

Allergie & BK 5101

Allergie & BK 5101

©2023 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle  
ISSN 1438-776X

# Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen N-Isopropyl-N-phenyl-p-phenylendiamin (IPPD) bei der BK 5101

R. Brans<sup>1,2</sup>, A. Bauer<sup>3</sup>, D. Becker<sup>4</sup>, H. Dickel<sup>5</sup>, M. Gina<sup>6</sup>, M. Häberle<sup>7</sup>, A. Heratizadeh<sup>8</sup>, S. Krohn<sup>9</sup>, V. Mahler\*<sup>10</sup>, S. Nestoris<sup>11</sup>, C. Skudlik<sup>1,2</sup>, E. Weisshaar<sup>12</sup> und J. Geier<sup>13</sup>  
für die Arbeitsgruppe „Bewertung der Allergene bei BK 5101“ der Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie und der Deutschen Kontaktallergie-Gruppe in der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft

## Schlüsselwörter

Allergisches Kontaktekzem – Berufsdermatologie – BK 5101 – Minderung der Erwerbsfähigkeit – N-Isopropyl-N-phenyl-p-phenylendiamin – CAS-Nr. 101-72-4 – Gummi

## Key words

allergic contact dermatitis – occupational dermatology – BK 5101 – reduction of earning capacity – N-isopropyl-N-phenyl-p-phenylenediamine – CAS-No. 101-72-4 – rubber

<sup>1</sup>Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, <sup>2</sup>Institut für interdisziplinäre Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm) an der Universität Osnabrück, <sup>3</sup>Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitäts AllergieCentrum, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden, <sup>4</sup>Hautklinik der Universitätsmedizin Mainz, <sup>5</sup>Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, St. Josef-Hospital, Universitätsklinikum der Ruhr-Universität Bochum (UK RUB), Bochum, <sup>6</sup>Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IPA), Bereich klinische und experimentelle Berufsdermatologie, Ruhr-Universität Bochum, <sup>7</sup>Hautarztpraxis, Künzelsau, <sup>8</sup>Klinik für Dermatologie, Allergologie und Venerologie, Medizinische Hochschule Hannover, <sup>9</sup>Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin, <sup>10</sup>Paul-Ehrlich-Institut, Langen (Hessen), <sup>11</sup>Dermatologische Klinik, Klinikum Lippe-Detmold, <sup>12</sup>Sektion Berufsdermatologie, Hautklinik, Universitätsklinikum Heidelberg, <sup>13</sup>Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Institut an der Universitätsmedizin Göttingen

## Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen N-Isopropyl-N-phenyl-p-phenylendiamin (IPPD) bei der BK 5101

Diese Empfehlung dient zur Beurteilung der Auswirkung einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie gegen N-Isopropyl-N-phenyl-p-phenylendiamin (IPPD) im Hinblick auf die dadurch verschlossenen Arbeitsmöglichkeiten, wie sie für die Einschätzung der Minderung der Erwerbsfähigkeit bei arbeitsbedingten Hauterkrankungen nach der BK 5101 der Berufskrankheitenverordnung notwendig ist. IPPD und verwandte Substanzen wie N,N'-Diphenyl-p-

phenylendiamin (DPPD) zählen zu den in Parastellung substituierten Aromaten („Parastoffe“) und werden als Antioxidations- und Antiozonmittel bei Gummiprodukten aus Natur- oder Synthesekautschuk, überwiegend im industriellen Bereich, verwendet. Sie verhindern den oxidativen Abbau und verleihen dem Gummiprodukt einen grauen bzw. schwärzlichen Farbton („Schwarzgummi“). IPPD und DPPD kommen vorwiegend in verschiedenen, hochbeanspruchten Elastomer-Produkten („heavy duty rubber“) wie zum Beispiel (Auto-)Reifen, Förderbändern, Kabelummantelungen, Schläuchen, Gummidichtungen oder Gummiteilen von

Brans R, Bauer A, Becker D, Dickel H, Gina M, Häberle M, Heratizadeh A, Krohn S, Mahler V, Nestoris S, Skudlik C, Weisshaar E, Geier J für die Arbeitsgruppe „Bewertung der Allergene bei BK 5101“ der Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie und der Deutschen Kontaktallergie-Gruppe in der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft. Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen N-Isopropyl-N-phenyl-p-phenylendiamin (IPPD) bei der BK 5101.

