



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Forskning

Rapport från SSMs vetenskapliga råd om ultraviolettt strålning 2023

2024:08

Författare: Strålsäkerhetsmyndighetens vetenskapliga råd för UV-frågor

Datum: Maj 2024

Rapportnummer: 2024:08

ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.ssm.se



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Strålsäkerhetsmyndighetens vetenskapliga råd för UV-frågor

2024:08

Rapport från SSMs vetenskapliga
råd om ultraviolett strålning 2023

Datum: Maj 2024

Rapportnummer: 2024:08

ISSN: 2000-0456

Available at www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Denna rapport har tagits fram på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). De slutsatser och synpunkter som presenteras i rapporten är författarens/författarnas och överensstämmer inte nödvändigtvis med SSM:s.

SSM perspektiv

Bakgrund

Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM) vetenskapliga råd om ultraviolett strålning bevakar det aktuella forsknings- och kunskapsläget vad gäller oönskade effekter av UV-strålning. Rådets arbete leder till att myndigheten får underlag som sammanfattar ny kunskap om hälsorisker kopplade till UV-strålning.

Rådet ger också vägledning när myndigheten ska ta ställning i frågor av policykaraktär, där en vetenskaplig prövning är nödvändig.

Varje år redovisar rådet sitt arbete i en rapport. Syftet med rapporten är att kartlägga det aktuella kunskapsläget och ge myndigheten en överblick som utgör en viktig grund för det fortsatta arbetet och utvecklingen av strategin för förebyggande arbete gällande hudcancerprevention.

I rådet ingår experter inom meteorologi, onkologi, dermatologi, strålskydd och marknadskommunikation.

Resultat

Årets rapport omfattar ett kapitel som anknyter till den nya UV-index tjänsten på SSM:s webbplats. UV-index är ett hjälpmedel för att indikera styrkan på UV-strålning från solen och risken för solskada. För att formulera råd till allmänheten används i huvudsak modeller för att ta fram en geografiskt täckande karta med UV-index. Tjänsten kombinerar observationer från satelliter med modellberäknade data för att ta fram prognos för UV-strålning vid klart väder. En begränsning i modellen är att den har en upplösning av 40x40 km och kan därför inte representera lokala förhållanden. Informationen bör därför användas tillsammans med kunskap om hur moln, skugga och andra faktorer i omgivningen påverkar UV-strålningen.

I ett annat kapitel redogörs för UV-strålning och hälsoeffekter på ögonen. Utomhusvistelse i dagsljus spelar en viktig roll när det gäller barns normala synutveckling, och motverkar närsynthet. Överexponering kan leda till både övergående akuta tillstånd som snöblindhet och till kroniska hälsoeffekter som grå starr samt tumörer eller förstadier till tumörer i ögat. UV-strålning exponerar ögonen på annat sätt än huden, eftersom ögat är riktat mot horisonten. Ögonen exponeras därför i princip inte direkt av solens strålning utan det som är avgörande för ögats exponering är atmosfärens spridning, absorption av UV-strålning och bakgrundensreflektion. Ögonen kan skyddas (mot UV-strålning) med keps, hatt med brätte, och solglasögon.

Diagnosticering av hudförändringar är viktiga verktyg inom hudcancerprevention, och i årets rapport ägnas ett kapitel åt teledermatoskopi: en metod som möjliggör att läkare på vårdcentral kan fotografera misstänkta hudlesioner som sedan skickas digitalt för undersökning av hudspecialist på distans. Denna metod implementerades i Stockholmsregionen i mars 2023, och 1500 remisser har sedan dess inkommit. Genom att använda teledermatoskopi kunde cirka 80 procent av de hudförändringar som undersöktes bedömas som godartade. Plattformen för teledermatoskopi kan i framtiden utvecklas för andra områden, till exempel för att ge riktad solskyddsinformation till de som haft hudcancer eller är oroliga för hudcancer.

Årets rapport omfattar också ett kapitel om mätmetoder online och hur sådana kan användas för att analysera attityder och beteenden i relation till solen. Människans sökande efter information sker nu för tiden främst online och analyserna omfattar därför allt oftare av digitala mätmetoder. Vanliga metoder för att samla in och förstå kunskap online är mediabevakning, sentimentanalys, att undersöka söktrender samt under de senaste åren även att träna en LLM (large language model) som Chat GPT.

En sammanfattning av incidens-läget för de olika formerna av hudcancer görs också i rapporten, alla hudcancerformer fortsätter att öka i Sverige. För melanom ses den största ökningen hos äldre, framförallt bland äldre män. En viss positiv trend ses dock i gruppen kvinnor yngre än 34 år. Fortfarande avlider över 500 personer varje år till följd av malignt melanom i huden, trots införandet av flera nya onkologiska behandlingar. När det gäller risken att insjukna i melanom finns det geografiska skillnader med högst incidens längs kusterna i södra Sverige men även socioekonomisk status såsom utbildningsnivå påverkar, där lägre socioekonomisk status och lägre utbildningsnivå är kopplad till lägre risk att insjukna. När det gäller skivepitelcancer, som är den vanligaste hudcancerformen, är det nästan dubbelt så många som diagnosticeras nu jämfört med för 10 år sedan. Störst är incidensökningen bland kvinnor.

I årets rapport finns även en sammanfattning om D-vitamin och folat (en typ av B-vitamin), vilka bägge påverkas av UV-strålning. Den aktiva formen av D-vitamin bildas i huden genom absorption av UV-strålning från solen, till skillnad från folater, som bryts ned av UV-strålning. Nivåer av både folater och D-vitamin anses förebygga utveckling av cancer, men huruvida det i praktiken verkligen påverkar risken att insjukna i cancer är mer oklart. Det är fastställt att UV-exponering är den enskilt största riskfaktorn bakom utvecklingen av hudcancer och de som vill höja sina D-vitaminnivåer bör inte göra det genom överdriven UV-exponering.

Under pandemin ökade användningen av UVC-strålning för desinficeringsändamål. Råd, rekommendationer och lagstiftning har inte hunnit med i den takt som behövs för användning i allmänna utrymmen och av allmänheten. Det är idag oklart om användning av de UVC-lampor som riktar sig till allmänheten är säkra och det är också oklart om de har avsedd desinficerande effekt.

Relevans

SSM arbetar förebyggande med att minimera riskerna med exponering för UV-strålning och för att minska antalet hudcancerfall orsakade av UV-strålning. Bland annat genom att ge råd och informera om strålning, dess egenskaper och om strålskydd. Rapporterna från det vetenskapliga rådet bidrar till det fortsatta arbetet och utvecklingen av strategin för förebyggande arbete gällande hudcancerprevention. Rapporten och rekommendationerna från det vetenskapliga rådet är en viktig del i SSM:s omvärldsbevakning och fortsatta insatser.

För att öka förståelsen för människors exponering är det viktigt att följa och visualisera information om när UV-strålningen är stark samt hur den varierar över tiden. Det ökande intresset för att använda UVC för desinficering föranleder också att vägledning för användning av tekniken bör tas fram.

Rådet rekommenderar SSM att fortsatt följa forskningen som relaterar till hudcancer, samt att verka för preventiva insatser för att vända trenden med att allt fler drabbas av hudcancer. Rekommendationer från rådet sammanfattas i nedanstående punkter:

- Rådet rekommenderar SSM att fortsatt arbeta för bättre kunskap hos allmänheten om hur UV-strålning varierar över dygnet och året och på olika platser. Det bidrar till ökad kunskap om när och hur man bör skydda sig mot UV-strålning.
- Ögonen bör skyddas mot både daglig och långvarig exponering för UV-strålning. Det är även viktigt med skydd vid mer akut exponering i miljöer med hög intensitet av horisontell strålning, som i snö och vid vatten eller för den som svetsar eller solar solarium. Effektivt skydd erbjuds av keps eller hatt med brätte i kombination med tättslutande solglasögon som skyddar mot sidoinstrålning.
- SSM bör stödja utveckling och implementering av teledermatoskopi på regional och nationell nivå. Teledermatoskopi är en plattform och ett arbetssätt som implementerats regionalt för sekundär prevention (tidig upptäckt av hudcancer) och utvecklas även för att tillhandahålla primär prevention (exempelvis solråd).

- Strålsäkerhetsmyndigheten bör fortsätta att följa utvecklingen av hur mätmetoder online kan ge kunskap om vilken information människor tar del av. Fördjupad analys för att förstå människors attityd och beteende kan vara värdefulla för att kunna anpassa råd för informations-spridning.
- Strålsäkerhetsmyndigheten bör fortsätta att följa utvecklingen av samtliga former av hudtumörer och arbeta vidare med preventionsåtgärder som påverkar såväl incidens som mortalitet. Rådet rekommenderar ökade insatser inom både primär och sekundär prevention. Myndigheten bör uppmärksamma sjukvårdsansvariga på det ökande problemet och behovet av ökade preventiva insatser.
- Rådets fortsatta rekommendation är att frågor gällande nivåer av näringsämnen såsom D-vitamin och folsyra ska behandlas separat och inte påverka aktuella preventiva strategier eftersom hudcancer fortsätter visa en hög incidensökning i svensk befolkning.
- UV-rådet rekommenderar Strålsäkerhetsmyndigheten att reglera (t.ex. genom råd, rekommendation eller föreskrift) användning av UVC-strålning i allmänna utrymmen och av allmänheten.
- UV-rådet rekommenderar Strålsäkerhetsmyndigheten att samverka med Läkemiddelsverket, Elsäkerhetsverket, Arbetsmiljöverket och Konsumentverket för att få en samsyn i hur UVC-strålning kan användas på ett strålsäkert sätt.

Behov av vidare forskning

Cancerstatistik är fortsatt en viktig indikator för att följa upp befolkningens exponering över tid. SSM följer årlig statistik från Socialstyrelsen om hudcancerincidens. Antalet hudcancerfall ökar hos befolkningen. Enligt Världshälsoorganisationens (WHO:s) organ för cancerforskning är den främsta yttre riskfaktorn för hudcancer UV-strålning från solen och från solarier. För att vända trenden måste människors exponering minska. Därför är det fortsatt viktigt att följa forskning som anknyter till människors exponering för UV-strålning för att kunna utföra ett förebyggande arbete. Det gäller också metoder för sekundär prevention (t.ex. teledermatoskopi) samt medicinska behandlingar efter att hudcancer uppstått.

Forskningen kring andra hälsoeffekter än cancer som är kopplade till UV-strålning är också något som behöver följas. Det gäller t.ex. UV-strålningens effekter på ögon, hur ögonen kan skyddas, samt effekterna av D-vitamin och folater.

Eftersom attityder till solande påverkar hur mycket människor exponerar sig är det också viktigt att fortsätta att bevaka utvecklingen av mätmetoder online, och hur dessa kan ge insikt kring vilken information människor tar del av.

En begränsning i modeller (som UV-index modellen från CAMS) är att de inte kan representera lokala förhållanden, och de bör därför användas tillsammans med kunskap om hur moln, skugga och andra faktorer i omgivningen påverkar UV-strålningen. Det är viktigt att studera och utvärdera hur modellen motsvarar "verkligt UV-index", så att de råd som åtföljer UV-index-prognoser är ändamålsenliga. En punkt som togs upp i förra årets rapport med relevans för vidare studier är hur UV-instrålning till jordytan varierar. Det är också viktigt att fortsätta bevaka den ökning av UV-strålning som har noterats sedan 1983.

Det stora intresset för och ökande användning av UVC för desinficering innebär att forskning om hälsoeffekter efter exponering behöver fortsätta bevakas för att sedan utgöra underlag för vägledning.

Projektinformation

Kontaktperson SSM: Tove Sandberg Liljendahl

Referens: SSM 2023-1358/4530522

Innehåll

UV-index prognosen – ett hjälpmedel för skydd mot solen	2
UV-strålningens påverkan på ögat.....	9
Organiserat införande av teledermatoskopi	
- från pilot till breddinförande i en hel region	21
Mätmetoder online för att undersöka människors attityd till solning ...	31
Epidemiologi vid hudtumörer - aktuella trender.....	39
D-vitamin, folater och cancerrisk	55
Viktigt med säker användning av UVC-strålning.....	64

UV-index prognosen – ett hjälpmedel för skydd mot solen

Sandra Andersson, SMHI

UV-index syftar till att beskriva styrkan av solens UV-strålning vid en tidpunkt, utifrån strålningens påverkan på huden. Indexet infördes först i Sverige på SMHI:s webbplats under tidigt 90-tal för att informera allmänheten kopplat till rekommendationer kring solskydd. Nu drygt 20 år senare har det blivit dags för en modernisering och flytt av UV-index till Strålsäkerhetsmyndighetens webbplats. Det här avsnittet ger en överblick av vad UV-index är, hur det beräknas, och hur det kan tolkas.

Historik om UV-index

I slutet av 1980-talet ökade medvetenheten hos allmänhet och myndigheter om att ozonskiktet höll på att tunnna ut. Redan innan denna uttunning noterades hade man också sett en starkt ökande trend i incidens av hudcancerfall i världen. Därigenom växte intresset för ozonskiktet och UV-strålning, och med det behovet av att kunna informera allmänheten om UV-strålningens styrka på ett bra sätt.

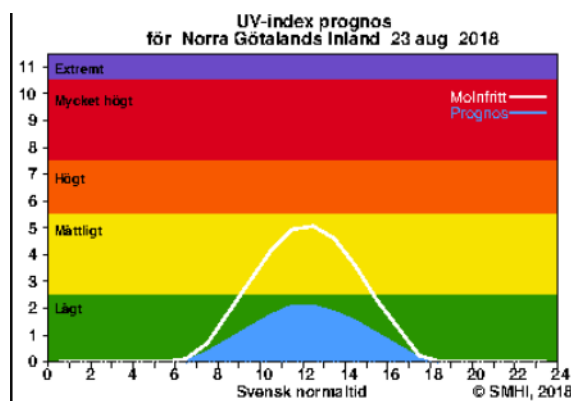
Ett par olika varianter på UV-index fanns vid den tiden. På grund av detta införde dåvarande SSI (Statens strålskyddsinstitut) och SMHI ett svenskt UV-index, som byggde på det UV-index som tagits fram i Kanada, och som fått en stor spridning efter dess introduktion i maj 1992 (1).

Det kanadensiska UV-indexet uttrycktes då som den högsta irradiansen mot en horisontell yta, viktad genom det sk CIE¹-aktionsspektrumet för att representera strålningens förmåga att framkalla erytem (hudrodnad). UV-indexet anpassades så att det skulle rymmas i intervallet 0-10.

Det svenska indexet skiljde sig något från det kanadensiska, genom att ha en skala 0-100, vilket visade mer daglig variation, och en annorlunda viktning för erytemskadan på huden enligt det så kallade ACGIH-NOISH-aktionsspektrumet (2). Prognoser för UV-index togs fram för kommande dagar baserat på meteorologiska data och mätningar av ozonskiktets

¹ International Commission on Illumination

tjocklek som utfördes i Norrköping. Prognosen innehöll också en uppskattning för molnigt väder (1).



UV-indexskalans indelning:

- Lågt UV-index (1–2)
- Medelhögt UV-index (3–5)
- Högt UV-index (6–7)
- Mycket högt UV-index (8–10)
- Extremt UV-index (11 eller högre)

Figur 1. Bild av UV-index prognosen som den presenterades på SMHIs webbplats, med indelning i fem nivåer. I bakgrunden syns den rekommenderade färgskalan. Tillhörande solskyddsråd finns på Strålsäkerhetsmyndighetens webbplats (3). Från UV-index 3 och uppåt rekommenderas känsliga personer att begränsa sin exponering.

Spridning av dagliga prognoser för UV-index började sommaren 1993 och gjordes till en början via fax. Året därpå justerades prognosen så att den avsåg en klar himmel och en mot solen optimalt lutande yta; detta för att det ansågs mer relevant ur en strålskyddsaspekt att göra beräkningen för den yta som exponeras mest, när dessutom den låga solhöjden i Sverige ger låga värden på UV-index (1).

Modellen användes endast under kort tid. Vid ett internationellt möte som anordnades av WMO²-, WHO³-, ICNIRP⁴ i juli 1994 bestämdes att UV-information till allmänheten från olika länder skulle ensas. Utgångspunkten blev åter igen det kanadensiska indexet. Det hade vid den tiden visat sig att skalan inte toppade vid värdet 10 utan snarare vid 16 i de mest soliga regionerna (1).

För Sverige innebar det förutom ändring av skalan, även en övergång till ett aktionsspektrum enligt CIE. Detta UV-index används än i dag.

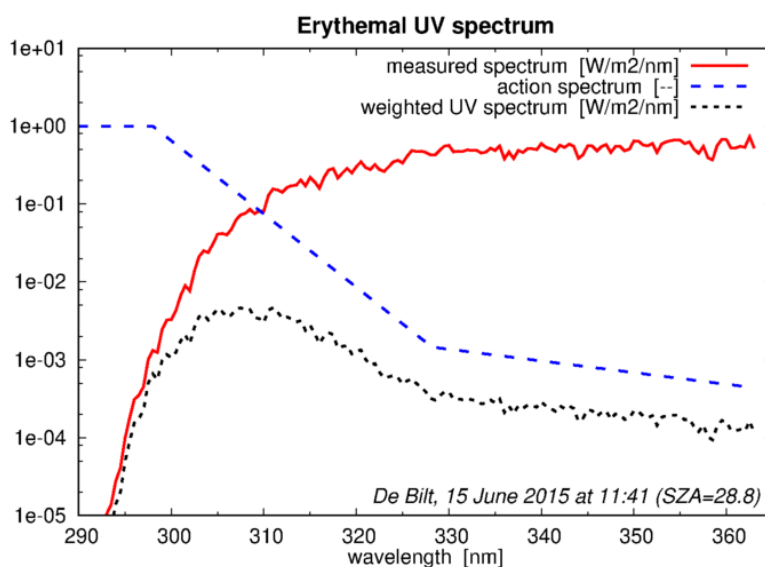
² World Meteorological Organization,

³ World Health Organization

⁴ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

Beskrivning av UV- index

UV-index är alltså ett mått på UV-strålningens förmåga att framkalla erytem enligt internationell standard. Det beräknas genom att UV-strålningens totala styrka summeras, över det våglängdsintervall av 280–400 nm som når jordytan, vilket omfattar UVA och UVB. Strålningen viktas innan summeringen mot en kurva som beskriver våglängdsberoendet för erytemeffekten på huden (fig 1). Då fås den s.k. CIE-viktade strålningen. Vidare divideras resultatet med faktorn 25 mW/m^2 för att få en lämplig (enhetslös) skala på UV-index, som är lätt igenkänningsbar. För att ytterligare förtydliga denna skala och koppla den till råd om lämpliga soltider och andra åtgärder, delas den in i kategorier från ”långt” till ”extremt” med en tillhörande färgskala (4).



Figur 2. Bild från Temis webbplats (5). Röd linje visar intensitet av UV-trålningen i intervallet, blå streckad linje aktionsspektrumet för erytem enligt CIE, och svart prickad linje den CIE- viktade strålningen som används för att beräkna UV-index. Grafen visar data för en solhöjd av 60 grader, vilket ungefär motsvarar då solen står som högst under sommaren i södra Sverige. UVB täcker våglängdsintervallet 280-315 nm och UVA 315-400 nm. Notera att skalan är logaritmisk.

Ett antal studier har gjorts av allmänhetens kännedom och förståelse för UV-index, och hur det inverkat på beteende i solen. En översiktsartikel av dessa visar stor variation i resultat mellan olika världsdelar (Heckman et al 2019). Europa pekades ut som den världsdel där medvetenhet och förståelse för UV-index och solskyddande beteende var lägst. En förklaring tros vara de relativt låga UV-nivåerna i framförallt norra Europa. I en studie från år 2000 (6)

hade endast 27 % av de Svenska deltagarna hört talas om UV-index, av dessa sade sig 41 % ha ökat sin förståelse för UV-strålning. Det är troligt att attityden har ändrats sedan dess. Studien visade också att UV-index dessvärre ibland används i motsatt syfte, det vill säga för att öka solexponeringen i syfte att bli brun.

