



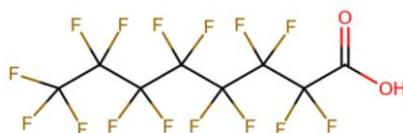
Luglio 2020

Rischi per la salute provenienti dall'impiego di composti per- e polifluoroalchiliche nella sciolina

Chi pratica lo sci di fondo, lo sci alpino e lo snowboard utilizza prodotti a base di cera per migliorare la scorrevolezza sul manto nevoso. Spesso vengono utilizzati prodotti a base di cera senza la consapevolezza del danno che i vapori e i fumi inalati possono provocare alla salute. La cera scaldata o nebulizzata sprigiona numerosi prodotti chimici che possono penetrare nell'organismo attraverso le vie respiratorie. Soprattutto i composti per- e polifluoroalchiliche si accumulano nell'organismo e, sul lungo periodo, possono avere effetti negativi sulla salute.

Componenti della sciolina

Per migliorare la scorrevolezza sulla neve, chi pratica lo sci di fondo, lo sci alpino e lo snowboard può contare su una vasta gamma di prodotti a base di cera per la manutenzione delle attrezzature sciistiche. Le scioline di scorrimento, in particolare, riducono l'attrito tra la soletta degli sci o degli snowboard e la neve. Per permettere una scorrevolezza ottimale in qualsiasi condizione climatica o d'innevamento, le scioline contengono diversi composti chimici. A causa dei segreti di fabbricazione, spesso i fabbricanti omettono di fornire tutte le informazioni sui prodotti chimici contenuti nelle scioline. Le molecole di idrocarburi a catena lunga ricavati dal petrolio sono un componente importante di questi prodotti. Oltre alla paraffina, sono spesso utilizzati fluorocarburi sintetici, i cosiddetti composti per- e polifluoroalchiliche (PFAS, in inglese «*per- and polyfluoroalkyl substances*»). Nelle scioline sono in particolare utilizzati PFAS di una lunghezza pari a 4-25 atomi di carbonio (C₄-C₂₅).



L'acido perfluoroottanoico (PFOA, C₈) appartiene per esempio ai PFAS.

Infobox: Tossicologia dei composti per- e polifluoroalchiliche

I PFAS sono idrocarburi i cui atomi d'idrogeno delle catene di carbonio sono sostituiti completamente o parzialmente da atomi di fluoro (F). Attualmente esistono oltre 4700 diversi PFAS, che sono dotati di un'elevata stabilità chimica e termica.

Lo spettro di applicazione di queste sostanze è pertanto molto vasto. Oltre che nelle scioline, per le loro proprietà idro-, lipo- e sporcerepellenti, vengono impiegate anche in padelle con rivestimento antiaderente, indumenti antipioggia traspiranti e schiume ignifughe.

Il legame fluoro-carbonio è uno dei più stabili conosciuti in chimica. La difficile degradabilità di questi composti, combinata con il loro continuo apporto, crea un accumulo di PFAS nell'ambiente e negli organismi viventi. Pertanto vengono denominati anche «forever chemicals». Queste sostanze sono riscontrate nelle derrate alimentari e nell'acqua potabile, nonché nei luoghi più remoti della Terra, per esempio in pesci, foche e orsi polari (Smithwick et al. 2005; Bossi et al. 2005). I PFAS vengono generalmente assorbiti rapidamente dall'organismo, soprattutto attraverso l'intestino e le vie respiratorie, e possono giungere nella placenta e nel latte materno. Dato che in pratica non possono essere degradati ed espulsi dall'organismo umano, i PFAS vi si accumulano, in particolare nel plasma sanguigno, nei reni e nel fegato.

Esposizione ai PFAS

Le fonti più frequenti di PFAS per le persone sono le derrate alimentari, l'acqua potabile e la polvere inalata (Trudel et al. 2008; Vestergren e Cousins 2009; Picó et al. 2011; Kato et al. 2009; Sunderland et al. 2019).