Dermatologie in Beruf und Umwelt. 2023; 71: 90-95.  
DOI 10.5414/DBX00455

citation

\* V. Mahler gibt an, dass die in dieser Stellungnahme geäußerten Inhalte und Positionen die persönliche Experten-Meinung der Autorin wiedergeben und diese nicht so ausgelegt oder zitiert werden dürfen, als wären sie im Auftrag der zuständigen nationalen Bundesoberbehörde, der Europäischen Arzneimittel-Agentur oder eines ihrer Ausschüsse oder Arbeitsgruppen abgegeben worden oder gebe deren Position wieder.

Manuskripteingang: 21.04.2023; akzeptiert in überarbeiteter Form: 04.05.2023

Korrespondenzadresse: Priv.-Doz. Dr. med. Richard Brans, Institut für interdisziplinäre Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm), Universität Osnabrück, Am Finkenhügel 7a, 49076 Osnabrück, rbrans@uos.de



**IPPD und verwandte Substanzen zählen zu den in Parastellung substituierten Aromaten („Parastoffe“)**

Melkmaschinen vor und werden von diesen Produkten freigesetzt. Ein typisches Handschuhallergen stellen sie nicht dar. Eine berufliche Exposition besteht insbesondere bei Fertigungsberufen oder im Kraftfahrzeuggewerbe. Kreuzsensibilisierungen mit anderen in Parastellung substituierten Aromaten wie zum Beispiel p-Phenylenediamin (PPD) sind möglich aber eher selten. In Betracht der schwerpunktmäßigen Verwendung in Schwarzgummi ist die Auswirkung der Allergie auf IPPD und/oder DPPD auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt in der Regel „geringgradig“. Bei einer hochgradigen Sensibilisierung ergibt sich eine „mittelgradige“ Auswirkung. Bei Kreuzreaktionen zwischen IPPD und anderen in Parastellung substituierten Aromaten, ist durch die resultierende weitere Verbreitung der Allergene auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt eine „mittelgradige“ Auswirkung einer Allergie gerechtfertigt. Wenn ein ausgeprägter Sensibilisierungsgrad angenommen wird, empfiehlt sich ein Vorgehen wie bei PPD.

**Impact of occupational contact allergy to N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylenediamine (IPPD) in case of occupational skin disease**

This recommendation assesses the impact of an occupational contact allergy to N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylenediamine (IPPD) with regard to the reduction of the earning capacity in cases of occupational skin disease according to No. 5101 of the German list of occupational diseases. IPPD and related substances such as N,N'-diphenyl-p-phenylenediamine (DPPD) belong to the para-amino compounds and are being used as antioxidant and antiozonant agent in rubber products made of natural or synthetic rubber, mainly in industrial rubber, and thus, released from these products. They prevent oxidative degradation and give the rubber product a grey or black color ("black rubber"). IPPD and DPPD are mainly found in various heavy duty rubber products, such as car tires, conveyor belts, cable insulations, hoses, sealings, rubber parts of milking machines. They are no typical allergens in protective gloves. Occupational exposures predominantly occur in manufacturing professions and (car) mechanics. Cross-sensitizations with other para-amino compounds, such as p-phenylenediamine (PPD), are possible but rather rare. Since the main exposure is mainly limited to black rubber, the impact of an occupationally acquired contact sensitization to IPPD and/or DPPD is usually regarded as "low grade". Only in exceptional cases with a strong sensitization, the impact is considered "medium grade". In case of cross-sensitivity to other para-amino compounds and a subsequently

broader distribution of the allergens, grading as "medium grade" is justified. In cases with strong sensitization, a similar approach as with PPD is recommended.

## Allgemeines

Diese Empfehlung dient zur Beurteilung der Auswirkung einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie gegen N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylenediamin (IPPD) im Hinblick auf die dadurch verschlossenen Arbeitsmöglichkeiten, wie sie für die Einschätzung der Minderung der Erwerbsfähigkeit bei arbeitsbedingten Hauterkrankungen nach der BK 5101 der Berufskrankheitenverordnung notwendig ist. Es handelt sich um eine Aktualisierung einer vorherigen Publikation der Arbeitsgruppe „Bewertung der Allergene bei BK 5101“ zu diesem Thema, die damit ihre Gültigkeit verliert [1].

