

IMM-rapport 3/2025

Tatueringar och hälsa

En sammanställning av kunskapsläget

IMM

Institute of Environmental Medicine
Institutet för miljömedicin



**Karolinska
Institutet**

Tatueringar och hälsa

En sammanställning av kunskapsläget

IMM-rapport 3/2025

Institutet för miljömedicin
Karolinska Institutet

Stockholm 2025

ISSN-1101-2803

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning	3
Metod	5
Förekomst av tatueringar	6
Regelverk	8
Tillsyn och marknadskontroll.....	10
Tatueringsfärger	12
Nanopartiklar.....	18
Hur går det till att tatuera sig?	20
Var tar färgpigmenten vägen?.....	21
Hudbiverkningar och infektioner.....	24
Tatueringar och cancer.....	35
Reproduktionstoxicitet.....	40
Behandlingar för att ta bort tatueringar	41
Magnetrontgen, ryggbedövning och lymfkörtelförstoring	43
Kunskapsluckor.....	44
Referenser	45
Appendix I - Sökvägar	54
Appendix II - Frågor ställda i Miljöhälsoenkäten 2023	59

Förord

Att låta tatuera sig är vanligt i Sverige liksom i resten av världen. Kunskap om huruvida tatueringar kan ha inverkan på hälsan är viktig eftersom valet att tatuera sig och vilka produkter som används går att påverka.

I denna rapport sammanfattas befintlig forskning om sambandet mellan tatueringar och hälsa. Här beskrivs innehållet i tatueringsfärger, eventuell toxicitet och hur färgpigmentet sprider sig från huden till övriga kroppen, samt kunskapsläget avseende hälsoeffekter av tatueringar. Vidare presenteras regelverket kring tatueringar. Rapporten behandlar permanenta kosmetiska tatueringar på kroppen med undantag av tatueringar på ögonen. Permanent smink liksom hennatatueringar och andra tillfälliga tatueringar omfattas inte.

Syftet med sammanställningen är att ge ett översiktligt kunskapsunderlag samt påvisa kunskapsluckor där behovet av ytterligare forskning är särskilt stort.

Rapporten är utgiven av Institutet för miljömedicin (IMM).

Författare:

- Överläkare, Med.dr Ina Anveden Berglind, IMM och Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm
- Docent Kristian Dreij, IMM
- Professor Bengt Fadeel, IMM
- Professor Maria Feychting, IMM
- Senior forskare Nanna Fyhrquist, IMM
- Docent Maria Kippler, IMM
- Senior forskare Linda Schenk, IMM
- PhD Student Paulina Werner, IMM

Institutet för miljömedicin (IMM)

Institutet för miljömedicin (IMM) är en institution vid Karolinska Institutet samt ett nationellt expertorgan inom miljömedicinen. Verksamheten sträcker sig över ett brett område kring miljöns påverkan på hälsan, med fokus på kemiska och fysikaliska faktorer samt livsstil. Uppdraget som nationellt expertorgan innebär att IMM utför kvalificerade riskbedömningar, medverkar i nationella och internationella expertgrupper, besvarar remisser och frågor från myndigheter, samt bedriver forskning och utbildning av relevans för miljömedicinen. Mer information på webbplatsen ki.se/imm

Sammanfattning

Denna rapport syftar till att ge en översiktlig beskrivning av det aktuella kunskapsläget om tatueringar och hälsa, samt identifiera kunskapsluckor och framtida forskningsbehov.

Tatueringar har blivit vanligare i den allmänna befolkningen under det senaste årtiondet. I en rapport från EU 2016 uppskattades att 12 % av Europas befolkning hade minst en tatuering, men med stor variation mellan länderna (från 7 % till 19 %) samt att några länder hade betydligt högre andel (som högst 60%) (1). I Folkhälsomyndighetens miljöhälsoenkät 2023 rapporterade 28 % av kvinnorna och 21 % av männen i Sverige att de hade låtit tatuera sig.

Det finns regler för tatueringsfärger på både nationell nivå och EU-nivå. I Sverige regleras användningen av tatueringsfärger i Miljöbalken, i en nationell förordning, samt i föreskrifter från Läkemedelsverket. Kemikalieinspektionen har det övergripande ansvaret för EU:s kemikalielagstiftning, medan Läkemedelsverket ansvarar för tillsyn gällande tatueringsfärger. Reach-begränsningen från 2022 reglerar användningen inom EU av fler än 4 000 ämnen i tatueringsfärger, baserat på deras egenskaper som cancerogena, mutagena, reproduktionstoxiska, frätande, irriterande och hudsensibiliserande. Regelverket ställer också krav på märkning och sterilitet.

Tatueringsfärger består av färgpigment, lösningsmedel, bindemedel och konserveringsmedel. Färgpigmenten, som kan vara oorganiska eller organiska, ger färgerna deras utseende. Användningen av organiska färgpigment, särskilt azofärgämnen, har ökat och de kan innehålla toxiska föroreningar som aromatiska aminer. Svart pigment, bestående av carbon black, kan innehålla cancerframkallande polycykliska aromatiska kolväten. Metaller som arsenik, bly, kadmium och krom (VI) är vanliga och kan orsaka hälsoproblem. Studier visar att tatueringsfärger till stor del består av nanopartiklar. Dessa extremt små partiklar är reaktiva och tas lättare upp av kroppens celler jämfört med större partiklar. När färgpigmentet injiceras i huden stannar mellan 0,6–9,42 mg/cm² kvar i huden. Nanopartiklar i färgpigment kan transporteras vidare till regionala lymfkörtlar.

Biverkningar som uppstår i samband med tatuering är ofta milda och övergående. Lindriga infektioner förekommer ofta, medan allvariga systemiska infektioner som sepsis och endokardit är mera sällsynt. Det finns en ökad risk att smittas av virusinfektioner som hepatit B och hepatit C om man tatuerar sig och bristande hygienrutiner ökar risken.

Hudsjukdomar och kontaktallergi som orsakas av tatueringar är välkända biverkningar, men det finns sparsamt med data om hur frekventa de olika tillstånden är. Kontaktallergier i samband med tatuering orsakas oftast av rött pigment och allergin kvarstår hela livet. Relativt få drabbas, men det medför ofta betydande besvär för individen. Svart pigment (carbon black) orsakar inte kontaktallergi men kan ge främmandekroppsreaktion i form av ett granulom. Sarkoidos förekommer i tatueringar med svart färg och kan felaktigt tolkas som ett främmandekroppsgranulom. Solutlöst rodnad, svullnad och klåda är vanligt bland personer med röda, men även svarta tatueringar.

Det är väl dokumenterat att tatueringsfärger kan innehålla förbjudna toxiska ämnen och kända cancerframkallande, mutagena och reproduktionstoxiska ämnen i halter som överskrider tillåtna gränsvärden. Det finns också studier som visar att halterna av olika pigment minskar i huden över tid och att nanopartiklar av pigmentet transporteras till regionala lymfkörtlar.

Det finns endast ett fåtal studier som undersökt sambandet mellan tatuering och cancerrisk. Studierna har ett flertal metodologiska begränsningar som retrospektiv insamling av exponeringsdata, låga svarsfrekvenser och ett lågt antal inkluderade tatuerade individer. Effekten av detta kan vara en betydande slumpmässig variation och systematiska skillnader i vilka som ingår i analyserna och hur väl exponeringen skattats. Vidare saknas möjlighet till detaljerade analyser av risker för olika färgpigment, storlek på det tatuerade området och tiden sedan tatueringen gjordes. Slutsatsen är att dessa studier inte ger ett tillräckligt vetenskapligt underlag för att dra slutsatser om tatueringar kan påverka risken för cancer.

För ett säkrare kunskapsunderlag behövs information från kohortstudier med prospektiv insamling av exponeringsinformation och tillgång till högkvalitativa cancerregister för identifiering av nyinsjuknade fall. Studier med sådan design kan tillföra viktig vetenskaplig kunskap inom området. Flera sådana studier pågår för närvarande.

Kunskapen är mycket begränsad om, och i vilken omfattning, ämnen från tatueringsfärger når övriga kroppen och om nivåerna av toxiska ämnen är tillräckligt höga för att påverka hälsan negativt. Därför är forskningen om inverkan av tatueringar på manlig och kvinnlig fertilitet samt inverkan på graviditet och fosterutveckling mycket begränsad eller obefintlig.

Metod

Rapporten baseras på en genomgång och sammanställning av den vetenskapliga litteraturen om tatueringsfärgers innehåll och egenskaper, deras interaktion med människokroppen och eventuella hälsoeffekter. Studier publicerade i vetenskapliga tidskrifter med peer review identifierades genom sökningar i databaserna PubMed och/eller Web of Science. Enbart engelskspråkig litteratur inkluderades, och tidsperioden för sökningarna avgränsades inte. Det kan dock noteras att den vetenskapliga litteraturen om tatueringsfärger till största delen är publicerad de senaste 15 åren. Datum för litteratursökningar, söktermer och databaser som har använts för respektive kapitel redovisas i Appendix I.

Några undantag från den generella sökstrategin har gjorts. Kapitlet om tatueringsfärgers innehåll har utgått från det omfattande bakgrundsmaterial som togs fram på EU-nivå i samband med begränsningen under Reach (1), i tillägg till detaljerade litteratursökningar enligt Appendix I. Kapitlet om hudbiverkningar omfattar huvudsakligen publicerade artiklar från de senaste 10 åren, såväl översiktsartiklar som fall-studier och originalarbeten om specifika hud- och infektionssjukdomar (Appendix I). Kapitlet om förekomsten av tatueringar i befolkningen bygger delvis på data från Folkhälsomyndighetens miljöhälsoenkät 2023 (MHE23), förutom information från publicerade vetenskapliga studier. Även avsnittet om förekomst av hudbesvär vid tatuering har använt information från miljöhälsoenkäten.

Kapitlet om lagstiftning har utgått från Miljöbalken och Reach-förordningen, samt information på europeiska kemikaliemyndighetens (Echa) och Läkemedelsverkets hemsidor.

En granskning och utvärdering av studiernas kvalitet har gjorts och eventuella metodologiska svagheter diskuteras där det bedöms vara relevant för tolkningen av resultaten.

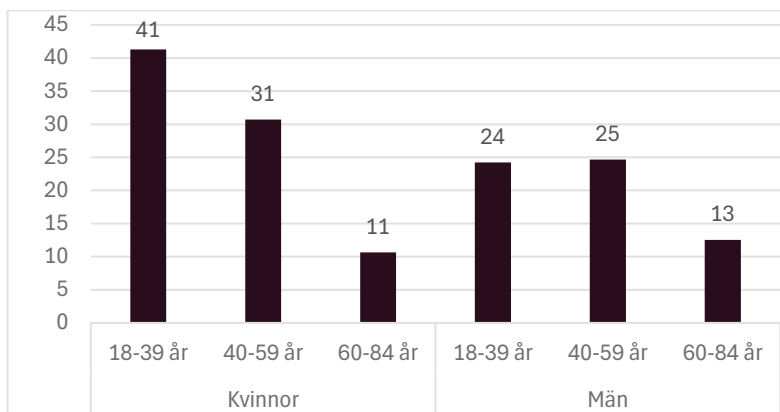
Förekomst av tatueringar

Tatueringar har blivit vanligare i den allmänna befolkningen under det senaste årtiondet. I en rapport från EU-kommissionens Joint Research Center (2016) skattades att 12 % av Europas befolkning hade minst en tatuering, men med stor variation mellan länderna (från 7 % till 19 %) samt några länder med betydligt högre andel, där Luxemburg låg högst med 60 % av befolkningen (1). I USA och Kanada var andelen 21 % – 24 % och på Nya Zeeland 20 % enligt EU:s rapport från 2016. Andelen i Sverige var 11 %. I en motsvarande rapport från 2003 låg andelen i EU på 5 – 10 %. I flera länder har det observerats att många skaffar sin första tatuering innan 30 års ålder, och prevalensen för tatueringar var högst i åldersgruppen 25–34 år (1). Från att ha varit sällsynt bland kvinnor är det nu en större andel kvinnor än män som skaffar en tatuering enligt EU:s rapport.

I en svensk fall-kontrollstudie som undersökte ett eventuellt samband mellan tatueringar och risken för lymfom, malignt melanom och skivepitelcancer (2), skickades en enkät år 2021 till ett slumpmässigt urval friska kontroller i åldersspannet 20–69 år. Av de svarande var 56 % kvinnor och 44 % män. Totalt hade 21 % av kontrollerna minst en tatuering.

Information om förekomsten av tatueringar i den svenska befolkningen har även hämtats från den nationella miljöhälsoenkäten. Denna skickas regelbundet ut till ett slumpmässigt urval av Sveriges befolkning genom Folkhälsomyndighetens försorg, för att följa den miljörelaterade hälsan i Sverige. Enkäten 2023 (MHE23) innehöll bland annat frågor om tatueringar, och skickades till cirka 235 000 personer i åldrarna 18–84 år. Totalt besvarade 48 429 kvinnor och 40 296 män enkäten (svarsfrekvens 38%). Frågorna om tatueringar finns specificerade i Appendix II. Deltagarna tillfrågades om de hade någon permanent tatuering och om tatueringen hade orsakat hudbesvär. De fick även skatta storleken på tatueringarna och ange vilka färger de bestod av.

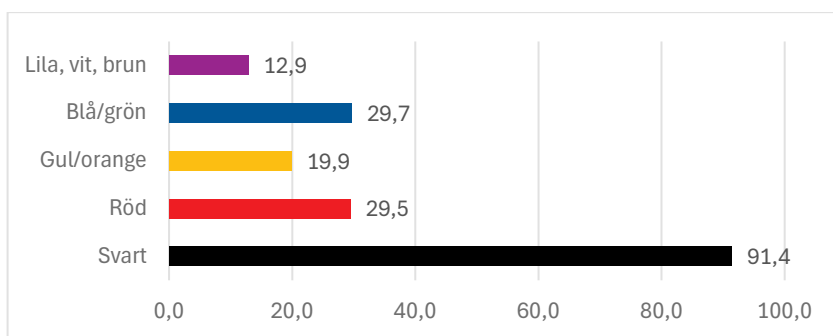
Totalt rapporterade 28 % av kvinnorna och 21 % av männen att de hade en tatuering. Bland kvinnor i åldersgruppen 18–39 år var andelen tatuerade högst (41 %) medan tatueringar var mindre vanligt bland både äldre kvinnor (11 %) och äldre män (13 %) (figur 1).



Figur 1. Andel individer som rapporterat permanent tatuering (%) i olika ålderskategorier.

Svart var den mest förekommande färgen i tatueringar (91 %), följt av röd, blå/grön, gul/orange och övriga färger som brun, lila, och vit (figur 2). I alla åldersgrupper, både bland kvinnor och män, var det vanligt att vara tatuerad med endast en färg (49–72 %).

Större tatueringar (> 5 handflator) rapporterades oftare av män och yngre individer (18–39 år).



Figur 2. Rapporterad förekomst av olika färger i tatueringarna (%).

Regelverk

Det finns regler för tatueringsfärger på både nationell nivå i Sverige och på EU-nivå som gäller för alla medlemsstater. Under lång tid fanns inga specifika regelverk för just tatueringsfärger, utan de föll under de generella kraven för kemiska ämnen eller produkter. I Sverige reglerades det framför allt i Miljöbalken och på EU-nivå i Reach-förordningen och CLP-förordningen.

Nationella regelverk

Miljöbalken ställer krav på att verksamhetsutövare ska upprätta en förteckning över de kemiska produkter som används och som kan innebära risker utifrån hälso- och miljösynpunkt. Vidare att de fortlöpande och systematiskt ska bedöma verksamhetens risker för människors hälsa och miljön. Bestämmelser om tillsyn, avgifter och straff finns i Miljöbalken. År 2012 utfärdades Förordning (2012:503) om tatueringsfärger. I förordningen anges att Läkemedelsverket ska föra ett produktregister över tatueringsfärg som yrkesmässigt tillverkas eller importeras till Sverige. Tillverkare och importörer har skyldighet att registrera sådana produkter och att rapportera till Läkemedelsverket om nya uppgifter om cancerogena, mutagena eller reproduktionstoxiska egenskaper hos tatueringsfärg framkommit. Under förordningen har Läkemedelsverket meddelat föreskrifter om tatueringsfärger (LVFS 2012:25, ny version HSLF-FS 2022:16). I dessa specificeras krav på sterilitet, rapportering till produktregister, samt märkning och produktinformation.