I PFAS sono presenti nelle persone in tutto il mondo e ne sono stati riscontrati, ad esempio, nell'organismo di oltre il 98 per cento della popolazione americana (Calafat et al. 2007). Oltre a questa contaminazione di base, l'impiego di prodotti a base di cera fluorurati rappresenta una fonte sostanziale di PFAS per le persone. Per poter applicare uniformemente la cera a caldo sulla superficie di scorrimento bisogna riscaldarla, con la conseguente formazione di una grande quantità di nebbia e in parte di fumo. I PFAS liberati nell'aria vengono assorbiti in gran quantità dall'organismo attraverso le vie respiratorie (Nilsson et al. 2010a, 2013). Ma possono giungervi anche impiegando prodotti spray a base di cera o rimuovendo la sciolina.

Tossicologia dei PFAS

Studi sugli animali e dati epidemiologici umani permettono di stabilire un nesso tra diversi problemi di salute e i PFAS.

I lavori eseguiti con prodotti a base di cera possono provocare sintomi acuti come irritazioni agli occhi e alle vie respiratorie, oltre a una riduzione della funzione polmonare (Bracco e Favre 1998; Dahlqvist et al. 1992).

Tuttavia la maggior parte delle conseguenze sulla salute causate da un'esposizione ai PFAS si manifesta solo dopo un lungo periodo. Concentrazioni elevate di PFAS nel sangue sono in relazione con un cambiamento del metabolismo lipidico, tanto che presso le persone esposte ai PFAS è stato riscontrato un valore elevato del colesterolo totale (Nelson et al. 2010). Sono

stati individuati effetti negativi sulla funzione tiroidea, sul sistema ormonale e sullo sviluppo umano. Per esempio, un'elevata concentrazione di PFAS nel sangue della madre può provocare il parto di un neonato sottopeso e influenzare l'inizio dello sviluppo puberale (Apelberg et al. 2007; Lopez-Espinosa et al. 2011; Pinney et al. 2009; White et al. 2011; Ernst et al. 2019). PFAS, PFOA (acido perfluorottanoico) e PFOS (acido perfluorottano sulfonato) sono considerati immunotossici, poiché compromettono in modo comprovato la risposta immunitaria umorale durante l'infanzia (Grandjean et al. 2012; Yang et al. 2001). L'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (International Agency for Research on Cancer (IARC)) classifica il PFOA e il PFOS come «potenzialmente cancerogeni per l'uomo». Per le loro proprietà persistenti, bioaccumulabili e tossiche, i PFOA e alcuni altri PFAS sono stati identificati come sostanze estremamente preoccupanti (Substance of Very High Concern) (allegato 3 OPChim).

Rischi derivati dai PFAS

Oltre a un pericolo tossicologico esistente, per valutare un rischio per la salute è necessaria un'analisi dell'esposizione, per esempio attraverso il rilevamento del prodotto chimico nel sangue. Attualmente non si dispone di valori di PFAS del sangue misurati tra la popolazione svizzera, tuttavia questo tipo di dati viene rilevato nel quadro di un progetto di biomonitoraggio (<https://www.schweizer-gesundheitsstudie.ch>), sito in tedesco o in francese).

La misurazione svolta nel 2016 di 158 campioni sanguigni di abitanti di Monaco di Baviera ha fatto riscontrare valori mediani di 1,1 ng/ml di PFOA e di 2,1 ng/ml di PFOS (Fromme et al. 2017), mentre in un rilevamento svolto negli USA nel periodo 2013–2014 sono emersi valori mediani di 1,94 ng/ml di PFOA e di 4,99 ng/ml di PFOS (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) 2018). Le esposizioni professionali, come ad esempio nel caso dei preparatori di sci, possono provocare concentrazioni elevate di PFAS nel corpo umano. In uno studio, infatti, nel sangue di preparatori di sci sono stati rilevati valori mediani di 112 ng/ml di PFOA (Nilsson et al. 2010b).