N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylenediamin (IPPD) und verwandte Substanzen wie N,N'-Diphenyl-p-phenylenediamin (DPPD) zählen aufgrund ihrer chemischen Struktur zu den in Parastellung substituierten Aromaten („Parastoffe“) und werden als Antioxidations- und Antiozonmittel bei statisch und dynamisch hochbeanspruchten Vulkanisationsprodukten aus Natur- oder Synthesekautschuk, überwiegend im industriellen Bereich, verwendet [2]. Die „Alterungs-“ bzw. „Verwitterungsschutzmittel“ konzentrieren sich vor allem an der Außenseite des Gummiproduktes und verhindern den oxidativen Abbau der dem Kautschuk zugesetzten Verbindungen, d. h. eine Rissbildung im Gummi. Zudem verleihen sie dem Gummiprodukt einen grauen bzw. schwärzlichen Farbton („Schwarzgummi“). Ausführlich finden sich die Gummierstellungsprozesse beispielsweise in der Übersichtsarbeit von White [3] beschrieben.

IPPD wird in der DKG-Standardreihe getestet (Stand 01/2023) und ersetzte 1992 den seit 1971 getesteten PPD-Mix (0,6%). Der PPD-Mix bestand zu 0,1% aus IPPD und zu je 0,25% aus DPPD und N-Cyclohexyl-N'-phenyl-p-phenylenediamin (CPPD), wobei IPPD als der Hauptsensibilisator in der Mischung galt [4, 5]. DPPD wird als Einzelsubstanz in der DKG-Gummireihe getestet (Tab. 1). Für die in Tabelle 1 aufgeführten weiteren Schwarzgummi-Allergene/PPD-De-

Tab. 1. Schwarzgummi-Allergene/PPD-Derivate.

|  | CAS-Nr.  | Konz. | Vehikel  |
|--|----------|-------|----------|
| <b>Testsubstanzen</b>                                    |          |       |          |
| N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin (IPPD)            | 101-72-4 | 0,1%  | Vaseline |
| N,N'-Diphenyl-p-phenylendiamin (DPPD)                    | 74-31-7  | 0,25% | Vaseline |
| <b>Weitere Schwarzgummi-Allergene/PPD-Derivate</b>       |          |       |          |
| N-Cyclohexyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin (CPPD)           | 101-87-1 |       |          |
| N,N'-Di-2-napthyl-p-phenylendiamin                       | 93-46-9  |       |          |
| N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin (DMPPD) | 793-24-8 |       |          |

**IPPD wird als Antioxidations- und Antiozonmittel in Vulkanisationsprodukten aus Natur- oder Synthesekautschuk, überwiegend im industriellen Bereich, verwendet**

ivate, die nicht als kommerzielle Testsubstanzen zur Verfügung stehen, können immunologische Kreuzreaktionen bei Vorliegen von Typ-IV-Sensibilisierungen gegenüber den übrigen Schwarzgummi-Allergenen/PPD-Derivaten nicht ausgeschlossen werden. Die klinische Relevanz ist bei nachgewiesener Exposition im Einzelfall zu prüfen. Auch die Epikutantestung patienteneigener Kontaktstoffe (zum Beispiel Gummiprodukte) ist sinnvoll, um die diagnostische Lücke zu schließen, die sich dadurch ergibt, dass nicht alle möglicherweise relevanten Inhaltsstoffe als kommerzielle Testsubstanzen zur Verfügung stehen.

## Vorkommen

IPPD und DPPD kommen in verschiedenen, hochbeanspruchten Elastomer-Produkten („heavy duty rubber“) wie (Auto-) Reifen, Matten und Formteile in Kraftfahrzeugen, Förderbändern, Kabelummantelungen, Schläuchen, Gummidichtungen und -isolierungen, Rohrmuffen sowie Gummiteilen von Melkmaschinen vor und werden von diesen Produkten freigesetzt [6, 7, 8]. In kasuistischen Mitteilungen kam IPPD zusätzlich in persönlicher Schutzausrüstung (Taucheranzüge, Tauchermasken und -brillen, Schutzanzügen und -brillen, Atemschutzmasken, Handschuhe, Stiefel u. a.) vor [9, 10, 11, 12]; hierbei handelt es sich in den meisten Fällen um austauschbare Arbeitsmaterialien. Richter [7] konnte vor fast 30 Jahren in eigenen Untersuchungen anhand von Literatur- und Industrierecherchen keinen Anhalt für den Einsatz von IPPD in Schutzbekleidung deutscher Hersteller finden. Zu dem gleichen Ergebnis führte eine damalige Befragung bei auf dem deutschen Markt vertretenen

Handschuh-Herstellern [13]. An dieser Einschätzung hat sich basierend auf wiederholten Herstellerbefragungen (des iDerm an der Universität Osnabrück) bis heute nichts geändert. IPPD stellt somit weiterhin kein typisches Handschuhallergen dar.