Europeiska regelverk

Reach-förordningen som trädde i kraft 2007 är en omfattande förordning som gäller kemiska ämnen. Reach står för *Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals* (registrering, utvärdering, tillståndskrav och begränsning av kemikalier). Reach grundas på principen att det är tillverkare, importörer och nedströmsanvändare som primärt bär ansvaret för att de ämnen som de tillverkar, släpper ut på marknaden eller använder inte har några skadliga hälso- och/eller miljöeffekter. Enligt Reach ska, med vissa undantag, kemiska ämnen som tillverkas eller importeras i mängder större än 1 ton per år registreras hos europeiska kemikaliemyndigheten (Echa). Överstiger mängden 10 ton per år ställs ytterligare krav på att utföra en kemikaliesäkerhetsbedömning. Syftet är att tillverkare och importörer ska säkerställa att kemiska ämnen används på ett sätt som är säkert för miljön och människors hälsa, genom att identifiera risker och ta fram instruktioner för hur de ska hanteras under tillverkning och användning. Echa och medlemsstaternas ansvariga myndigheter kan utföra

ämnesutvärderingar för att bedöma huruvida registreringskraven uppfylls och för att utvärdera om ytterligare åtgärder kan behövas för att hantera ett ämnes risker. Kemiska ämnen i tatueringsfärger omfattas av Reach registreringskrav.

Enligt CLP- förordningen som reglerar klassificering, märkning och förpackning av kemiska ämnen, ska farliga kemiska produkter vara märkta med farosymboler och text som informerar om faran. CLP specificerar klassificeringskriterier för hur olika hälsofaror och korrekt märkning ska identifieras.

I januari 2022 trädde en omfattande begränsning av ett stort antal kemikalier i tatueringsfärger i kraft inom EU. I dagsläget omfattas mer än 4000 kemikalier. Begränsningen är unik i att det är det första samordnade regelverket specifikt för tatueringsfärger. Begränsningen fokuserar på carcinogener, mutagener, reproduktionstoxiska, hudsensibiliserande och hudirriterande ämnen och kommer i framtiden även omfatta ämnen som blir klassificerade som sådana. Kommissionens begränsningsbeslut gäller för kemikalier som:

1. inom EU är klassificerade som

- cancerframkallande, mutagena eller reproduktionstoxiska
- hudsensibiliserande
- frätande på huden
- hudirriterande
- irriterande för ögonen
- skadliga för ögonen

2. omfattas av förordningen om kosmetiska produkter (1223/2009) och är

- förbjudna i kosmetiska produkter
- ämnen/färgämnen som enligt bilaga IV: inte får användas i produkter som appliceras på slemhinnor, inte får användas i ögonprodukter, endast får användas i produkter som sköljs av, eller omfattas av andra villkor, t.ex. gällande renhet

Begränsningsbeslutet är dynamiskt länkat till både CLP och kosmetikaförordningen, så att framtida ändringar i ovanstående kategorier också kommer gälla för begränsningen. Begränsningsbeslutet specificerar förbud av eller gränser för högst tillåtna koncentration av ämnen eller ämnesgrupper, beroende på ämnets klassificering eller status under förordningen om kosmetiska produkter. Begränsningen specificerar även att tatueringsfärger måste märkas som detta, ha en ingrediensförteckning, relevanta märkningar enligt CLP samt ytterligare relevanta skyddsanvisningar för användning.

De konserveringsmedel som används i tatueringsfärger regleras av biocidförordningen.

Tillsyn och marknadskontroll

Kemikalieinspektionen har det övergripande ansvaret för EU:s kemikalielagstiftning som Reach och CLP. Läkemedelsverket är dock ansvarig myndighet för tillsyn och tillsynsvägledning gällande tatueringsfärger kopplat till Reach och den svenska förordningen om tatueringsfärger (2012:503).

EU:s kemikaliemyndighet konstaterade att begränsningsbeslutets totalförbud eller låga koncentrationsgränser i kombination med avsaknad av tillräckligt känsliga eller validerade analysmetoder kan skapa svårigheter för kontroll av efterlevnad av samtliga begränsade ämnen och ämnesgrupper. År 2019 skärptes kontrollen av information om kemikalier som industrin lämnar in.

Under 2022 och 2023 utförde Läkemedelsverket en kontroll av 46 tatueringsfärger på den svenska marknaden i vilken ett urval av aromatiska aminer, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) samt metaller analyserades. Resultaten från dessa analyser presenteras i avsnittet Tatueringsfärger. I stort sett alla kontrollerade tatueringsfärger (96%) hade brister i sin märkning (3). Efterlevnaden av begränsningsbeslutet tycks alltså ännu vara bristfällig.

I ett europeiskt samarbetsprojekt mellan 14 medlemsstater, bland annat Sverige, koordinerat från Nederländerna undersöktes innehåll av aromatiska aminer, polycykliska aromatiska kolväten (PAH), metaller och konserveringsmedel samt sterilitet i 52 färger (4). Hälften av proverna (n=27) hade efterlevnadsbrister gällande kemiskt innehåll, 10 levde inte upp till märkningskraven. Endast femton av de 52 proverna följde samtliga krav (4).

Sammanfattning

Regler för tatueringsfärger finns både på nationell nivå och på EU-nivå. I Miljöbalken finns generella krav på att verksamhetsutövare ska göra bedömningar av risker för miljö och hälsa. Det finns även en nationell förordning om tatueringsfärger samt föreskrifter från Läkemedelsverket. Sedan januari 2022 gäller en Reach-begränsning av tatueringsfärger inom EU som reglerar mer än 4000 ämnen baserat på deras egenskaper som cancerogena, mutagena, reproduktionstoxiska, frätande, irriterande eller hudsensibiliserande. Regelverket ställer också krav på märkning och att tatueringsfärger ska vara sterila. Kemikalieinspektionen har det

övergripande ansvaret för EU:s kemikalielagstiftning. Läkemedelsverket är dock ansvarig myndighet för tillsyn och tillsynsvägledning gällande tatueringsfärger kopplat till Reach och den svenska förordningen om tatueringsfärger.

Flera kontroller visar bristfällig efterlevnad av begränsningsbeslut och efterlevnadbrister gällande kemiskt innehåll.

Tatueringsfärger

Innehåll i tatueringsfärger

Tatueringsfärger är komplexa blandningar som till största delen består av färgpigment (kan uppgå till 60 % av vikten) men som även innehåller lösningsmedel, bindemedel och eventuellt andra hjälpämnen och konserveringsmedel (1). Färgpigmenten är fotostabila, kemiskt resistenta och olösliga. På grund av att de är olösliga behövs de olika tillsatserna för att minska sedimentering samt att möjliggöra omfördelning vid lätt manuell skakning av produkten. Konserveringsmedel tillsätts för att undvika mikrobiologisk kontaminering som lätt kan uppstå på grund av den höga vattenhalten och förekomsten av organiska ämnen.

Färgpigment klassificeras som oorganiska eller organiska ämnen.

Oorganiska färgpigment uppvisar mätta färgnyanser och utgörs av oxider av flera element, särskilt järn, titan och krom. Till skillnad från oorganiska ger organiska färgpigment, till exempel azo-ämnen, mera lysande och tydligare färgstyrka när de blandas med bariumsulfat och titandioxid och därigenom täcker de ett mycket bredare färgområde. I en undersökning som gjordes i samband med sammanställningen av EU:s policyrapport som publicerades 2016 identifierades 113 olika färgpigment som då användes som ingredienser i tatueringsfärger (1). Undersökningen visade att färgerna i huvudsak innehöll organiska färgpigment (tabell 1). För 20–30 år sedan var det vanligare att färgerna innehöll oorganiska färgpigment (1).

Tabell 1. Procentandelarna av organiska, azo- och oorganiska färgpigment, uppdelade efter tatueringsfärg, som används i tatueringsprodukter (modifierad från (1))

Färg	Tatueringsfärger (antal)	Organiska färgpigment (%)	Azo färgpigment (%)	Oorganiska färgpigment (%)
Röd	44	93	68	5
Gul	27	93	78	7
Orange	10	100	70	0
Blå	7	71	13	29
Grön	4	75	0	25
Violett	9	78	0	22
Brun	3	33	33	33
Svart	6	0	0	83
Vit	3	0	0	100

Föroreningar i tatueringsfärger

Ett centralt problem som har lyfts fram i flera rapporter och av olika myndigheter är att färgpigmenten som används i tatueringsfärger inte är producerade för detta ändamål. De har därför inte genomgått någon riskbedömning som tar hänsyn till att de ska permanent injiceras i huden och vad detta kan innebära för individens hälsa. Dessa ämnen produceras av kemikalieindustrin med syftet att inneha god beständighet mot ljus och för att användas i tillverkningen av olika produkter som exempelvis textilier, bilar och plast. På grund av detta kan det finnas variationer i färgpigmentens renhet som har rapporterats ligga mellan 70 och maximalt 90 % (1) och de kan innehålla olika typer av föroreningar. De huvudsakliga föroreningarna som kan finnas i tatueringsfärger inkluderar aromatiska aminer från azo-ämnen, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) som främst finns i svart tatueringsfärg, samt metaller som härstammar från oorganiska och organometalliska färgpigment (1). Osäkerheten kring tatueringsfärgers innehåll har lett till en ökad reglering av färgerna på den europeiska marknaden för att minimera eventuella hälsoeffekter (se avsnittet om regelverk) (1, 5, 6).

På grund av osäkerheten kring vad tatueringsfärger faktiskt innehåller har ett antal studier försökt identifiera vilka ämnen och eventuella föroreningar som ingår i olika färgpigment och vid vilka koncentrationer de förekommer. Nedan presenteras resultat från dessa studier.

Organiskt innehåll

Kemisk Struktur: Azo-färgämnen innehåller en eller flera azogrudder, bestående av två kväveatomer med dubbelbindning mellan, $-N=N-$.

Användningsområden: Främst för att färga textilier, men finns också som pH-indikatorer, pigment i målarfärg och som tillsatser i livsmedel.

Godkända livsmedelsfärger: 9 azo-färgämnen är godkända för användning i livsmedel inom EU, inklusive tartrazin (E 102) och allurarött AC (E 129).

Hälsorisker: Vissa azo-färgämnen kan orsaka överkänslighetsreaktioner, särskilt hos personer med allergier. Symtom kan inkludera hudutslag, astma och nässelfeber.

Azo-färgämnen och aromatiska aminer

Orsaken till att organiska färgpigment har blivit vanligare än oorganiska är sannolikt deras gynnsamma egenskaper som innefattar goda färegenskaper och längre stabilitet. En genomgång av tillgänglig litteratur och rapporter visar att de flesta marknadsundersökningar och studier som utförts för att undersöka närvaron av olika azo-färgämnen i tatueringsfärger har varit kvalitativa, dvs. utförda för att avgöra om ett specifikt färgpigment finns i färgen utan att bestämma dess koncentration. I en sammanställning av Piccinini et al 2016 (1) identifierades 113 organiska färgpigment som används i tatueringsfärger. Till exempel var cirka 80 % av de röda färgpigmenten organiska och över 60 % av dem var azo-färgämnen som generellt är den största gruppen av organiska färgpigment som används (tabell 1). Orange och gula färgpigment kan också bestå av azo-färgämnen men även av andra polycykliska ämnen (1).

Utöver dessa ämnen kan de organiska färgpigmenten innehålla olika föroreningar och nedbrytningsprodukter. Det är framför allt förekomsten av aromatiska aminer som kan bildas av azo-färgämnen som har undersökts på grund av deras toxicitet. Flera aromatiska aminer är klassificerade som CMR (carcinogena, mutagena och reproduktionstoxiska substanser) och på grund av detta har användandet av flera azo-färgämnen begränsats (max 1 g/kg) eller förbjudits som färgpigment i tatueringsfärger inom EU. Den högst tillåtna halten av aromatiska aminer är 5 mg/kg (7, 8).

Även om aromatiska aminer inte bör förekomma i tatueringsfärger återfanns dessa i 14 % av totalt 3282 produkter som analyserades i marknadsundersökningar utförda av olika nationella myndigheter (1). En tidigare genomgång av studier visade att 44 av de 67 undersökta azo-färgämnena och framför allt röda och gula färgpigment antingen innehåller eller kan bilda t.ex. de aromatiska aminerna toluidin och anilin (1). Aromatiska aminer kan också bildas i den tatuerade huden när den åldras och framför allt pga. exponering för solljus (9). En studie har också visat att aromatiska aminer bildas i hud tatuerad med röd tatueringsfärg som exponerats för laserbehandling (10).

För ett antal aromatiska aminer finns det uppmätta koncentrationer i tatueringsfärger som innehåller organiska färgpigment (5). De mest frekvent påvisade aromatiska aminerna och dess koncentrationer presenteras i tabell 2 som visar att upp till 60 % av de testade färgerna innehöll dessa ämnen och upp till mer än 1 g/kg. Vid en kontroll av tatueringsfärger på den svenska marknaden 2022–2023 innehöll ingen av de 46 testade produkterna de 27 analyserade aromatiska aminerna (3).

Tabell 2. Uppmätta koncentrationer och detektionsfrekvenser för ett urval av aromatiska aminer. Data sammanställt från (5, 11, 12).

Ämne	Cas-Nr*	Koncentration min-max (mg/kg)	Detektions- frekvens
anisidin	90-04-0	0,35 – 1775	58 %
toluidin	95-53-4	0,5 – 81	38 %
3,3'-diklorbensidin	91-94-1	0,5 – 9,3	26 %
2,4-diamintoluen	95-80-7	1,2 - >400	60 %
4-kloroanilin	106-47-8	1,1 – 100	69 %
2-metyl-5-nitroanilin	99-55-8	0,2 – 190	33 %

*CAS-nummer, ett registreringsnummer för kemikalier.

Carbon black och polycykliska aromatiska kolväten

Svart tatueringsfärg innehåller ofta det svarta färgpigmentet carbon black som framställs genom ofullständig förbränning av olika organiska material, inklusive stenkolstjära (13). Carbon black är ofta förorenad med polycykliska aromatiska kolväten (PAH) som bildas under tillverkningsprocessen. PAH:er utgör en allvarlig risk för konsumenternas hälsa eftersom många klassificerats som cancerframkallande föreningar enligt EU:s CLP-förordning (14). Därför har halterna reglerats i bland annat tatueringsfärg med en maximalt tillåten koncentration av bens(a)pyren vid 0,005 mg/kg och för övriga reglerade PAH:er vid 0,5 mg/kg (8). PAH:er kan även förekomma i tatueringsfärger baserade på andra organiska färgpigment (3). Tidigare genomgångar av litteraturen visade att totala koncentrationer av PAH:er upp till 100 mg/kg har uppmätts i svarta tatueringsfärger, men att 76 % av de analyserade tatueringsfärgerna innehöll koncentrationer av bens(a)pyren under gränsvärdet (1, 5, 6).

Vid en kontroll av tatueringsfärger på den koreanska marknaden 2013 överskred 2 av 16 produkter den tillåtna halten av bens(a)pyren, upp till 0,028 mg/kg (12). Vid en kontroll av tatueringsfärger på den svenska marknaden 2022–2023 överskred 4 av de 46 testade produkterna den tillåtna halten av bens(a)pyren, upp till 0,94 mg/kg (3). Liknande resultat rapporterades av Kemikalieinspektion för produkter på den svenska marknaden 2009 där 4 av 31 produkter överskred den tillåtna halten av bens(a)pyren, upp till 24 mg/kg (15). Sammantaget visar dessa studier att svarta färgpigment kan framställas utan att överskrida tillåtna halter av PAH.

Ftalater och andra organiska ämnen

Ftalater med hormonstörande egenskaper får inte förekomma i tatueringsfärg (7, 8). Men eftersom ftalater förekommer i olika plaster kan de förekomma i produkter som är i kontakt med plast, inklusive tatueringsfärg. Två ftalater som inte får förekomma är dibutylftalat (DBP) och dietylhexylftalat (DEHP). DBP har identifierats i olika tatueringsfärger i studier utförda mellan 2011 och 2022, i 35 % av proverna och i halter upp till 691 mg/kg (12, 16-19). DEHP har uppmätts i lägre halter upp till 26,9 mg/kg men i 68 % av de undersökta färgerna (12, 17, 19).

Ett stort antal olika organiska substanser som antas vara tillsatser, föroreningar eller nedbrytningsprodukter har detekterats eller uppmätts i olika i tatueringsfärger, inklusive klorerade ämnen, siloxaner, alkener, alkoholer och flyktiga organiska ämnen inklusive bensen, formaldehyd och toluen.

Oorganiskt innehåll

Metaller och andra spårelement

Metaller är vanligt förekommande i oorganiska färgpigment, vilket ofta beror på föroreningar i järnoxider eller andra mineralbaserade pigment (20). Svarta tatueringsfärger har också visats innehålla olika metaller (1). Många olika metaller och andra spårelement har detekterats i tatueringsfärger och ofta förekommer flera olika metaller i samma färg (21). I denna rapport har vi valt att fokusera på elementen som regleras inom den befintliga lagstiftningen och för vilka maximalt tillåtna koncentrationer har föreslagits, vilket innefattar antimon, arsenik, barium, bly, kadmium, krom (VI), kobolt, koppar, kvicksilver, nickel, selen, tenn och zink [Se tabell 3 nedan; (8, 14)]. Enligt EU-förordningen (2018/1513) (22) är arsenik, bly, kadmium och krom (VI) klassificerade som CMR-ämnen. IARC har klassificerat arsenik, kadmium, krom (VI) och nickel som humana carcinogener (23) och bly som en trolig human carcinogen (24). Det bör dock noteras att detta är baserat antingen på exponering via inhalation eller via huden (6, 23, 24). Krom, kobolt och nickel kan orsaka kontaktallergi (6).