Att uppskatta UV-index i nära realtid

UV-index baserar sig på den infallande UV-strålningen mot en horisontell yta, och kan antingen baseras på direkta mätningar eller beräkningar med modeller. I samband med det ökade intresset för ozonskiktet under tidigt 80-tal, uppfördes mätningar av UV-strålningen på många håll i världen. Detta för att kunna förstå och informera om UV-strålningens variation i realtid, och för att följa utvecklingen över tid.

Idag finns det ca 160 mätplatser i 25 Europeiska länder som levererar UV-index i nära realtid till webben. Nästan hälften av Europas länder saknar helt realtidsmätningar av UV-strålning som information till allmänheten (7).

För att få en heltäckande bild i avsaknad av markbaserade mätningar används modellberäkningar av UV-index i stor utsträckning (5) (8). Dessa har utgångspunkt i satellitbaserade observationer av ozonskiktets tjocklek. I vissa fall inhämtas också information om molntäckets egenskaper, och luftburna partiklar som används i algoritmer som räknar fram UV-strålningen utifrån observationerna (9). En av begränsning i de satellitbaserade observationerna är att de har relativt grov rumslig upplösning, eller är begränsade till tidpunkter för satelliternas passage. Med hjälp av modeller kan luckor i data fyllas ut, och genom prognosmodeller kan UV-index beräknas också för kommande dagar.

I Sverige mäts UV-strålning i Norrköping främst som en del av nationell miljöövervakning och i modellvalideringssyfte. Det presenteras för närvarande inte i realtid som UV-index på webben, utan som årliga sammanställningar i efterhand. Information om UV-index i realtid till allmänheten görs främst genom de beräknade prognoserna.

Den nya UV-index prognosen

Den nya UV-index prognosen som presenteras på SSM:s webbplats från och med våren 2024 baserar sig på data från Copernicus, som är det europeiska programmet för obser-

vationer av jorden. Prognosen grundar sig i modellberäkningar av atmosfärens sammansättning på global skala från en tjänst som kallas CAMS (Copernicus Atmospheric Monitoring Service).

Två gånger om dagen skapas en ny prognos från CAMS för kommande fem dagar, som i sin helhet beskriver atmosfärens sammansättning. Totalt innehåller prognosen 56 reaktiva gaser, stratosfäriskt ozon och sju typer av olika aerosolpartiklar från mänskliga och naturliga källor.

UV-index beräknas från UV-strålningen från modellen i intervallet 280-340 nm med 5 nm upplösning. De viktigaste komponenterna för att uppskatta UV-strålningen vid marken är atmosfärens innehåll av moln, ozon och aerosolpartiklar tillsammans med markens albedo (reflektionsförmåga). Den beräknade inkommande UV-strålningen räknas sedan om till UV-index.

Prognosen innehåller alltså inga direkta observationer av UV-strålning. För att varje prognos ska bli så bra som möjligt, görs den med utgångspunkt i en tidigare prognos, med tillägg av ny information från bl.a. observationer från satelliter. Den blir en sammanslagning av observationer och modelldata för att få en heltäckande bild i nära realtid.

Den mest tillförlitliga uppskattningen får man vid det initiala tidssteget, den s.k. analysen. Därifrån görs prognosens följande tidssteg med en modell av atmosfären som via fysikens och kemins lagar beräknar utvecklingen för de kommande dagarna (10) .

Det görs två UV-index prognoser från CAMS, en molnfri prognos, och en prognos där molnens effekt är medräknad. I många lokala UV-index tjänster har man idag valt att endast presentera prognoser för molnfritt väder. Detta eftersom prognoser för molnens placering och egenskaper medför stora osäkerheter vad gäller molnens inverkan på UV-strålningen. Vid ett uppsprucket molntäcke kan UV-index variera snabbt, medan modellen representerar ett relativt stort område, och har en upplösning i tid om en timme. Den molnfria prognosen blir istället ett mått på högsta möjliga UV-index vid en tidpunkt, när molnen inte täcker himlen. Endast ett tjockt molntäcke kan anses ha en märkbart dämpande effekt på UV-strålningen.

Hur kan prognosen för UV-index tolkas?

En begränsning för prognostiserat UV-index är modellens upplösning, för CAMS modellen ligger den på 40 km. Det innebär att värdet som man får för en specifik plats är ett

genomsnitt för ett område av 40x40 km, och kan inte representera mer detaljerade lokala förhållanden (11). Det får exempelvis konsekvensen att om man befinner sig högt uppe i en skidbacke i fjällen, kan UV-index vara högre än vad prognosen anger eftersom strålningen ökar med höjden, och snön i omgivningen kan ge en hög andel reflekterad UV-strålning.

UV-index ger ett mått på solens erytemeffektiva förmåga från den infallande strålningen mot en horisontell yta vid fri horisont och vid molnfri himmel. Den faktiska exponeringen som man utsätts för vid en viss aktivitet ser i de flesta fall annorlunda ut. Nedan är exempel på påverkansfaktorer som antingen minskar eller ökar exponeringen jämfört med vad UV-indexprognosen anger (4)

Omgivningen – Ett öppet landskap med stor andel av himlavalvet synligt, som exempelvis ute på en stor sjö, ger maximal exponering i jämförelse med i stadsmiljö. Det eftersom UV-strålning sprids av luftens molekyler, och infaller därför inte endast direkt från solen utan från hela himlavalvet

Moln – Av samma anledning som ovan ger enbart ett tjockt molntäcke en påtaglig dämpande effekt på UV-strålningen. Reflektion i omgivande moln kan ibland öka UV-strålningen.

Skugga – Dämpar UV-strålningen men även i skugga kan exponeringen vara relativt hög eftersom UV-strålning sprids mer av luften än vad det synliga ljuset gör.

Vinkel mot solen – Exponering i vinkel mot solen ökar UV-strålningen jämfört med vad UV-index anger, eftersom UV-index beräknas mot horisontell yta.

Altitud – Strålningen ökar med höjden allt som atmosfären blir tunnare, som en tumregel med 10 procent per 1000 m.

Markytans täckning - snö kan reflektera uppemot 80 procent av strålningen och därmed nästan fördubbla exponeringen. Även sand kan reflektera uppemot 15 procent av UV-strålningen.

Rekommendation från UV-rådet

UV-rådet rekommenderar SSM att fortsatt arbeta mot bättre kunskap hos allmänheten om hur UV-strålning varierar över dygnet och året och på olika platser. Det bidrar till bättre kunskap om när och hur man bör skydda sig mot UV-strålning.

Referenser

1. Ulf Wester och Weine Josefsson. Det Svenska UV-indexet. Rapport från SSM:s vetenskapliga råd om ultraviolett strålning 2011. 2012:14.
2. Josefsson W. (1986), Solar Ultraviolet Radiation in Sweden, RMK No.53, SMHI, October 1986.
3. UV-index. strålsäkerhetsmyndigheten.se. [Online]
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/sol-och-solarier/om-uv-stralning/uv-index/>.
4. WMO. Global Solar UV Index: A Practical Guide.: A joint recommendation of the World Health Organization, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, and the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 2002.
5. temis.se.: UV index and UV dose: a short introduction. [Online]
<https://www.temis.nl/uvradiation/info/index.html>
6. Wester U, Paulsson LE. The influence of a UV index on the attitudes of a Swedish population towards sun exposure. Radiation Protection Dosimetry 91(1). DOI:10.1093/oxfordjournals.rpd.a033229, 2000.
7. Schmalwieser, Alois et al. UV Index monitoring in Europe. Photochem. Photobiol. Sci.. 16. 10.1039/C7PP00178A. 2017.
8. CAMS Global forecast plots. [Online] <https://atmosphere.copernicus.eu/global-forecast-plots>.
9. Panagiotis G et al. Real-time UV index retrieval in Europe using Earth observation-based techniques: system description and quality assessment. Atmos. Meas. Tech., 14, 5657–5699, 2021.
10. CAMS: Global atmospheric composition forecast data documentation. [Online]
<https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/CAMS%3A+Global+atmospheric+composition+forecast+data+documentation>.
11. The Copernicus Atmosphere Monitoring Service UV Index - Background information. [Online] <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/projections-and-tools/cams-uv-index-forecast>. 2024.

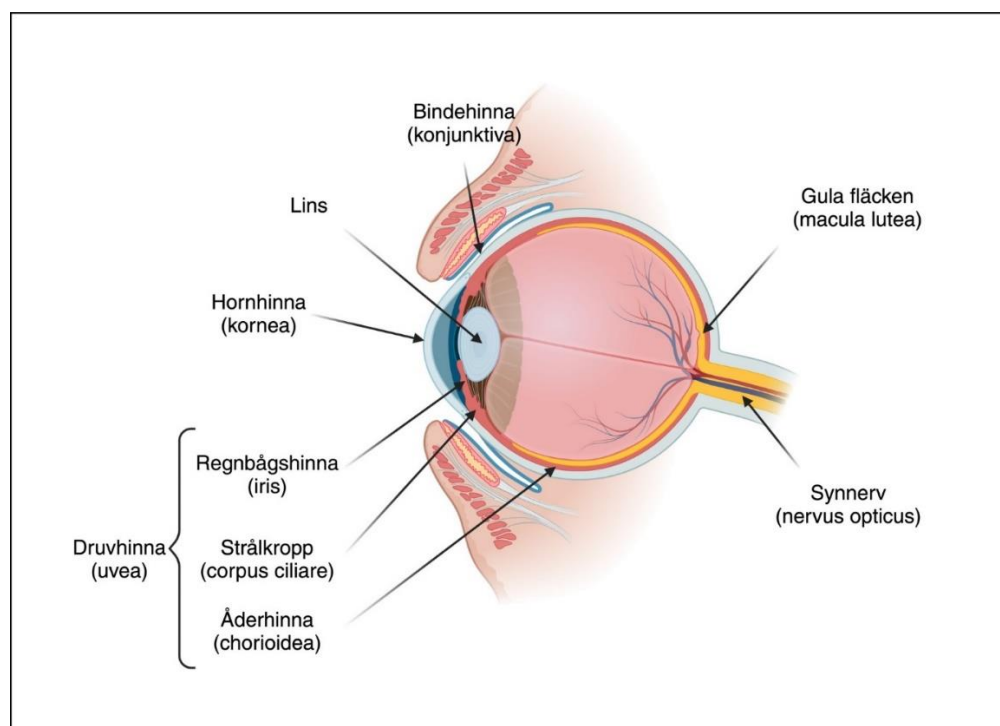
UV-strålningens påverkan på ögat

Gustav Stålhammar, S:t Eriks Ögonsjukhus, Karolinska Institutet

Hildur Helgadóttir, Karolinska Universitetssjukhuset, Karolinska Institutet

Introduktion

UV-strålning spelar en nyckelroll i utvecklingen av flera olika sjukdomar i ögonen och närliggande vävnader. Forskning har visat att exponering för UV-strålning kan påverka både ögats främre och bakre strukturer, vilket kräver en djupare förståelse för att utveckla effektiva skyddsåtgärder. I områden med hög latitud där en stor del av befolkningen har begränsat skydd av pigmentering i ögonen och huden, blir studiet av UV-strålningens effekter på ögat särskilt relevant. Denna text ger en överblick över forskningen om hur UV-strålning och andra typer av ljus påverkar ögonen, inklusive dess betydelse för utvecklingen av grå starr (katarakt), tumörförändringar i bindehinna och ögonlock, samt sömnbesvär.



Figur 1. Anatomisk skiss av ögat. Bild skapad med Biorender.com med licens till Gustav Stålhammar.

Exponering av ögat för solljus

Ögat exponeras för UV-strålning på ett sätt som skiljer sig avsevärt från huden. I de flesta situationer är ögat orienterat så att dess optiska axel, synriktningen, är riktad mot horisonten. Det innebär att ögat i princip inte exponeras för solens direkta strålning. Istället är atmosfärens spridning och absorption av UV-strålning samt bakgrundens reflektion avgörande för ögats exponering (1). Vidare påverkas UV-exponeringen av atmosfäriska förhållanden såsom soldis och molnformationer, vilka kan öka instrålningen i horisontalplanet genom spridning (2). Bakgrundsreflektion blir därmed en avgörande faktor för ögats UV-exponering. Till exempel kan nyfallen snö reflektera upp till 90 % av UV-strålningen, medan en havsytta och havsstränder reflekterar cirka 30 % respektive 20 %.

Ögat är anatomiskt skyddat mot infallande UV-strålning genom sin position i ögonhålan. Ytterligare skydd ges av ögonbryn och ögonlock (3, 4). Dock är ögats yttre delar relativt oskyddade mot strålning från ovan och sidan. På grund av hornhinnans form uppstår en koncentration av UV-strålning på hornhinnans insida och i de nedre inre delarna av ögats lins (5).

Ögats genomsläpplighet avgör vilka typer av skador som uppkommer av UV-strålning på olika nivåer i ögat. Intensiteten av UV-strålning från solen som träffar ögat reduceras på ett våglängdsberoende sätt specifikt för varje del av ögat. UVC- och stora delar av UVB-strålning absorberas i hornhinnan, medan UVA i större grad kan passera till ögats inre strukturer. Ögonlocken och ögats våta ytor, såsom hornhinna och bindehinna, exponeras för all UV-strålning som träffar ögat. Linsen fungerar som ögats UV-strålningsblockerande filter, men absorberad UV-strålningsenergi innebär en risk för skador. Näthinnan (retina) exponeras för en liten mängd främst UVA-strålning, betydande mängder synligt ljus och en viss andel infraröd strålning (6).

Akuta effekter av ultraviolett strålning i ögat inklusive snöblindhet

Det är välkänt sedan antiken att exponering för stark sol, särskilt i snö eller då man vistats nära vatten där solen reflekteras, kan leda till ett tillstånd med kraftig smärta och synpåverkan (fotokeratit, snöblindhet) inom cirka 12 timmar. Detta tillstånd kan även drabba den som tittat in i en svetslåga eller solat solarium utan skydd för ögonen. Andra symtom inkluderar främmandekroppskänsla, grusighet, tårflöde, ögonrodnad, och ljuskänslighet. Dessa symtom kan i viss mån lindras genom riklig användning av ögonsalva som inne-

håller t.ex. paraffin och vaselin (minst 5 gånger dagligen) och vistelse i mörker. Forskning har visat att det är UV-strålningen i solens ljus som orsakar en toxisk reaktion i hornhinnans och bindehinnans yttersta skikt. De drabbade cellerna dör, stöts bort och ersätts av nya celler inom 24-48 timmar, vilket leder till att synen normaliseras och smärtan minskar. Denna reaktion liknar den som ses vid exponering för en svetsbåge, så kallad svetsblänk. Det har även rapporterats fall av fotokeratit, som uppkommit i samband med felaktig användning av desinfekterande UVC-lampor, som blivit allt vanligare i och med COVID-19 pandemin (7). I laboratoriemiljöer finns även starka UV-lampor som används för att genomföra och tolka experiment, som t.ex. lampor där geler läggs på för att se efter band med DNA-fragment i varierande storlek. Vid tolkning av dessa är det helt väsentligt att använda tilltänkt skyddsutrustning.

Bindehinnan och hornhinnan är känsliga för UVC-strålning (8). Om dosen är cirka tio gånger större än den som orsakar akut reaktion i hornhinnan och bindehinnan kan linsgrumling, eller katarakt, uppstå (9). Ljusbågssvetsning kan leda till sådana mycket höga doser av UV-strålning, varför skyddsutrustning för ögonen och huden är mycket viktig (10). Linsgrumlingen når sitt maximum en vecka efter exponeringen och förblir sedan konstant. Forskning visar att tröskeldosen för att utveckla katarakt ökar med ökande ålder, vilket innebär att unga individer är känsligare för UV-strålningens effekter än äldre (11,12). Det har också visats att skadan som uppstår vid engångsexponering för nära tröskeldos repareras över tid, vilket tyder på en risk för ackumulerad skada vid upprepad daglig exponering, till exempel från solljus. Skadan som uppstår i linsen av UV-strålning antas vara både direkt och fotosensibiliserad via olika reaktionstyper. Näthinnan exponeras endast för små mängder UV-strålning från solen, vilka inte räcker för att orsaka skada.

Kronisk daglig exponering av ögat för ultraviolett strålning

Kunskapen om effekter av kronisk daglig exponering för UV-strålning har till stor del tillkommit genom epidemiologiska studier. Metodologiska utmaningar, såsom att skatta faktisk exponering av ögat för UV-strålning, har påverkat dessa studiers precision. Många studier har associerat ögonsjukdomar med meteorologiska data över direkt instrålning, utan att ta hänsyn till individens utomhusvistelse och användning av skyddsutrustning som hattar och solglasögon. För att lösa detta har moderna studier inkluderat individuella intervjuer om solvanor och användning av skyddsutrustning (13). Dock återstår fortfarande utmaningen att bedöma exponeringen för indirekt spridd strålning.

Trots svårigheterna i dessa studier finns det starka bevis för att förändringar i ögonlocken och på ögats yta, inklusive degenerativa tillstånd, som pterygium där bindehinnan (konjunktiva) växer in över hornhinnan som ett fibrovaskulärt stråk, eller tumörer och deras förstadier, är starkt associerade med solexponering. Vidare har ett flertal epidemiologiska studier visat ett samband mellan exponering för UV-strålning och grumling av linsen, så kallad katarakt (13). Dessa studier indikerar att exponering för UV-strålning är en av de viktigaste påverkbara riskfaktorerna för utveckling av katarakt. Dock saknas experimentella data om hur mycket strålning som är skadlig vid kronisk daglig exponering, vilket gör det svårt att fastställa hygieniska gränsvärden för kronisk exponering. Förebyggande rådgivning bör därför inriktas på att begränsa exponeringen för ögat i situationer med hög horisontell UV-strålning, som i snö och vid vatten.

Grå starr (katarakt)

Grumling av ögats lins, även kallat grå starr eller katarakt, är en naturlig del av åldrandet. Beroende på hur uttalade dessa grumlingar är, och var i linsen de är som tätast, uppträder ofta symtom som bländningsbesvär och sjunkande synskärpa. Tillståndet kan åtgärdas med ett kirurgiskt ingrepp som vanligen sker i vaket tillstånd, där ögats medfödda lins byts ut mot en syntetisk. Varje år genomförs ungefär 130 000 sådana ingrepp i Sverige, vilket är något mer än en årskull (14).

Den främsta orsaken till denna grumling av linsen är exponering för UV-ljus, med närmast ett linjärt förhållande mellan den kumulativa dosen UVB och risken för katarakt (6). Individer som vistats mycket utomhus på soliga platser, till exempel jordbrukare och fiskare, får mer uttalad katarakt tidigare i livet (6). Andra riskfaktorer är diabetes, rökning och övervikt.

Tumörer i ögats bindehinna (konjunktiva)

Konjunktival intraepitelial neoplasi (CIN) och primär förvärvat melanos (PAM) är förstadier till skivepitelcancer respektive melanom i konjunktiva. UV-exponering anses vara en viktig riskfaktor för utvecklingen av dessa tillstånd, och i likhet med motsvarande lesioner i huden ökar deras incidens på nordliga breddgrader (13,15). Medan antalet patienter som drabbas av fullt utvecklat konjunktivalt melanom och invasivt skivepitelcarcinom är litet (sammantaget färre än 30 patienter per år i Sverige), är förstadierna betydligt vanligare. Sammanställd nationell statistik saknas, men varje vecka diagnosticeras

flera fall på S:t Eriks Ögonsjukhus, dit en stor andel av dessa fall skickas för histopatologisk diagnostik.

Melanom i konjunktiva har väsentligen samma genes, prognos och behandling som melanom i huden, medan melanom på ögats insida skiljer sig markant på dessa punkter (se mer om uveala melanom nedan). Tumören avlägsnas i regel kirurgiskt följt av tilläggsbehandling, som kan innebära cellgifter i topikala droppar, eller strålning med så kallad brachyterapi (där en liten radioaktiv applikator tillfälligt sys mot tumörområdet). Invasiv skivepitelcancer i konjunktiva behandlas på ett likartat sätt. Om dottertumörer utvecklas är behandlingen densamma som för patienter som utvecklat dottertumörer av melanom respektive skivepitelcancer i huden. Förstadierna CIN och PAM kan ofta behandlas effektivt om de upptäcks tidigt, vanligen kirurgiskt följt av tilläggsbehandling med cellgifter i topikala droppar. Risken för återfall är dock tämligen stor. Detta understryker vikten undersökningar hos ögonläkare, särskilt då en förändring växer eller på annat sätt tydligt ändrar karaktär.