Berufsbedingte Kontaktallergien auf IPPD bzw. PPD-Mix wurden aus der Metallindustrie, Landwirtschaft, dem Baugewerbe sowie industriellen Transport- und Instandsetzungswesen berichtet [4, 14, 15, 16, 17, 18]. So ist insbesondere bei Fertigungsberufen oder Kraftfahrzeuggewerbe ein Hautkontakt mit Schwarzgummi-Produkten, wie zum Beispiel Werkzeuggriffen, Schläuchen und Reifen oder anderen Gummiprodukten gegeben [8, 19]. Bei einem Kfz-Mechaniker mit Typ-IV-Sensibilisierungen gegen IPPD und DPPD (sowie gegen Thiurame) wurde ein aerogenes allergisches Kontaktekzem am ehesten im Zusammenhang mit beruflichem Kontakt zu Autoreifen und Dichtungen beschrieben [20]. Berichtet wurde auch der Fall eines periokulären allergischen Kontaktekzems durch Schwarzgummibestandteile der Okulare eines Mikroskops [21]. In englischen Betrieben, in denen IPPD im Rahmen von Gummierstellungsprozessen verwendet wurde, konnte White in den 80er Jahren [3] keine vermehrten allergischen Reaktionen beobachten; er führte dies auf eine über die Jahre verbesserte Arbeitsplatzhygiene zurück.

Außerberufliche Expositionsmöglichkeiten wurden beispielsweise im Zusammenhang mit dem Armband einer Uhr [22], den Griffen am Fahrradlenker [23] oder Motorrad [24], der Gummiverkleidung einer Handbremse [25], einer Angelrute [26] oder orthopädischen Bandagen [27, 28] beschrieben.

## Sensibilisierungen

In einer Auswertung der im European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA) von 2019 bis 2020 gesammelten Daten zur Epikutantestung mit der Europäischen Standardreihe zeigte sich eine Sensibilisierungsprävalenz für IPPD von 0,79%, welche somit vergleichbar mit der Sensibilisierungsprävalenz von 0,72% für den Mercapto-Mix war [29]. Auch in der Auswertung der DKG Standardreihe des Informationsver-

**IPPD oder andere sogenannte Schwarzgummi-allergene kommen in der Regel nicht in Schutzhandschuhen vor**

bundes Dermatologischer Kliniken (IVDK) aus den Jahren 2015 – 2018 wurde eine ähnliche Sensibilisierungsprävalenz für IPPD von 0,75% festgestellt [30].

Höhere Sensibilisierungsraten finden sich bei gezielter Epikutantestung bei Verdacht auf eine bzw. zum Ausschluss einer Gummiallergie. Für die Jahre 2013 und 2014 wurde in den ESSCA-Zentren Epikutantestdaten von 2.870 Patienten erfasst, bei denen sowohl die Standardreihe als auch die Gummireihe getestet wurde. Von den in dieser Gruppe mit den jeweiligen Allergenen getesteten Personen reagierten 0,98% auf IPPD und 0,71% auf DPPD [31]. IPPD wird zwar als Screening-Substanz für sog. „Schwarzgummi-Allergene“ angesehen, die ESSCA-Daten belegen jedoch, dass über die Testung von IPPD nicht alle Sensibilisierungen gegen DPPD erfasst werden [31], so dass auch die zusätzlich Testung von DPPD in der Gummireihe zum Ausschluss oder Nachweis einer Typ-IV-Sensibilisierung gegen „Schwarzgummi-Allergene“ sinnvoll ist. Kreuzsensibilisierungen zwischen IPPD und p-Phenylendiamin (PPD) sind aufgrund der chemischen Verwandtschaft möglich. Bei mehr als 30% der gegen IPPD sensibilisierten Personen zeigt sich auch eine positive Epikutantestreaktion gegen PPD, umgekehrt sind dies jedoch weniger als 9% [32, 33]. Daher ist PPD auch nicht als Indikator für Sensibilisierungen gegen IPPD geeignet.