Undersökningar som har mätt koncentrationerna av dessa metaller och spårelement i olika tatueringsfärger på marknaden i Sverige och andra länder visar på stora variationer (tabell 3). Under 2022–2023 utförde Läkemedelsverket en kontroll av 46 olika tatueringsfärger (31 färger från 22 traditionella ekonomiska aktörer och 15 från fyra olika marknadsplatser) på den svenska marknaden (3). Vid jämförelse med EU:s maximala halter (tabell 3 (8)) så var det 1 tatueringsfärg som överskred för

antimon (1,3 mg/kg), 6 för arsenik (0,54–8,1 mg/kg), 11 för bly (0,90–18 mg/kg), 8 för kobolt (1,2–16 mg/kg), och 6 för nickel (12–60 mg/kg). Det var totalt 18 tatueringsfärger som innehöll en eller flera metaller över tillåtna halter, och bland dessa färger var det 7 som innehöll järnoxid, och 2 som endast innehöll carbon black medan resterade antingen hade en felaktig innehållsförteckning eller helt saknade innehållsförteckning.

Tabell 3. Metaller och andra spårelement för vilka maximalt tillåtna koncentrationer har rekommenderats av Europeiska rådet (25) och Europeiska unionen (8).

Metall	Cas nr	Maximal halt (mg/kg; (25))	Maximal halt (mg/kg; (8))	Uppmätta halter min-max (2009–2021) ¹
Antimon (Sb)	7440-36-0	2	0,5	0,00067–14,6
Arsenik (As)	7440-38-2	2	0,5	<0,01–20,1
Barium (Ba)	7440-39-3	50	500 (lösligt)	0,051–166
Bly (Pb)	7439-92-1	2	0,7	0,0016–20,1
Kadmium (Cd)	7440-43-9	0,2	0,5	0,0014–7,8
Krom VI (Cr)	7440-47-3	0,2	0,5	0,03–147 ²
Kobolt (Co)	7440-48-4	25	0,5	0,0028–17,4
Koppar (Cu)	7440-50-8	25 (lösligt)	250 (lösligt)	0,29–47000
Kviksilver (Hg)	7439-97-6	0,2	0,5	0,004–1,6
Nickel (Ni)	7440-02-0	Så lågt som möjligt	5	0,038–41
Selen (Se)	7782-49-2	--	2	2,09 ³
Tenn (Sn)	7440-31-5	50	0,5 (organometallic)	<0,01–2,2
Zink (Zn)	7440-66-6	50	2000 (lösligt)	0,41–69,9

¹ (5, 12, 21, 26, 27)

² Mäts ofta som totalkrom snarare än krom (VI). Högsta värdet för krom IV 4,09 mg/kg

³ Endast maxhalt tillgänglig

Nanopartiklar

Nanopartiklar är extremt små partiklar (en nanometer är en miljarddel meter) vilket gör att de lättare tas upp av kroppens celler i jämförelse med större partiklar. Dessutom är nanopartiklar mer reaktiva än större partiklar (28). De flesta tatueringar är svarta och det svarta färgpigmentet består oftast av carbon black (dvs kol-baserade nanopartiklar) medan andra pigment som exempelvis titandioxid (TiO_2) eller järnoxid också är vanligt förekommande (29). Tatueringspigment kan delas in i tre grupper med avseende på storlek. Svart färgpigment (carbon black) består helt och hållet av nanopartiklar (<100 nm). Vitt färgpigment består i allmänhet av större partiklar. Färgpigment i rött, gult etc. består av en blandning av nanopartiklar och större partiklar (30).

Carbon black har många andra användningsområden utöver tatueringspigment och förekommer exempelvis i gummi, plast och målarfärg. Den i särklass vanligaste applikationen är som tillsats i bildäck; ett bildäck består till en tredjedel av carbon black. TiO_2 (i nanostorlek) orsakar genotoxiska effekter (DNA-skada) men det är inte klarlagt om detta är en primär effekt eller om effekten är sekundär till cellulär stress. Nanopartiklar av TiO_2 orsakar däremot inte mutagena effekter (31). Carbon black har ofta använts som referensmaterial i nanotoxikologisk forskning (32). Trots detta är kunskapen om möjliga toxikologiska effekter hos nanopartiklar i traditionella tatueringspigment fortfarande bristfällig. Fibroblaster som odlats i en vecka i närvaro av tatueringspigment uppvisade nedsatt proliferation (33). Det noteras dock att forskarna använde sig av en metod som inte är tillförlitlig när det gäller kol-baserade nanopartiklar som carbon black eftersom sådana partiklar kan leda till falskt positiva resultat (34). En jämförelse mellan svart pigment och azo-färgämnen har visat att svart pigment är minst toxiskt (35). Dessvärre användes samma metod som i föregående studie, men forskarna kompletterade de cell-baserade studierna med ekotoxikologiska studier och fann att det svarta färgpigmentet inte påverkade vattenloppor (*Daphnia magna*) medan azo-färgerna främst röda färgpigment var toxiska. Battistini et al. (21) applicerade en avancerad spektroskopisk metod som samtidigt mäter förekomsten av olika metaller och storleken hos partiklarna (single-particle inductively coupled plasma mass spectrometry) och kunde konstatera att många olika tatueringspigment utöver svart pigment innehåller partiklar i nanostorlek. Man fann bland annat nanopartiklar av koppar främst i gröna och blå tatueringsfärger. Det är välkänt att koppar-baserade nanopartiklar är både cyto- och genotoxiska (36, 37). Battistini et al. (21) fann även nanopartiklar av aluminium, krom, bly och zink i olika färgpigment, men däremot inga nanopartiklar av kobolt eller nickel och heller inga partiklar av kvicksilver. Däremot förekom ofta en blandning av

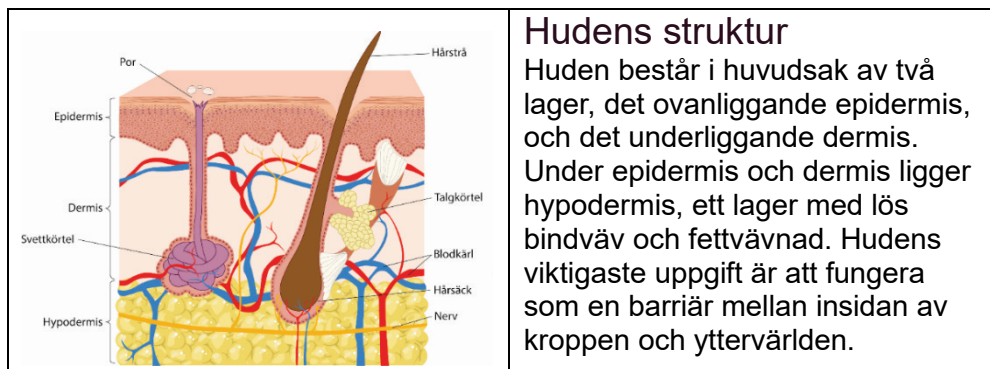
nanopartiklar av olika metaller i samma pigment, vilket är en särskild utmaning när det gäller kartläggning av toxiska effekter.

Schreiver et al. (38) kunde nyligen påvisa ytterligare en möjlig orsak till kontaktallergi, nämligen slitage av tatueringsnålen. Tatueringsnålar är tillverkade av stål och innehåller ofta såväl nickel som krom. Forskarna fann att både nanopartiklar och större partiklar genereras i samband med tatuering. Dessa nickel- och krom-innehållande partiklar deponerades i huden, men kunde även ta sig till närliggande lymfkörtlar. För att studera vävnad med hjälp av synkrotronljusbaserade spektroskopi- och mikroskopimetoder måste vävnaden först snittas med en mikrotom, men forskarna kunde utesluta att nickelpartiklarna kom från stålbladen i mikrotomen (38). Slutsatsen är därför att det finns flera möjliga förklaringar till kontaktallergi hos tatuerade individer, dels organiska och icke-organiska ämnen i själva pigmenten, dels partiklar som uppkommit genom slitage av tatueringsnålen.

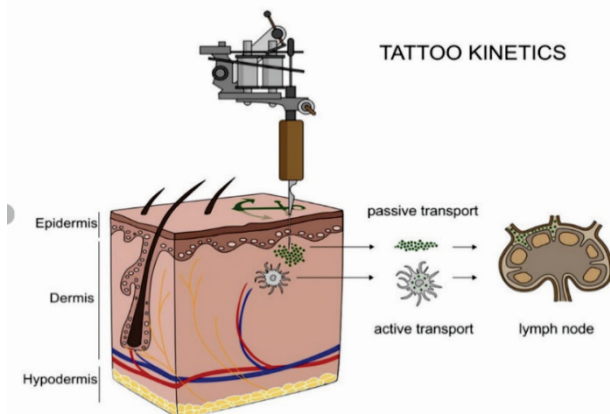
Sammanfattning

Tatueringsfärger består av färgpigment, lösningsmedel, bindemedel och konserveringsmedel. Färgpigmenten, som kan vara oorganiska eller organiska, ger färgerna deras utseende. Användningen av organiska färgpigment, särskilt azofärgämnen, har ökat och dessa kan innehålla föroreningar som aromatiska aminer, vilka är toxiska. Svart pigment, bestående av carbon black, kan innehålla cancerframkallande PAH:er. Metaller som arsenik, bly, kadmium och krom (VI) är också vanliga och kan orsaka hälsoproblem. Studier visar att tatueringsfärger till stor del består av nanopartiklar, vilket komplicerar riskbedömningen. Även om regleringar har införts för att minimera hälsoeffekter, visar flera studier att många tatueringsfärger innehåller ämnen i halter som överskrider de tillåtna gränsvärdena. Det gör att osäkerheter kvarstår kring innehållet och säkerheten hos tatueringsfärger.

Hur går det till att tatuera sig?



Tatueringar är ett invasivt ingrepp, då tatueringsfärgen tillförs huden (figur 3). Processen skiljer sig mellan tatuereare, men principen är densamma. Arbetsplatsen plastas in och rengörs, sterila verktyg/maskiner plastas in. När motivet är bestämt kopieras det över till en stencil för hand eller med en termisk kopiator. Stencilen appliceras på huden och motivet överförs efter det att området har rakats och spritats. På huden syns då tatueringsens linjer i lila eller blå färg. Tatuerearen använder antingen ett roterande verktyg eller en spolmaskin och nålarna doppas i en färgkopp. Därefter penetreras huden av maskinens nålar och färgen appliceras i övre dermis. När linjerna är tatuerade följer skuggning av tatueringen. Överflödigt färg torkas bort. Efteråt skyddas tatueringen med en skyddsfilm som fästs över motivet. Läkningen kan ta 4–6 veckor och området ska göras rent regelbundet. Tatueringen får inte exponeras för sol under flera månader.



Figur 3. Tatueringsprocessen och upptag av pigmenten i hud och transport via lymfkärl.

Var tar färgpigmenten vägen?

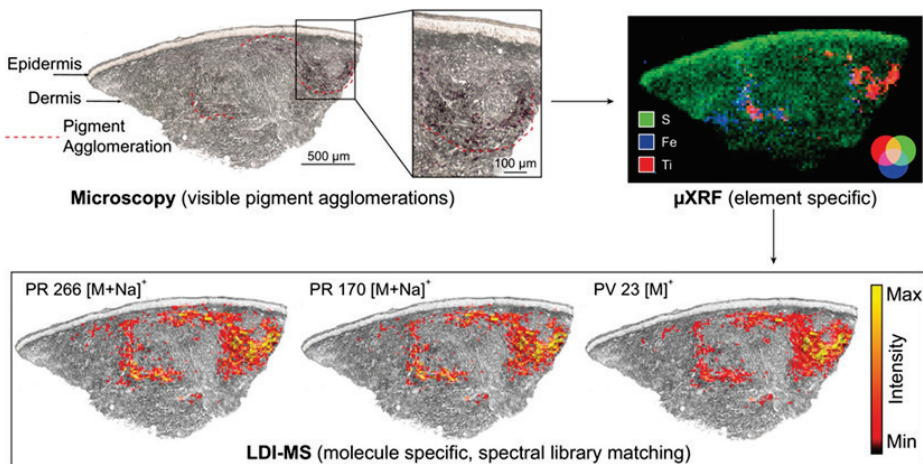
Tatueringspigmenten injiceras på ca 1–2 mm djup. I allmänhet injiceras cirka 1 mg pigment per cm² hud. I dermis stannar mellan 0.6-9.42 mg/cm², i genomsnitt 2,5 mg/cm² av pigmentet kvar (39). Hur hög nivå av azofärgämnen som deponeras i dermis beror på beståndsdelarna i tatueringsfärgen och hur tatueringen utförs (40). Uppföljande studier har visat att halten av azofärgämnen i huden minskar med tiden efter tatueringen som en effekt av transport in i kroppen och blekning på grund av solljus (10). I en studie hade mängden rött pigment i huden minskat med 30 % efter 6 veckor (41).

I stort sett alla tatueringspigment innehåller nanopartiklar till viss del, medan svart pigment består helt och hållet av nanopartiklar (carbon black). Med tanke på att den nanotoxikologiska forskningen har visat att partiklar i nanostorlek kan passera kroppens barriärer så är det viktigt att ställa frågan huruvida nanopartiklar i tatueringar kan ta sig till andra organ utöver huden och närliggande (regionala) lymfkörtlar.

Det är en vanlig (miss)uppfattning att tatueringspigmenten tas upp (fagocyteras) av makrofager i huden och att dessa celler därefter stannar kvar på samma plats livet ut. Det är delvis korrekt, men makrofager har i likhet med de flesta andra celler en begränsad livslängd. Baranska et al. (42) kunde påvisa att tatueringspigment tas upp av hudens makrofager hos möss och när dessa celler dör så frigörs pigmenten och tas upp av andra makrofager. Denna modell som benämns "pigment capture-release-recapture" kan således förklara hur en tatuering kan bli permanent trots att enskilda makrofager har en ändlig livslängd. Detta har även betydelse vid tatueringsborttagning (se nedan) då celler som innehåller pigment frisätter fragment av dessa pigment som sedan tas upp av andra celler.

Hur kommer det sig att dessa fragment transporteras till lymfkörtlarna i stället för att stanna kvar i huden? En alldeles färsk studie har visat att det troligen är monocytter (ett förstadium till makrofager) som tar upp pigmentfragmenten. Dessa celler har lättare att förflytta sig från huden till lymfkörtlarna där fragmenten deponeras (43). Den senare studien genomfördes emellertid i en 3D-modell av mänsklig hud. I en studie som genomfördes på vävnadsprover från 16 avlidna personer som burit tatueringar kunde man påvisa en svart missfärgning i lymfkörtlarna, vilket talade för en translokation från huden till lymfkörtlarna (44). I en annan studie applicerades synkrotronljusbaserade spektroskopi- och mikroskopimetoder (figur 4) för att kartlägga förekomsten av tatueringspigment i huden respektive i lymfkörtlarna (45). I studien undersöktes vävnadsprover från fyra avlidna individer och man fann att

både organiska pigment, metaller och partiklar (pigment) av titandioxid hade transporterats från huden till lymfkörtlarna. Man fann vidare att transporten av partiklar var storleksberoende såtillvida att endast små (nano)partiklar kunde påvisas i lymfkörtlarna (45). Detta är den hittills enda studien som på ett tillförlitligt sätt har påvisat hur translokation sker av pigment från huden till regionala lymfkörtlar hos människa. Det framkom emellertid inte hur gamla dessa tatueringar var och därför går det inte att säga hur lång tid som krävs för att en translokation ska ske.



Figur 4. Tatueringspigment i huden kan analyseras med hjälp av konventionell mikroskopi för att påvisa pigmentering och/eller förekomst av partiklar samt synkrotronljusbaserad spektroskopi (XRF) för analys av metaller såsom järn och titan. Organiska pigment kan påvisas med hjälp av masspektrometri (MS). Från: Giulbudagian et al., 2024 (46).

Endast en studie har mätt PAH-halter i hud och närliggande lymfkörtlar hos människa efter tatuering med svart färg (44). Halten av PAH varierade från 0,1 till 0,6 mg/cm² i den tatuerade huden och från 0,1 till 11,8 mg/kg i lymfkörtlar.