Basaliom, melanom och skivepitelcancer i ögonlocken

Basalcellscancer (basaliom), melanom och skivepitelcancer i ögonlocken, samt deras förstadier, är andra exempel på hudcancerformer som kan uppstå i området kring ögonen. Dessa cancerformer är ofta associerade med kronisk UV-exponering. Basaliom är den klart vanligaste tumören som uppstår hos människa, och förknippas med mycket låg risk för spridning till övriga delar av kroppen (16). Lokalt kan dessa tumörer dock orsaka stora problem, särskilt om de växer utbrett eller djupt i eller nära känsliga strukturer. När basaliom uppträder på ögonlocken kan de påverka tårapparaten och ögonlockens funktion, och destruera delar av ögonhålan. Behandlingen är kirurgisk, men i anslutning till ögats känsliga strukturer kan basaliom och andra tumörer inte avlägsnas med så stora säkerhetsmarginaler som vanligen kan användas i andra delar av hudkostymen. Samma begränsning gäller för den kirurgiska behandlingen av melanom och skivepitelcancer, som i övriga karakteristika inklusive uppföljning, prognos och behandling för spridd sjukdom liknar melanom och skivepitelcancer på övriga delar av huden. Immunterapi kan vara effektiv vid spridd sjukdom. Tidig detektion och behandling, oavsett tumörtyp, är avgörande för att förhindra spridning och djupare vävnadsskada. Användning av UV-skyddande solglasögon och bredbrättade hattar är enkla men effektiva metoder för att minska risken för dessa cancerformer.

Uveala melanom

Exponering för UV-ljus är en riskfaktor för utveckling av melanom i ögonlocken, på ögats yta och i ögats regnbågshinna (iris), men det finns inget säkerställt samband för tumörer i ögats bakre delar (17). Uvea består av ögats åderhinna (chorioidea), strålkropp (corpus ciliare) och regnbågshinna (iris), och innehåller en naturlig population pigmentproducerande celler. Om en tumör uppstår i dessa celler kallas den uvealt melanom, vilket under den senaste femårsperioden drabbat cirka 120 svenska patienter per år. Förekomsten av uveala melanom i ögats bakre delar ökar med latitud (18,19). Tidigare forskning har kopplat detta till skillnader i ögonfärg hos populationer som bor på södra och norra breddgrader, där blå iris kopplats till högre risk för uvealt melanom (18, 20). Förekomsten av uveala melanom är dock större på norra breddgrader även när endast kaukasiska populationer inkluderas (19). Det har föreslagits att effekten av solstrålning på vävnader som inte direkt exponeras för solljus kan ha en skyddande roll, genom ökad syntes av D-vitamin och andra antioxidanter (19, 21). Den åldersstandardiserade incidensen av uveala melanom i Australien, med en övervägande kaukasisk befolkning, liknar dock incidensen i norra Europa – där den kumulativa exponeringen för UV-strålning allmänt sett är lägre (22). Följaktligen är varken skillnader i ögonfärg eller den skyddande effekten av solljus helt tillfredsställande förklaringar till den större förekomsten av uveala melanom på högre breddgrader.

Inom Sverige har incidensen av uveala melanom rapporterats vara högre i landets norra delar, medan prognosen för de patienter som där får diagnosen tycks vara något bättre jämfört med de som diagnosticeras i landets södra delar (23). Sjukdomen behandlas typiskt sett med antingen kirurgiskt avlägsnande av det öga som innehåller tumören (enucleation) eller strålbehandling med en liten radioaktiv applikator som tillfälligt sys mot ögats senhinna (brachyterapi). Även om dessa behandlingar är lokalt lyckosamma i mer än 9 fall av 10, drabbas ungefär hälften av alla patienter av spridning till andra delar av kroppen (24). Effekten av den typ av traditionella onkologiska preparat och immunterapi som inneburit stor förbättring av överlevnaden för patienter med spritt hudmelanom är mycket begränsad för patienter med spritt uvealt melanom.

Biverkningar i ögon från onkologisk behandling

Samtliga av våra vanligaste hudcancer (hudmelanom, skivepitelcancer i huden, basalcellscancer och även Merkelcellscancer) är starkt kopplade till UV-exponering. Majoriteten botas genom operation, medan en mindre andel inte går att operera, eller metastaserar till andra delar av kroppen. I dessa fall är onkologisk behandling ofta nästa steg. Det är värt att poängtera att dylika onkologiska behandlingar kan kopplas till ögonbiverkningar. Vid ögonnära tumörer så kan strålbehandling orsaka ögonirritation, torrhet och påverkan på tårapparaten (25). Både strålbehandling och cellgifter kan påverka stamceller som behövs för hornhinnans yttersta cellager. I vissa fall kan dessa behandlingar leda till nedsatt synskärpa. Immunterapi med s.k. checkpoint-inhibitorer är numera förstahandsval för att behandla avancerad hudcancer, där upp till 10 % av fallen får ögonbiverkningar inklusive ögontorrhet (Sjögrens syndrom), inflammation i druvhinnan (uveit), och retinopati (26). Med detta exempel så vill vi belysa att den behandling som är effektiv mot UV-associerade tumörer kan i sig även ge upphov till allvarliga biverkningar och skador på ögat.

Åldersrelaterad makuladegeneration (AMD)

Åldersrelaterad makuladegeneration (AMD) är den vanligaste orsaken till irreversibel grav synnedsättning i västvärlden (27). Frågan om UV-strålning eller blått ljus från solen bidrar till utvecklingen av AMD har länge diskuterats (6). Epidemiologiska studier har inte varit konklusiva (28, 29). Experimentellt kan måttliga doser UV-strålning eller blått ljus skada fotoreceptorcellerna och teoretiskt finns starka argument för att dessa, särskilt hos en åldrande individ, utgör ett hot mot gula fläcken (13). Ögats hornhinna och lins absorberar och blockerar en stor del av UV-strålningen, men en viss mängd når även ögats bakre delar (28-30). Blått ljus koncentreras av den optiska apparaten till gula fläcken (macula lutea), det område i näthinnan som detekterar bilder med hög upplösning. Detta har lett till utvecklingen av blåljusfiltrerande konstgjorda plastlinser. Än så länge finns begränsade kliniska studier av dessa linser, och ingen av studierna har kunnat påvisa någon effekt av blåljusreduktion, men uppföljningstiden kan vara för kort för att dra slutsatser om deras långsiktiga effektivitet. Vissa typer av AMD kan begränsas och bromsas genom injektioner av hämmande faktorer, vilket årligen ges till cirka 20 000 svenska patienter. Den vanliga, s.k. torra varianten av AMD kan ännu inte behandlas effektivt, och leder till gradvis försämrad syn i centrala delar av synfältet.

Ljus och ögonhälsa: Fördelar och risker

UV-strålning kan som ovan beskrivits leda till en lång rad ögonbesvär, inklusive snöblindhet, grå starr, cancer och dess förstadier. Exponering för UV-strålning och andra sorters ljus kort före sänggåendet kan också påverka sömnkvaliteten, vilket i sin tur ökar risken för en lång rad andra tillstånd inklusive hjärt-kärlsjukdomar (31, 32). Starkt ljus från lampor och bildskärmar (telefoner, datorer, tv-apparater och liknande) timmarna före sänggåendet har visat sig ha en betydande effekt på sömnkvaliteten (31). Detta ljus påverkar produktionen av melatonin, ett viktigt hormon för sömnreglering, genom att hämma dess sekretion, särskilt under kvällstid. Denna inhibition kan leda till störningar i den cirkadianska rytmen, vilket resulterar i svårigheter att somna och en försämrad sömnkvalitet. Detta ökar i sin tur risken för en lång rad allvarliga sjukdomar inklusive hjärt-kärlsjukdomar, metabola sjukdomar och olika depressiva tillstånd (32). För att motverka dessa effekter rekommenderas att begränsa exponeringen för artificiellt ljus inklusive skärmljus innan sänggåendet. Exponering för naturligt ljus under morgonen och förmiddagen bidrar å andra sidan till att stärka den cirkadianska rytmen, särskilt hos känsliga grupper, vilket kan främja bättre sömnkvalitet på natten

Å andra sidan bör det således framhållas att utomhusvistelse även har gynnsamma hälsoeffekter. Utomhusvistelse i dagsljus har en viktig roll i barns normala synutveckling, inte minst för att motverka närsynthet (33). I östra delar av Asien har andelen närsynta barn ökat mycket kraftigt, och rapporteras nu vara 90 % i Kina och 97 % i Sydkorea (34). Förekomsten av närsynthet är betydligt lägre i Skandinavien, men ökar möjligen från en låg nivå (35). Grav närsynthet kan i sin tur öka risken för andra ögonsjukdomar, inklusive näthinneavlossning och förändringar i gula fläcken. Utomhusvistelse är även viktig för att motverka D-vitaminbrist, vilket behandlas i andra kapitel.

Därmed är det viktigt att åtgärder som syftar till att skydda ögonen från skadlig UV-strålning balanseras mot hälsoytan av utomhusvistelse. Ökad inomhusvistelse må leda till minskad förekomst av de UV-associerade ögonsjukdomar som beskrivits i detta kapitel, men skulle sannolikt leda till fler av närsynthet, D-vitaminbrist, och hälsoproblem kopplade till fysisk inaktivitet. För ögonens hälsa är det därmed mer lämpligt att rekommendera utomhusvistelse, men med skydd mot solen i form av keps, hatt med brätte, och solglasögon.

Hur man skyddar ögonen mot solljus

Ögonen bör skyddas mot akut överexponering för UV-strålning, framförallt för att undvika fototoxiska reaktioner i hornhinna och bindehinna. Detta är särskilt viktigt i miljöer med hög intensitet av horisontell strålning, som i snö och vatten (1). Ögonen bör även skyddas i vardagen mot kronisk exponering, för att förebygga katarakt, tumörer och premaligna tillstånd. Skyddet kan utgöras av keps eller hatt med brätte i kombination med solglasögon. Solglasögonen bör vara tättslutande och ha filter som blockerar UV-strålning helt och reducerar blått ljus till betydande del (30). Flera olika system för kategorisering av solglasögons grad av UV-skydd används, i regel i fyr- eller femgradiga skalor. Inom Europeiska Unionen (EU) används CE-märkning, vilket indikerar att produkten uppfyller hälso-, säkerhets-, och miljökrav. Medan det teoretiskt och indirekt kan antas vara bättre att använda solglasögon med en högre grad av skydd mot UV-strålning, och solglasögon med CE-märkning, är det viktigt att framhålla att det inte finns någon direkt evidens från kliniska studier för att incidensen av ögonsjukdomar skulle vara kopplad till en viss kategori av solglasögon. På spekulativ grund kan man anta att det för skydd mot effekter av långvarig exponering för UV-strålning är bättre med ett par solglasögon med lägre skyddsnivå som faktiskt används, än ett par solglasögon med hög skyddsnivå som används mindre ofta.

Rekommendation från UV-rådet

Ögonen bör skyddas mot både daglig och långvarig exponering för UV-strålning. Det är även viktigt med skydd vid mer akut exponering i miljöer med hög intensitet av horisontell strålning, som i snö och vid vatten eller för den som svetsar eller solar solarium. Effektivt skydd erbjuds av keps eller hatt med brätte i kombination med tättslutande solglasögon som skyddar mot sidoinstrålning.

Referenser

1. Sasaki H, Sakamoto Y, Schnider C, et al. UV-B exposure to the eye depending on solar altitude. *Eye Contact Lens* 2011;37(4):191-5.
2. Sliney DH. Physical factors in cataractogenesis: ambient ultraviolet radiation and temperature. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1986;27(5):781-90.
3. Sliney DH. Ocular exposure to environmental light and ultraviolet--the impact of lid opening and sky conditions. *Dev Ophthalmol* 1997;27:63-75.
4. Sliney DH. Photoprotection of the eye - UV radiation and sunglasses. *J Photochem Photobiol B* 2001;64(2-3):166-75.
5. Coroneo MT, Muller-Stolzenburg NW, Ho A. Peripheral light focusing by the anterior eye and the ophthalmohelioses. *Ophthalmic Surg* 1991;22(12):705-11.
6. Yam JC, Kwok AK. Ultraviolet light and ocular diseases. *Int Ophthalmol* 2014;34(2):383-400.
7. Sengillo JD, Kunkler AL, Medert C, et al. UV-Photokeratitis Associated with Germicidal Lamps Purchased during the COVID-19 Pandemic. *Ocul Immunol Inflamm* 2021;29(1):76-80.
8. Pitts DG, Cullen AP, Hacker PD. Ocular effects of near ultraviolet radiation: literature review. *Am J Optom Physiol Opt* 1977;54(8):542-9.
9. Galichanin K, Lofgren S, Bergmanson J, Soderberg P. Evolution of damage in the lens after in vivo close to threshold exposure to UV-B radiation: cytomorphological study of apoptosis. *Exp Eye Res* 2010;91(3):369-77.
10. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Solar and ultraviolet radiation. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 1992;55:1-316.
11. Dong X, Lofgren S, Ayala M, Soderberg PG. Maximum tolerable dose for avoidance of cataract induced by ultraviolet radiation-B for 18 to 60 week old rats. *Exp Eye Res* 2005;80(4):561-6.
12. Dong X, Ayala M, Lofgren S, Soderberg PG. Ultraviolet radiation-induced cataract: age and maximum acceptable dose. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44(3):1150-4.
13. Chawda D, Shinde P. Effects of Solar Radiation on the Eyes. *Cureus* 2022;14(10):e30857.

14. Bro T, Behndig A, Viberg A, et al. Two point four million cataract surgeries: 30 years with the Swedish National Cataract Register, 1992-2021. *J Cataract Refract Surg* 2023;49(8):879-84.
15. Larsen AC. Conjunctival malignant melanoma in Denmark: epidemiology, treatment and prognosis with special emphasis on tumorigenesis and genetic profile. *Acta Ophthalmol* 2016;94 Thesis 1:1-27.
16. Bertozzi N, Simonacci F, Greco MP, et al. Single center evidence for the treatment of basal cell carcinoma of the head and neck. *Acta Biomed* 2019;90(1):77-82.
17. Johansson PA, Brooks K, Newell F, et al. Whole genome landscapes of uveal melanoma show an ultraviolet radiation signature in iris tumours. *Nat Commun* 2020;11(1):2408.
18. Virgili G, Gatta G, Ciccolallo L, et al. Incidence of Uveal Melanoma in Europe. *Ophthalmology* 2007;114(12):2309-15.e2.
19. Yu GP, Hu DN, McCormick SA. Latitude and incidence of ocular melanoma. *Photochem Photobiol* 2006;82(6):1621-6.
20. Regan S, Judge HE, Gragoudas ES, Egan KM. Iris color as a prognostic factor in ocular melanoma. *Arch Ophthalmol* 1999;117(6):811-4.
21. Hu DN, McCormick SA, Yu GP. Latitude and uveal melanoma. *Ophthalmology* 2008;115(4):757; author reply -9.
22. Beasley AB, Preen DB, McLenachan S, et al. Incidence and mortality of uveal melanoma in Australia (1982-2014). *Br J Ophthalmol* 2021.
23. Stalhammar G, Williams PA, Landelius T. The prognostic implication of latitude in uveal melanoma: a nationwide observational cohort study of all patients born in Sweden between 1947 and 1989. *Discov Oncol* 2022;13(1):116.
24. Stalhammar G. Comprehensive Causes of Death in Uveal Melanoma: Mortality in 1530 Consecutively Diagnosed Patients Followed Until Death. *JNCI Cancer Spectr* 2023.
25. Nuzzi R, Trossarello M, Bartoncini S, et al. Ocular Complications After Radiation Therapy: An Observational Study. *Clin Ophthalmol* 2020;14:3153-66.
26. Mazharuddin AA, Whyte AT, Gombos DS, et al. Highlights on Ocular Toxicity of Immune Checkpoint Inhibitors at a US Tertiary Cancer Center. *J Immunother Precis Oncol* 2022;5(4):98-104.

27. Askou AL. Development of gene therapy for treatment of age-related macular degeneration. *Acta Ophthalmol* 2014;92 Thesis3:1-38.
28. Fukuoka H, Gali HE, Bu JJ, et al. Ultraviolet light exposure and its penetrance through the eye in a porcine model. *Int J Ophthalmol* 2023;16(2):172-7.
29. Chalam KV, Khetpal V, Rusovici R, Balaiya S. A review: role of ultraviolet radiation in age-related macular degeneration. *Eye Contact Lens* 2011;37(4):225-32.
30. Krutmann J, Behar-Cohen F, Baillet G, et al. Towards standardization of UV eye protection: what can be learned from photodermatology? *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2014;30(2-3):128-36.
31. Shechter A, Kim EW, St-Onge MP, Westwood AJ. Blocking nocturnal blue light for insomnia: A randomized controlled trial. *J Psychiatr Res* 2018;96:196-202.
32. Imenshahidi M, Karimi G, Hosseinzadeh H. Effects of melatonin on cardiovascular risk factors and metabolic syndrome: a comprehensive review. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* 2020;393(4):521-36.
33. Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmol* 2017;95(6):551-66.
34. Dolgin E. The myopia boom. *Nature* 2015;519(7543):276-8.
35. Bro T, Lofgren S. Relatively Stable Prevalence of Myopia among Swedish Children Aged 4 to 7 Years between 2015 and 2020. *Optom Vis Sci* 2023;100(1):91-5.

Organiserat införande av teledermatoskopi - från pilot till breddinförande i en hel region

Elinor Nemlander^{1,2}, Jan Lapins³

¹ Institutionen för neurobiologi, vårdvetenskap och samhälle, avdelningen för allmänmedicin och primärvård, Karolinska Institutet, Solna, Sverige

² Akademiskt primärvårdscentrum, Region Stockholm, Sverige

³ Karolinska Universitetssjukhuset och Karolinska Institutet, Sverige

Nya arbetsmetoder för att förbättra sjukvården vid cancermisstänkta hudförändringar

Teledermatoskopi har bedömts kunna påskynda och effektivisera utredning och behandling av cancermisstänkta hudförändringar. Mot bakgrund av detta gav regeringen uppdrag till dåvarande SKL (Sveriges Kommuner och Landsting) och Regionala cancercentrum (RCC), genom den nationella överenskommelsen för kortare väntetider i cancervården 2019, att stödja införandet av teledermatoskopi för att stärka tidig upptäckt av hudcancer (1).

Vi presenterar i detta kapitel implementeringen av teledermatoskopi i Stockholmsregionen, med en befolkning på 2,4 miljoner invånare och som 2023 omfattade cirka 240 vårdcentraler med regionsavtal. Projektet initierades 2012 och genomgick en stegvis process fram till fullständig implementering i mars 2023. Nu har projektet avslutats och överförs till en aktiv förvaltningsfas inom hälso- och sjukvårdsförvaltningen (HSF) (2).

Bakgrund

Sverige har en av de högsta melanomincidenserna i Europa, och incidensen ökar. I Sverige är melanom en av de vanligaste cancerformerna bland både män och kvinnor. Ultraviolet (UV) strålning är den främsta riskfaktorn för melanom, och en ökad UV-exponering har bidragit till den observerade ökningen av incidensen i hela världen.

I alla europeiska länder har incidensen ökat sedan 1950-talet, med en uppskattad årlig ökning på 3-7 procent under de senaste decennierna. Incidensen i Europa varierar mellan olika länder, och den högsta ses i de västra delarna av Nordeuropa, med 23,3-29,7/100

000 invånare per år (3). År 2022 diagnosticerades invasivt melanom hos 5 257 personer, vilket motsvarar en fördubbling av antalet fall under den senaste 15-årsperioden (4).