Per valutare i valori di PFAS misurati nel sangue e stimare i rischi per la salute vengono utilizzati cosiddetti valori di biomonitoraggio umano (HBM). Questi valori HBM di valutazione sono derivati da studi scientifici. Per il PFOA il valore HBM-I si situa attorno ai 2 ng/ml e per il PFOS attorno ai 5 ng/ml (Umweltbundesamt 2018). Se i valori misurati nel sangue sono inferiori a questo valore HBM-I, secondo l'attuale stato delle conoscenze non vi sono prove affidabili che attestino un pericolo per la salute. Se invece i valori sono superiori, dopo conferma della misurazione se ne devono ricercare le cause e ridurre o eliminare le fonti di esposizione.

Misure precauzionali

Dato che alcuni composti sono già stati vietati, alcuni fabbricanti di scioline utilizzano per i loro prodotti PFAS non ancora regolamentati, come ad esempio composti fluorurati a catena corta (cosiddetti composti C₆), nonostante anche questi PFAS costituiscano un pericolo per la salute e l'ambiente. Pertanto, la misura più efficace per evitare possibili esposizioni è l'utilizzazione di scioline prive di composti fluorurati.

Se si utilizzano comunque prodotti a base di PFAS, si devono in ogni caso rispettare e seguire le istruzioni d'uso e di sicurezza fornite dal fabbricante. Una delle misure più importanti è di arieggiare molto bene il locale di lavoro prescelto, in modo da impedire l'accumulo di vapori tossici. Conservare i prodotti fuori dalla portata dei bambini (in armadi chiusi a chiave a un'altezza superiore a 160 cm) e non gettare la cera contenente PFAS nel sacco della spazzatura, ma consegnarla in un centro di raccolta o di smaltimento.

Conclusione:

- L'utilizzo di scioline fluorurate può portare all'assorbimento di PFAS nel corpo umano, in particolare attraverso le vie respiratorie.
- I PFAS si accumulano nell'organismo e vi rimangono per anni.
- I pericoli per la salute a lungo termine causati dai PFAS non sono ancora stati studiati sufficientemente; ma già oggi non vi sono dubbi sul fatto che possano influire negativamente sulla colesterolemia, sul sistema immunitario e sullo sviluppo umano.
- Oltre a costituire un rischio per la salute, i PFAS contribuiscono all'inquinamento dell'ambiente, poiché non sono degradabili e si accumulano in parte nella catena alimentare.
- Evitare un'esposizione inutile ai PFAS utilizzando scioline che ne sono prive. Le scioline a base di PFAS o i loro resti devono essere smaltite attraverso i centri di raccolta o di smaltimento.



Ulteriori informazioni

Disciplinamento dei PFAS:

SVHC:

L'[allegato 3](#) dell'ordinanza sui prodotti chimici (OPChim) contiene un elenco delle sostanze estremamente preoccupanti in cui figurano anche alcuni PFAS. Chi fornisce a titolo commerciale un oggetto che contiene una sostanza estremamente preoccupante elencata nell'allegato 3 OPChim in una concentrazione superiore allo 0,1 per cento del peso, deve informare l'utilizzatore della presenza della SVHC nell'oggetto e delle misure necessarie per l'impiego sicuro. Agli utilizzatori professionali e ai commercianti questa informazione deve essere fornita in modo spontaneo, agli utilizzatori privati su domanda entro 45 giorni.

Divieti

Nell'ordinanza concernente la riduzione dei rischi nell'utilizzazione di determinate sostanze, preparati e oggetti particolarmente pericolosi (ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici, [ORRPChim](#)) sono disciplinati alcuni composti per- e polifluoroalchiliche. In Svizzera sono già vietati l'acido perfluorottano sulfonato e i suoi derivati (PFOS, formula bruta $C_8F_{17}SO_2X$). Dall'1.6.2021 saranno per principio vietati anche l'acido perfluorottanoico e le sostanze correlate (secondo la definizione fornita all'allegato 1.16 n. 2.1 ORRPChim) (per [informazioni](#) dettagliate).

Inoltre, i PFOS, i PFOA e i loro composti precursori sono disciplinati a livello globale dalla Convenzione di Stoccolma sugli inquinanti organici persistenti.