Oavsett om tatueringen är ny eller gammal så återfinns carbon black i svarta tatueringar uteslutande i hudens olika celler i epidermis och dermis, och förekommer inte i bindväven (47). I epidermis förekom carbon black främst i basalcelligret och dendritiska celler som tagit upp pigmentpartiklar. I dermis fanns partiklar i makrofager, mastceller och i fibroblaster. I studien observerades också ärrvävnadslik kollagenstruktur i huden med tydligt minskad elasticitet i samband med tatueringen (47). En studie visade att ett år efter att möss tatuerats på hela ryggen med svart eller röd tatueringsfärg

återfanns pigment i huden, lymfkörtlar och i makrofager i levern, vilket innebär att pigment skulle kunna transporteras via blodbanan till andra organ (48). En patologisk undersökning av djuren påvisade inga tecken på cancerutveckling (48). Dock är kunskapen om translokation av tatueringspigment till andra organ i kroppen hos tatuerade individer knapp och fler studier behövs (46).

Hudbiverkningar och infektioner

Biverkningar kan indelas i sex olika kategorier: infektioner, kontaktallergiska reaktioner, inflammatoriska reaktioner, tumörer, kosmetiska komplikationer och övriga reaktioner. Att uttala sig om hur vanligt det är med specifika hudbiverkningar för respektive tillstånd i huden är utmanande. Då det finns få studier på befolkningsnivå baseras en stor del av kunskapen på fallbeskrivningar som presenterats i vetenskapliga tidskrifter.

Övergående mindre allvarliga biverkningar är sannolikt mycket vanliga. I en internetbaserad tysk studie rapporterade så många som 67 % av deltagarna någon biverkan (49). I en dansk studie rapporterade 27 % att de hade haft någon form av besvär under de första tre månaderna efter tatueringstillfället (50). Kroniska hudbesvär har rapporterats i betydligt mindre omfattning (2–6 %) (49, 51).

Miljöhälsoenkäten (MHE23) innehöll frågor om hudbesvär orsakade av tatueringar (Appendix II). Av de som besvarade enkäten rapporterade 4,7 % att de hade hudbesvär orsakade av tatueringar. Det var vanligare bland de som var i åldern 18–39 år (5,1 %) jämfört med dem mellan 60–84 år (2,5 %). Risken för att få hudbesvär påverkades av hur stor yta som tatueringarna omfattade. De som hade tatuerat ett område på kroppen som var mindre än en handflata angav hudbesvär i 2,1 % av fallen, jämfört med 12 % av dem med tatueringar på ett område större än 5 handflator. Svarta tatueringar orsakade hudbesvär mindre ofta (4,8 %), jämfört med övriga färger (6,9–8,5 %).

Infektioner

Vid tatuering penetreras huden av nålen och därför finns det alltid en viss infektionsrisk. Infektioner kan orsakas av inadekvat steriliserade verktyg, kontaminerade färger och bakterier på huden. När nålen penetrerar huden kan den föra med sig hudbakterier till dermis och där kommer färgen/nålen i kontakt med blod- och lymfkärl. Under sår läkningen kan man också utveckla en infektion, som inte uppstod vid tatueringstillfället. Under sår läkningsperioden kan även lymfkörtlar palperas. En övergående svullnad i huden är normalt förekommande och inte tecken på infektion. *Stafylococcus aureus* och *streptokocker pyogenes*, *pseudomonas aeruginosa* och *mycobakterier* (icke-tuberkuloida) är de vanligaste bakterierna som orsakar lokala infektioner (52, 53). I en EU-rapport från 2016 (1) visade insamlade data från mer än 3800 produkter som används vid tatuering att 11 % av tatueringsfärgerna av dessa inte var sterila. Patogener som rapporterades inkluderade *pseudomonas*, *stafylokokker*, *streptokocker* och *enterokocker*.

Bakteriella infektioner

Grampositiva Kocker

Stafylococcus aureus och streptokocker pyogenes orsakar inte sällan ytliga infektioner som follikulit (hårsäcksinflammation) och impetigo (svinkoppor). Dessa infektioner är ofta lätta att behandla, men även infektioner med meticillin-resistenta stafylokocker (MRSA) har rapporterats efter tatuering (54). Man kan även få en spridning av en bakteriell infektion till övriga kroppen efter att man låtit tatuera sig, men det finns få publicerade studier om systemiska infektioner. En systemisk infektion kan orsaka tillstånd som cellulit (en djupare infektion i huden), bakteriell endokardit (infektion i hjärtklaffarna), pyelonefrit (njurbäckeninflammation), nekrotiserande fasciit (infektion i mjukdelarna) eller septisk chock (53).

Mycobakteriella infektioner

En studie om vilka bakterier som orsakade lokala infektioner visade att dessa kunde orsakas av mykobakterier (M) som M. haemophilum, M. marinum, M. fortuitum, M. abscessus och M. chelonae (55, 56). Infektion med M. chelonae har oftast varit ett resultat av att den svarta färgen har späts ut med osterilt vatten för att få en grå nyans (57, 58). Primär hudtuberkulos har även förekommit i samband med tatuering, då inokulation av M. tuberculosis eller M. bovis har skett till en individ som varit utan immunitet (59).

Virusinfektioner

Några säkra uppskattningar om hur vanligt det är med virala infektioner som orsakats av tatueringar finns inte, utan kunskapen bygger på rapporterade fall i litteraturen. När Cohen i en översiktsartikel från 2021 (60) sammanställde de studier som publicerats om virusorsakade hudutslag i tatueringar var de mest förekommande patogenerna humant papillomavirus (HPV) (45 individer), molluscum contagiosum (24 individer), och enstaka fall som orsakades av rubella (röda hund), HIV och herpes simplex. HPV-infektionerna manifesterades som vårtor (verruca vulgaris och verruca plana) i tatueringen.

Allvarliga systemiska virala infektioner som HIV (enstaka fall), hepatit-B och hepatit-C har rapporterats i samband med tatuering. Hepatit-C är den vanligaste rapporterade systemiska virusinfektionen i de fallrapporter som publicerats. I en översiktsartikel studerades om tatueringar ökade risken för hepatit-C (61). I metaanalysen inkluderades 83 studier och den visade en ökad risk för hepatit-C (OR 2.74 (KI 95% 2.38-3.15)). Ett ännu starkare

samband sågs bland de som inte hade injicerat droger (OR 5.74, 95% KI 1.98–16.7). Risken för hepatit-B studerades i en annan översiktsartikel (62) där trettioen studier inkluderades i en metaanalys. Resultatet visade en ökad risk för de som hade tatuerat sig (OR 1.48 (KI 95% 1.30-1.68)). Dessa allvarliga infektioner har i stor omfattning skett vid tatuering under icke-professionella förhållanden, som till exempel i fängelser.

WHO deklarerade att utbrottet av apkoppor (Mpox), av typen Klad 2, under 2022 var oroande ur ett internationellt folkhälsoperspektiv och att spridning av virus sker framför allt mellan personer med nära hudkontakt. Den första studien med fall som smittats av Mpox i samband med tatuering publicerades under 2022 (63). I Andalusien, på spanska solkusten, smittades 20 personer efter att de hade tatuerat sig i samma studio. Smittan överfördes framför allt av kontaminerade verktyg som användes vid tatueringstillfället.

Övriga infektioner

Svampinfektioner i huden efter tatuering är sällsynta och endast några enstaka fall orsakade av dermatofyter som *aspergillus fumigates*, *sporotrichosis*, *zygomycosis* och *acremonium fungi* finns beskrivna (64). Enstaka fall av syfilis och lepra finns beskrivet i litteraturen (65).

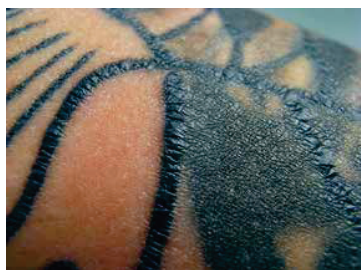
Hudsjukdomar - andra tillstånd i huden

Vid tatuering sker alltid ett visst inflammatoriskt svar i huden, även om pigmenten är svårösliga och stabila. Det inflammatoriska svaret kan se olika ut beroende av individ, men också på vilka färger som används.

Främmandekroppsgranulom – främmandekroppsreaktioner

När ett främmande ämne som ett färgpigment tränger in i huden reagerar immunförsvaret på detta och kapslar in ämnet. Då kan ett granulom bildas, vilket består av makrofager med flerkärniga jätteceller, s.k. främmandekropps-jätteceller som har fagocyterat det främmande materialet. Främmandekroppscellerna är omgivna av lymfocyter.

Dessa reaktioner är vanligen papulonodulära (figur 5). De är framför allt associerade med carbon black, men kan också orsakas av till exempel kvicksilver (66). Carbon black betraktas normalt som ett inert ämne och man har förklarat reaktionerna med att nanopartiklar av kol aggregerar och bildar agglomerat på grund av elektrisk laddning som över tid formar stora kluster och triggas immunförsvaret att orsaka en inflammatorisk reaktion. Dessa reaktioner är kroppens svar på ett främmande ämne hos predisponerade individer, och inte en specifik hudsjukdom eller symtom på kontaktallergi. När man i en studie undersökte 405 patienter med 493 symtom, som sökt vård för hudbesvär orsakade av en tatuering, fann man att 66 patienter (13 %) hade papulonodulära förändringar (67). Det har i flera studier visats att papulonodulära förändringar inte alltid är främmandekroppsreaktioner utan att de även kan orsakas av sarkoidos (se nedan under rubriken sarkoidos).



Figur 5. Främmandekroppsgranulom i svart tatuering. Ur "Tattooed Skin and Health: Current Problems in Dermatology" by Serup, Hutton Carlsen, Sepehri. © 2015 S. Karger AG, Basel

Autoimmuna hudsjukdomar

Autoimmuna hudsjukdomar, som psoriasis, vitiligo, lichen ruber planus, pyoderma gangrenosum, lupus erythematosus och sarkoidos kan triggas av ett hudtrauma. Det innebär, till exempel vid psoriasis, att det på ett friskt hudområde uppkommer ett psoriasisutslag efter en skada på huden som en tatuering, eller att man river sig i huden. Detta svar i huden kallas för en Köbnerreaktion. Därför kan dessa sjukdomar visa sig i en tatuering (68, 69). Det kan också hända att området för tatueringen blir den första manifestationen av sjukdomen. I dessa fall kommer utslagen ofta i samband med tatueringstillfället.

Sarkoidos kan orsaka granulombildning framför allt i svart färg (figur 6). Det har kliniskt visat sig som en papulonodulär reaktion i tatueringen och kan misstolkas som ett främmandekroppsgranulom orsakat av färgpigmentet. I en studie av patienter med papulonodulära reaktioner i tatueringar med svart färg kunde man visa att 19/92 (29 %) av dessa patienter hade en granulombildning som orsakats av sarkoidos (70). Artikelförfattarna drog slutsatsen att papulonodulära reaktioner i svarta tatueringar inte kan förutsättas vara främmandekroppsgranulom utan att sarkoidos först måste uteslutas.



Figur 6. Sarkoidos i en svart tatuering. Ur "Tattooed Skin and Health: Current Problems in Dermatology" by Serup, Hutton Carlsen, Sepehri. © 2015 S. Karger AG, Basel

Psoriasis Alla personer med psoriasis får inte Köbnerreaktioner, men reaktionssättet är generellt sett vanligt (71). I en internetbaserad studie som inkluderade 2 053 psoriasispatienter rapporterade 414 (20,2 %) av dessa att de hade en eller flera tatueringar (72). Biverkningar rapporterades totalt av 6,6 % av deltagarna. Köbnerreaktioner i samband med tatuering, rapporterades av 2 % av dem utan pågående behandling för sin psoriasis. Motsvarande andel bland dem med pågående behandling för psoriasis var 9,1 %. Resultatet indikerar att risken för Köbnerreaktioner ökar med sjukdomens svårighetsgrad/aktivitet. I en tidigare studie från Finland som

inkluderade 90 patienter med psoriasis, rapporterades Köbnerfenomen betydligt oftare (28 %) (73).

Pyoderma gangraenosum är en ovanlig, icke-infektiös hudsjukdom. Den debuterar med en papel, pustel eller blåsa, som snabbt växer till ett smärtsamt nekrotiskt sår med underminerade, ofta violetta, kanter. Mer än hälften av alla patienter med pyoderma gangraenosum har en underliggande sjukdom som inflammatorisk tarmsjukdom, artrit, monoklonal gammopati eller blodcancer. Trauma mot huden, även nålstick och sårskador är kända utlösande faktorer. Med tanke på hur vanligt det är att individer tatuerar sig är pyoderma en mycket sällsynt komplikation, där endast enstaka fall finns publicerade (74).

Pseudolymfom Orsaken till att pseudolymfom uppstår är inte känd. Man har resonerat i termer av att kronisk inflammation resulterar i en polyklonal proliferation av lymfoida B- och T-celler. Histologiskt, ser det ut som ett lymfom i huden med T- eller B-celler, men är kliniskt benignt. Pseudolymfomatösa reaktioner kan orsakas av kontaktallergi för ett färgpigment (75). Det finns ett tiotal fall beskrivna, oftast relaterat till tatuering med röd färg.

Granuloma annulare (GA) är en hudsjukdom som förekommer relativt ofta i befolkningen och kännetecknas av ringformade granulom i huden. Kontaktallergi är en faktor som kan trigga sjukdomen. Det finns endast ett fåtal vetenskapliga artiklar som beskriver GA i samband med tatuering (76). I en majoritet av fallen har det varit reaktioner mot rött pigment. Förklaringen kan vara att färgpigmentet har förändrat kollagenet, som i sin tur triggar en fördröjd överkänslighetsreaktion i huden.

Urtikaria i huden definieras som hastigt uppkomna kvaddlar med svullnad och rodnad, som försvinner inom 24–48 timmar. I en studie med 405 patienter som sökt för hudbesvär orsakade av tatueringar bedömdes 2,6 % ha urtikariella symtom som inte var relaterat till solexponering (70). Urtikaria kan triggas av fysikaliska faktorer som värme, kyla, tryck eller trauma som nålstick vid tatuering. Färgpigmentet har i sällsynta fall orsakat en sådan allergisk reaktion. I ett publicerat fall fick patienten en anafylaktisk reaktion efter att ha tatuerat sig (77). Patienten utreddes i ett senare skede och uppvisade en positiv reaktion vid pricktest med den färg som användes vid tatueringstillfället.

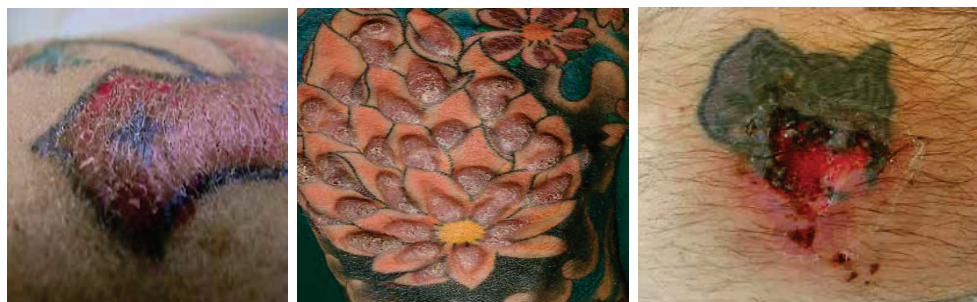
Enstaka fall med generell urtikaria har beskrivits när man tagit bort tatueringar med laser. I ett fall orsakade laserbehandlingen en behandlingsresistent urtikaria (78). Eftersom patienten inte förbättrades trots medicinsk behandling så opererades tatueringen bort, varvid patientens urtikaria förbättrades och läkte ut inom några dagar. Rodnad och svullnad som kommer direkt när huden utsätts för solljus och som försvinner när man

täcker huden, är inte typisk för urtikaria. Det rör sig sannolikt om en annan mekanism, där solljuset gör att fria syreradikaler bildas (se nedan i stycket om fototoxiska reaktioner).

Kontaktallergi

Att identifiera en allergisk reaktion orsakad av tatueringsfärger är svårt av flera skäl. Reaktionerna uppkommer vanligen efter månader upp till år efter tatueringstillfället, vilket gör det troligt att tiden och UV-exponering är av betydelse för att en kontaktallergi ska uppstå. Pigmentet förändras över tid innan ett haptent, en liten molekyl som uppfattas som främmande av kroppen, bildas som kan ge upphov till en kontaktallergi. Den kliniska bilden är inte alltid typisk för ett kontaktallergiskt eksem och de histologiska fynden vid en hudbiopsi är inte heller entydiga. Kontaktallergi orsakas oftast av pigmentet i färgen. Tillsatssämnen som konserveringsmedel och alkohol är vattenlösliga ämnen och försvinner från huden efter en kort tid, innan en kontaktallergi hinner utvecklas. Däremot kan produkter som används för sårläggning ge upphov till kontaktallergi eftersom en trasig hudbarriär släpper igenom en större mängd av potentiella allergen. En kontaktallergi kvarstår hela livet och symptomen kan vara svåra.