Elakartade eller godartade hudförändringar

I tre av fyra fall upptäcker patienterna eller deras närstående melanomet själva och söker vanligtvis vård hos en allmänläkare i primärvården. Tidig diagnos är avgörande för patientens överlevnad men att tidigt diagnosticera melanom kan ofta vara svårt. En studie presenterad i *Läkartidningen* 2008 med titeln *Rätt kompetens vid diagnostik ger lägre kostnader* (5), som granskade alla bortskurna hudlesioner i Stockholmsregionen visade att förhållandet mellan nevus och invasivt melanom var så högt som 90:1 respektive 58:1 under åren 2000 respektive 2005. Dessa opererades bort till en kostnad på 60 miljoner kronor årligen. Författarna föreslog att urvalet av patienter med misstänkta hudlesioner borde förbättras genom att låta patienterna bedömas av hudläkare redan vid det första besöket. Användningen av dermatoskopi ökar den diagnostiska precisionen för både melanocytära och icke-melanocytära lesioner bland erfarna utövare. Ett sätt att nyttja hudläkares expertis redan vid denna första kontakt i primärvården är genom användning av teledermatoskopi där minst två subspecialiserade dermatologer i samförstånd granskar misstänkta hudförändringar på distans (6). Vid teledermatoskopi har förhållandet mellan nevus och melanom vid bortskurna lesioner varit avsevärt mycket lägre än tidigare, med proportionerna 5:1 har man uppnått en helt annan precision.

Metoder för Teledermatoskopi granskning och utlåtanden

Dermatoskopi är en metod där man med hjälp av ett instrument, dermatoskop, som läggs mot hudens yta ger en förstoring och genomlysning så att hudens ytliga lager kan undersökas mer detaljerat (figur 1). Införandet av Teledermatoskopi möjliggör att läkare på vårdcentral kan fotografera misstänkta hudlesioner med både kliniska och dermatoskopiska bilder och sedan skicka dessa digitalt tillsammans med bakgrundsinformation för undersökning av hudläkare på distans (figur 1). Två subspecialiserade dermatologer (granskare) bedömer bilderna i samråd och lämnar ett svar inom sju dagar.

För konsekvent tolkning och tydliga rapporter, utvecklades strukturerade svar till primärvården. Svaret ska innehålla en morfologisk beskrivning enligt metoden Revised pattern analysis (inklusive Chaos and Clues) tillsammans med misstänkt diagnos inklusive eventuella differentialdiagnoser samt en rekommendation om diagnostiska åtgärder. Patienter



Figur 1. Primärvårdsläkaren undersöker patienten, tar kliniska och dermatoskopiska bilder, fyller i klinisk information som samlas in i mobilappen och skickas krypterat till en databas i tele-dermatoskopi-plattformen.

med misstänkt melanom rekommenderas att utan dröjsmål genomgå kirurgi på vårdcentralen när det är möjligt. I vissa fall, främst nevus med anamnes på förändring eller andra lesioner där cancermisstanken är låg, rekommenderas en uppföljande tele-dermatoskopisk bild på vårdcentralen efter 3-4 månader. Om det inte finns någon cancermisstanke avskriver primärvårdsläkaren misstanken och ger patienten råd om självkontroller (6).

Tidslinje för organisation och program för införande

Den svenska sjukvården har historiskt sett betonat digitalisering och användning av IT, och landets IT-infrastruktur inom sjukvårdssektorn håller en hög standard vilket skapat goda förutsättningar teledermatoskopi i Sverige.

Utvecklingen av teledermatoskopiprogrammet var ett samarbete mellan olika vårdgivare, teknikexperter, sjukvårdens IT-förvaltning, sjukvårdsjurister, förvaltnings och organisationsexperter under projektledning av Regionalt Cancercentrum Stockholm - Gotland.

Successivt införande i flera steg

Förberedande projekt och pilotprojekt

Förberedande studier startade 2012 där tre vårdcentraler i Stockholm ingick. Före och i samband med denna fas utvecklades metodiken och arbetsflödet för att uppfylla tekniska, juridiska och regulatoriska krav och tekniken fick Conformance Européenne (CE)-certifiering. Beslut om att inleda ett pilotprojekt togs 2015 finansierat av Regionalt Cancercentrum Stockholm-Gotland. Syftet var att utveckla och utvärdera nyttan av teledermatoskopi i primärvården. I detta initiativ deltog hudkliniken vid Karolinska Universitetssjukhuset och tio vårdcentraler inom Region Stockholm. Pilotprojektet möjliggjorde testning av arbetsflöden och teknik i liten skala (figur 2).

Valideringsprojekt

Under 2017, inleddes ett valideringsprojekt som omfattade 48 vårdcentraler, vilket gav möjlighet att utvärdera systemet i ett bredare sammanhang där en femtedel av Stockholms vårdcentraler deltog.

Breddinförande

I november 2019 fattade Hälso- och sjukvårdsförvaltningen i Stockholm beslut om att införa arbetssättet i hela regionen. Upphandlingsfasen genomfördes mellan 2020 och 2021. I maj 2021 påbörjades breddimplementeringen av teledermatoskopi, där Stockholms alla vårdcentraler gradvis skulle integreras i systemet.

Breddinförandet slutfördes mars 2023 då regionens samtliga ca 240 vårdcentraler med regionsavtal var anslutna och totalt 1 263 vårdcentralsläkare hade behörighet till teledermatoskopi-plattformen.



Figur 2. Successivt införande av teledermatoskopi i flera steg.

Anslutning av vårdcentraler i etapper

Vårdcentralerna anslöts i etapper, med cirka 30 vårdcentraler vid varje ny anslutningspunkt. Detta stegvisa tillvägagångssätt användes för att ge utrymme för utbildning och teknikininstallation, samt för att teamet skulle kunna organisera on-boarding möten. Samtidigt kunde granskningskapaciteten på hudkliniken Karolinska Universitetssjukhuset utökas i takt med det ökande antalet remisser.

Projektgrupp

Vid breddinförandets start inrättades en särskild enhet för att förvalta resultaten av projektet, med sikte på att det senare skulle överföras till permanent förvaltning av Stockholms HSF.

En projektgrupp med representanter från de organisationer som påverkades av projektet bildades. Projektgruppen bestod av personer från Regionalt cancercentrum Stockholm - Gotland, den regionala IT-förvaltningen, Dermicus (leverantör av IT-plattformen) samt en ledningsgrupp för teledermatoskopigranskarna från hudkliniken vid Karolinska Universitetssjukhuset samt en grupp allmänläkare från olika vårdaktörer i primärvården. Projektgruppen träffades varje vecka för timslånga möten för att harmonisera och förfina implementeringsprocessen och för att effektivt hantera och lösa eventuella problem som uppstod. Detta samarbete bidrog också till att skapa ett gemensamt perspektiv bland intressenterna.

IT-plattformen för teledermatoskopi

Noggrann utvärdering av lämpliga telemedicinska plattformar gjordes, med fokus på användbarhet i den kliniska miljön, minimering av den administrativa bördan för allmänläkare, säkerställande av integration i regionens IT-miljö och hantering av säkerhetsfrågor i den kliniska proceduren. Framtida systemdrift var också avgörande. Krav på att integrera teledermatoskopi med det befintliga elektroniska journalsystemet var en viktig men komplex fråga. Att säkerställa interoperabilitet och datautbyte mellan den nya tekniken och de äldre systemen var avgörande för en framgångsrik övergång. Processen med att definiera användarkrav genomfördes på ett strukturerat sätt med en projektgrupp bestående av ett brett spektrum av sjukvårdsexpertis, med representation från både primär- och sekundärvård, samt sjukvårdsupphandlare och projektledare.

Upphandlingsfasen, genomfördes mellan 2020 och 2021, och följde lagen om offentlig upphandling.

Infrastruktur

Den tekniska utrustning som krävdes innan programmet påbörjades omfattade en dedikerad mobiltelefon (iPhone SE eller iPhone 8) samt ett dermatoskopiskt tillbehör (Heine iC1 eller DermLite DL4). En tvåfaktorsautentiseringslösning för krypterad inloggning till systemet användes. Vårdcentralerna fick själva köpa utrustningen men ersattes i efterhand av Regionalt cancercentrum Stockholm-Gotland. Även handhållna dermatoskop (Heine delta 20) rekommenderades men krävdes inte och ersattes inte.

Utbildning och träning av granskare av teledermatoskopi

Krav för teledermatoskopi-granskare var specialistkompetens i dermatologi, klinisk erfarenhet av diagnostik av hudcancer samt en omfattande distansutbildning i dermatoskopi vid University of Queensland, Australien. Innan hudläkare självständigt får delta i remissvar på teledermatoskopiplattformen ska de dessutom visa sin förmåga genom att aktivt delta i träning och gemensam bedömning av ett betydande antal fall. I mars 2023 fanns elva godkända granskare av teledermatoskopi, och tio ytterligare hudspecialister under pågående utbildning och träning.

Utbildning av remittenter

Krav på primärvårdsläkarna innan deras vårdcentraler kunde börja använda utrustningen var ett webbaserat utbildningsprogram på 4-6 timmar som omfattade flera delmoment som minst två läkare behövde klara. Utbildningen inkluderade en kort allmän bakgrund,

olika typer av pigmenterade hudlesioner, mönsteranalysmetoden för dermatoskopi ”Chaos and Clues”, beskrivning av teledermatoskopiutrustningen och hur den fungerade och skulle användas, arbetsflödet inklusive operationsteknik, patientsäkerhet och canceranmälan. Utbildningen avslutades med ett skriftligt prov, där godkänt resultat krävdes för behörighet och inloggningsuppgifter till teledermatoskopiplattformen.

Ett digitalt on-boarding möte gavs även till varje vårdcentral där läkarna fick möjlighet att bekanta sig med utrustningen och testa systemet genom att skicka testremisser.

Utbildning av administrativa kontaktpersoner på vårdcentralen

En kortfattad administrativ utbildning genomfördes också, där man utsåg en kontaktperson (centeradministratör) vid varje vårdcentral som också ansvarade för att hantera och hjälpa lokala användare av teledermatoskopi och säkerställa att alla användare hade fått den nödvändiga utbildningen för teledermatoskopi.

Effektivitet

Alla vårdcentraler i regionen, cirka 240, deltog, och totalt 1 263 vårdcentralsläkare hade i mars 2023 erhållit behörighet till teledermatoskopiplattformen och kan remittera patienter genom systemet. Sex månader efter breddimplementationen, november 2023, hade 200 av 240 PHC-center (83 %) skickat in minst ett fall under de senaste två månaderna. För närvarande skickas cirka 1 500 teledermatoskopiremisser varje månad till Hudkliniken på Karolinska Universitetssjukhuset för granskning av misstänkta hudförändringar.

Ledtiderna för teledermatoskopi har jämförts med traditionella elektroniska remisser från vårdcentraler till sjukhusbaserad hudcancervård för patienter med misstänkt melanom och har visat sig vara likvärdiga, medianledtid på 12 dagar (interkvartilområde 6-19; medelvärde 15,8) från första konsultation till kirurgisk borttagning för patologisk vävnadsundersökning. Patienter som genomgick den diagnostiska operationen på vårdcentralen efter en rekommendation från teledermatoskopi hade de allra kortaste ledtiden (6).

Statistik efter breddinförande av teledermatoskopi i Stockholm 2023

Under 2023 undersöktes ett stort antal patienter i primärvården för cancermisstänkta hudförändringar. Teledermatoskopi ska användas om vårdcentralsläkaren misstänker hudcancer eller känner osäkerhet i sin bedömning. Totalt utnyttjades teledermatoskopisk utredning i 14 510 patientfall under 2023. Den genomsnittliga svarstiden på teledermatoskopiremisser under 2023 var 29 timmar.

Misstanke om melanom eller behov av att utesluta melanom var den vanligaste remissfrågeställningen och utgjorde 65% av de remitterade patientfallen. För dessa rekommenderades kirurgisk borttagning 12 % av fallen och uppföljande dermatoskopisk kontroll i 4,5% av fallen. I 83,5 % av fallen krävdes ingen ytterligare diagnostisk åtgärd. Även ett betydande antal remisser för misstänkt basalcellscancer och skivepitelcancer har skickats, och dessa skall alltid verifieras med histopatologisk undersökning vilket medför att totalt har 19 % av remisserna rekommenderats kirurgisk borttagning eller biopsi, 3,9 % kontrolldermatoskopi och 79,2 % ingen ytterligare diagnostisk åtgärd. Majoriteten av patienterna fick lugnande besked, vilket gjorde att de inte behövde genomgå onödiga operationer eller remitteras vidare till hudspecialist.

Av 4 708 melanocytära lesioner som vårdcentraler remitterade genom teledermatoskopi bedömdes 463 vara melanommisstänkta, därutöver bedömdes 470 vara avvikande melanocytära lesioner med lägre grad av melanommisstanke där kirurgisk borttagning rekommenderades. Totalt har 308 melanom, varav 153 invasiva melanom och 155 in situ-melanom och dessutom 54 gravt dysplastiska nevi verifierats histopatologiskt. Resultatet talar för en hög precision i diagnostiken med 3,2 excisioner för varje diagnostiserat melanom.

Icke-melanocytära lesioner med misstänkt malignitet, främst basalcellscancer (641) och skivepitelcancer samt dess förstadier (269), tillsammans med 344 fall av ospecificerad misstanke om malignitet, rekommenderades biopsi eller kirurgisk borttagning. Dessutom diagnostiserades 397 aktiniska keratoser, som i regel inte kräver ytterligare diagnostiska åtgärder.

De vanligaste godartade förändringarna där teledermatoskopisk bedömning användes för diagnostik, utöver nevi, var seborroiska keratoser, lentigo solaris, benigna lichenoida keratoser, dermatofibrom och angiom. Dessa kan, särskilt om det saknas tillgång till undersökning med dermatoskopi, utgöra imitatorer av elakartade hudförändringar och även bland dessa krävdes i en liten andel fall histopatologisk undersökning.

Diskussion

Cirka 80% av de lesioner som undersöktes genom teledermatoskopi bedömdes som godartade. Historiskt sett skulle de flesta av dessa lesioner ha krävt kirurgisk borttagning eller remiss till en hudläkare, vilket skulle ha medfört högre kostnader och sjuklighet.

Det finns goda möjligheter för att teledermatoskopi ska kunna minska andelen patienter som utsätts för onödiga kirurgiska ingrepp, och därmed minska obehag och tidsspillan för patienterna samt ge kostnadsbesparingar inom sjukvårdssystemet. Arbetsättet kan förbättra förutsättningarna för andra viktiga sjukvårdstjänster såsom hudspecialistvård med minskade väntetider för andra kategorier av hudsjukdomar som trängts undan av det ökande antalet hudcancerfall. Hårt ansträngda patologlaboratorier kan också avlastas.

Teledermatoskopi fungerar också som ett pedagogiskt verktyg som erbjuder kontinuerlig professionell utveckling och återkoppling till vårdgivare i primärvården, så att de kan förbättra och upprätthålla en hög kompetensnivå. Långvarig användning av teledermatoskopi har visat sig förbättra allmänläkarnas förmåga att identifiera lesioner för teledermatoskopiska konsultationer.

Riktad solskyddsinformation till patienter med hudcancer eller oro för hudcancer

Med nya funktioner i teledermatoskopiplattformen som är under utveckling, en integration av en sms-tjänst för informerat samtycke, finns det snart möjligheter att be om patientens godkännande att delta i forskningsstudier och till att få riktad information om till exempel solskyddsråd och egenkontroller, något som är särskilt angeläget för patienter som söker för oro för hudcancer. Vid givet samtycke kan patienten via sms-tjänsten länkas till webbaserad information utifrån den enskilda individens situation och behov.

Rekommendation från UV-rådet

Teledermatoskopi är en plattform och ett arbetssätt som implementerats regionalt för sekundär prevention (tidig upptäckt av hudcancer) och utvecklas även för att tillhandahålla primär prevention (exempelvis solråd). SSM bör stödja utveckling och implementering av teledermatoskopi på regional och nationell nivå.

Referenser

1. Tidig upptäckt av hudcancer med teledermatoskopi (cancercentrum.se). Available from: https://cancercentrum.se/globalassets/vara-uppdrag/prevention-tidig-upptackt/hudcancer/rcc-rapport_tidig_upptackt_teledermatoskopi_11dec18.pdf
2. Teledermatoskopi – ett arbetssätt för primärvården i Stockholm - RCC Stockholm Gotland (cancercentrum.se [Internet]). Available from: <https://cancercentrum.se/contentassets/69c51ff436264076a71f44ae5de36a42/projektrapport-for-inforande-av-teledermatoskopi-i-region-stockholm.pdf>
3. Eriksson H, Nielsen K, Vassilaki I, Lapins J, Mikiver R, Lyth J, m.fl. Trend Shifts in Age-Specific Incidence for In Situ and Invasive Cutaneous Melanoma in Sweden. *Cancers*. 2021;13(11):2838.
4. Nationella kvalitetsregistret för hudmelanom (SweMR). Interaktiv onlinerapport 2023 [Internet]. Available from: <https://statistik.incanet.se/Hudmelanom/>
5. Lindelöf B, Hedblad MA, Ringborg U. [Nevus or malignant melanoma? Correct diagnostic competence results in lower costs]. *Lakartidningen*. 2008;105(39):2666–9.
6. Schultz K, Ivert LU, Lapins J, Sartorius K, Johansson EK. Lead Time from First Suspicion of Malignant Melanoma in Primary Care to Diagnostic Excision: a Cohort Study Comparing Teledermatoscopy and Traditional Referral to a Dermatology Clinic at a Tertiary Hospital. *Dermatol Pr Concept*. 2023;13(1):e2023018

Mätmetoder online för att undersöka människors attityd till solning

Erik Modig, Handelshögskolan i Stockholm

När människor i allt större utsträckning spenderar tid och söker efter information online, har mätmetoder av människors beteenden och attityder i större omfattning börjat använda sig av digitala mätningar. Ett vanligt sätt för att kunna bedöma det generella intresset är att mäta hur många människor som besöker eller klickar på hemsidor eller informationskampanjer. Även om den metoden till skillnad från traditionella enkätundersökningar, sällan kan förklara bakomliggande anledningar har dessa mätmetoder blivit vanligare. En anledning till detta är kostnadseffektivitet, en annan är att det går att se på historiskt beteende i och med att mycket av denna information lagras. Mätmetoderna har även utvecklats och kan idag i större utsträckning tolka löpande text och användningen av ord, vilket skulle kunna lösa utmaningen med att utöver att studera beteenden, även förstå attityder. I detta kapitel ska vi se på tre olika mätmetoder och deras förmåga att ge information om människors solningsbeteenden och attityder till solning.

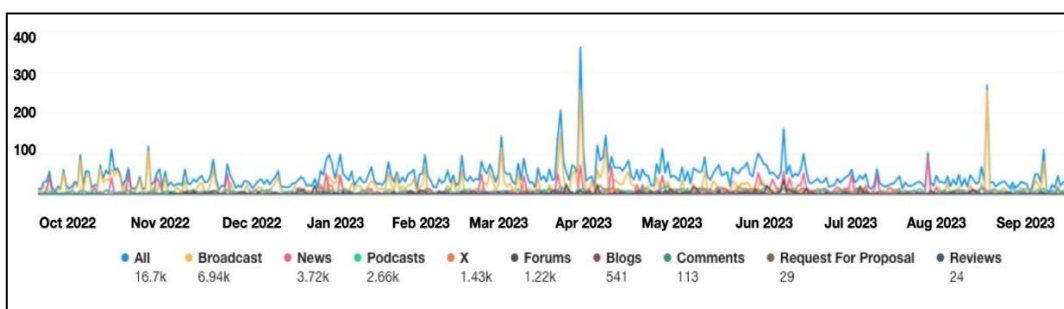
Mediabevakning

En av de vanligaste metoderna för att undersöka människors attityder online är så kallad mediabevakning och sentimentanalys. Mediabevakning handlar om hur ofta samt i vilka medier ett ord används under en vald tidsperiod. Sentimentanalys är en process där man använder tekniker för bearbetning av naturligt språk (NLP) och maskininlärning för att identifiera och extrahera subjektiv information från textdata (1).