A partire dalla stagione invernale 2020/2021, la Federazione Internazionale Sci (FIS) ha vietato l'uso di composti fluorurati nelle discipline agonistiche.

Per maggiori informazioni:

Ufficio federale della sanità pubblica:

Divisione Prodotti chimici, Schwarzenburgstrasse 157, 3003 Berna, tel. +41 58 462 96 40,
bag-chem@bag.admin.ch, www.bag.admin.ch/prodotti-chimici



Bibliografia

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2018): Toxicological profile for Perfluoroalkyls. Hg. v. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Atlanta, GA.
- Apelberg, Benjamin J.; Witter, Frank R.; Herbstman, Julie B.; Calafat, Antonia M.; Halden, Rolf U.; Needham, Larry L.; Goldman, Lynn R. (2007): Cord serum concentrations of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) in relation to weight and size at birth. In: *Environmental health perspectives* 115 (11), S. 1670–1676. DOI: 10.1289/ehp.10334.
- Bracco, David; Favre, Jean-Baptiste (1998): Pulmonary Injury After Ski Wax Inhalation Exposure. In: *Annals of Emergency Medicine* 32 (5), S. 616–619. DOI: 10.1016/S0196-0644(98)70043-5.
- Calafat, Antonia M.; Wong, Lee-Yang; Kuklennyik, Zsuzsanna; Reidy, John A.; Needham, Larry L. (2007): Polyfluoroalkyl chemicals in the U.S. population: data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2003-2004 and comparisons with NHANES 1999-2000. In: *Environmental health perspectives* 115 (11), S. 1596–1602. DOI: 10.1289/ehp.10598.
- Dahlqvist, M.; Alexandersson, R.; Andersson, B.; Andersson, K.; Kolmodin-Hedman, B.; Malker, H. (1992): Exposure to Ski-Wax Smoke and Health Effects in Ski Waxers. In: *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 7 (10), S. 689–693. DOI: 10.1080/1047322X.1992.10388070.
- Ernst, Andreas; Brix, Nis; Lauridsen, Lea Lykke Braskhøj; Olsen, Jørn; Parner, Erik Thorup; Liew, Zeyan et al. (2019): Exposure to Perfluoroalkyl Substances during Fetal Life and Pubertal Development in Boys and Girls from the Danish National Birth Cohort. In: *Environmental health perspectives* 127 (1), S. 17004. DOI: 10.1289/EHP3567.
- Fromme, Hermann; Wöckner, Mandy; Roscher, Eike; Völkel, Wolfgang (2017): ADONA and perfluoroalkylated substances in plasma samples of German blood donors living in South Germany. In: *International journal of hygiene and environmental health* 220 (2 Pt B), S. 455–460. DOI: 10.1016/j.ijheh.2016.12.014.
- Grandjean, Philippe; Andersen, Elisabeth Wreford; Budtz-Jørgensen, Esben; Nielsen, Flemming; Mølbak, Kåre; Weihe, Pal; Heilmann, Carsten (2012): Serum vaccine antibody concentrations in children exposed to perfluorinated compounds. In: *JAMA* 307 (4), S. 391–397. DOI: 10.1001/jama.2011.2034.
- Kato, Kayoko; Calafat, Antonia M.; Needham, Larry L. (2009): Polyfluoroalkyl chemicals in house dust. In: *Environmental research* 109 (5), S. 518–523. DOI: 10.1016/j.envres.2009.01.005.
- Lopez-Espinosa, Maria-Jose; Fletcher, Tony; Armstrong, Ben; Genser, Bernd; Dhatariya, Ketan; Mondal, Debapriya et al. (2011): Association of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) with age of puberty among children living near a chemical plant. In: *Environmental science & technology* 45 (19), S. 8160–8166. DOI: 10.1021/es1038694.
- Nelson, Jessica W.; Hatch, Elizabeth E.; Webster, Thomas F. (2010): Exposure to polyfluoroalkyl chemicals and cholesterol, body weight, and insulin resistance in the general U.S. population. In: *Environmental health perspectives* 118 (2), S. 197–202. DOI: 10.1289/ehp.0901165.
- Nilsson, Helena; Kärman, Anna; Rotander, Anna; van Bavel, Bert; Lindström, Gunilla; Westberg, Håkan (2010a): Inhalation exposure to fluorotelomer alcohols yield perfluorocarboxylates in human blood? In: *Environmental science & technology* 44 (19), S. 7717–7722. DOI: 10.1021/es101951t.
- Nilsson, Helena; Kärman, Anna; Rotander, Anna; van Bavel, Bert; Lindström, Gunilla; Westberg, Håkan (2013): Professional ski waxers' exposure to PFAS and aerosol concentrations in gas phase and different particle size fractions. In: *Environmental science. Processes & impacts* 15 (4), S. 814–822. DOI: 10.1039/c3em30739e.