## Sensibilisierungen und Beruf

Typ-IV-Sensibilisierungen gegen IPPD finden sich gehäuft bei Personen mit beruflich bedingten Kontaktekzemen, wengleich ähnlich wie bei den Benzothiazolen die Sensibilisierungsraten deutlich niedriger als gegenüber Thiuramen/Dithiocarbamaten ausfallen [34, 35]. In einer Auswertung der ESSCA-Daten von 2002 – 2010 betrug das adjustierte Prävalenzrisiko bei berufsbedingten Ekzemen für IPPD 2,62 [35]. Aus den IVDK-Daten von 2003 – 2013 ging ein adjustiertes Prävalenzrisiko bei beruflich bedingten Ekzemen von 2,31 für IPPD hervor [36]. Die höchsten Sensibilisierungsprävalenzen fanden sich bei Landwirten (4,5%) und bei Lager- und Versandarbeitern (3,6%). Typ-IV-Sensibilisierungen gegen IPPD sind passend zu einer häufig beruflich bedingten

Verursachung mit Handekzemen assoziiert, wengleich im geringeren Maße als Typ-IV-Sensibilisierungen gegen die Vulkanisationsbeschleuniger [34]. Besonders hohe Sensibilisierungsraten gegenüber IPPD finden sich auch in gezielten Auswertungen der IVDK-Daten bei (Kfz-)Mechanikern (2,1%) und Bauarbeitern (2,4%) mit beruflich bedingten Kontaktekzemen [37, 38]. IPPD oder andere sog. Schwarzgummi-allergene kommen in der Regel nicht in Schutzhandschuhen vor. Entsprechend finden sich in gezielten Untersuchungen Typ-IV-Sensibilisierungen gegen IPPD nicht besonders häufig bei Beschäftigten im Gesundheitswesen [39, 40, 41]. Sensibilisierungen gegen IPPD bei Friseuren sind am ehesten über Kreuzsensibilisierungen gegen PPD zu erklären, welches als Bestandteil von oxidativen Haarfärbemitteln zu den wichtigsten Friseurallergenen zählt [42].

## Auswirkung einer Allergie: geringgradig, in begründeten Einzelfällen mittelgradig

Begründung: IPPD ist als ein relevanter allergieauslösender Gummizusatzstoff in Schwarzgummi in technischen Produkten (insbesondere bei Fertigungsberufen) zu finden [7, 11]. Eine positive Epikutantestreaktion sollte zunächst an eine berufliche Verursachung denken lassen. Aufgrund der Datenlage sind die Berufsgruppen der „Schwarzgummi“-Hersteller und -Verarbeiter, insbesondere Reifenmacher und Reifenvulkaniseure und handwerkliche Tätigkeitsfelder, die mit technischen schwarzen bzw. dunklen Gummiprodukten und deren Abrieb in Kontakt kommen, insbesondere im Kraftfahrzeuggewerbe, als verschlossen anzusehen [6, 8, 20].

Die Auswirkung einer Allergie ist als „geringgradig“ bei Vorliegen einer a) isolierten IPPD-Sensibilisierung wie auch b) Sensibilisierung gegen IPPD und/oder DPPD einzustufen. Da die beiden Kontaktallergene häufig untereinander gruppenallergisch reagieren, zwingt bereits eine bestehende IPPD-Allergie zur Meidung der gesamten Stoffklasse [7]. Allerdings sind durch die beiden „Alterungsschutzmittel“ letztendlich die gleichen oben genannten Berufsbereiche, wie schon bei einer isolierten IPPD-Sensibi-

lisierung betroffen. Bei einer hochgradigen Sensibilisierung, die sich klinisch vor allem durch das Auftreten von Hauterscheinungen schon bei geringen bzw. geringsten Kontakten (zum Beispiel bei aerogener Exposition gegenüber Gummiabrieb oder nur bei kurzzeitigem intermittierendem Hautkontakt) äußert, ergibt sich eine „mittelgradige“ Auswirkung.