För att undersöka dessa metoder har vi valt att undersöka ordet ”solning” med hjälp av undersökningsföretaget Meltwater (2). Detta ska ses som en första undersökning av dessa metoder och därmed begränsar vi den till enbart ordet ”solning”. För framtida användning kan och bör ytterligare ord undersökas. Genom att använda media och social media monitoring kan vi se hur användningen av ordet ”solning” förekommit inom nyhetsmedier och sociala medier, samt vilka andra ord som används i anslutning till ”solning” och en bedömning av i vilket sammanhang och ämne ordet nämnts med. Vi valde att undersöka förekomsten mellan 1:a oktober 2022 till 30:e september 2023 för att kunna fokusera på

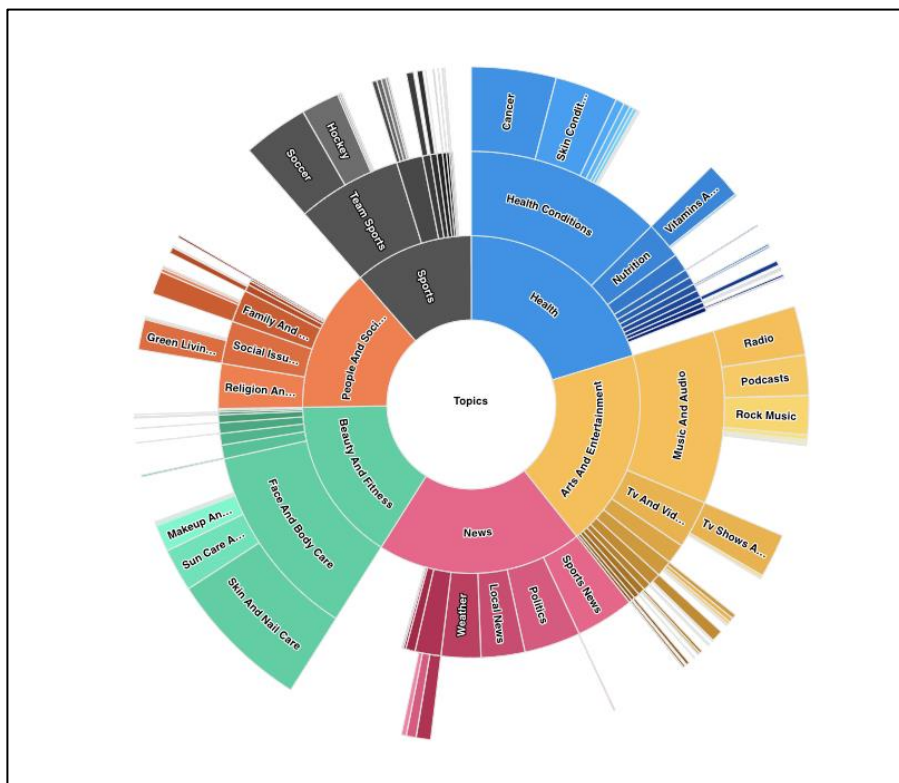
användningen av ordet under vinter och sommar utifrån antagandet att dessa perioder är av störst intresse.

För det första kan vi se i figur 1 att ”solning” har nämnts 16 660 gånger i svensk press och valda sociala medier under undersökningsperioden. Förekomsten är relativt jämt fördelat under året men med tydliga toppar som oftast går att tydligt koppla till specifika händelser som genererat intresse i media. Den mest uppmärksammade händelsen under den observerade perioden är publiceringen av rapporten ”Ökande Incidens av Melanom” av Regionalt Cancercentrum Syd, vilket ledde till publicering i SVT och efterföljande medier.



Figur 1. Mediabevakning av ordet ”solning”, 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Data och bild från Meltwater.

Mediabevakningen klassificerar också ämnet på den text som ordet ”solning” förekommer i. I figur 2 går det att se att det under perioden varit en bred spridning av omnämmandet av solning. Ämnet hälsa är det vanligaste (2 683 omnämmanden), följt av nyheter (2 605), konst och underhållning (2 505) skönhet och fitness (2 082), människor och samhälle (1 825) och sport (1 511).



Figur 2. Ämnen i de texter som ordet "solning" förekommer inom, 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Data och bild från Meltwater.

Det går även att göra en innehållsanalys som ser vilka ord eller par av ord som förekommit i samband med ordet "solning". I figur 3 kan vi se vilka ord som är vanligast förekommande där ordet "lång tid" är det vanligast förekommande (374 omnämmanden).



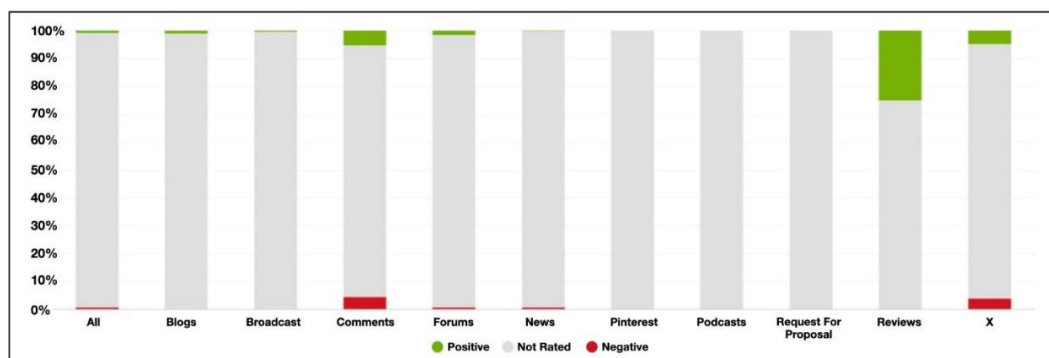
Figur 3. Innehållsanalys av ord i anslutning till ordet "solning", 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Data och bild från Meltwater.

En sentimentanalys undersöker om texten som ordet nämnts i är huvudsakligen positiv eller negativ. Detta görs utifrån ordval och tonen i språket. På det sättet kan det skapas en sentimentanalys som anger vilka ord som varit förekommande i positiva eller negativa artiklar. Av figur 4 framgår vilka ord som sentimentanalysen har bedömts vara kopplade till positiva eller negativa omnämningen.



Figur 4. Sentimentanalys av ord i anslutning till ordet "solning", 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Data och bild från Meltwater. Grönt visar på positiva omdömen samt rött på negativa omdömen.

Det ska dock tilläggas att sammanställningen ovan är gjord utifrån en mycket liten del av all data eftersom en övergripande majoritet klassades som neutral. Se figur 5.



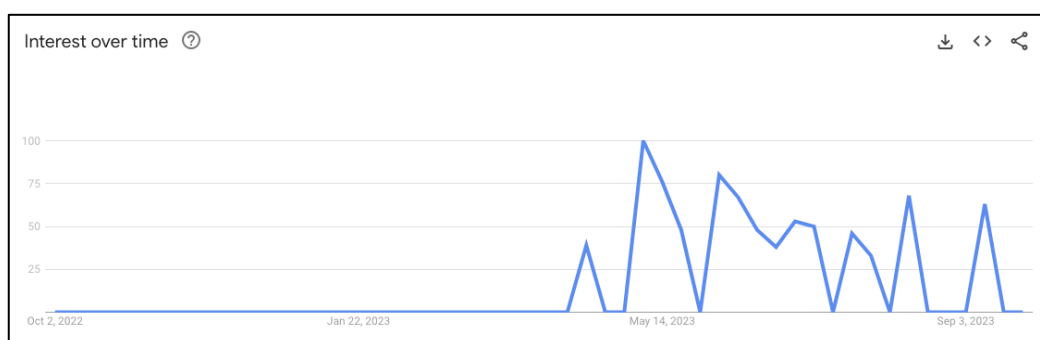
Figur 5. Sentimentanalys inom olika mediaslag av ord i anslutning till ordet "solning", 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Data och bild från Meltwater. Grönt visar på positiva omdömen samt rött på negativa omdömen.

Sammanfattningsvis anser vi att mediabevakning och sentimentanalys ger intressanta insikter kring hur solning omnämns i svensk press och sociala medier. I ovanstående initiala analys fokuserades enbart på ordet ”solning”. Framtida undersökningar skulle även kunna titta på konsekvenser av för mycket sol såsom ”hudcancer” och ”solbränd” för att få en bredare insyn i hur dessa används.

Andel sökresultat (share of search)

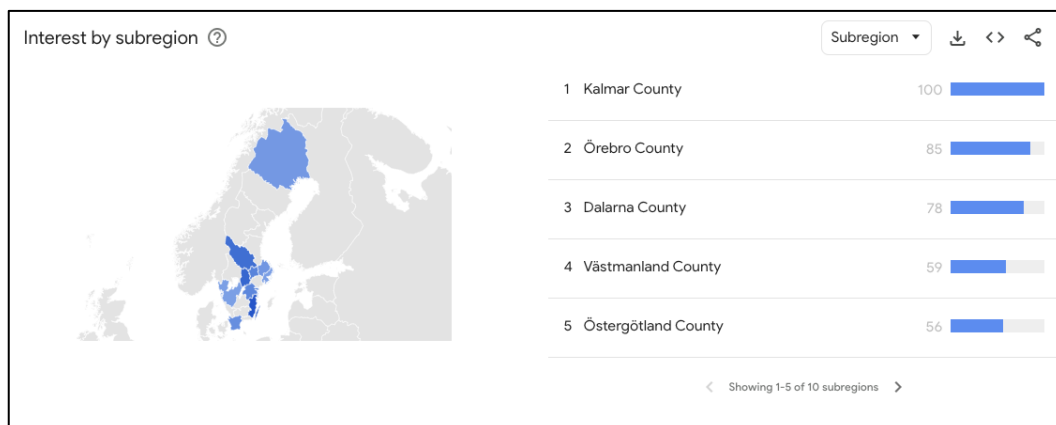
En annan metod för att mäta beteende online är att använda Google Trends (3) som anger andelen sökningar under en viss tidsperiod. Den anger inte antal sökningar utan enbart fördelningen av den totala mängden sökningar under en viss tidsperiod. Data presenteras genom att perioden som haft högst antal sökningar sätts som 100 oavsett hur många sökningar det faktiskt var och därefter presenteras de andra perioderna i relation till denna toppnotering.

Som vi ser i figur 6 sker majoriteten av sökningar under sommarhalvåret. Det är även tydligt vid studier av längre tidsperioder än vald undersökningsperiod. Detta betyder dock inte att det inte sker någon sökning alls under vinterperioden, enbart att den i relation till den stora sökmängden under andra perioder gör att den presenteras som mer eller mindre obefintlig.



Figur 6. Sökningar på ordet ”solning” 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Data och bild från Google Trends.

Det går även att se hur populärt det är att söka på solning i jämförelse med andra sökord för olika regioner. Genom att beräkna andelen sökningar på solning jämfört med det totala antalet sökningar i samma region beräknas det hur populärt det är att söka på solning.



Figur 7. Geografisk koncentration på sökningar på ordet "solning" 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Data och bild från Google Trends.

Sammanfattningsvis anser vi att en analys av sökresultat kan ge insikter som är relevanta för arbetet med förebyggande åtgärder. Exempelvis kan en analys av hur populärt ett sökord är i en region, kopplas till åtgärder för att se om det går att se en tydlig koppling mellan en regional aktivitet och hur människor söker på solning. Här bör analys av ytterligare sökord också kunna fördjupa insikterna.

LLM (ChatGPT) analys av kunskap om solning

En annan metod för att samla in och förstå kunskap online är att träna en så kallad LLM (large language model). Detta fick stort genomslag under 2023 och det ses som en typ av AI analys. En av de mest kända verktygen är ChatGPT (4). Vi har ställt frågor till ChatGPT version 4 för att se vad den svarar gällande frågor berörande solning.

Fråga: Vad har du för kunskap om det är bra eller dåligt att sola?

ChatGPT

Att sola kan ha både positiva och negativa effekter på hälsan. Här är några viktiga aspekter att tänka på:

Positiva Effekter av Solning

1. **Vitamin D-produktion:** Solen är en viktig källa till vitamin D, som är nödvändigt för benhälsa och immunsystemet.
2. **Förbättrad sinnesstämning:** Solljus kan höja nivåerna av serotonin, en neurotransmittor som bidrar till välbefinnande och lycka.
3. **Reglering av dygnsrytmen:** Naturligt ljus hjälper till att reglera kroppens interna klocka, vilket kan förbättra sömnkvaliteten.

Negativa Effekter av Solning

1. **Hudcancer:** Överexponering för solens UV-strålar ökar risken för hudcancer, inklusive malignt melanom.
2. **Hudskador:** UV-strålning kan leda till för tidigt åldrande av huden, rynkor, och andra hudskador som solbränna.
3. **Ögonskador:** Långvarig exponering för UV-strålar kan skada ögonen och öka risken för katarakt.

Rekommendationer för Säker Solning

- **Använd solskydd:** Applicera solkräm med hög SPF för att skydda huden mot UV-strålar.
- **Undvik solen mitt på dagen:** Solens strålar är som starkast mellan kl. 10 och 16.
- **Bär skyddande kläder:** Solhattar, solglasögon och kläder som täcker huden kan ge ytterligare skydd.

Balans är Nyckeln

Det är viktigt att hitta en balans mellan att få tillräckligt med solljus för hälsans fördelar och att skydda sig mot de skadliga effekterna av UV-strålning. Att vara medveten om sin hudtyp och hur den reagerar på solen är också viktigt för att anpassa solvanor på ett säkert sätt. Sammanfattningsvis är måttlig solning fördelaktig, men det är viktigt att ta försiktighetsåtgärder för att undvika överexponering och de risker som är förknippade med den.

Vi anser att det är ett generellt bra svar som täcker in de viktigaste rekommendationerna. Svaret är dock inte nyanserat gällande mängden sol för att dessa positiva eller negativa effekter ska kunna uppnås. Svaret berör inte heller i tillräckligt hög omfattning de akuta effekter som kan uppkomma från solning.

Sammanfattning

Som helhet anser vi att mediabevakning och antal sökord gav intressanta insikter i vilken information om solning som finns tillgänglig online. Tillsammans bidrar de till informationen om hur och vilka nyheter som sprids och hur detta kan påverka människors solningsbeteende och attityd till solning. Som med all data är det viktigt att vara källkritisk angående vad den faktiskt säger. Exempelvis har vi här enbart fokuserat på ordet ”solning”. En mer omfattande analys av flera olika ord skulle kunna ge en annan bild av användningen. En sådan fördjupad analys skulle även kunna leda till mer trovärdiga förklaringar vad denna typ av data säger om attityder samt hur dessa skulle kunna påverkas.

Rekommendation från UV-rådet

Strålsäkerhetsmyndigheten bör fortsätta att följa utvecklingen av hur mätmetoder online kan ge insikt kring vilken information människor tar del av. Fördjupad analys för att förstå människor attityd och beteende kan vara värdefulla för att kunna anpassa råd för informationsspridning.

Referenser

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Sentiment_analysis
2. <https://www.meltwater.com/en/products/media-monitoring>
3. <https://trends.google.com/trends?geo=SE&hl=en-US>
4. <https://chat.openai.com/>

Epidemiologi vid hudtumörer - aktuella trender

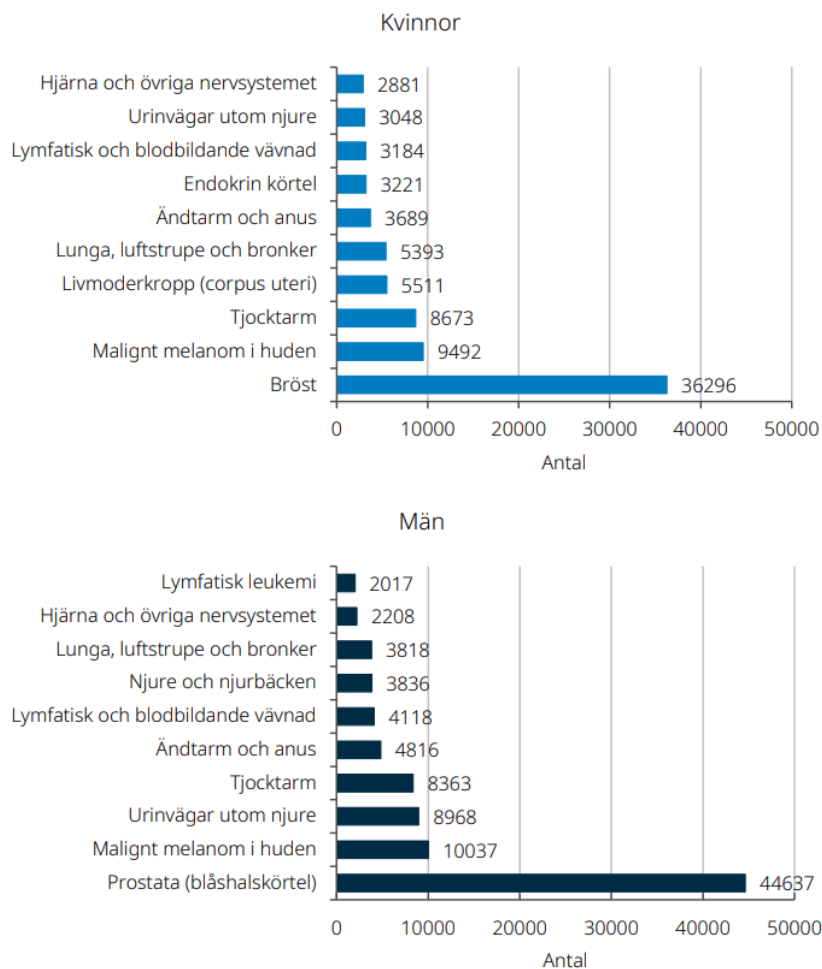
Veronica Höiom & Hildur Helgadóttir, Karolinska Institutet, Karolinska Universitetssjukhuset.

Trender och pandemieffekter på cancerdiagnostiken

Under 2022 rapporterades nästan 5 % fler invasiva hudtumörer jämfört med år 2021, där den största ökningen ses för melanom hos äldre. Även när det gäller de icke maligna tumörerna (*in situ* tumörer) som rapporteras separat, ökade antal tumörer med över 5 % under 2022 jämfört med året innan (1).

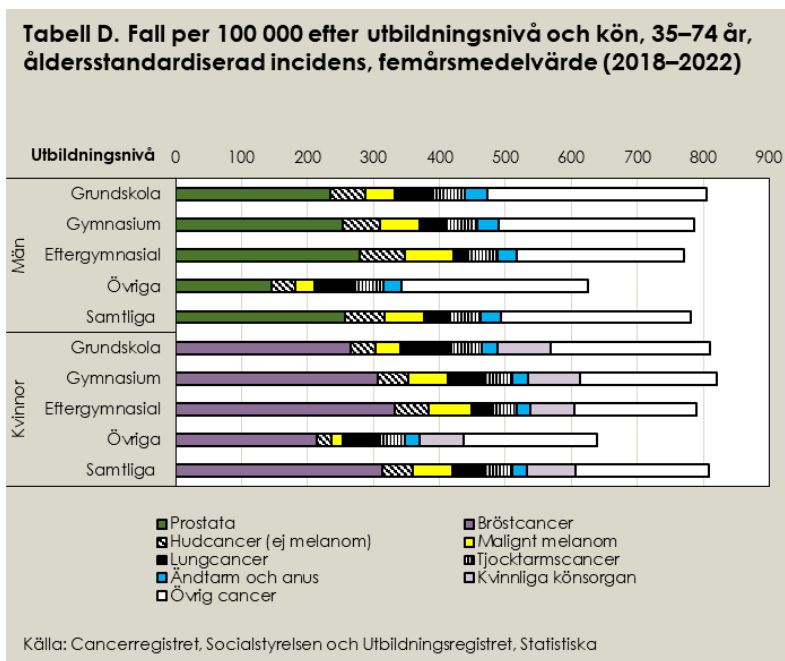
Det totala antalet cancerfall har stadigt ökat i antal ända sedan 1970-talet, i alla fall fram till 2020, då man för första gången kunde se en tydlig nedgång, både hos män och kvinnor, i antal nya inrapporterade fall i den svenska befolkningen. En trolig förklaring kan vara att människor har varit mindre benägna att söka vård vid symtom, samt ett minskat deltagande i screeningprogram på grund covid-19-pandemin. För hudtumörer såg man inte en direkt minskning i totala antalet maligna hudtumörer under 2020, dock var incidensökningen mindre än vad som tidigare rapporterats. Dock har man efter 2020 återigen sett en ökning i det totala antalet cancerfall och incidensökningen för hudtumörer är tillbaka på liknande nivåer som innan pandemin.