Kontaktallergiska reaktioner kan ha ett varierat utseende: plackliknande, fjällande (hyperkeratotiska) eksem eller sårbildning (figur 7 a,b,c). Dessa reaktioner orsakas oftast av färger som innehåller rött pigment. Kontaktallergi mot svart färg är sällan förekommande eftersom svarta tatueringar oftast innehåller carbon black som inte orsakar allergi. Hudreaktionerna vid kontaktallergi är hos den enskilda individen monomorfa. Det betyder att alla reaktioner har samma utseende i samtliga av de områden som är tatuerade med det aktuella färgpigmentet.



Figur 7. Kontaktallergiska hudreaktioner i tatuering.

- a. Papelonodulärt plack
- b. Hyperkeratotisk (fjällande reaktion)
- c. Eksem med sårbildning

Ur "Tattooed Skin and Health: Current Problems in Dermatology" by Serup, Hutton Carlsen, Sepehri. © 2015 S. Karger AG, Basel

Allergiska reaktioner uppkommer alltid på platsen för tatueringen, men det finns fall med utslag som har spritt sig på kroppen hos patienter med en tidigare bekräftad kontaktallergi. Dessa eksem har kommit inom ett par dagar efter tatueringstillfället. Det har även rapporterats generella utslag efter laserbehandling (79).

Intensiv klåda, smärta eller dysestesi (förändrad smärtupplevelse) i en tatuering – utan att det finns synliga förändringar i huden – är inte tecken på en allergisk reaktion.

Epikutantest vid misstanke på kontaktallergi

Att epikutantesta patienten har ett begränsat värde för att ställa diagnosen kontaktallergi, troligtvis eftersom färgpigmentet förändras över tid och först efter månader/år orsakar en kontaktallergisk reaktion. Test med färgen som använts vid tatueringstillfället kan ge positivt resultat i begränsad omfattning. I en studie med klinisk misstanke om kontaktallergi, testades 79 patienter med 8 färger (80). Nio patienter uppvisade positiva reaktioner; 3 reagerade på rött pigment, 2 på lila respektive grönt och enstaka patienter på svart, vitt och gult pigment. I samma studie testades 89 patienter med europeisk basserie och av dessa uppvisade 2/3 ett helt negativt test. Bland dem med positiva reaktioner orsakades dessa framför allt av metallerna kobolt, nickel och krom. Kontaktallergier mot dessa metaller är vanligt förekommande i befolkningen, vilket gör det osäkert om positiva reaktioner mot dessa metaller är relevanta för kontaktallergiska reaktioner i tatueringar (81). Om metaller i färg och nålar skulle vara en vanlig orsak till kontaktallergi i tatueringar förväntar man sig att dessa reaktioner ofta skulle uppstå i anslutning till tatueringstillfället, och inte långt senare. Man borde också se kontaktallergiska reaktioner orsakade av svart färg betydligt oftare. Slutsatsen blir därför att nickel i färg och nålar inte orsakar kontaktallergiska reaktioner i tatueringar annat än i undantagsfall.

De färgämnen som finns tillgängliga i dagens testserier fångar inte kontaktallergier orsakade av färgpigment i tatueringar. I en studie analyserades 104 biopsier från patienter med kontaktallergiska reaktioner orsakade av röda tatueringar (82). Med hjälp av masspektrometri identifierades pigment red 170, 120 och 22 i biopsierna och dessa azo-färgämnen ämnen finns inte kommersiellt tillgängliga för test.

Behandling av kontaktallergiska reaktioner

Traditionellt har kortisoninjektioner använts som behandling. De har i många fall ytterst måttlig effekt på besvären, vilka kan vara uttalade och kvarstå under många år eller resten av livet. I en nyligen publicerad artikel presenteras två fall där behandling med en kräm som innehöll en Janus

kinashämmare (JAK-hämmare) gav effekt. Patienterna fick omedelbart mindre klåda och eksemet förbättrades (83). Den första krämen som innehåller en JAK-hämmare väntar på ett godkännande i EU, för behandling av kroniskt handeksem. Eftersom kortison, förutom att det har en dålig effekt på besvären, även orsakar hudförtunning vid behandling under längre perioder, skulle JAK-hämmare kunna vara ett säkrare och effektivare behandlingsalternativ vid uttalade besvär.

Fototoxiska reaktioner

Fototoxiska reaktioner är sannolikt vanligt förekommande efter tatuering. Reaktionen kommer direkt vid solexponering och orsakar rodnad, värme, svullnad och stickningar i huden. Röda, svarta och blå färger ger oftast upphov till reaktionerna. Tidigare orsakades dessa reaktioner av tatueringar som innehöll kadmiumsulfid, ett metallsalt som finns i gula och röda pigment. Numera är det vanligt med fototoxiska reaktioner orsakade av organiska pigment, vanligen azo-färgämnen.

I en studie svarade 144 solbadande tatuerade individer på frågor om hudbesvär (84). Totalt 22 % av dessa angav att direkt solljus orsakade reaktioner i tatueringarna, och framför allt i tatueringar med röda nyanser. Dessa reaktioner uppstod omedelbart vid exponering och bedömdes vara fototoxiska reaktioner. Som förebyggande åtgärd kan tatueringar behöva skyddas med kläder. Den exakta mekanismen för fototoxiska reaktioner är inte känd. Idag tror man att fotokemiska processer av färgpigmentet bildar fria syreradikaler vid exponering för solljus som i både svarta och färgade pigment ger upphov till rodnad, klåda och svullnad i huden. Vid solutlöst urtikaria försvinner inte symtomen direkt efter det att exponeringen för solljus har upphört.

Lymfödem

Tatueringar kan även påverka lymfkärslssystemet. Lymfkärslssystemet i huden fungerar som ett dräneringssystem för den vätska som läckt ut i vävnaderna (85). Det består av små kapillärer som tar upp vätska i vävnaderna, som sedan transporteras via lymfkärnen tillbaka till blodomloppet. På vägen filtreras vätskan i lymfknutarna där immunförsvarets celler tar upp främmande partiklar. Om dräneringen är otillräcklig uppstår ödem i hudområdena.

En mindre studie med 19 deltagare visade att tatueringar med andra färger än svart påverkade lymfkärlens utformning mer än tatueringar som innehöll enbart svart pigment (86). Bland 5 individer med 6 stycken multi-färgade tatueringar sågs onormalt lymfdränage i 5 av tatueringarna jämfört med 3 av 10 av dem med enbart svarta tatueringar. Orsaken till detta kan vara att

pigment av annan färg än svart injiceras djupare in i huden och sannolikt också av skillnader i pigmentens kemiska egenskaper och toxicitet. Förändringar i lymfkärlens dränering identifierades framför allt då tatueringen fanns på den nedre delen av extremiteterna. Dessa komplikationer kan antas bero på de repetitiva sticken i huden med små mikrotrauman som följd.

Kosmetiska biverkningar och smärttillstånd i huden

Tatuering kan betraktas som ett trauma mot huden som skulle kunna resultera i hypertrofiska ärr eller keloider på övre delen av armarna och bålen, men detta rapporteras sällan. Det finns fallbeskrivningar, men det verkar inte vanlig förekommande. En vanlig kosmetisk biverkning är missnöje med tatueringen på grund av felaktig applicering av pigmentet en s.k. "blow-out". Den orsakas av för djupt injicerat pigment i subkutant fett, och uppstår tidigt efter tatueringstillfället (87). Den ger suddiga yttre linjer i tatueringen. Även laserbehandling kan orsaka pigmentmigration och när pigmentet innehåller järnoxid kan en mörk pigmentering på huden finnas kvar efter behandlingen.

Tatueringar kan orsaka svår smärta och klåda utan några synliga förändringar i huden och med väsentligen normal histologi (88). Det förmodas beror på att pigmentet stimulerar/degenererar C-fibrerna i de sensoriska nerverna i huden. Det kan ge symtom över ett dermatom, vilket är ett område på huden som innerveras av en specifik ryggmärgsnerv. Det kan hända att smärtan är spridd över ett område som är större än ett dermatom och kallas i de fallen för ett "komplext regionalt smärtsyndrom". Smärttillstånd förekommer framför allt vid tatuering av underarm eller handled.

Sammanfattning

Lindriga infektioner som uppstått i samband med tatuering är vanliga och ofta lätta att behandla. Det finns beskrivna fall med systemiska infektioner som sepsis och endokardit. Risken för svåra virusinfektioner som hepatit-B och hepatit-C är sannolikt låg vid goda hygienrutiner. Ett observandum är utbrottet av Mpox (Klad 2) bland 20 personer som tatuerat sig i samma studio och kontaminerade verktyg orsakade smittan. Mpox Klad 1 är mer smittsam än Klad 2 och därför är det inte osannolikt att en liknande situation kan uppstå igen.

Hudsjukdomar och kontaktallergi som orsakas eller triggas av tatueringar är kända biverkningar, men det är osäkert hur vanligt förekommande de olika tillstånden är. Kontaktallergi mot ett ämne i tatueringen kvarstår hela livet

och orsakas oftast av rött pigment. Relativt få drabbas, men det medför ofta betydande besvär för individen. Främmandekroppsgranulom uppstår inte sällan i svart färg och är ingen kontaktallergi utan ett reaktionssätt hos individer som har benägenhet för detta. Sarkoidos kan förekomma i tatueringar av svart färg och kan felaktigt tolkas som ett främmandekroppsgranulom. Solutlöst rodnad, svullnad och klåda är vanligt bland dem med röda men även svarta tatueringar.

Tatueringar och cancer

Tatueringar har blivit alltmer vanligen förekommande i befolkningen trots att de färger som används innehåller kemikalier som klassificerats som cancerframkallande (89). Tidigare har forskningen framför allt fokuserat på akuta hälsoeffekter i samband med att tatueringen utförs, men under senare tid har risken för mer långsiktiga hälsoeffekter uppmärksamrats. Bland annat har WHO:s cancerforskningsinstitut IARC ett pågående forskningsprogram för att undersöka om tatueringar är förknippade med ökad cancerrisk (90). Flera fall-studier finns publicerade, exempelvis av malignt melanom (91), men dessa tillåter inte slutsatser om orsakssamband. Det finns för närvarande endast fyra epidemiologiska studier om tatueringar och risken för cancer i den vetenskapliga litteraturen, vilka beskrivs nedan.

Exponeringsskattningen i epidemiologiska studier

I epidemiologiska studier av exponeringars långtidseffekter på risken för sällsynta sjukdomar behöver oftast information om exponeringen inhämtas från studiedeltagarna via frågeformulär, så kallad självrapporterad exponeringsinformation. När det gäller tatueringar handlar det om att studiedeltagarna själva ska skatta tatueringens storlek, färger och placering(ar) på kroppen, samt när tatueringarna gjordes. Inom IARC's forskningsprogram har man gjort en utvärdering av hur korrekt friska deltagare rapporterar sina tatueringar vid användning av olika metoder att uppskatta storlek, färger och placering på kroppen (92). Deltagarnas rapportering jämfördes med skattningar gjorda av en utbildad expert. Man fann bl.a. att det var vanligt att tatueringarnas storlek överskattades, oberoende av mätmetod. Den metod som gav bäst överensstämmelse var att rapportera storleken i relation till storleken på ett kreditkort. Denna metod gav dock störst bortfall, särskilt bland personer som hade stora tatueringar. Att använda handflatan som jämförelsemått ledde till en genomsnittlig överskattning av storleken till ungefär dubbelt så stor, men denna metod var lättare för deltagarna att använda. Storleken på små tatueringar överskattades mer än för stora, men den totala ytan i cm överskattades mer för stora tatueringar. Precisionen blev bättre om deltagarna ombads mäta sin handflata.

Epidemiologiska studier kan ha olika studiedesign, vilket har betydelse för resultatens tillförlitlighet. I en fall-kontrollstudie där man i efterhand frågar patienter och friska kontroller om exponering tidigare i livet finns risken att självskattningen av tatueringarnas storlek och färger påverkas av om man har diagnostiserats med cancer eller är en slumpmässigt vald frisk kontroll.

Om cancerpatienterna överskattar storleken på tatueringarna mer än de friska kontrollerna finns en risk att sambandet med cancerriksen överskattas. I en kohortstudie skattas exponeringen prospektivt, dvs innan den studerade sjukdomen har inträffat. Sjukdomen kan därför inte påverka hur korrekt man rapporterar sina tatueringar, och därför är en prospektiv studiedesign att föredra.

Epidemiologiska studier

De fyra tillgängliga epidemiologiska studierna av tatueringar och cancerriks studerade non-Hodgkins lymfom (NHL) och multipelt myelom (93), basalcellscancer (94), elakartade lymfom (95) respektive Hodgkins lymfom (HL) och NHL, samt myeloida maligniteter (96). Alla fyra är populationsbaserade fall-kontrollstudier med retrospektiv insamling av tatueringsinformationen.

Warner och medarbetare (93) använde data från två existerande populationsbaserade kanadensiska fall-kontrollstudier och inkluderade 737 fall av NHL och 373 fall av multipelt myelom 20 år eller äldre, samt ungefär lika många köns- och åldersmatchade kontroller. Svarsfrekvensen i studien av NHL var 58,4% av fallen och 35,7% av kontrollerna. Motsvarande information saknades i studien av multipelt myelom.

Exponeringsinformationen inhämtades via självrapporterade frågeformulär. Analyserna gjordes med logistisk regression (omatchade analyser), med justering för kön, ålder, utbildning, etnicitet, BMI och familjehistorik. Man analyserade tatueringar dikotomt (tatuering ja/nej) samt antal tatueringar (1–2, 3 eller fler) och ålder vid första tatueringen. Tatueringar som gjordes inom ett år före diagnos/motsvarande datum för kontrollerna inkluderades inte. Man observerade inte något samband mellan tatueringar och sjukdomsrisk för något av utfallen. För NHL var oddskvoten för att ha minst en tatuering 1.04 (95 % konfidensintervall (KI) 0.66–1.62) och för multipelt myelom 1.08 (95 % KI 0.66–1.80). För de som hade 3 eller fler tatueringar var oddskvoten för NHL 1.03 (KI 0.44–4.42) och för multipelt myelom 0.55 (KI 0.14–2.01). På grund av att endast en liten andel studiedeltagare hade en tatuering (5,7 % av fallen och 5,9 % av kontrollerna) fanns begränsade möjligheter att göra mer detaljerade analyser, men i texten nämns att man inte fann statistiskt signifikanta samband för någon av subtyperna av NHL. Vidare saknades information om hur stor yta av huden som var tatuerad och vilka tatueringsfärger som använts.

Barton och medarbetare (94) baserade sina analyser på existerande fall-kontrollstudier som inkluderade patienter med tidigt debuterande basalcellscancer (20–50 års ålder) och kontroller frekvensmatchade till fallen på kön och åldersgrupp (10-årsintervall). Fall och kontroller

rekryterades under två olika perioder (2001–2002 och 2012–2014), men rekryteringsprocessen var allt för otillräckligt beskriven för att kunna bedöma svarsfrekvensen. Hypotesen var att risken för hudtumör ökar lokalt vid tatueringsstället. Analyserna begränsades därför till fall och kontroller som hade åtminstone en tatuering, vilket inkluderade 156 fall och 213 kontroller (17 % av fallen och 26 % av kontrollerna). Kontrollerna gavs en fiktiv "tumörlokalisering" matchad på lokaliseringen för fallets tumör. Analyserna gjordes med logistisk regression, och justerades för kön, ålder, antal gånger man bränt sig i solen (smärtsamt) och studieperiod. Man utvärderade ytterligare potentiella confoundingfaktorer, bl.a. utbildning och faktorer som är relaterade till risken för hudcancer, men dessa påverkade inte resultaten. Analyserna beräknade oddskvoten för att ha en tatuering vid tumörlokaliseringen (eller den fiktiva lokaliseringen) för fallen respektive kontrollerna, jämfört med att ha en tatuering vid en annan lokalisering. En oddskvot på 1,8 (95 % KI 1,0–2,3) observerades. Högst oddskvoter observerades för gul och grön tatueringsfärg, men dessa analyser baserades på mycket små tal och konfidensintervallen kring effektestimaten var mycket vida. Man undersökte inte storleken på tatueringarna eller ålder då första tatueringen gjordes.

Nielsen och medarbetare (95) inkluderade alla patienter i åldern 20–60 år som nyinsjuknat i malignt lymfom i Sverige under perioden 2007–2017. Totalt identifierades 2938 patienter (både Hodgkins och non-Hodgkins lymfom). Tre kontroller per fall valdes slumpmässigt från befolkningen under studieperioden, matchade till fallen på kön och ålder.

