, Livingston V, Lacouture ME, Zippin JH (2017) Stoma care products represent a common and previously underreported source of peristomal contact dermatitis. *Contact Derm* 76:27–33
6. Christoffers WA, Coenraads PJ, Schutteleer ML (2013) Two decades of occupational (meth)acrylate patch test results and focus on isobornyl acrylate. *Contact Derm* 69:86–92
7. Diepgen TL, Ofenloch RF, Bruze M, Bertuccio P, Cazzaniga S, Coenraads PJ, Elsner P, Goncalo M, Svensson Å, Naldi L (2016) Prevalence of contact allergy in the general population in different European regions. *Br J Dermatol* 174(2):319–329
8. Englert K, Ruedy K, Coffey J, Caswell K, Steffen A, Levandoski L, Diabetes Research in Children (DirecNet) Study Group (2014) Skin and adhesive issues with continuous glucose monitors: a sticky situation. *J Diabetes Sci Technol* 8(4):745–751
9. Gisin V, Chan A, Welsh JB (2018) Manufacturing process changes and reduced skin irritations of an adhesive patch used for continuous glucose

monitoring devices. *J Diabetes Sci Technol* 12(3):725–726

10. Herman A, Baeck M, de Montjoye L, Bruze M, Gierth E, Goossens A, Mowitz M (2019) Allergic contact dermatitis caused by isobornyl acrylate in the Enlite glucose sensor and the Paradigm MiniMed Quick-set insulin infusion set. *Contact Derm*. <https://doi.org/10.1111/cod.13374> (Epub ahead of print)
11. Herman A, de Montjoye L, Marot L, Baeck M (2019) Induction of leukoderma following allergic contact dermatitis to FreeStyle Libre. *Contact Derm*. <https://doi.org/10.1111/cod.13360> (Epub ahead of print)
12. Herman A, Mowitz M, Aerts O, Pyl J, de Montjoye L, Goossens A, Bruze M, Baeck M (2019) Unexpected positive patch test reactions to sesquiterpene lactones in patients sensitized to the glucose sensor FreeStyle Libre. *Contact Derm*. <https://doi.org/10.1111/cod.13330> (Epub ahead of print)
13. Herman A, de Montjoye L, Tromme I, Goossens A, Baeck M (2018) Allergic contact dermatitis caused by medical devices for diabetic patients: a review. *Contact Derm* 79:331–335
14. Herman A, Aerts O, Baeck M, Bruze M, De Block C, Goossens A, Hamnerius N, Huygens S, Maiter D, Tennstedt D, Vandeleeuw B, Mowitz M (2017) Allergic contact dermatitis caused by isobornyl acrylate in Freestyle® Libre, a newly introduced glucosensor. *Contact Derm* 77(6):367–373
15. Hyry HSI, Liippo JP, Virtanen HM (2019) Allergic contact dermatitis caused by glucose sensors in type 1 diabetes patients. *Contact Derm* 81(3):161–166
16. Kamann S, Oppel E, Liu F, Reichl FX, Heinemann L, Högg C (2019) Evaluation of Isobornyl acrylate content in medical devices for diabetes treatment. *Diabetes Technol Ther* 21(10):533–537. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0163> (Epub 2019 Jul 9)
17. Kamann S, Heinemann L, Oppel E (2019) Usage of Hydrocolloid-based plasters in patients who have developed allergic contact dermatitis to Isobornyl acrylate while using continuous glucose monitoring systems. *J Diabetes Sci Technol*. <https://doi.org/10.1177/1932296819876964> (Epub ahead of print)
18. Lombardo F, Passanisi S, Caminiti L, Barbalace A, Marino A, Iannelli M, Messina MF, Pajno GB, Salzano G (2019) High prevalence of skin reactions among pediatric patients with type 1 diabetes using new technologies: the alarming role of colophonium. *Diabetes Technol Ther*. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0236> (Epub ahead of print)
19. Mowitz M, Fornander L, Hosseiny S, Ryberg K, Bruze M (2019) Patch testing with isobornyl acrylate in 16 Swedish patients with contact dermatitis from glucose sensors and/or insulin pumps. *Acta Derm Venereol*. <https://doi.org/10.2340/00015555-3256> (Epub ahead of print)
20. Mowitz M, Herman A, Baeck M, Isaksson M, Antelmi A, Hamnerius N, Pontén A, Bruze M (2019) N,N-dimethylacrylamide—a new sensitizer in the FreeStyle Libre glucose sensor. *Contact Derm* 81(1):27–31 (Epub ahead of print)
21. Oppel E, Kamann S, Heinemann L, Reichl FX, Högg C (2019) The implanted glucose monitoring system Eversense: an alternative for diabetes patients with isobornyl acrylate allergy. *Contact Derm*. <https://doi.org/10.1111/cod.13392> (Epub ahead of print)
22. Oppel E, Kamann S, Reichl FX, Högg C (2019) The Dexcom glucose monitoring system—an isobornyl acrylate-free alternative for diabetic patients. *Contact Derm* 81(1):32–36

23. Oppel E, Högg C, Summer B, Ruëff F, Reichl FX, Kamann S (2018) Isobornyl acrylate contained in the insulin patch pump OmniPod as the cause of severe allergic contact dermatitis. *Contact Derm* 79(3):178–180
24. Raison-Peyron N, Mowitz M, Bonardel N, Aerts O, Bruze M (2018) Allergic contact dermatitis caused by isobornyl acrylate in Omni Pod, an innovative tubeless insulin pump. *Contact Derm* 79:76–80
25. Passanisi S, Lombardo F, Barbalace A, Caminiti L, Panasiti I, Crisafulli G, Salzano G, Pajno GB (2018) Allergic contact dermatitis and diabetes medical devices: 2 clinical cases. *Contact Derm* 79:115–117
26. Peeters C, Herman A, Goossens A, Bruze M, Mowitz M, Baeck M (2017) Allergic contact dermatitis caused by 2-ethyl cyanoacrylate contained in glucosesensor sets in two diabetic adults. *Contact Derm* 77:426–429
27. Romanguera C, Grimalt F, Vilaplana J (1985) Nickel dermatitis from an infusion needle. *Contact Derm* 12:181–182
28. Sasseville D (2012) Acrylates in contact dermatitis. *Dermatitis* 23:6–16
29. Voller LM, Warshaw EM (2019) Acrylates: new sources and new allergens. *Clin Exp Dermatol*. <https://doi.org/10.1111/ced.14093> (Epub ahead of print)