De cancerdiagnoser som under de senaste 20 åren har ökat mest i incidens i den svenska befolkningen är just hudtumörer, såsom malignt hudmelanom, skivepitelcancer och basalcellscancer. Enligt aktuell cancerstatistik från Socialstyrelsen stod invasiva hudtumörer (exklusive basalcellscancer) för cirka 22 % av alla maligna tumörer som diagnosticerades under 2022 (1). För 2021 var motsvarande siffra 21 %, vilket visar att antalet hudcancerfall även har ökat i proportion till totalt antal diagnostiserade maligna tumörer. Hudcancer exklusive melanom, är fortsatt den näst vanligaste cancersjukdomen i Sverige hos både män och kvinnor. Malignt hudmelanom är den tredje vanligaste cancer hos män och den fjärde vanligaste cancer hos kvinnor. Tittar man på antal individer som lever med en cancerdiagnos som de fått högst 5 år tillbaka i tiden, den så kallade 5-årsprevalensen, är melanom näst högst för både män och kvinnor när hudcancer annan än melanom är exkluderat (**figur 1**).



Figur 1. Figur 3. 5-årsprevalens för de 10 cancerdiagnoserna med högst prevalenstal bland kvinnor respektive män exklusive icke-melanom hudcancer, från "Statistik om nyupptäckta cancerfall 2022". (Socialstyrelsen 2023)

Risken att insjukna i melanom eller annan hudcancer varierar över landet. Det finns väl etablerade geografiska skillnader men även socioekonomisk status såsom utbildningsnivå påverkar risken att insjukna. Högre utbildningsnivå ökar risken att drabbas av både melanom och annan hudcancer (**figur 2**). Liknande samband ses för prostata- och bröstcancer, medan lungcancer visar på motsatt mönster.



Figur 2. Fall per 100 000 efter utbildningsnivå och kön, 35 - 74 år, åldersstandardiserad incidens, femårsmedelvärde (2018 - 2022), från "Statistik om nyupptäckta cancerfall 2022". Socialstyrelsen (2023)

Nedan följer en kort redogörelse för respektive tumörtyp.

Maligt hudmelanom

Hudmelanom är en typ av tumör som utvecklas från hudens pigmentceller (melanocyter). Under 2022 diagnosticerades 5 257 individer med (minst) ett maligt melanom, vilket är över 400 fler individer än under 2021. För de allra flesta patienterna var det deras första melanomtumör, 9 % av männen och 7 % av kvinnorna hade tidigare haft ett melanom. Dessutom rapporterades 7 385 så kallade *in situ* melanom, som betraktas som ett förstadium till maligt melanom. Totalt antal hudtumörer, maligna och *in situ* tumörer, samt diagnosticerade individer redovisas i detalj i **tabell 1**. Under 2022 såg man en fortsatt kraftig ökning i antal fall av invasiva melanom med över 8 % fler tumörer än under 2021. Ökningen var jämn mellan könen med 8 % fler tumörer hos männen och 9 % hos kvinnorna. För *in situ* melanomen kunde man se en mindre ökning hos kvinnorna under 2022 jämfört med 2021 (drygt 1 % fler *in situ* tumörer). Hos männen kunde man däremot se en betydligt större ökning med nästan 12 % fler *in situ* tumörer 2022 jämfört med 2021. Under pandemin kunde man se en nedgång i antal diagnostiserade *in situ* melanom men om

detta kommer att leda till en ökning av mer avancerade, maligna tumörer, kommande år kan man i nuläget inte utvärdera.

Tabell 1. Antal inrapporterade hudtumörer till cancerregistret år 2022

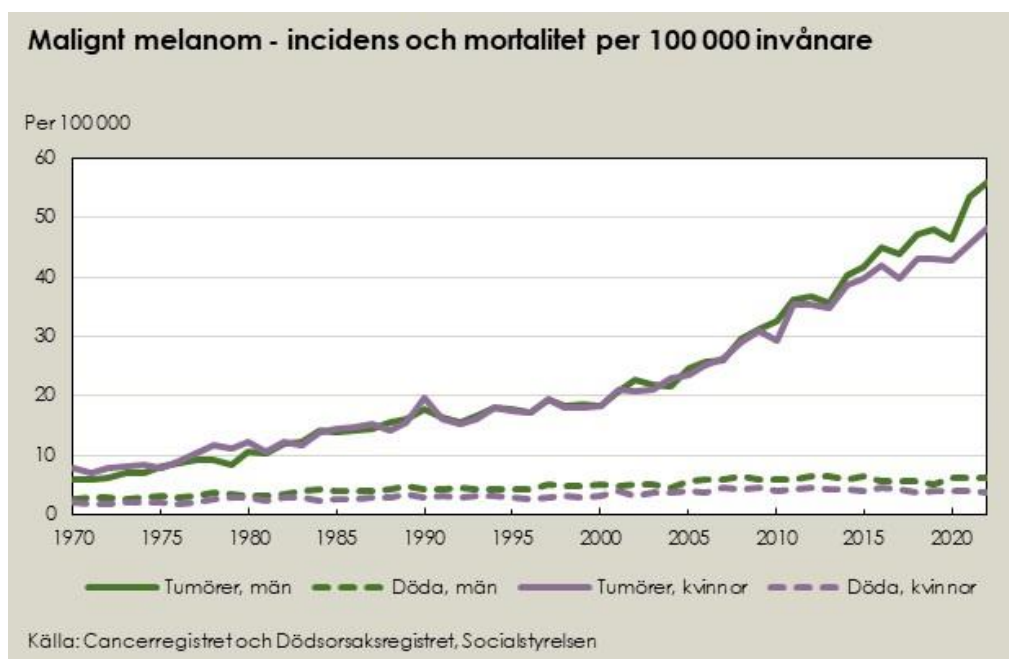
	Kön	Totalt antal tumörer	<i>In situ</i> tumörer	Maligna Tumörer	Antal individer med maligna tumörer) (% med sin 1: a tumör)
Maligt	Kvinnor	5 905	3 389	2 516	2 448 (93 %)
Melanom	Män	6 950	3 996	2 954	2 809 (91 %)
Hudcancer exkl MM	Kvinnor	13 224	8 144	5 080	4 581 (77 %)
	Män	13 793	7 174	6 619	5 821 (71 %)

För män respektive kvinnor utgör hudmelanom 7,2 respektive 6,8 % av de maligna tumörer som rapporterades till Cancerregistret under 2022, vilket gör den till den tredje vanligaste cancerformen hos män (var på femteplats för ett par år sedan) och fjärde vanligaste hos kvinnor (från femteplats förra året). Den kumulativa livstidsrisken att utveckla hudmelanom upp till 75 års ålder ligger för närvarande på 2,9 % för männen och 2,8 % för kvinnor (under 2021 låg den på 2,8 % för männen och 2,6 % för kvinnorna). För melanom är den åldersstandardiserade incidensen per 100 000 invånare 53,7 för män respektive 43,3 för kvinnor. Jämför man på treårsmedelvärden för de tre senaste åren med i början på 2000-talet ser man att ökningen är som allra störst i de äldre ålderskategorierna (**figur 3**). Man kan också se en viss positiv trend när det gäller kvinnor under 34 år, där man faktiskt kan se en minskning i incidens under 2022-2022 jämfört med 2000-2002.



Figur 3. Malignt melanom - tumörer per 100 000 invånare och år fördelat på kön och ålder, treårsmedelvärden, för kvinnor respektive män från "Statistik om nyupptäckt cancer 2022". Socialstyrelsen 2023)

Efter skivepitelcancer i huden är malignt hudmelanom den tumördiagnos som visat den snabbaste relativa incidensökningen under de senaste decennierna. Incidensen av hudmelanom i den svenska befolkningen har ökat dramatiskt ända sedan det Svenska Cancerregistret började sammanställa statistik (**figur 4**) med ett undantag, under den senare delen av 1990-talet kunde man se en stabilisering av incidensen under en period. Från 2000-talet och framåt har dock hudmelanom återigen ökat snabbt bland både män och kvinnor.

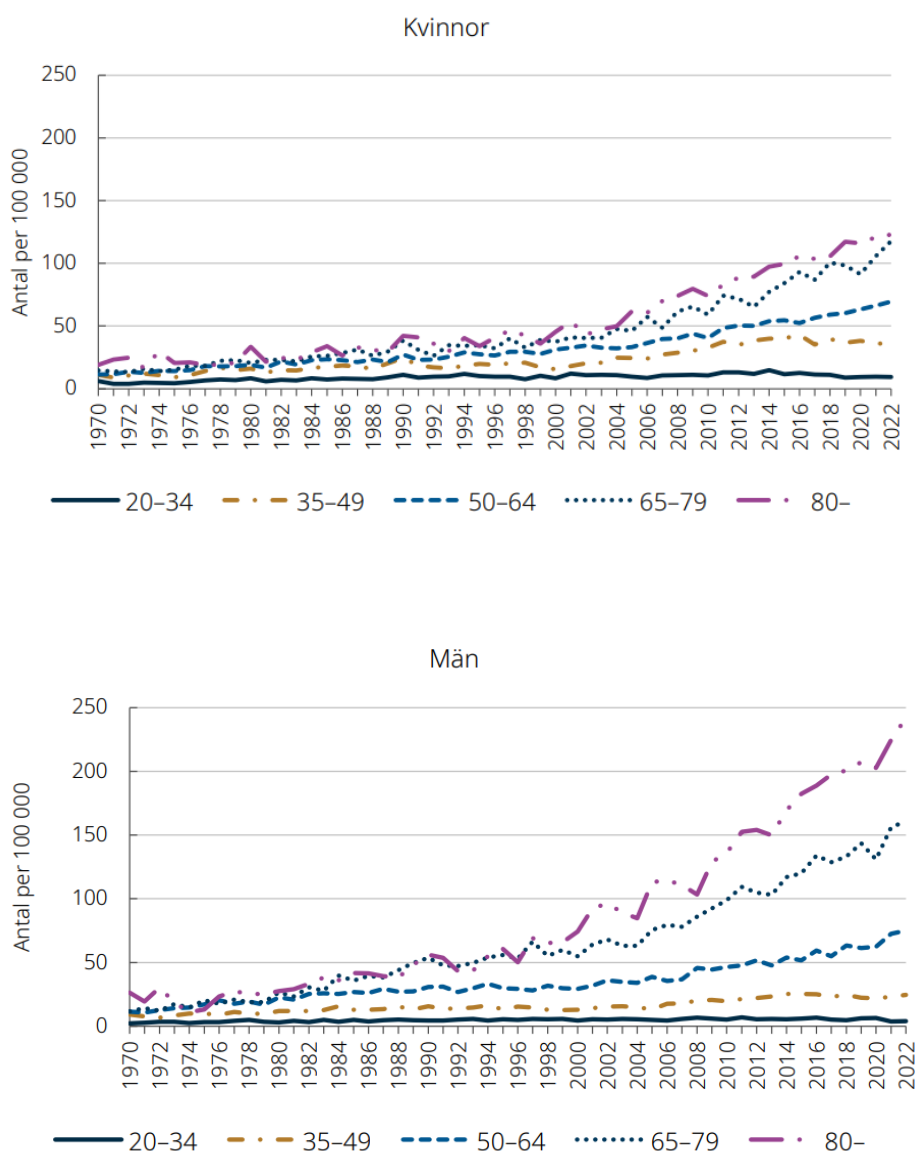


Figur 4. Incidens och mortalitet för malignt melanom i Sverige mellan 1970 och 2022, från "Statistik om nypupptäckt cancer 2022". Socialstyrelsen 2023).

För melanom ligger incidensökningen på 4,5 % för männen och 4,1 % för kvinnorna under de senaste 20 åren. Detta kan jämföras med incidensökningen för alla cancertyper tillsammans under samma tidsperiod som ligger på 2,4 % för männen och 2,7 % för kvinnor (1).

Incidensökningen vid melanom är dock inte jämnt fördelat utan skiljer sig åt mellan könen och även ålder vid diagnos (figur 5). Vid en jämförelse av ökningstakten per år före och efter millenniumskiftet (1970-1999 vs 2000-2022) ser man att kvinnor över 80 år går från en ökningstakt på 2,3 per år under 1970-1999 till 4,6 % per år under år 2000-2022.

För kvinnor 65–79 år var motsvarande siffror 3,4 respektive 5,3 %, för kvinnor 50–64 år 3,1 till 3,7 %, samt för åldersgruppen kvinnor 35–49 år från 1,5 till 3,7 % per år. I den yngsta ålderskategorin, kvinnor under 35 år, sjönk incidensökningen istället från 1,8 till 0,6 % per år. För män över 80 år gick ökningen från 3,2 % till 5,5 %. För män 65–79 år från 5,8 % till 5,0 % och för män 50–64 år från 3,4 till 4,4 % per år. Den årliga öknings-takten för de två yngsta ålderskategorierna bland män har legat stabilt, med 1,9 procent för 35–49-åringar och 1,0 procent för personer i åldersgruppen 20–34 år under perioden 1970–2022.

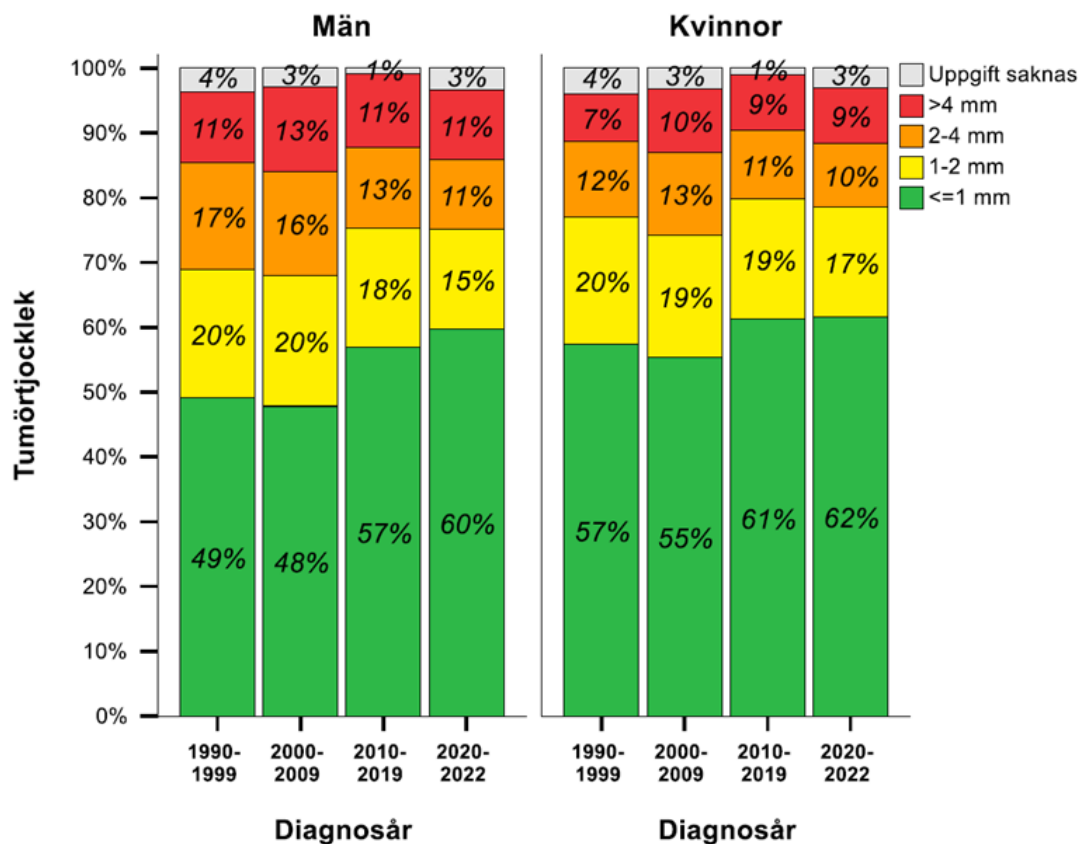


Figur 5. Malignt melanom i huden, incidens per åldersgrupp och år. Antal fall per 100 000 invånare. från "Statistik om nyupptäckt cancer 2022". Socialstyrelsen 2023).

Även andelen individer som diagnostiseras med ett nytt invasivt melanom efter att tidigare ha haft ett melanom ökar (2). I början på 2000-talet var det 3-4 % av melanompatienterna som hade haft ett melanom tidigare, i mitten av 2010-talet var siffran runt 8 %, medan det under 2021 hade stigit till hela 12 % (3).

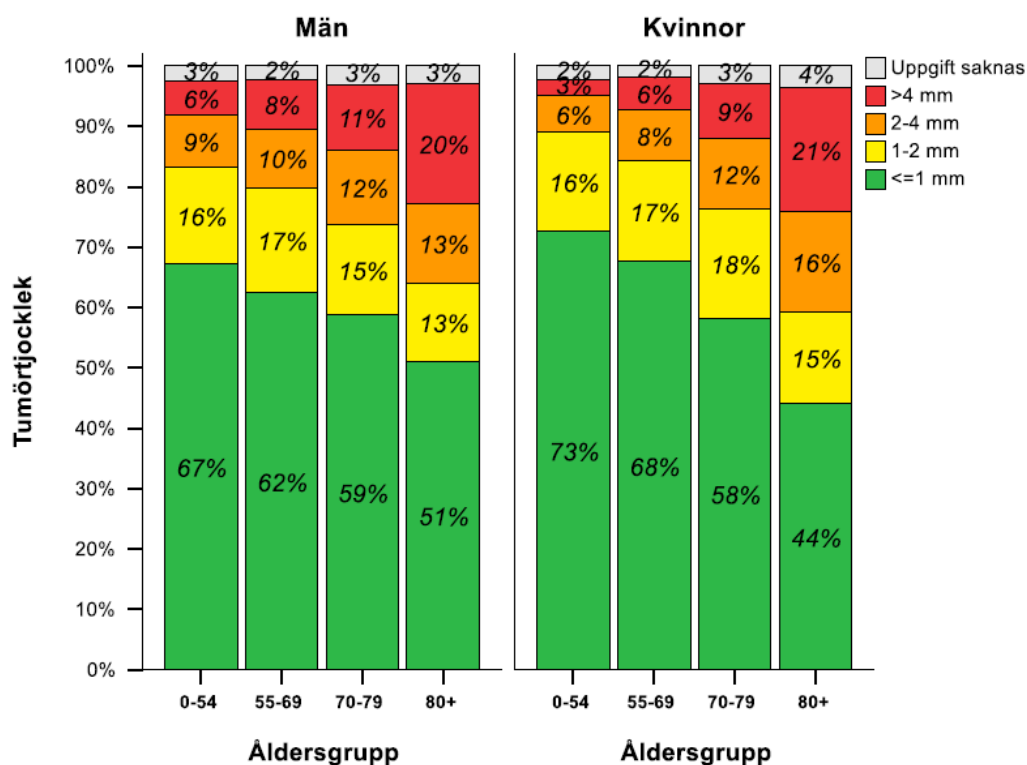
Som nämnts tidigare är incidensen för melanom inte lika över hela Sverige. En faktor som har en påtaglig inverkan på incidensen är den geografiska lokaliseringen. För män låg antalet åldersstandardiserade fall per 100 000 invånare från 18,5 upp till 72,5 fall, i olika delar av landet. Högsta incidensen ses i Örebro län medan den som tidigare år är lägst i Norrbottens län. Även för kvinnor hade Norrbottens län den lägsta incidensen (19,4 fall per 100 000 invånare), medan den var högst i Jönköpings län med 63,3 fall per 100 000 invånare.