Exponeringsinformationen samlades in via enkäter under 2021. Deltagarna ombads ange storleken på det tatuerade området som antal handflator (<1, 1–5, >5), i analyserna dikotomiserat till <1, ≥1. Man efterfrågade även ålder vid första respektive sista tatueringen, samt antal tatueringar och tatueringarnas färg. Svarsfrekvensen var 54 % bland fallen och 47 % bland kontrollerna från de som var i livet då enkäten skickades ut 2021.

Analyserna gjordes med betingad logistisk regression för att ta hänsyn till matchningen. Man utförde även omatchade analyser som justerades för matchningsvariablerna kön och ålder. Dessutom justerades även för utbildning, inkomst, rökning och civilstånd. I de matchade analyserna ingick 1161 patienter (40 % av identifierade) och 1997 kontroller (23 % av identifierade) efter exkludering av avlidna patienter (11 %) och ofullständiga matchade set (då antingen fallet eller samtliga kontroller saknades). I omatchade analyser inkluderades 1392 patienter och 4179 kontroller. Personer som hade tatuerat sig (21 % bland fallen och 18 % bland kontrollerna) hade en något förhöjd risk för malignt lymfom jämfört med dem utan tatuering: oddskvoten var 1.21 (95 % KI 0.99-1.48) i den matchade analysen justerad för relevanta confoundingfaktorer. I en omatchad analys var oddskvoten 1.18 (95 % CI 1.01-1.39). Man fann inte något exponerings-

respons samband; riskestimatet var högst för dem med tatueringsstorlek <1 handflata och bland dem som haft tatuering en kort tid innan diagnos (<2 år). Tatueringsfärg analyserades som endast svart/grå respektive svart/grå och någon färg. Specifika färger analyserades inte separat. Riskestimatet var något högre för tatuering med enbart svart/grå färg. Analyser av specifika subtyper av lymfom baserades på små tal och gav statistiskt instabila resultat.

McCarty och medarbetare (96) identifierade nyinsjuknade fall av HL, NHL och myeloida maligniteter (akut och kronisk myeloid leukemi, myelodysplastiskt syndrom, m fl) i åldersgruppen 19–79 år från det populationsbaserade cancerregistret i Utah, USA, mellan 1 juli, 2019 och sista december 2021. Kontroller identifierades från en årlig undersökning om hälsorelaterade beteenden som genomförs i alla delstater i USA, där man i Utah kunnat lägga till tre frågor om tatueringar i 2020 och 2021 års telefonintervju. Totalt besvarade 820 patienter enkäten (45 %) varav 79 diagnostiserats med HL, 562 NHL och 179 med en myeloid malignitet). Bland kontrollurvalet besvarade 55 % 2020 års och 47 % 2021 års enkät. Av dessa hade 14 % inte besvarat frågorna om tatueringar, vilket sammantaget gav en något lägre svarsfrekvens än bland fallen. Slutligen matchades 10 kontroller per fall utifrån 5-års åldersgrupper, kön, ras och etnicitet. Resultaten visade inte någon ökad förekomst av lymphoida eller myeloida maligniteter bland personer som var tatuerade jämfört med de som inte hade haft någon tatuering; för HL var OR=0.66 (95 % CI 0.36, 1.21), för NHL 0.83 (95 % 0.61, 1.11) och för myeloida maligniteter 0.99 (95 % CI 0.58, 1.68). Man fann inte någon ökad risk bland personer med många stora tatueringar eller som gjorde sin första tatuering tidigt i livet, inte heller bland de som haft en tatuering under minst 10 år. Man gjorde många olika subgruppsanalyser som var och en baserades på små tal, och effektestimaten i subgrupperna varierade stort kring 1.0, utan något samstämmigt mönster.

De tillgängliga studierna har ett flertal metodologiska begränsningar. Felkällor är framför allt osäkerheten i exponeringsskattningen då informationen inhämtats efter att cancersjukdomen diagnostiserats och det därför finns en risk att kvalitén på informationen skiljer sig mellan fall och kontroller på ett systematiskt sätt. Studierna har haft låga svarsfrekvenser vilket ger utrymme för selektionsfel, och ett litet antal tatuerade i studierna har gett betydande slumpmässig variation och förhindrat informativa detaljerade analyser, exempelvis av olika tatueringsfärger, storlek på det tatuerade området och hur länge man varit tatuerad. De två senast publicerade studierna hade bäst information i dessa avseenden, men ingen av studierna fann någon indikation på ökande risk med ökad storlek på det tatuerade området. Den svenska studien observerade riskökningar framför

allt för dem som tatuerat sig nära in på tumördiagnosen (95), vilket inte observerades i den amerikanska studien (96).

Pågående epidemiologiska studier

Flera studier av tatueringar och cancerrisk pågår för närvarande. I ett samarbete mellan WHO:s cancerforskningsinstitut IARC och det tyska centret för cancerforskning (DKFZ) har en prospektiv insamling av detaljerad tatueringsinformation genomförts i befintliga kohorter i Frankrike och Tyskland (se <https://tattoo.iarc.who.int/>). Vardera kohort inkluderar ca 200 000 deltagare, och bland dessa följs 15 000 respektive 18 000 tatuerade personer och lika många matchade kohortdeltagare utan tatueringar. Deltagarna kommer att följas under flera decennier med avseende på cancerförekomst, samt andra hälsoeffekter, som exempelvis immunologiska sjukdomar. Sjukdomsriskerna kommer att utvärderas vart 5:e år, med början 2024-25.

Den svenska fall-kontrollstudien har publicerat resultat för NHL (95), men studien omfattar även malignt melanom och skivepitelcancer (2), och dessa resultat borde publiceras inom kort. Metodproblemen kopplade till fall-kontrolldesignen kommer dock att finnas även för dessa cancerformer.

Datainsamlingen för de svenska fall-kontrollstudierna inkluderar ett stort antal kontroller som också ska följas prospektivt i en kohortdesign. Totalt ingår ca 13 000 kontroller sammanlagt i de tre fall-kontrollstudierna, varav 21 % har en tatuering. Kohortdeltagarnas sjukdomsförekomst följs i de populationsbaserade hälsodataregistren som finns i Sverige, t.ex. Cancerregistret, Patientregistret och Läkemedelsregistret. Studien kommer framöver kunna ge kunskap om tatueringars effekt på olika sjukdomar.

Sammanfattning

Sammantaget ger de få tillgängliga studierna inte tillräckligt vetenskapligt underlag för att dra slutsatser om ifall tatueringar kan påverka risken för cancer. Studierna har undersökt olika typer av cancer eller kombinerat subgrupper av tumörer på olika sätt, vilket gör att underlaget inte är tillräckligt för att kombineras i en meta-analys. De två senast publicerade studierna inkluderade ett stort antal fall och kontroller och samlade in detaljerad information om tatueringarna, men trots detta var riskestimaten statistiskt osäkra, och man observerade inte något dos-responsmönster. De måttliga riskökningar som observerats i några av studierna, liksom de reducerade riskestimat som också observerades, skulle kunna förklaras av de felkällor som diskuterats, men ett samband mellan tatueringar och cancerrisk kan heller inte uteslutas.

Reproduktionstoxicitet

Forskningen om inverkan av tatueringar på manlig och kvinnlig fertilitet och inverkan på graviditet och fosterutveckling är mycket begränsad eller obefintlig. En observationsstudie bland gravida tatuerare, varav många själva var kraftigt tatuerade, har inte bidragit med någon indikation på att det skulle finnas någon koppling till teratogena effekter (97). Det finns dock ett samförstånd bland professionella utövare att man inte ska applicera tatueringar på individer som är gravida eller ammar. Detta beror på förekomsten av toxiska substanser och nanopartiklar i tatueringsfärger samt på eventuella tatueringskomplikationer, främst hudinfektioner och överkänslighetsreaktioner, som kan kräva behandling med läkemedel.

Behandlingar för att ta bort tatueringar

Laserbehandling

Laserbehandling av tatueringar syftar till att bryta ner färgpigmenten med intensiva ljuspulser. Standardmetoden idag är en så kallad Q-switchad YAG laser vilket ger upphov till ljuspulser med hög energi men kort duration, till skillnad från en kontinuerlig laser. Den allmänna uppfattningen är att laserbehandlingen genererar mindre fragment av tatueringspigmenten som sedan kan transporteras av makrofager till lymfkörtlarna, men det tycks inte finnas någon forskning på tatueringspigmentens vidare öde när pigmenten eller dess beståndsdelar väl har lämnat huden och hamnat i lymfkörtlarna.

En studie på möss har nyligen visat att framgångsrik borttagning av tatueringar med hjälp av laserbehandling är korrelerad till graden av infiltration av makrofager i huden (98). Med andra ord tycks makrofager ha betydelse för omhändertagandet av de fragment som uppstår vid laserbehandling. I en annan studie på möss kunde forskare påvisa att fibroblaster (bindvävsceller) i huden också kan ta upp tatueringspigment (99). Man fann dock att fördelningen av pigment skiljde sig markant mellan makrofager och fibroblaster: ett litet antal makrofager tog upp ett stort antal partiklar medan ett stort antal fibroblaster tog upp en liten mängd partiklar. Man spekulerade i att laserbehandling i kombination med hämning av cellulärt upptag av pigmentfragment skulle kunna leda till en ökad bortförsel av dessa pigment till regionala lymfkörtlar (detta har dock aldrig studerats).

Laserbehandling kan också leda till omfördelning av färgpigment i den närliggande huden (hos människa). Detta brukar benämnas "tattoo bleeding" (100). Laserbehandling kan ge upphov till nedbrytningsprodukter som i sin tur är cytotoxiska och/eller genotoxiska (29).

Nanopartiklar kan även uppstå vid laserbehandling. En studie har visat att låga nivåer av ultrafina partiklar, dvs nanopartiklar, genereras vid laserborttagning av tatueringar (sammanlagt studerades 6 tatueringar hos 5 individer) (101). Man fann även luftburna metaller i samband med behandling, men nivåerna understeg de hygieniska gränsvärden som tagits fram av amerikanska myndigheter. Vid laserbehandling kan aromatiska aminer bildas i hud tatuerad med röd tatueringsfärg som exponerats för laserbehandling (10).

Laserbehandling kan orsaka ärrbildning (8,7 %), infektioner och brännsår (102) liksom kontaktallergiska reaktioner. Personer med känd allergi för rött pigment ska inte behandlas med laser, på grund av risken för en generell

kontaktallergisk reaktion (79). Enstaka fall av svår urtikaria efter laserbehandlingen har rapporterats (78).

Övriga behandlingar

Om tatueringen ska tas bort i sin helhet används kirurgisk borttagning. Ingreppet sker vanligtvis med lokalbedövning. Vid mindre tatueringar skär kirurgen bort tatueringen med ett enkelt snitt, medan större tatueringar kan kräva flera ingrepp och en hudtransplantation där hud från en annan del av kroppen används för att täcka området. Dessa ingrepp medför alltid ärrbildning, risk för infektion och risk för ett upphöjt ärr, en så kallad keloidbildning, hos predisponerade individer.

Dermabrasio betyder att epidermis och översta delen av dermis, slipas bort med ett roterande verktyg (103). Man får då en inflammation i huden som bland annat innebär att makrofager som innehåller pigment rör sig mot hudytan och vid en förnyad dermabrasio kan då ytterligare pigment tas bort. Proceduren ger minimalt med ärrbildning, men det kan vara svårt att få bort allt pigment. Metoden utförs framför allt på större tatueringar. Även vid ytlig dermabrasio finns risker för infektion, keloidbildning och hyper/hypopigmentering.

Salabrasion är en teknik där man tar bort tatueringar med vanligt salt. Detta görs genom att en saltlösning appliceras på det tatuerade området och sedan gnuggas med en steril kompress tills blodvite uppstår. Efter det appliceras mer saltlösning och huden lämnas att läka i flera veckor. Under läkningsprocessen bildas en skorpa på området som lossnar och tar med sig delar av pigmentet i huden. Proceduren kan upprepas efter läkning. Metoden är billig, men orsakar ärr och det är vanligt att man inte får bort allt pigment.

Kemisk borttagning av tatuering kan göras med kemikalier som fenol, triklorättiksyra och silvernitrat som orsakar en "brännskada" i huden. Det ger inte sällan ett sämre kosmetiskt resultat med missfärgningar och ärrbildning än andra metoder. Kryoterapi med flytande kväve kan användas för borttagning, men betraktas som en svårstyrd metod. En enstaka studie finns publicerad där man rapporterade att 75 % av patienterna som blivit behandlade med kryoterapi förbättrades (103).

Magnetrontgen, ryggbedövning och lymfkörtelförstoring

Magnetrontgen (MRI)

Tatueringar, som innehåller metalliska pigment av järn, men även neodymium, samarium, nickel och kobolt kan störa kvaliteten på MR-undersökningen, orsaka bildartefakter och orsaka hudbesvär.

Hudkomplikationer som en abrupt insättande brännande känsla och smärta när personen genomgår MRI finns rapporterat. I en översiktsartikel beskrivs att symtomen som uppstår vanligen är övergående och relativt lindriga och därför gör artikelförfattarna tolkningen att tatueringar inte bör påverka beslutet om man ska göra en sådan undersökning eller avstå (104).

Ryggbedövning

Teoretiskt skulle vävnad från en tatuering som förs in genom en epiduralkateter eller nål därefter kunna deponeras i det epidurala, subdurala eller subarachnoidala hålrummet i ryggmärgen, för att senare ge upphov till neurologiska komplikationer. I en översiktsartikel fann Kluger et al. (105) att inga komplikationer har rapporterats efter att man har applicerat en epiduralkateter i ländryggen sedan 2002. Anledningen till att risken är låg menar artikelförfattarna beror på att inget pigment finns kvar i epidermis 1–2 månader efter tatueringstillfället. Pigment som deponerats i dermis är framför allt lokaliserat till makrofager eller fibroblaster. Därför drar artikelförfattarna slutsatsen att om tatueringen ser oretad ut och huden omkring är läkt, saknas medicinsk risk att sätta en epiduralkateter genom tatueringen. I svensk praxis är grundregeln att undvika att kateterisera genom tatueringen.

Lymfkörtelförstoring

Efter tatueringstillfället dröjer det bara dagar tills pigment har tagits upp av immunologiskt aktiva celler. Pigment som har transporterats till lymfkörtlarna orsakar inflammatoriska reaktioner i dessa (lymfadenopati). Förstorade pigmenterade lymfkörtlar kan även ge en misstanke om ett primärt lymfom och bröstcancer. Lymfadenopati missfärgade av svart pigment kan ge misstanke om metastaser hos individer med cancer, som till exempel melanom. Vid bortoperation av en "sentinel node", en s.k. portvaktskörtel för att undersöka om en tumör har spritt sig vidare genom lymfsystemet, kan en lymfkörtel som färgats av pigment från en tatuering leda till att fler lymfkörtlar än nödvändigt tas bort (106). Lymfadenopati kan därför orsaka onödig oro och utredningar.

Kunskapsluckor

Det är väl dokumenterat att tatueringsfärger kan innehålla toxiska ämnen som är förbjudna enligt EU:s kemikalielagstiftning dvs Reach-begränsningen. Vidare att kända cancerframkallande, mutagena och reproduktionstoxiska ämnen i färgerna förekommer i halter som överskrider tillåtna gränsvärden. Fortsatta studier av tatueringsfärgers innehåll och regelefterlevnad är därför viktiga och kan identifiera behov av stärkt information och uppföljning från myndigheter.

Det finns också studier som visar att halterna av olika pigment minskar i huden över tid och att färgpigmentet transporteras till närliggande lymfkörtlar. Dessutom kan de organiska färgpigmenten innehålla olika föroreningar och nedbrytningsprodukter som i sin tur kan påverka kroppens celler. I stort sett alla pigment innehåller nanopartiklar och svart pigment består helt och hållet av nanopartiklar (carbon black). Det är känt att sådana partiklar lättare kan tas upp av kroppens celler.

Kunskapen är emellertid mycket begränsad om, och i vilken omfattning, dessa ämnen når andra delar av kroppen utöver huden och de regionala lymfkörtlarna och om nivåerna av toxiska ämnen är tillräckligt höga för att påverka hälsan negativt. Därför finns det inte heller data om tatuerings potentiella inverkan på kvinnors och mäns fertilitet, på graviditet och foster.

Det finns trovärdiga hypoteser om att tatueringar skulle kunna öka risken för cancer då de färger som används innehåller kemikalier som klassificerats som cancerframkallande. Det är även känt att vissa metalliska nanopartiklar också kan ge upphov till DNA-skada. På grund av de metodproblem som uppstår i fall-kontrollstudier där man i efterhand samlar in självrapporterad exponeringsinformation och minskat deltagande i sådana studier, behövs information från kohortstudier med prospektiv insamling av exponeringsinformation och tillgång till högkvalitativa cancerregister för identifiering av nyinsjuknade fall. Studier med sådan design kan tillföra viktig vetenskaplig kunskap inom området.