Wenn trotz der in der Literatur beschriebenen seltenen Kreuzreaktionen zwischen IPPD und anderen in Parastellung substituierten Aromaten im konkreten Fall eine nachgewiesene Kreuzreaktion vorliegt, wäre eine „mittelgradige“ Auswirkung einer Allergie gerechtfertigt. Dies begründet sich mit dem höheren Sensibilisierungsumfang und damit weiteren Verbreitung auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt als bei einer alleinigen Sensibilisierung gegen IPPD und/oder DPPD. Wenn ein ausgeprägter Sensibilisierungsgrad angenommen wird, empfiehlt sich ein Vorgehen wie bei p-Phenylendiamin [43].

Bei einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen weitere Gummiinhaltsstoffe (Thiurame/Dithiocarbamate, Benzothiazole, 1,3-Diphenylguanidin) sind die gesonderten Bewertungen und die Sammelbewertung zu kombinierten Kontaktallergien gegen Gummiinhaltsstoffe zu beachten.

---

## Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass sie im Bezug auf das Thema dieser Arbeit keine Interessenkonflikte haben.

---

## Literatur

- [1] Diepgen TL, Dickel H, Becker D, John SM, Geier J, Mahler V, et al. Beurteilung der Auswirkung von Allergien bei der Minderung der Erwerbsfähigkeit im Rahmen der BK 5101: Thiurame, Mercapto-benzothiazole, Dithiocarbamate, N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin. *Dermatol Beruf Umw.* 2008; 56: 11-24. [CrossRef](#).
- [2] Warburton KL, Uter W, Geier J, Spiewak R, Mahler V, Crépy MN, Schuttelaar ML, Bauer A, Wilkinson M. Patch testing with rubber series in Europe: a critical review and recommendation. *Contact Dermat.* 2017; 76: 195-203. [CrossRef PubMed](#)
- [3] White IR. Dermatitis in rubber manufacturing industries. *Dermatol Clin.* 1988; 6: 53-59. [CrossRef PubMed](#)
- [4] Lammintausta K, Kalimo K. Sensitivity to rubber. Study with rubber mixes and individual rubber chemicals. *Derm Beruf Umwelt.* 1985; 33: 204-208. [PubMed](#)
- [5] Geier J, Gefeller O. Sensitivity of patch tests with rubber mixes: results of the Information Network of Departments of Dermatology from 1990 to 1993. *Am J Contact Dermat.* 1995; 6: 143-149. [CrossRef](#)
- [6] Herve-Bazin B, Gradiski D, Duprat P, Marignac B, Fossereau J, Cavalier C, Bieber P. Occupational eczema from N-isopropyl-N'-phenylparaphenylenediamine (IPPD) and N-dimethyl-1,3-butyl-N'-phenylparaphenylenediamine (DMPPD) in tyres. *Contact Dermat.* 1977; 3: 1-15. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Richter G. Arbeitsdermatologische und epidemiologische Aspekte der Sensibilisierung gegen das Gummi-Alterungsmittel N-Phenyl-N-isopropyl-p-phenylendiamin-Sensibilisierung. *Derm Beruf Umwelt.* 1995; 43: 210-214.
- [8] Ancona A, Monroy F, Fernández-Diez J. Occupational dermatitis from IPPD in tires. *Contact Dermat.* 1982; 8: 91-94. [CrossRef PubMed](#)
- [9] Tuyp E, Mitchell JC. Scuba diver facial dermatitis. *Contact Dermat.* 1983; 9: 334-335. [CrossRef PubMed](#)
- [10] Herve Bazin B, Fossereau J, Cavalier C. [Contact allergy to N-isopropyl-N'-phenylparaphenylenediamine (IPPD) in different individual protective devices (author's transl)]. *Derm Beruf Umwelt.* 1980; 28: 82-88. [PubMed](#)
- [11] Kaniwa MA, Isama K, Nakamura A, Kantoh H, Itoh M, Ichikawa M, Hayakawa R. Identification of causative chemicals of allergic contact dermatitis using a combination of patch testing in patients and chemical analysis. Application to cases from industrial rubber products. *Contact Dermat.* 1994; 30: 20-25. [CrossRef PubMed](#)
- [12] Maibach H. Scuba diver facial dermatitis: allergic contact dermatitis to N-isopropyl-N-phenylparaphenylenediamine. *Contact Dermat.* 1975; 1: 330. [CrossRef PubMed](#)
- [13] Geier J, Rühl R. Hilfe bei der Auswahl von Schutzhandschuhen für Allergiker. *Derm Beruf Umwelt.* 2001; 49: 35-36.
- [14] Alfonso C. Allergic contact dermatitis to isopropylaminodiphenylamine (IPPD). *Contact Dermat.* 1979; 5: 145-147. [CrossRef PubMed](#)
- [15] Conde-Salazar L, del-Río E, Guimaraens D, González Domingo A. Type IV allergy to rubber additives: a 10-year study of 686 cases. *J Am Acad Dermatol.* 1993; 29: 176-180. [CrossRef PubMed](#)
- [16] Fossereau J, Cavalier C. [Has N-isopropyl-N'-phenylparaphenylenediamine a place among standard allergens? Importance of this allergen in rubber intolerance]. *Dermatologica.* 1977; 155: 164-167. [CrossRef PubMed](#)
- [17] Geier J, Schnuch A. Kontaktallergien im Bauhauptgewerbe: Eine Auswertung der Daten des Informationsverbands Dermatologische Kliniken (IVDK) 1994-1996. *Dermatosen.* 1988; 46: 109-114.
- [18] Kiec-Swierczynska M. Occupational sensitivity to rubber. *Contact Dermat.* 1995; 32: 171-172. [CrossRef PubMed](#)
- [19] Kroft EB, van der Valk PG. Occupational contact dermatitis of both hands because of sensitization of black rubber. *Contact Dermat.* 2008; 58: 125-126. [CrossRef PubMed](#)