Trots nedgången i antal fall under 2020 är *in situ* tumörer den grupp av melanomtumörer som ökat mest, proportionellt sett. Under 2022 var 57 % av alla tumörerna ett *in situ* melanom att jämföra med i slutet av 1990-talet då ungefär var fjärde melanomtumör klassificerades som ett *in situ* melanom. Enligt statistik från SweMR – Svenska melanomregistret (3), är det också de tunna melanomen (<1 mm) som står för den största ökningen även när det gäller de invasiva, maligna tumörerna. Bland alla invasiva melanom ligger andelen tjocka melanom (>4 mm) stabilt på 11 % och 9 % för män respektive kvinnor (**figur 6**). Eftersom antal melanom ökar innebär det att även incidensen för tjocka melanom ökar om än i mindre omfattning än de tunna melanomen. För 25 år sedan rapporterades ca. 100 fall av tjocka melanom per år medan antalet nu är uppe i drygt 500 fall. Eftersom denna diagnos medför störst risk för spridd sjukdom och därmed sämst prognos är det en oroande utveckling.



Figur 6. Fördelning av tumörtjocklek uppdelat på kön och diagnosperiod. Från SweMR – Svenska melanomregistret. Nationell årsrapport för melanom (4).

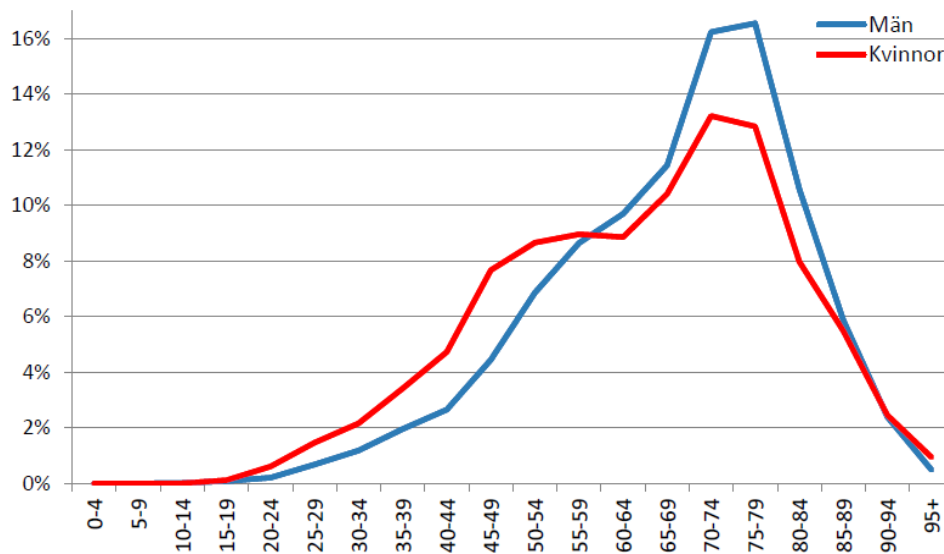
Statistiken visar att äldre patienter har en mycket högre andel tjocka melanom än yngre patienter (**figur 7**). I gruppen patienter som var över 80 år hade var femte patient ett tjockt melanom och tittar man på de över 85 år var det var fjärde patient. Då även hög ålder är en negativ prognostisk faktor vid melanomsjukdom finns det ett extra behov för preventiva åtgärder riktade mot äldre personer.



Figur 7. Fördelning av tumörtjocklek uppdelat på kön och ålder. Från SweMR – Svenska melanomregistret. Nationell årsrapport för melanom.

De allra flesta som avlider till följd av hudcancer gör det på grund av melanom. Dödligheten för melanom har legat relativt stabilt under flera år (**figur 5**). Totalt avled 535 personer till följd av sin melanomsjukdom under år 2022, av dessa var 332 män och 203 var kvinnor (4). Dödligheten är nästan dubbelt så hög för männen jämfört med kvinnorna. Under 2022 låg nivån på 6,9 dödsfall bland män och 3,6 bland kvinnor per 100 000 invånare (4). En orsak till den stabila dödligheten, trots ökad incidens, är sannolikt de nya effektiva onkologiska behandlingarna som började införas 2011.

Insjuknandeåldern för melanom har stadigt ökat med tiden (3). Nu ligger medianåldern för att insjukna i melanom på cirka 70 år för män och 65 år för kvinnor medan den under 1990 låg på 62 år för män och 57 år för kvinnor. Anledningen kan vara att den svenska befolkningen blir allt äldre, att äldre personer nu söker vård i större utsträckning än förr, och förändrade UV-exponeringsvanor. Varför kvinnor i snitt får sin diagnos 5 år innan männen (**figur 8**), kan bero på att kvinnor kontrollerar sin hud mer frekvent och även söker vård tidigare, men skillnaden förklaras sannolikt även av biologiska skillnader mellan könen samt olikheter i UV-exponeringsmönster.



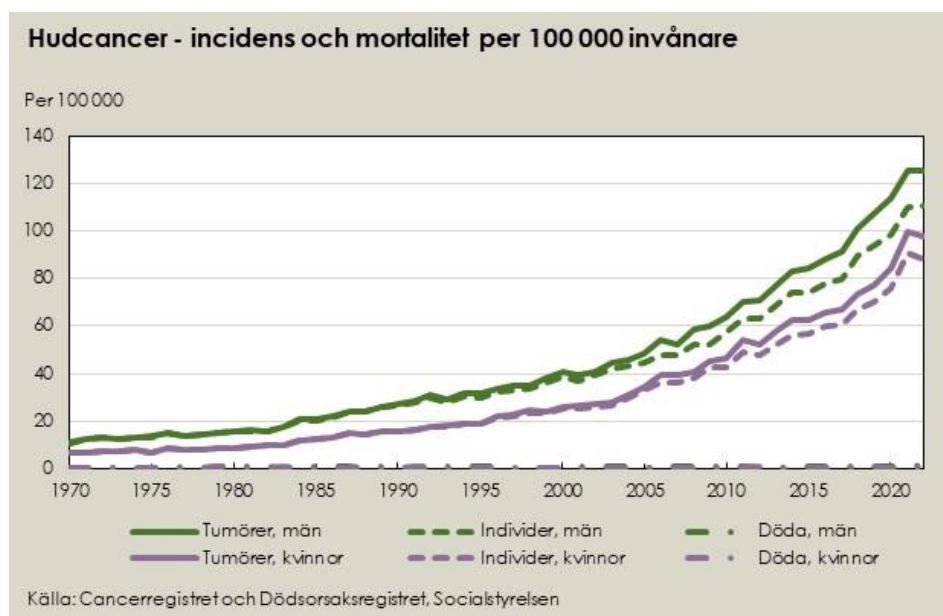
Figur 8. Andelen melanom i respektive ålderskategori uppdelat på kön, år 2018-2022. Från SweMR – Svenska melanomregistret. Nationell årsrapport för melanom.

Hudcancer exklusive melanom

Hudcancer, exklusive melanom, används som ett samlingsbegrepp och innefattar framför allt skivepitelcancer, men också några andra ovanligare former av hudcancer. Ett exempel är Merkelcells cancer (MCC), en ovanlig men aggressiv form av hudcancer som främst drabbar äldre personer (medianålder för ett insjuknande är 81 år i Sverige). Denna cancerform drabbar cirka 50 patienter per år i Sverige. I likhet med andra hudcancertyper är solexponering en viktig riskfaktor, samt att den ökar i incidens. Under perioden 1993 till 2012 ökade den årliga incidensen per 100 000 invånare från 0,09 till 0,2 i Sverige.

Skivepitelcancer, som står för den absolut största majoriteten av hudtumörer i denna grupp, är en tumör som utvecklas från överhudens hudceller (keratinocyter). Denna typ av hudcancer är den näst vanligaste cancerformen hos både män (16 % av alla tumörer) och kvinnor (14 % av alla tumörer) i den svenska befolkningen (figur 1). Basalcellscancer som presenteras separat nedan, är dock den allra vanligaste typen av cancer, men eftersom den ytterst sällan leder till spridd sjukdom eller död, redovisas den inte i **figur 1**. Under 2022 diagnostiserades i antal både fler *in situ* tumörer och invasiva hudtumörer, med 4 % respektive 3 %, jämfört med 2021. Andelen *in situ* tumörer är större bland kvin-

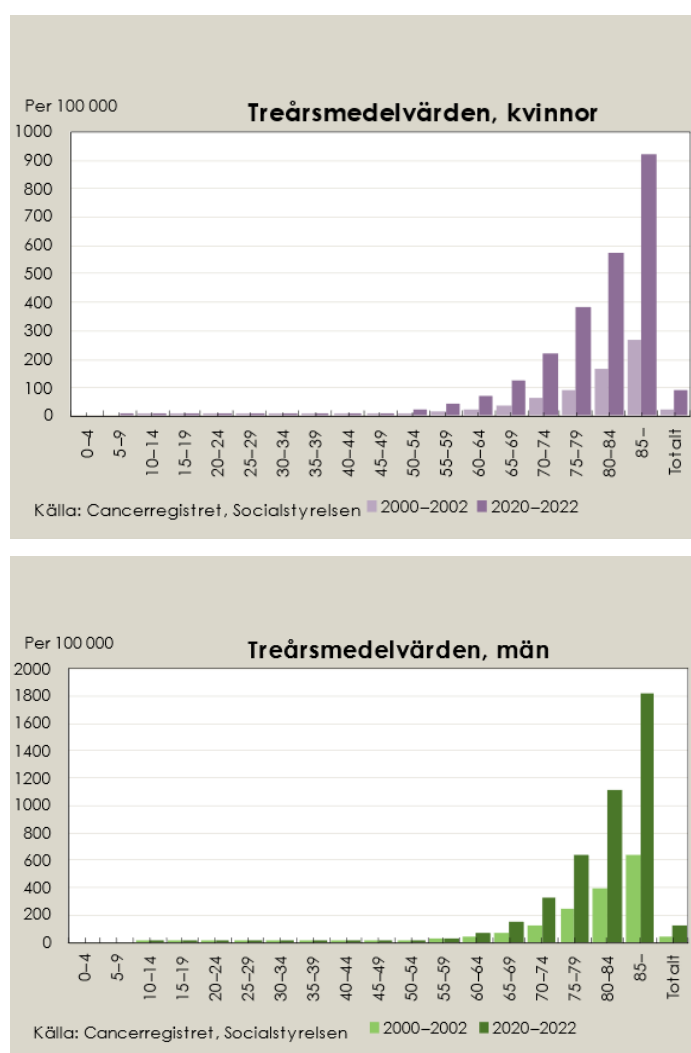
norna (62 % av totalt antal hudtumörer) medan männen har ungefär lika många *in situ* tumörer som invasiva tumörer (52 % respektive 48 %). Hudcancer, och då framför allt skivepitelcancer, är den cancerdiagnos som ökat snabbast i incidens. Idag diagnostiseras nästan dubbelt så många som för 10 år sedan (**figur 9**). Antalet rapporterade fall av hudcancer, såsom antal maligna tumörer och diagnosticerade individer finns beskrivet i detalj i **Tabell 1**.



Figur 9. Incidens för hudcancertumörer (e.g. skivepitelcancer) i Sverige mellan 1970 och 2022, från "Statistik om nyupptäckt cancer 2022". Socialstyrelsen 2023).

Vid skivepitelcancer är det relativt vanligt att en person får fler tumörer, inte minst hos personer med olika sjukdomar eller mediciner som påverkar immunförsvaret. Exempelvis hade 29 % av männen och 23 % av kvinnorna som diagnosticerades med en skivepitelcancer under 2022, haft minst en tidigare hudtumör, att jämföra med melanom där betydligt färre hade haft ett melanom tidigare (9 % av männen och 7 % av kvinnorna). Den kumulativa livstidsrisken upp till 75 år att utveckla en skivepitelcancer ligger på 2,9 % för män och 2,3 % för kvinnor. När det gäller skivepitelcancer får dock de allra flesta patienterna sin diagnos efter 75 års ålder. Den åldersstandardiserade incidensen för malign skivepitelcancer är betydligt högre hos män (126/100 000 invånare) jämfört med hos kvinnor (77/100 000 invånare), även om skillnaderna minskar med tiden eftersom kvin-

nor visar på större incidensökning än män. Den årliga incidensökningen har under de senaste 20 åren legat på hela 6,2 % för kvinnorna medan den är 4,8 % för männen⁵. De största skillnaderna mellan könen ses efter 75 års ålder (**figur 10**). Eftersom incidensökningen är som högst för de över 85 år kommer ökningen av skivepitelcancer hos äldre sannolikt innebära ett växande folkhälsoproblem då den svenska befolkningen blir allt äldre (1). Folkhälsoproblemet innebär framförallt ett lidande och obehag för patienterna men är även en stor belastning för sjukvården eftersom det är så många totalt som drabbas.



Figur 10. Hudcancertumörer (exklusive melanom) - per 100 000 invånare och år fördelat på kön och ålder, treårsmedelvärden, för kvinnor respektive män från "Statistik om nyupptäckt cancer 2022". Socialstyrelsen 2023)

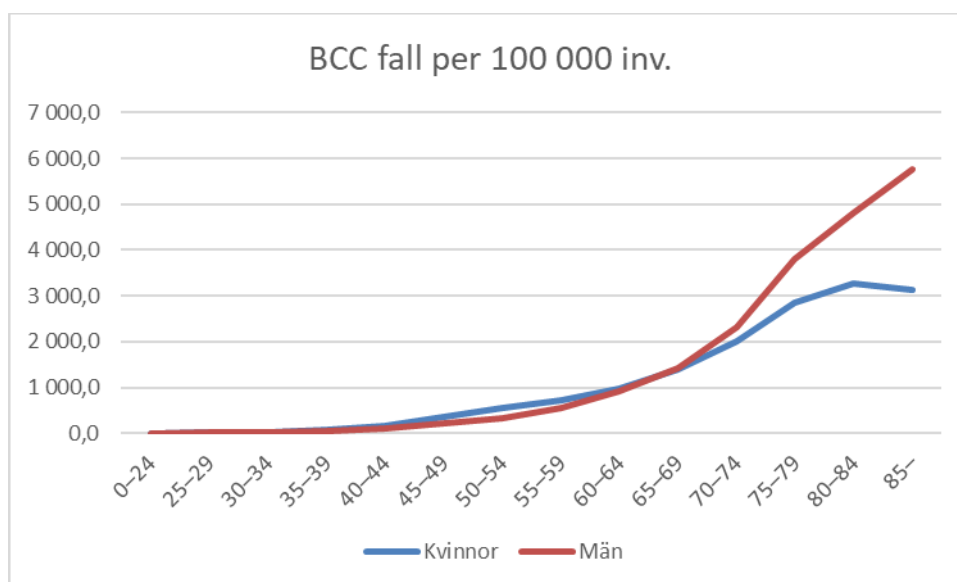
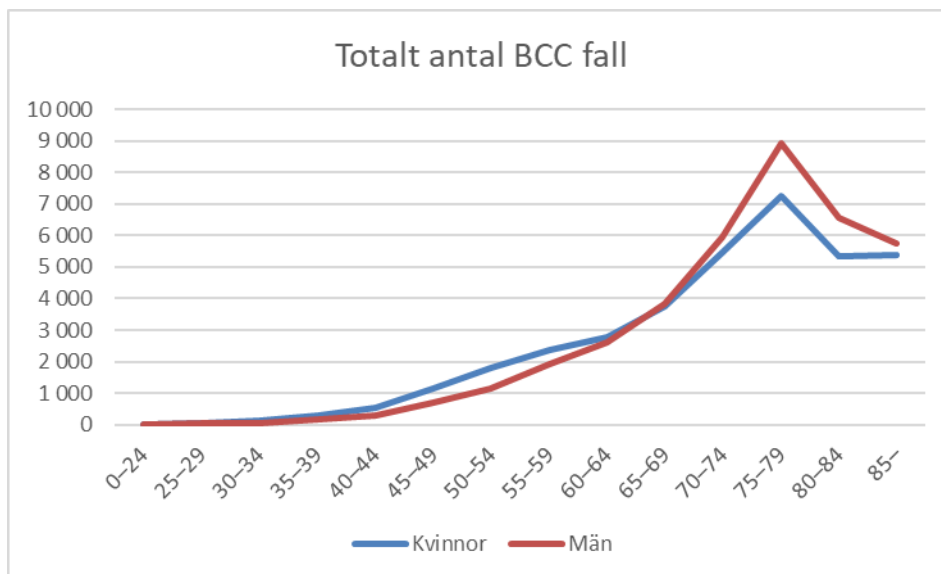
⁵ Ökning i procent baserat på den åldersstandardiserade incidensen.

Även för skivepitelcancer finns stora geografiska skillnader gällande incidensen. Högst notering för männen sågs 2022 i Jönköpings län som hade 165,9 fall per 100 000 invånare, att jämföra med Västernorrlandslän, som liksom 2021 hade den lägsta noteringen, nu på 55,6 fall per 100 000 invånare. För kvinnorna hade Hallands län högst incidens (105,3 fall per 100 000 invånare) medan Västernorrlands län hade även här den lägsta incidensen, med 31,1 fall per 100 000 invånare.

Årligen är det ca. 80 personer som dör på grund av hudcancer (annan än melanom). Under 2022 låg dödligheten per 100 000 invånare på 1,4 för männen och 0,7 för kvinnorna, vilket var en liten ökning från 2021 (**figur 9**). Även om dödligheten för skivepitelcancer är relativt sett låg, så kan tumörerna, även om de inte är dödliga, orsaka mycket lidande då de kan vara lokalt aggressiva eller återkommande och kräva upprepade operationer eller interventioner, inklusive strålbehandling.

Basalcellscancer i huden

Basalcellscancer (BCC) är den vanligaste formen av hudcancer och den utvecklas från så kallade basalceller som finns djupt i överhuden, Det är en långsamt, växande hudtumör som ytterst sällan sprider sig och anses vara en förhållandevis godartad tumör med en mycket god prognos där de flesta patienterna botas genom lokal kirurgi. En majoritet av BCC-tumörerna uppkommer på kroniskt solexponerad hud i huvud-halsregionen, främst hos äldre personer. Sjukdomen är relativt sällsynt före 50 års ålder och liksom för annan hudcancer ökar antalet fall av BCC kontinuerligt för varje år. Cancerregistret började registrera BCC-fall först år 2003, och sedan dess har det skett nästan en dubbling av antalet inrapporterade fall av BCC till registret. Trots att alla nya fall av BCC skall rapporteras till Cancerregistret finns det troligtvis ett betydande mörkertal av BCC-fall eftersom ett okänt antal av dem behandlas utan att prov sänds till patolog.



Figur 10. Basalcellscancer (BCC) - antal tumörer respektive antal tumörer per 100 000 invånare fördelat på kön och ålder, data från ” Statistik om nypptäckt cancer 2022”. Socialstyrelsen 2023)

Idag riskerar ungefär var femte svensk att någon gång i livet diagnostiseras med ett BCC. Totalt diagnosticerades 74 251 fall av BCC under 2022 vilket var drygt 6 % fler tumörer än under 2021.

Det är ungefär lika många kvinnor som män som drabbas av BCC, under 2022 var 49 % av patienterna kvinnor. Innan 65 års ålder diagnosticeras kvinnor oftare än män, men därefter diagnosticeras fler män än kvinnor (sett till antal fall per 100 000 invånare) (**figur 11**). Det är också vanligt att patienterna får flera tumörer, ungefär var tredje patient får en

ny BCC inom två år. Antalet BCC kommer troligtvis att fortsätta att öka i takt med att vår befolkning blir allt äldre.

Sammanfattning

Med data från Nationella kvalitetsregistret för hudmelanom och Socialstyrelsens rapporter från Cancerregistret görs årliga analyser av incidenstrender. Tyvärr finns en fortsatt trend att maligna hudcancer ökar i incidens i den svenska befolkningen. Det kommer också bli viktigt att följa pandemins effekter på incidenskurvorna de kommande åren. Trots framsteg med nya behandlingar mot spridd sjukdom är det fortfarande flera hundra personer per år som avlider till följd av sin hudcancer, främst hudmelanom. Ökade preventiva insatser är av största vikt för att kunna vända den negativa utvecklingen.