Referenser

1. Piccinini P, Pakalin S, Contor L, Bianchi I, Senaldi C. Safety of tattoos and permanent make-up. Final report; EUR 27947 EN. In: Joint Research Centre EC, editor.: Publications office of the European Union. Final report; 2016.
2. Nielsen C, Andreasson K, Olsson H, Engfeldt M, Joud A. Cohort profile: The Swedish Tattoo and Body Modifications Cohort (TABOO). *BMJ Open*. 2023;13(5):e069664.
3. Läkemedelsverket. Kontroll av tatueringsfärger på den svenska marknaden 2022-2023. Rapport från Läkemedelsverket. 2023. p. 1 - 21.
4. Verzijl K. 2024 European Tattoo Ink Enforcement Project. The Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (NVWA); 2024. Report No.: PVC24126
5. Fels P, Lachenmeier DW, Hindelang P, Walch SG, Gutsche B. Occurrence and Regulatory Evaluation of Contaminants in Tattoo Inks. *Cosmetics-Basel*. 2023;10(5):21.
6. Negi S, Bala L, Shukla S, Chopra D. Tattoo inks are toxicological risks to human health: A systematic review of their ingredients, fate inside skin, toxicity due to polycyclic aromatic hydrocarbons, primary aromatic amines, metals, and overview of regulatory frameworks. *Toxicology and industrial health*. 2022;38(7):417-34.
7. Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1223/2009 av den 30 november 2009 om kosmetiska produkter.
8. KOMMISSIONENS GENOMFÖRANDEFÖRORDNING (EU) 2020/2081 av den 14 december 2020 om ändring av bilaga XVII till Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (Reach) vad gäller ämnen i tatueringsfärg eller permanent makeup
9. Fraser TR, Ross KE, Alexander U, Lenehan CE. Current knowledge of the degradation products of tattoo pigments by sunlight, laser irradiation and metabolism: a systematic review. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2022;32(3):343-55.
10. Engel E, Vasold R, Santarelli F, Maisch T, Gopee NV, Howard PC, et al. Tattooing of skin results in transportation and light-induced decomposition of tattoo pigments--a first quantification in vivo using a mouse model. *Experimental dermatology*. 2010;19(1):54-60.

11. Agnello M, Fontana M. Survey on European studies of the chemical characterisation of tattoo ink products and the measurement of potentially harmful ingredients. *Current problems in dermatology*. 2015;48:142-51.
12. Lim HH, Shin HS. Identification and Quantification of Phthalates, PAHs, Amines, Phenols, and Metals in Tattoo. *B Korean Chem Soc*. 2015;36(8):2039-50.
13. Jacobsen NR, Clausen PA. Carbon black nanoparticles and other problematic constituents of black ink and their potential to harm tattooed humans. *Current problems in dermatology*. 2015;48:170-5.
14. Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1272/2008 om klassificering, märkning och förpackning av ämnen och blandningar (CLP-förordningen). Annex XVII Conditions of restriction Entry 75.
15. Kemikalieinspektionen. Farliga ämnen i tatueringsfärger. 2010. p. 1 - 46.
16. Bauer EM, Cecchetti D, Guerriero E, Quaranta S, Ripanti F, Postorino P, et al. "For Asia Market Only": A Green Tattoo Ink between Safety and Regulations. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 2022;27(11).
17. Högsberg T, Jacobsen NR, Clausen PA, Serup J. Black tattoo inks induce reactive oxygen species production correlating with aggregation of pigment nanoparticles and product brand but not with the polycyclic aromatic hydrocarbon content. *Experimental dermatology*. 2013;22(7):464-9.
18. Lehner K, Santarelli F, Vasold R, König B, Landthaler M, Baumler W. Black tattoo inks are a source of problematic substances such as dibutyl phthalate. *Contact dermatitis*. 2011;65(4):231-8.
19. Leoni C, Majorani C, Famele M, Ferranti C, Lavallo R, Abenavoli C, et al. Validation and measurement uncertainty evaluation of a GC/MS method for the quantification of nine phthalates in tattoo and PMU inks. *Accredit Qual Assur*. 2021;26(6):249-60.
20. Dirks M. Making innovative tattoo ink products with improved safety: possible and impossible ingredients in practical usage. *Current problems in dermatology*. 2015;48:118-27.
21. Battistini B, Petrucci F, De Angelis I, Failla CM, Bocca B. Quantitative analysis of metals and metal-based nano- and submicron-particles in tattoo inks. *Chemosphere*. 2020;245:125667.
22. KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2018/1513 av den 10 oktober 2018 om ändring av bilaga XVII i Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 om registrering, utvärdering,

godkännande och begränsning av kemikalier (Reach) vad gäller vissa ämnen som är klassificerade som cancerframkallande, mutagena eller reproduktionstoxiska i kategori 1A eller 1B.

23. IARC. Arsenic, metals, fibres, and dusts. Lyon, France; 2012.
24. IARC. Inorganic and Organic Lead Compounds. 2006.
25. Council of Europe, Resolution (2008)1 on requirements and criteria for the safety of tattoos and permanent make-up 2008.
26. Forte G, Petrucci F, Cristaudo A, Bocca B. Market survey on toxic metals contained in tattoo inks. *Sci Total Environ*. 2009;407(23):5997-6002.
27. Wang X, Josefsson L, Meschnark S, Lind ML, Emmer A, Goessler W, et al. Analytical survey of tattoo inks-A chemical and legal perspective with focus on sensitizing substances. *Contact dermatitis*. 2021;85(3):340-53.
28. Fadeel B. Nano på gott och ont: möjligheter och risker med nanoteknologi. *Läkartidningen*. 2017;114:EIAA.
29. Laux P, Tralau T, Tentschert J, Blume A, Dahouk SA, Baumler W, et al. A medical-toxicological view of tattooing. *Lancet*. 2016;387(10016):395-402.
30. Hogsberg T, Loeschner K, Lof D, Serup J. Tattoo inks in general usage contain nanoparticles. *Br J Dermatol*. 2011;165(6):1210-8.
31. Kirkland D, Aardema MJ, Battersby RV, Beevers C, Burnett K, Burzlaff A, et al. A weight of evidence review of the genotoxicity of titanium dioxide (TiO₂). *Regul Toxicol Pharmacol*. 2022;136:105263.
32. Hara K, Aoki K, Usui Y, Shimizu M, Narita N, Ogihara N, et al. Evaluation of CNT toxicity by comparison to tattoo ink. *Mater Today*. 2011;14(9):434-40.
33. Grant CA, Twigg PC, Baker R, Tobin DJ. Tattoo ink nanoparticles in skin tissue and fibroblasts. *Beilstein J Nanotechnol*. 2015;6:1183-91.
34. Monteiro-Riviere NA, Inman AO, Zhang LW. Limitations and relative utility of screening assays to assess engineered nanoparticle toxicity in a human cell line. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2009;234(2):222-35.
35. Arl M, Nogueira DJ, Schweitzer Koerich J, Mottim Justino N, Schulz Vicentini D, Gerson Matias W. Tattoo inks: Characterization and in vivo and in vitro toxicological evaluation. *J Hazard Mater*. 2019;364:548-61.

36. Gupta G, Cappellini F, Farcal L, Gornati R, Bernardini G, Fadeel B. Copper oxide nanoparticles trigger macrophage cell death with misfolding of Cu/Zn superoxide dismutase 1 (SOD1). *Part Fibre Toxicol.* 2022;19(1):33.
37. Semisch A, Ohle J, Witt B, Hartwig A. Cytotoxicity and genotoxicity of nano - and microparticulate copper oxide: role of solubility and intracellular bioavailability. *Part Fibre Toxicol.* 2014;11:10.
38. Schreiver I, Hesse B, Seim C, Castillo-Michel H, Anklamm L, Villanova J, et al. Distribution of nickel and chromium containing particles from tattoo needle wear in humans and its possible impact on allergic reactions. *Part Fibre Toxicol.* 2019;16(1):33.
39. Karadagli SS, Cansever I, Armagan G, Sogut O. Are Some Metals in Tattoo Inks Harmful to Health? An Analytical Approach. *Chem Res Toxicol.* 2023;36(1):104-11.
40. Engel E, Santarelli F, Vasold R, Maisch T, Ulrich H, Prantl L, et al. Modern tattoos cause high concentrations of hazardous pigments in skin. *Contact dermatitis.* 2008;58(4):228-33.
41. Lehner K, Santarelli F, Penning R, Vasold R, Engel E, Maisch T, et al. The decrease of pigment concentration in red tattooed skin years after tattooing. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2011;25(11):1340-5.
42. Baranska A, Shawket A, Jouve M, Baratin M, Malosse C, Voluzan O, et al. Unveiling skin macrophage dynamics explains both tattoo persistence and strenuous removal. *J Exp Med.* 2018;215(4):1115-33.
43. Lin C, Marquardt Y, Rutten S, Liao L, Rahimi K, Haraszti T, et al. Macrophage-like rapid uptake and toxicity of tattoo ink in human monocytes. *Immunology.* 2024;171(3):388-401.
44. Lehner K, Santarelli F, Vasold R, Penning R, Sidoroff A, Konig B, et al. Black tattoos entail substantial uptake of genotoxic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in human skin and regional lymph nodes. *PloS one.* 2014;9(3):e92787.
45. Schreiver I, Hesse B, Seim C, Castillo-Michel H, Villanova J, Laux P, et al. Synchrotron-based nu-XRF mapping and mu-FTIR microscopy enable to look into the fate and effects of tattoo pigments in human skin. *Sci Rep.* 2017;7(1):11395.
46. Giubudagian M, Battisini B, Baumler W, Blass Rico AM, Bocca B, Brungs C, et al. Lessons learned in a decade: Medical-toxicological view of tattooing. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2024;38(10):1926-38.

47. Kröger M, Schleusener J, Lademann J, Meinke MC, Jung S, Darvin ME. Tattoo Pigments Are Localized Intracellularly in the Epidermis and Dermis of Fresh and Old Tattoos: In vivo Study Using Two-Photon Excited Fluorescence Lifetime Imaging. *Dermatology (Basel, Switzerland)*. 2023;239(3):478-93.
48. Sepehri M, Sejersen T, Qvortrup K, Lerche CM, Serup J. Tattoo Pigments Are Observed in the Kupffer Cells of the Liver Indicating Blood-Borne Distribution of Tattoo Ink. *Dermatology (Basel, Switzerland)*. 2017;233(1):86-93.
49. Klugl I, Hiller KA, Landthaler M, Baumler W. Incidence of health problems associated with tattooed skin: a nation-wide survey in German-speaking countries. *Dermatology (Basel, Switzerland)*. 2010;221(1):43-50.
50. Hogsberg T, Hutton Carlsen K, Serup J. High prevalence of minor symptoms in tattoos among a young population tattooed with carbon black and organic pigments. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2013;27(7):846-52.
51. Kazandjieva J, Tsankov N. Tattoos: dermatological complications. *Clin Dermatol*. 2007;25(4):375-82.
52. Kluger N. An update on cutaneous complications of permanent tattooing. *Expert Rev Clin Immunol*. 2019;15(11):1135-43.
53. Dieckmann R, Boone I, Brockmann SO, Hammerl JA, Kolb-Maurer A, Goebeler M, et al. The Risk of Bacterial Infection After Tattooing. *Dtsch Arztebl Int*. 2016;113(40):665-71.
54. Centers for Disease Control Prevention. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin infections among tattoo recipients--Ohio, Kentucky, and Vermont, 2004-2005. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2006;55(24):677-9.
55. Gonzalez-Santiago TM, Drage LA. Nontuberculous *Mycobacteria*: Skin and Soft Tissue Infections. *Dermatol Clin*. 2015;33(3):563-77.
56. Mudedla S, Avendano EE, Raman G. Non-tuberculous mycobacterium skin infections after tattooing in healthy individuals: A systematic review of case reports. *Dermatol Online J*. 2015;21(6).
57. Conaglen PD, Laurenson IF, Sergeant A, Thorn SN, Rayner A, Stevenson J. Systematic review of tattoo-associated skin infection with rapidly growing mycobacteria and public health investigation of a cluster in Scotland, 2010. *Euro Surveill*. 2013;18(32):20553.

58. Kennedy BS, Bedard B, Younge M, Tuttle D, Ammerman E, Ricci J, et al. Outbreak of *Mycobacterium chelonae* infection associated with tattoo ink. *N Engl J Med*. 2012;367(11):1020-4.
59. Wong HW, Tay YK, Sim CS. Papular eruption on a tattoo: a case of primary inoculation tuberculosis. *Australas J Dermatol*. 2005;46(2):84-7.
60. Cohen PR. Tattoo-Associated Viral Infections: A Review. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2021;14:1529-40.
61. Jafari S, Copes R, Baharlou S, Etminan M, Buxton J. Tattooing and the risk of transmission of hepatitis C: a systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis*. 2010;14(11):e928-40.
62. Jafari S, Buxton JA, Afshar K, Copes R, Baharlou S. Tattooing and risk of hepatitis B: a systematic review and meta-analysis. *Can J Public Health*. 2012;103(3):207-12.
63. Del Rio Garcia V, Palacios JG, Morcillo AM, Duran-Pla E, Rodriguez BS, Lorusso N. Monkeypox outbreak in a piercing and tattoo establishment in Spain. *Lancet Infect Dis*. 2022;22(11):1526-8.
64. Cohen PR, Crowley CS, Erickson CP, Calame A. Tinea and Tattoo: A Man Who Developed Tattoo-Associated Tinea Corporis and a Review of Dermatophyte and Systemic Fungal Infections Occurring Within a Tattoo. *Cureus*. 2022;14(1):e21210.
65. Nishioka S, Gyorkos TW. Tattoos as risk factors for transfusion-transmitted diseases. *Int J Infect Dis*. 2001;5(1):27-34.
66. Huisman S, van der Bent SAS, Majier KI, Tio D, Rustemeyer T. Cutaneous non-allergic complications in tattoos: An overview of the literature. *Presse Med*. 2020;49(4):104049.
67. Sepehri M, Hutton Carlsen K, Serup J. Papulo-Nodular Reactions in Black Tattoos as Markers of Sarcoidosis: Study of 92 Tattoo Reactions from a Hospital Material. *Dermatology (Basel, Switzerland)*. 2016;232(6):679-86.
68. Kluger N, Esteve E, Fouere S, Dupuis-Fourdan F, Jegou MH, Levy-Rameau C. Tattooing and psoriasis: a case series and review of the literature. *Int J Dermatol*. 2017;56(8):822-7.
69. Sagi L, Trau H. The Koebner phenomenon. *Clin Dermatol*. 2011;29(2):231-6.
70. Serup J, Sepehri M, Hutton Carlsen K. Classification of Tattoo Complications in a Hospital Material of 493 Adverse Events. *Dermatology (Basel, Switzerland)*. 2016;232(6):668-78.

71. Kluger N. Tattooing and psoriasis: demographics, motivations and attitudes, complications, and impact on body image in a series of 90 Finnish patients. *Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat.* 2017;26(2):29-32.
72. Grodner C, Beauchet A, Fougerousse AC, Quiles-Tsimaratos N, Perrot JL, Barthelemy H, et al. Tattoo complications in treated and non-treated psoriatic patients. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2020;34(4):888-96.
73. Kluger N. Cutaneous Complications Related to Tattoos: 31 Cases from Finland. *Dermatology (Basel, Switzerland).* 2017;233(1):100-9.
74. Tendas A, Niscola P, Barbaty R, Abruzzese E, Cuppelli L, Giovannini M, et al. Tattoo related pyoderma/ectyma gangrenous as presenting feature of relapsed acute myeloid leukaemia: an exceptionally rare observation. *Injury.* 2011;42(5):546-7.
75. Marchesi A, Parodi PC, Brioschi M, Marchesi M, Bruni B, Cangi MG, et al. Tattoo ink-related cutaneous pseudolymphoma: a rare but significant complication. Case report and review of the literature. *Aesthetic Plast Surg.* 2014;38(2):471-8.
76. Kluger N, Godeneche J, Vermeulen C. Granuloma annulare within the red dye of a tattoo. *J Dermatol.* 2012;39(2):191-3.
77. Lee-Wong M, Karagic M, Silverberg N. Anaphylactic reaction to permanent tattoo ink. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2009;103(1):88-9.
78. Willardson HB, Kobayashi TT, Arnold JG, Hivnor CM, Bowen CD. Diffuse Urticarial Reaction Associated with Titanium Dioxide Following Laser Tattoo Removal Treatments. *Photomed Laser Surg.* 2017;35(3):176-80.
79. Meesters AA, De Rie MA, Wolkerstorfer A. Generalized eczematous reaction after fractional carbon dioxide laser therapy for tattoo allergy. *J Cosmet Laser Ther.* 2016;18(8):456-8.
80. Serup J, Hutton Carlsen K. Patch test study of 90 patients with tattoo reactions: negative outcome of allergy patch test to baseline batteries and culprit inks suggests allergen(s) are generated in the skin through haptenization. *Contact dermatitis.* 2014;71(5):255-63.
81. Uter W, Werfel T, White IR, Johansen JD. Contact Allergy: A Review of Current Problems from a Clinical Perspective. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(6).
82. Serup J, Hutton Carlsen K, Dommershausen N, Sepehri M, Hesse B, Seim C, et al. Identification of pigments related to allergic tattoo reactions in 104 human skin biopsies. *Contact dermatitis.* 2020;82(2):73-82.