- Nilsson, Helena; Kärrman, Anna; Westberg, Håkan; Rotander, Anna; van Bavel, Bert; Lindström, Gunilla (2010b): A time trend study of significantly elevated perfluorocarboxylate levels in humans after using fluorinated ski wax. In: *Environmental science & technology* 44 (6), S. 2150–2155. DOI: 10.1021/es9034733.
- Picó, Yolanda; Farré, Marinella; Llorca, Marta; Barceló, Damià (2011): Perfluorinated compounds in food: a global perspective. In: *Critical reviews in food science and nutrition* 51 (7), S. 605–625. DOI: 10.1080/10408391003721727.
- Pinney, Susan M.; Windham, Gayle C.; Biro, Frank M.; Kushi, Larry H.; Yaghjian, Lusine; Calafat, Antonia et al. (2009): Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Pubertal Maturation in Young Girls. In: *Epidemiology* 20, S80. DOI: 10.1097/01.ede.0000362949.30847.cb.
- Sunderland, Elsie M.; Hu, Xindi C.; Dassuncao, Clifton; Tokranov, Andrea K.; Wagner, Charlotte C.; Allen, Joseph G. (2019): A review of the pathways of human exposure to poly- and perfluoroalkyl substances (PFASs) and present understanding of health effects. In: *Journal of exposure science & environmental epidemiology* 29 (2), S. 131–147. DOI: 10.1038/s41370-018-0094-1.
- Trudel, David; Horowitz, Lea; Wormuth, Matthias; Scheringer, Martin; Cousins, Ian T.; Hungerbühler, Konrad (2008): Estimating consumer exposure to PFOS and PFOA. In: *Risk analysis: an official publication of the Society for Risk Analysis* 28 (2), S. 251–269. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2008.01017.x.
- Umweltbundesamt (2018): Ableitung von HBM-I-Werten für Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) – Stellungnahme der Kommission „Humanbiomonitoring“ des Umweltbundesamts. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 61 (4), S. 474–487. DOI: 10.1007/s00103-018-2709-z.
- Vestergren, Robin; Cousins, Ian T. (2009): Tracking the pathways of human exposure to perfluorocarboxylates. In: *Environ. Sci. Technol.* 43 (15), S. 5565–5575. DOI: 10.1021/es900228k.
- White, Sally S.; Stanko, Jason P.; Kato, Kayoko; Calafat, Antonia M.; Hines, Erin P.; Fenton, Suzanne E. (2011): Gestational and chronic low-dose PFOA exposures and mammary gland growth and differentiation in three generations of CD-1 mice. In: *Environmental health perspectives* 119 (8), S. 1070–1076. DOI: 10.1289/ehp.1002741.
- Yang, Q.; Xie, Y.; Eriksson, A. M.; Nelson, B. D.; DePierre, J. W. (2001): Further evidence for the involvement of inhibition of cell proliferation and development in thymic and splenic atrophy induced by the peroxisome proliferator perfluorooctanoic acid in mice. In: *Biochemical pharmacology* 62 (8), S. 1133–1140. DOI: 10.1016/s0006-2952(01)00752-3.