- [20] Obermeyer L, John SM, Skudlik C, Brans R. Partially airborne allergic contact dermatitis to rubber additives in a car mechanic. *Contact Dermat.* 2021; 85: 588-589. [CrossRef PubMed](#)
- [21] Kuijpers DJ, Hillen F, Frank JA. Occupational periorcular contact dermatitis due to sensitization against black rubber components of a microscope. *Contact Dermat.* 2006; 55: 77-80. [CrossRef PubMed](#)
- [22] Navarro-Triviño FJ, Ruiz-Villaverde R. Purpuric contact dermatitis caused by N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylenediamine from a Samsung Fit strap. *Contact Dermat.* 2020; 83: 68-69. [CrossRef PubMed](#)
- [23] Ozkaya E, Elinç-Aslan MS. Black rubber sensitization by bicycle handgrips in a child with palmar hyperhidrosis. *Dermatitis.* 2011; 22: E10-E12. [CrossRef PubMed](#)
- [24] Milanesi N, Gola M, Francalanci S. Allergic contact dermatitis caused by motorcycle heated grips. *Contact Dermat.* 2017; 76: 235-236. [CrossRef PubMed](#)
- [25] Mariano-Bourin M, Marzouki-Zerouali A, Poreaux C, Schmutz JL, Burszetjn AC. Allergic contact dermatitis caused by a black rubber handbrake handle. *Contact Dermat.* 2020; 82: 124-125. [CrossRef PubMed](#)
- [26] Minciullo PL, Patafi M, Ferlazzo B, Gangemi S. Contact dermatitis from a fishing rod. *Contact Dermat.* 2004; 50: 322. [CrossRef PubMed](#)
- [27] Aplin CG, Bower C, Finucane K, Sansom JE. Contact allergy to IPPD and diphenylthiourea in an orthopaedic brace. *Contact Dermat.* 2001; 45: 301-302. [CrossRef PubMed](#)
- [28] Carlsen L, Andersen KE, Egsgaard H. IPPD contact allergy from an orthopedic bandage. *Contact Dermat.* 1987; 17: 119-121. [CrossRef PubMed](#)
- [29] Uter W, Wilkinson SM, Aerts O, Bauer A, Borrego L, Brans R, Buhl T, Dickel H, Dugonik A, Filon FL, García PM, Giménez-Arnau A, Patrino C, Pesonen M, Pónyai G, Rustemeyer T, Schubert S, Schuttelaar MA, Simon D, Stingeni L, et al; ESSCA and EBS ESCD working groups, and the GEIDAC. Patch test results with the European baseline series, 2019/20-Joint European results of the ESSCA and the EBS working groups of the ESCD, and the GEIDAC. *Contact Dermat.* 2022; 87: 343-355. [CrossRef PubMed](#)
- [30] Uter W, Gefeller O, Mahler V, Geier J. Trends and current spectrum of contact allergy in Central Europe: results of the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK) 2007-2018. *Br J Dermatol.* 2020; 183: 857-865. [CrossRef PubMed](#)
- [31] Uter W, Warburton K, Weisshaar E, Simon D, Ballmer-Weber B, Mahler V, Fuchs T, Geier J, Wilkinson M. Patch test results with rubber series in the European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA), 2013/14. *Contact Dermat.* 2016; 75: 345-352. [CrossRef PubMed](#)
- [32] Schnuch A, Lessmann H, Frosch PJ, Uter W. para-Phenylenediamine: the profile of an important allergen. Results of the IVDK. *Br J Dermatol.* 2008; 159: 379-386. [CrossRef PubMed](#)