83. Shin J, Leger M. Tattoo pruritus successfully treated with ruxolitinib: A case series. *JAAD Case Rep.* 2024;47:107-9.
84. Hutton Carlsen K, Serup J. Photosensitivity and photodynamic events in black, red and blue tattoos are common: A 'Beach Study'. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2014;28(2):231-7.
85. Alitalo K, Tammela T, Petrova TV. Lymphangiogenesis in development and human disease. *Nature.* 2005;438(7070):946-53.
86. Bourgeois P, Roman MM, Schweicher J, Lavoisier P, Maquet P, Karler C, et al. Lymphatic Alterations Under Tattoos: Preliminary Reports of One Observational Study. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2023;16:257-65.
87. Kluger N. Blurry halos after tattooing (tattoo blowouts): a review of 16 cases. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2018;32(12):e466-e8.
88. Morte PD, Magee LM. Hyperalgesia after volar wrist tattoo: a case of complex regional pain syndrome? *J Clin Neuromuscul Dis.* 2011;12(3):118-21.
89. Foerster M, Schreiber I, Luch A, Schuz J. Tattoo inks and cancer. *Cancer Epidemiol.* 2020;65:101655.
90. IARC. Research on potential long-term health effects of tattooing 2024 [Available from: <https://tattoo.iarc.who.int/>].
91. Ricci F, Fania L, Antonelli F, Ricci F, Perino F, Di Lella G, et al. Melanoma on tattoos: a case study and review of the literature. *Eur J Dermatol.* 2022;32(6):703-8.
92. Foerster M, Dufour L, Baumler W, Schreiber I, Goldberg M, Zins M, et al. Development and Validation of the Epidemiological Tattoo Assessment Tool to Assess Ink Exposure and Related Factors in Tattooed Populations for Medical Research: Cross-sectional Validation Study. *JMIR Form Res.* 2023;7:e42158.
93. Warner FM, Darvishian M, Boyle T, Brooks-Wilson AR, Connors JM, Lai AS, et al. Tattoos and Hematologic Malignancies in British Columbia, Canada. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2020;29(10):2093-5.
94. Barton DT, Zens MS, Marmarelis EL, Gilbert-Diamond D, Karagas MR. Cosmetic Tattooing and Early Onset Basal Cell Carcinoma: A Population-based Case-Control Study from New Hampshire. *Epidemiology.* 2020;31(3):448-50.
95. Nielsen C, Jerkeman M, Joud AS. Tattoos as a risk factor for malignant lymphoma: a population-based case-control study. *EClinicalMedicine.* 2024;72:102649.

96. McCarty RD, Trabert B, Kriebel D, Millar MM, Birmann BM, Grieshober L, et al. Tattoos and Risk of Hematologic Cancer: A Population-Based Case-Control Study in Utah. *Cancer Med*. 2024;13(20):e70260.
97. Kluger N. Pregnancies in tattooed female tattooists: an observational study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2015;189:112-3.
98. Du XJ, Zhou HM, Wang Z, Liu J, Wang JF, Li D, et al. Comparative study of 1064 nm nanosecond, 1064 nm picosecond, 755 nm, and 595 nm lasers for tattoo removal: An essential role by macrophage. *Lasers Surg Med*. 2022;54(5):737-46.
99. Strandt H, Voluzan O, Niedermair T, Ritter U, Thalhamer J, Malissen B, et al. Macrophages and Fibroblasts Differentially Contribute to Tattoo Stability. *Dermatology (Basel, Switzerland)*. 2021;237(2):296-302.
100. Ortiz AE, Avram MM. Redistribution of ink after laser tattoo removal. *Dermatol Surg*. 2012;38(10):1730-1.
101. Levin YS, Grant MP, Glassford E, Green BJ, Lemons AR, Avram MM. Gaseous and Particulate Content of Laser Tattoo Removal Plume. *Dermatol Surg*. 2021;47(8):1071-8.
102. Kassirer S, Zachary CB, Marini L, Adatto M, Landau M. Laser tattoo removal strategies: Part II: A review of the methods, techniques, and complications involved in tattoo removal. *J Am Acad Dermatol*. 2024.
103. Dash G, Patil A, Kassir M, Goldman MP, Gold MH, Adatto M, et al. Non-laser treatment for tattoo removal. *J Cosmet Dermatol*. 2023;22(1):74-8.
104. Alsing KK, Johannesen HH, Hansen RH, Serup J. Tattoo complications and magnetic resonance imaging: a comprehensive review of the literature. *Acta Radiol*. 2020;61(12):1695-700.
105. Kluger N, Sleth JC. Tattoo and epidural analgesia: Rise and fall of a myth. *Presse Med*. 2020;49(4):104050.
106. Soran A, Menekse E, Kanbour-Shakir A, Tane K, Diego E, Bonaventura M, et al. The importance of tattoo pigment in sentinel lymph nodes. *Breast Dis*. 2017;37(2):73-6.

Appendix I - Sökvägar

Litteratursökning för kapitlet organiskt innehåll i tatueringsfärger

Litteratursökningen genomfördes den 12 april 2024 i PubMed och Web of Science med följande söktermer:

(tattoo) AND ((ink) OR (dye) OR (pigment) OR (colourant)) AND ((organic) OR (organometallic) OR (black carbon) OR (azo) OR (PAH) OR (pyrene) OR (polycyclic aromatic hydrocarbon) OR (phthal*) OR (amine)) AND ((constituent) OR (contaminant) OR (ingredient) OR (impurity) OR (component) OR (screening) OR (quant*))

Totalt identifierades 198 publikationer och efter en manuell genomgång där publikationer rörande hennatatueringar och permanenta make-up filtrerades bort tillsammans med studier som inte innehöll kvalitativ eller kvantitativ information om specifika ämnen i tatueringsfärger eller tatuerad hud, återstod 36 fulltexts artiklar. Information inhämtades även från "the Joint Research Centre, the European Commission's Science for Policy report on Safety of tattoos and permanent make-up (Piccinini et al. 2016)".

Litteratursökning för kapitlet oorganiskt innehåll i tatueringsfärger

Litteratursökningen genomfördes den 15 april 2024 i PubMed med följande söktermer:

(tattoo) AND ((ink) OR (dye) OR (pigment) OR (colourant)) AND ((metal*) OR (mercury) OR (nickel) OR (tin) OR (antimony) OR (arsenic) OR (barium) OR (cadmium) OR (chromium) OR (cobalt) OR (copper) OR (zinc) OR (lead) OR (selenium)) AND ((constituent) OR (contaminant) OR (ingredient) OR (impurity) OR (component) OR (screening) OR (quant*))

Totalt identifieras 123 studier vars titel och sammanfattning genomsöktes. Studier rörande hennatatueringar och permanenta make-up samt studier som inte innehöll kvalitativ eller kvantitativ information om flera olika oorganiska ämnen i tatueringsfärger eller tatuerad hud sorterades bort. Slutligen identifierades 5 originalartiklar och 2 översiktsartikel som har inkluderats i denna rapport. Utöver sökningen i PubMed genomsöktes litteraturreferenser i de artiklar som identifierades som relevanta. Information inhämtades även från "the Joint

Research Centre, the European Commission's Science for Policy report on Safety of tattoos and permanent make-up (Piccinini et al. 2016)". Urvalet av metaller som har inkluderades bestämdes med hjälp av EU-kommissionens förordningar [EU (2018/1513) och EU (2020/2081)] och Europaparlamentets och rådets förordning [EG (1272/2008)].

Litteratursökning för kapitlet nanopartiklar

Litteratursökningen genomfördes den 14 april 2024 i PubMed med följande söktermer:

TATTOO AND TOXICOL* (n=98), TATTOO AND PARTICLE (n=222), TATTOO AND NANOPART* (n=56), TATTOO AND PARTICLE AND LASER REMOVAL (n=46).

Totalt identifierades 422 studier vilka utvärderades manuellt. Exempelvis sorterades artiklar om kosmetisk/medicinsk tatuering samt tatueringseffekt i huden till följd av skrubbsår bort. Efter denna utvärdering återstod 20 artiklar. Majoriteten av dessa var originalstudier om förekomst av nanopartiklar i tatueringsfärger samt upptag och utbredning av nanopartiklar i huden och dessutom två översiktsartiklar om tatueringspigment samt två originalartiklar om toxicitet orsakad av nanopartiklar (ej tatueringspigment men relevanta för diskussionen om storleksberoende toxicitet).

Litteratursökning för kapitlet var tar färgen vägen?

Litteratursökning som gjordes för att hitta information om hudens struktur och funktion, tatueringar och patologiska processer i huden (antal referenser i parentes) utfördes mellan 18 juni och 28 oktober 2024 (se specifikt datum för varje sökning nedan) i PubMed och Web of Science och innehöll följande söktermer:

Web of Science:

Tattoos (All Fields) and tattooing (All Fields) (4506; 28 juni 2024)

Tattoo pigments (All Fields) and Epidermis (All Fields) (22; 18 juni 2024)

Skin (All Fields) and structure (All Fields) and components (All Fields) and function (All Fields) (1419; 5 juli 2024)

Skin (all fields) and function (All fields) and tattoos (All Fields) (54; 5 juli 2024)

Tattoos (All Fields) and immune response (All Fields) (48; 6 juli 2024)

Tattoos (All Fields) and allergic contact dermatitis (All Fields) (211; 6 juli 2024)

Tattoo (All Fields) and wound healing (All Fields) (86; 28 juni 2024)

Tattoo (All Fields) and foreign body reaction (All Fields) (41; 28 oktober 2024)

PubMed:

(Tattoos) AND (tattooing) (2754; 28 juni 2024)

(Tattoo pigments) AND (epidermis) (24; 18 juni 2024)

((Skin) AND (structure)) AND (components)) AND (function) (2093; 5 juli 2024)

((Skin) AND (function)) AND (tattoos) (207; 5 juli 2024)

(tattoos) AND (immune response) (69; 6 juli 2024)

(Tattoos) AND (allergic contact dermatitis) (182; 6 juli 2024)

(Tattoos) AND (wound healing) (139; 28 juni 2024)

(Tattoo) AND (foreign body reaction) (69; 28 oktober 2024)

Totalt identifierades 6387 artiklar i Web of Science och 5537 artiklar i PubMed med ovan nämnda sökord eller söksträngar. I de fall då artiklarna i sökningen översteg 30 till antalet, filterades de för relevans (sökfunktion i Web of Science) och antal citeringar. De högst rankade artiklarna utvärderades manuellt på basis av titel och abstrakt. Sammantaget har 17 artiklar inkluderats i detta avsnitt i rapporten. En stor del av dem är epidemiologiska studier samt några översiktsartiklar med experimentella studier.

Litteratursökning för kapitlet hudbiverkningar och infektioner

Litteratursökningen genomfördes mellan 15 april och 6 juni 2024 i PubMed enligt söktermerna nedan. Artiklar om laser och cancer och artiklar publicerade från länder utanför Nordamerika och Europa exkluderades, liksom artiklar om tillfälliga tatueringar och permanent make-up. En manuell genomgång av dessa artiklar och rapporter gjordes. Fokus har varit på artiklar publicerade den senaste 10-årsperioden (2014–2024).

Tatto AND review (485 artiklar)

Tattoo AND infection review (75 artiklar)

Tattoo AND contact allergy (135 artiklar)

Tattoo AND adverse events (98 artiklar)

Tattoo AND psoriasis (39 artiklar)

Tatto AND necrobiosis lipoidica (3 artiklar)

Tattoo AND lichen ruber planus (14 artiklar)

Tattoo AND granuloma annulare (10 artiklar)

Tattoo AND MRI (33 artiklar)

Tatto AND sarcoidosis (149 artiklar)

Tattoo AND sentinel lymph node (45 artiklar)

Tattoo AND urticaria (13 artiklar)

Sökningar av artiklar publicerade på PubMed utan tidsbegränsning:

Tattoo AND contact allergy (319 artiklar)

Tattoo AND epidural (31 artiklar)

Tattoo AND spinal (30 artiklar)

Sökning på nätet:

EU surveillance and tattoo: Tattoo ink microbiological Rapex - Rapid Alert System for dangerous non-food products (2 products, juni 2024)

EU tattoo and safety:

Safety of tattoos and permanent make-up: Final report. Piccinini P, Pakalin S, Contor L, Bianchi I and Senaldi C. Safety of tattoos and permanent make-up. Final report. EUR 27947. Luxembourg. Publications Office of the European Union. 2016. JRC101601

Litteratursökning för kapitlet tatueringar och cancer

I kapitlet granskades epidemiologiska studier. Originalartiklar publicerade i peer-reviewed vetenskapliga tidskrifter identifierades via litteratursökning i PubMed. Den första delen av sökstrategin avsåg att identifiera epidemiologiska studier av tatueringar och den andra delen identifierade de studier som undersökt cancer som utfall. Sökningen gjordes utan restriktioner, med följande söktermer:

```
("tatto*" [Title/Abstract] AND ("etiology" [MeSH Subheading] OR  
"etiology" [Title/Abstract] OR "etiological" [Title/Abstract] OR "epidemiologic  
studies" [MeSH Terms] OR "comparative study" [Publication Type] OR "case  
reference" [Title/Abstract] OR "cross sectional" [Title/Abstract] OR "risk  
factors" [MeSH Terms] OR "case control study" [Title/Abstract] OR "cohort  
study" [Title/Abstract] OR "prospective study" [Title/Abstract] OR "retrospective  
study" [Title/Abstract] OR "confounding" [Title/Abstract] OR  
"confounders" [Title/Abstract] OR "questionnaire" [Title/Abstract])) AND  
("cancer" [Text Word] OR "tumour" [Text Word] OR "tumor" [Text Word] OR  
"Neoplasms" [MeSH Terms])
```

En sökning genomfördes den 23 maj 2024, och identifierade 537 studier. Sökningen upprepades i sin helhet den 22 november 2024, då 552 studier identifierades. Artiklarnas titel och abstrakt genomsöktes för att identifiera relevanta studier. Vi inkluderade epidemiologiska studier (kohortstudier, fall-kontrollstudier och tvärsnittsstudier) av sambandet mellan tatueringar och risken för cancer där en exponerad grupp (tatuerade) jämfördes med en oexponerad grupp (utan

tatueringar). Vi exkluderade fallstudier och fall-serier. Totalt identifierades 4 relevanta epidemiologiska studier, samtliga var fall-kontrollstudier.

Utöver sökningen i PubMed genomfördes litteraturreferenser i de artiklar som identifierades som relevanta, samt hemsidan som beskriver den forskning om tatueringar och cancer som WHO:s cancerforskningsinstitut, International Agency for Research on Cancer (IARC) bedriver (<https://tattoo.iarc.who.int/>). Inga ytterligare originalstudier identifierades från dessa källor.

IARC:s hemsida användes också för att inhämta bakgrundsinformation om tatueringar och cancer.

Litteratursökning för kapitlet tatueringar och reproduktion

Litteratursökningen genomfördes i PubMed den 27 oktober 2024 utan restriktioner och med följande söktermer:

(tattoo) AND ((fertility) OR (pregnancy) OR (birth outcomes) OR (birth weight) OR (pre-term birth) OR (still birth) OR (spontaneous abortion))

Totalt identifieras 133 studier vars titel och sammanfattning genomfördes för att identifiera relevanta studier. Fokus låg på att identifiera artiklar som hade undersökt tatueringars inverkan på fertilitet, graviditet och födelseutfall. Efter att ha sorterat bort artiklar som rapporterade om tatueringar och smitta av olika slag bland gravida kvinnor så återstod endast en relevant originalartikel som har citerats i denna rapport.

Appendix II - Frågor ställda i Miljöhälsoenkäten 2023 om permanenta tatueringar

Har du någon permanent tatuering?

- ☐ Ja
- ☐ Nej

Har du någon gång fått hudbesvär av en permanent tatuering?

- ☐ Ja
- ☐ Nej

Hur stort område på huden har du tatuerat?

- ☐ Mindre än 1 handflata
- ☐ 1–5 handflator
- ☐ Mer än 5 handflator

Vilka färger har tatueringen?

Flera alternativ kan markeras.

- ☐ Svart
- ☐ Röd
- ☐ Gul/Orange
- ☐ Blå/Grön
- ☐ Andra färger

Institutet för miljömedicin
Institute of Environmental Medicine
Box 210
SE-171 77 Stockholm
<http://ki.se/IMM>