- [33] Thomas BR, White IR, McFadden JP, Banerjee P. Positive relationship-intensity of response to p-phenylenediamine on patch testing and cross-reactions with related allergens. *Contact Dermat.* 2014; 71: 98-101. [CrossRef PubMed](#)
- [34] Warburton KL, Bauer A, Chowdhury MM, Cooper S, Kręćisz B, Chomiczewska-Skóra D, Kieć-Świerczyńska M, Filon FL, Mahler V, Sánchez-Pérez J, Schnuch A, Uter W, Wilkinson M. ESSCA results with the baseline series, 2009-2012: rubber allergens. *Contact Dermat.* 2015; 73: 305-312. [CrossRef PubMed](#)
- [35] Pesonen M, Jolanki R, Larese Filon F, Wilkinson M, Kręćisz B, Kieć-Świerczyńska M, Bauer A, Mahler V, John SM, Schnuch A, Uter W; ESSCA network. Patch test results of the European baseline series among patients with occupational contact dermatitis across Europe - analyses of the European Surveillance System on Contact Allergy network, 2002-2010. *Contact Dermat.* 2015; 72: 154-163. [CrossRef PubMed](#)
- [36] Bauer A, Geier J, Mahler V, Uter W. [Contact allergies in the German workforce : Data of the IVDK network from 2003-2013]. *Hautarzt.* 2015; 66: 652-664. [CrossRef PubMed](#)
- [37] Schubert S, Brans R, Reich A, Buhl T, Skudlik C, Schröder-Kraft C, Gina M, Weisshaar E, Mahler V, Dickel H, Schön MP, John SM, Geier J; IVDK. Contact sensitization in metalworkers: Data from the information network of departments of dermatology (IVDK), 2010-2018. *Contact Dermat.* 2020; 83: 487-496. [CrossRef PubMed](#)
- [38] Geier J, Lessmann H, Skudlik C, Ballmer-Weber BK, Weisshaar E, Uter W, Schnuch A. Occupational contact allergy in bricklayers, tile setters etc. – Current spectrum of sensitization and recent time trends. *Allergol Select.* 2017; 1: 127-140. [CrossRef PubMed](#)
- [39] Hammerius N, Svedman C, Bergendorff O, Björk J, Bruze M, Engfeldt M, Pontén A. Hand eczema and occupational contact allergies in healthcare workers with a focus on rubber additives. *Contact Dermat.* 2018; 79: 149-156. [CrossRef PubMed](#)
- [40] Molin S, Bauer A, Schnuch A, Geier J. Occupational contact allergy in nurses: results from the Information Network of Departments of Dermatology 2003-2012. *Contact Dermat.* 2015; 72: 164-171. [CrossRef PubMed](#)
- [41] Schubert S, Bauer A, Molin S, Skudlik C, Geier J. Occupational contact sensitization in female geriatric nurses: Data of the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK) 2005-2014. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2017; 31: 469-476. [CrossRef PubMed](#)
- [42] Piapan L, Mauro M, Martinuzzo C, Larese Filon F. Characteristics and incidence of contact dermatitis among hairdressers in north-eastern Italy. *Contact Dermat.* 2020; 83: 458-465. [CrossRef PubMed](#)
- [43] Skudlik C, Wehrmann W, John SM, Becker D, Dickel H, Geier J, Lessmann H, Mahler V, Zagrodnik F-D, Wagner E, Weisshaar E, Diepgen TL. Beurteilung der Auswirkungen einer Allergie gegenüber p-Phenylenediamin: Erläuterungen anhand von Fallkonstellationen. *Dermatol Beruf Umw.* 2009; 57: 167-171. [CrossRef](#)