Rekommendation från UV-rådet

Strålsäkerhetsmyndigheten bör fortsätta att följa utvecklingen av samtliga former av hudtumörer och arbeta vidare med preventionsåtgärder som påverkar både incidens och mortalitet. Rådet rekommenderar ökade insatser inom både primär och sekundär prevention. Myndigheten bör uppmärksamma sjukvårdsansvariga på det ökande problemet och behovet av ökade preventiva insatser.

Referenser

1. Statistik om nyupptäckta cancerfall 2022. Board of Health and Welfare, 2023.
2. Helgadottir H, Isaksson K, Fritz I, Ingvar C et.al. Multiple Primary Melanoma Incidence Trends Over Five Decades: A Nationwide Population-Based Study. *J Natl Cancer Inst.* 2021;113(3):318-328.
3. SweMR – Svenska melanomregistret. Nationell årsrapport för melanom. Diagnosår 1990 –2022. 2023
4. Dödsorsaker 2022. Causes of death 2022. Board of Health and Welfare, 2023.

D-vitamin, folater och cancerrisk

Veronica Höiom, Institutionen för onkologi-patologi, Karolinska Institutet

D-vitamin, även kallat ”solskensvitaminet” eftersom det bildas i huden när vi exponeras för solljus, har flera unika roller i kroppens uppbyggnad och funktioner och är till exempel nödvändigt för att reglera kalkbalansen i skelett och tänder. Långvarig brist av D-vitamin kan leda till en sjukdom som heter rakitis eller ”engelska sjukan” som karaktäriseras av ett mjukt och missformat skelett. Andra viktiga funktioner som är beroende av D-vitamin är muskelfunktion och ett starkt immunförsvar. Vårt immunförsvar kan dock både stimuleras och bromsas av den aktiva formen av D-vitamin.

Kroppen syntetiserar D-vitamin genom att specifika molekyler som finns i ett av hudens övre lager absorberar solens UVB-strålar och ombildas till D₃-vitamin. D-vitamin kan även fås via kosten, antingen som D₂ (ergokalciferol) som finns i växtriket, eller som D₃ (kolekalciferol), oftast då med ett animaliskt ursprung. Varken D₂ eller D₃ är biologiskt aktiva utan måste först i levern omvandlas till D-25 (OH) och därefter i njurarna till den biologiskt aktiva formen D-1,25(OH)₂, för att kunna användas av kroppen. När man mäter nivåerna av D-vitamin i blodet är det oftast mängden D-25 (OH) man mäter.

Folat eller folsyra, är olika former av samma B-vitamin, där folat finns naturligt i mat medan folsyra är syntetiskt framställt för att användas vid berikning och tillskott. Folater är vattenlösliga B-vitaminer som behövs för nybildning av röda blodkroppar och uppbyggnad av DNA. Vi människor kan inte själva syntetisera folater utan vi får i oss den via vår kost eller genom tillskott. Syntetisk folsyra är mer kemiskt stabil än de naturliga folaterna och lättare för kroppen att ta upp. I kroppen är folat känslig för etanol och UV-exponering. Folsyra rekommenderas gravida under de första veckorna av graviditeten eftersom det sedan länge är känt att tillskott av folsyra kan skydda mot fosterskador på ryggmärgen (ryggmärgsbråck).

Hudens pigmentering bestäms lika mycket av behovet att syntetisera D-vitamin som av behovet att skydda huden mot skadlig UV-exponering.

Huden är ett viktigt organ som skyddar oss mot till exempel virus, bakterier och skadlig UV-exponering. I huden finns melanocyterna, en typ av celler vars funktion är att producera kroppens färgpigment, så kallade melaniner. Melanins funktion är att absorbera, och

därmed oskadliggöra, solens skadliga strålar. Det finns flera olika typer av melaniner; det brunsvarta eumelaninet som ger en mörkare hudtyp och större skydd mot UV-strålar och det rödgula pigmentet feomelanin som finns i större utsträckning hos ljushyade individer. Melaninpigmentering och utvecklingen av mörk hud är en adaptiv skyddsmekanism mot höga nivåer av UV-exponering. Fördelarna med lätt pigmenterad hud är att det underlättar syntesen av D-vitamin och ljus hudpigmentering är därför vanlig i populationer från områden med låga UV-exponeringsnivåer. När mängden melanin i huden ökar, krävs en längre UV-exponeringstid för att maximera syntesen av D-vitamin (1).

Personer med måttligt till mycket pigmenterad hud⁶, kräver runt två till sex gånger så mycket UV-exponering som lätt pigmenterade individer för att syntetisera motsvarande mängd D-vitamin. Andra faktorer som är av betydelse för hur mycket D-vitamin som syntetiseras är ålder, eftersom en yngre hud anses syntetisera D-vitamin mer effektivt än en äldre hud, och kroppsvikt, då överflödigt kroppsfett binder D-vitamin och gör det obrukbart för kroppen. Det finns dock en del nya studier som visar på att både ålder och vilken hudpigmenttyp kanske har mindre påverkan på D-vitaminsyntesen än vad man tidigare trott; det som har störst betydelse är exponeringstid och hur mycket hud som har exponerats för UV-strålning (2-3). Det finns dessutom ärftlig variation i gener som kontrollerar metabolism, transport och nedbrytning av D-vitamin vilket kan spela en viktig roll i uppkomst av olika sjukdomar, inklusive cancer och risken att insjukna i infektioner (4).

En ursprunglig hypotes var att mörk hudpigmentering uppstod för att skydda mot hudcancer orsakad av UV-exponering, detta innebär dock inget selektivt tryck på vår fortlevnad eftersom allvarlig hudcancer tenderar att utvecklas först efter reproduktiv ålder. Däremot har uppkomst av en mer pigmenterad hud för att skydda folater från att brytas ner av UV-strålar en direkt påverkan på reproduktionsförmågan eftersom folat är avgörande för både fertilitet och fostrets utveckling och utgör därför en mer trovärdig förklaring (5). Ljust pigmenterad hud (dvs. mindre hudpigmentering) för att möjliggöra tillräcklig D-vitaminproduktion har också en direkt reproduktionseffekt då det påverkar både benutvecklingen hos fostret och moderns benhälsa. Det råder därför en delikat balans mellan hudpigmentering och tillgång av essentiella ämnen såsom D-vitamin och folsyra, vilket evolutionärt resulterat i en gradering av hudpigmentering som svar på två motsatta faktorer. Den första

⁶ Mycket pigmenterad hud har en större andel eumelanin och totalt sett en större melaninproduktion.

faktorn påverkas av skydd mot UV-exponering, från en mörkpigmenterad hud vid ekvatorn till en lätt pigmenterad hud närmare polerna. Den andra faktorn bestäms av D-vitamin-fotosyntes, som graderas från lätt pigmenterad hud närmare polerna till mörkt pigmenterad hud vid ekvatorn.

Solens strålar kan skada vårt DNA

Folsyra spelar en central roll för syntes och reparation av DNA, och brist på detta B-vitamin kan orsaka obalans i dessa processer med skador i arvsmassan (kromosombrott) som följd. Folsyra är även involverad i metylering av DNA och proteiner. Vid metylering av DNA fästs en metylgrupp till den aktuella genen och uttrycket av genen kan då regleras. Minskad eller ökad DNA-metylering kan leda till rubbningar i regleringen av gener som är viktiga för utveckling och progression av cancer (5).

DNA-skador och kroppens svar på DNA-skador spelar en central roll vid hudskador (6). Solljus är den största källan till hudskador eftersom den leder till såväl direkta DNA-skador via bildning av pyrimidin-dimerer och andra fotoprodukter (7) som indirekt via bildandet av reaktiva syremolekyler (ROS). UV-exponering och DNA-skador i huden leder dessutom till en nedreglering av immunförsvaret som normalt skulle upptäcka och ta bort skadade celler.

Även UV-strålning påverkar våra celler och i vilken grad våra gener uttrycks. Uttrycket påverkas mer ju längre och kraftigare exponeringsdoser som cellerna utsätts för. UV-exponering kan leda till permanenta skador i vårt DNA såsom genetiska förändringar i cellernas arvs massa. Uppkommer dessa förändringar i ”fel” gener kan en cancer utvecklas. I hudtumörer är det mycket vanligt att man i gener som driver eller bromsar celltillväxt hittar genförändringar med en specifik UV-signatur, som i stor utsträckning orsakats av UV-exponering.

UVB (280–320 nm) som tränger in i hudens övre lager (epidermis) orsakar den största delen av direkta DNA-skador medan UVA (320–400 nm) som tränger in i hudens mellersta skikt (dermis), inducerar ROS-molekyler. Folsyra har absorptionstoppar vid 280 och 350 nm, vilket visar att folsyra även absorberar UVA-strålning (5). Syntes av D-vitamin har sitt maximum mellan 290 och 315 nm.

UVB kan inte tränga lika djupt in i huden som UVA och når inte blodomloppet. Direkt fotonedbrytning av folater är därför inte av större biologisk betydelse. Däremot kan ROS,

som orsakas av UVA-strålar som kan penetrera både huden och blodkärlen i mycket större utsträckning än UVB, bryta ner folater.

Att folat är ett ljuskänsligt vitamin visades i en *in-vitro* studie där folatnivåerna i blodplasma minskade med 30-50 % efter att ha exponerats för UVA-strålning (360 nm) i 60 minuter (8). Författarna bakom studien följde upp detta med att även studera detta *in-vivo*, genom att mäta nivåerna av folat i serum hos tio ljushyade patienter som exponerades för UV som en del av deras hudbehandling under minst tre månader, och jämförde dessa med nivåerna hos 64 ljushyade friska kontrollindivider som inte exponerats. Folatnivåerna hos de UV-exponerade patienterna var signifikant lägre än hos kontrollgruppen.

Folat och D-vitamin vid cancerutveckling

Folat kan verka cancerförebyggande genom att såväl tillhandahålla byggstenar som behövs vid DNA-reparation, som genom dess förmåga att kontrollera genuttryck genom metylering. Det finns också forskningsdata som indikerar att minskad folatstatus ökar risken att utveckla vissa cancerformer men det finns också data som pekar på motsatsen. Huruvida ett högt intag av folsyra i kosten skulle kunna bidra till en minskad risk för cancer har diskuterats och det finns studier som visar på en viss koppling. Till exempel kunde man se en lägre risk för bröstcancer hos individer med högt intag av folsyra via kosten, speciellt hos dem som drack alkohol (9). Men, det finns även studier som tyder på det motsatta. I en meta-analys kunde man se en ökad risk för prostatacancer vid tillskott av folat (10).

Det finns diskussioner om att fotonedbrytning av folater skulle kunna vara en mekanism bakom ökad risk för hudcancer hos befolkningar med låg melaninpigmentering och som bor i områden med hög UV-exponering, men mer forskning behövs.

Även D-vitamin anses ha cancerförebyggande egenskaper. I laboratorium har man kunnat visa att D-vitamin kan bromsa cellens förmåga att dela sig och i stället stimulera till cellmognad samt påverka uttrycket av olika gener som reglerar tillväxt och invasion av cancerceller. Om D-vitamin även kan förebygga cancer *in vivo* - inuti våra kroppar, är svårare att studera. Det finns ett stort antal genetiska och epidemiologiska studier som har genomförts med syftet att studera kopplingen mellan D-vitaminstatus och cancer risk. Det finns dock flera komplicerande faktorer att ta hänsyn till när man ska förstå utfallet av dessa studier. Flera av de riskfaktorer som är kopplade till en ökad risk för sjukdom,

såsom fetma och inaktiv livsstil, är också kopplade till låga D-vitaminnivåer. Till exempel, om man ser en koppling mellan ökad risk för cancer och låga D-vitaminnivåer, vad är det då som säger att det inte är exempelvis fetma och inaktiv livsstil som leder till lägre D-vitaminnivåer genom att individen exponerar sig mindre för solljus och/eller äter sämre kost? Det vill säga, det kan även finnas ett omvänt orsakssamband.

För vissa cancertyper som kolonrektalcancer, har man kunnat visa på ett visst samband mellan D-vitaminnivåer och cancerrisk (11-13) även om låga D-vitaminnivåer snarare är kopplat till sämre överlevnad vid cancersjukdom än till risken att insjukna (14-15). För våra vanligaste cancersjukdomar hos kvinnor och män i Sverige, dvs. bröst- respektive prostatacancer, visar de flesta publikationerna att det inte finns något samband mellan låga D-vitaminnivåer och ökad risk att insjukna (13,16 & 17). När det gäller kopplingen mellan låga D-vitaminnivåer och cancerrelaterad dödlighet visar forskningen även här på motsägelsefulla data. I en studie på kvinnor med invasiv bröstcancer, kunde man se att de med störst risk att avlida på grund av sin sjukdom var de med antingen de lägsta D-vitaminnivåerna eller de med de högsta D-vitaminnivåerna (18).

När det gäller hudcancer är effekten av D-vitamin också omdebatterad med motsägelsefulla data i olika studier. Det finns flera studier som visar på ett positivt samband, dvs. att höga D-vitaminnivåer ökade risken för hudcancer, speciellt för annan hudcancer än melanom (19-21), även om det finns forskning som visar på ett positivt samband mellan ökad risk för även melanom och höga D-vitaminnivåer (22). När det gäller D-vitaminstatus och melanomassocierad dödlighet finns inte heller några säkra data. Det finns studier som rapporterat en viss association mellan låga nivåer av D-vitamin och sämre överlevnad vid melanomsjukdom, samt mellan låga D-vitaminnivåer och tjockare melanom vid diagnos, vilket i sig är kopplad till sämre överlevnad (23-25).

Att UV-exponering är den största riskfaktorn för hudcancer är väl etablerat. När det gäller koppling mellan UV-exponering och risken för annan cancer än hudcancer, ett eventuellt samband som i så fall skulle vara förmedlat genom effekten av D-vitamin, har det rapporterats om mer inkonsekventa resultat. För att utvärdera sambandet mellan ackumulerad UV-exponering och risk för cancer (exklusive hudcancer annan än melanom) analyserades tre olika amerikanska kohorter (totalt över 270 000 individer). Som förväntat var UV-exponering positivt associerad med ökad risk för melanom. Intressant var att man även kunde se en positiv association mellan UV-exponering och ökad risk för cancer även om man exkluderade melanomen. Detta tyder på att högre exponeringsdoser kan ge ökad risk för både melanom och annan cancer (26).

Frågan om kosttillskott av D-vitamin kan påverka risken att insjukna i cancer (genom att leda till minskad incidens) samt risken att avlida till följd av sin cancersjukdom, har studerats i ett flertal studier. De allra flesta studierna visar att varken cancerincidens eller cancer-relaterad dödlighet skiljer sig åt mellan de som fått kosttillskott jämfört med de som fått placebo (13, 27-29).

Det finns idag inte någon nivå av UV-exponering som kan anses vara ”säker” när det gäller risken att utveckla hudcancer. UV-exponering är den enskilt starkaste riskfaktorn för alla former av hudcancer, vilken är den typ av cancer som ökar snabbast i incidens i Sverige. Generellt brukar det räcka med att få sol på armar och ansikte i cirka 15 minuter mitt på dagen för att få tillräckligt med D-vitamin under sommaren i Sverige. Att med syfte att höja sina D-vitaminnivåer ytterligare öka sin UV-exponering kan därför inte rekommenderas.

Rekommendation från UV-rådet

Rådets fortsatta rekommendation är att frågor gällande nivåer av näringsämnen såsom D-vitamin och folsyra ska behandlas separat och inte påverka aktuella preventiva strategier eftersom hudcancer fortsätter visa en hög incidensökning i svensk befolkning.

Referenser

1. Liu, Donald; Fernandez, et.al. UVA Irradiation of Human Skin Vasodilates Arterial Vasculature and Lowers Blood Pressure Independently of Nitric Oxide Synthase. *J Invest Dermatol.* 2014; 134 (7): 1839-1846
2. Borecka O, Farrar M, Osman J. et.al. Older Adults Who Spend More Time Outdoors in Summer and Have Higher Dietary Vitamin D Than Younger Adults Can Present at Least as High Vitamin D Status: A Pilot Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021; 18(7): 3364
3. Datta P, Philipsen PA, Idorn WL, Wulf HC. Low vitamin D in dark-skinned immigrants is mainly due to clothing habits and low UVR exposure: a Danish observational study. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 2021; 20: 1573–1584
4. Holick M. The cutaneous photosynthesis of previtamin D₃: a unique photoendocrine system. *J Invest Dermatol.* 1981; 77(1):51-8.
5. Laplana, Royo, and Joan Fibla, Vitamin D Receptor polymorphisms and risk of enveloped virus infection: A meta-analysis *Gene.* 2018; 678: 384-394.
6. Williams JD, Jacobson EL, Kim H, et.al Folate in Skin Cancer Prevention. *Subcell Biochem.* 2012; 56:181-97
7. Ames BN. DNA damage from micronutrient deficiencies is likely to be a major cause of cancer. *Mutat Res.* 2001; 475:7–20.
8. Ullrich SE. Photoimmune suppression and photocarcinogenesis. *Front Biosci.* 2002; 7: 684–703.
9. Branda RF, Eaton JW. Skin color and nutrient photolysis: An evolutionary hypothesis. *Science.* 1978; 201:625–626
10. Chen J, Gammon MD, Chan W et al. Higher dietary folate intake reduces the breast cancer risk. *Br J Cancer* 2014; 110: 2327-2338
11. Wien TN, Pike E, Wisløff T et al. Cancer risk with folic acid supplements: a systematic review and meta-analysis. *BMJ open* 2012; Jan 12;2(1):e000653
12. Autier P, Boniol M, Pizot C, Mullie P. Vitamin D status and ill health: a systematic review. *Lancet Diabetes. Endocrinol,* 2014; 2, 76-89.

13. Jacobs ET, Kohler LN, Kunihiro AG, Jurutka PW. Vitamin D and colorectal, breast, and prostate cancers: A review of the epidemiological evidence. *J Cancer*. 2016; 7: 232–240
14. Gandini S, Boniol M, Haukka J et al. Meta-analysis of observational studies of serum 25-hydroxyvitamin D levels and colorectal, breast and prostate cancer and colorectal adenoma. *Int J Cancer*. 2011; 128: 1414-24.
15. Yang L, Chen H, Zhao M, Peng P. Prognostic value of circulating vitamin D binding protein, total, free and bioavailable 25-hydroxy vitamin D in patients with colorectal cancer. *Oncotarget* 2017; 8: 40214-40221.
16. Yuan C, Sato K, Hollis BW et.al Plasma 25-Hydroxyvitamin D Levels and Survival in Patients with Advanced or Metastatic Colorectal Cancer: Findings from CALGB/SWOG 80405 (Alliance). *Clin Cancer Res*. 2019; 25 (24):7497-7505
17. Kim Y, Je Y. Vitamin D intake, blood 25(OH)D levels, and breast cancer risk or mortality: A meta-analysis. *Br J Cancer* 2014; 110: 2772-2784.
18. Visvanathar K, Mondul A, Zeleniuch-Jacquotte A et al. Circulating vitamin D and breast cancer risk: an international pooling project of 17 cohorts. *Eur J Epidemiol*. 2023; 38 (1):11-29
19. Kanstrup C, Teilum D, Rejnmark L et.al. 25-Hydroxyvitamin D at time of breast cancer diagnosis and breast cancer survival. *Breast Cancer Res Treat*. 2020; 179:699–708
20. Afzal S, Nordestgaard BG, Bojesen SE. Plasma 25-hydroxyvitamin D and risk of non-melanoma and melanoma skin cancer: a prospective cohort study, *J. Invest. Dermatol* 2013; 133: 629-36.
21. Winsløw UC, Nordestgaard BG, Afzal S. High plasma 25-hydroxyvitamin D and high risk of non-melanoma skin cancer: a Mendelian randomisation study of 97849 individuals. *Br J Dermatol* 2017; 178(6):1388-1395.
22. Soares AM, Szejnfeld VL, Enokihara MY, et.al. High serum 25-hydroxyvitamin D concentration in patients with a recent diagnosis of non-melanoma skin cancer: a case-control study. *Eur J Dermatol*. 2018; 28 (5):649-653
23. Mahamat-Saleh Y, Aune A and Schlesinger S. 25-Hydroxvitamin D status, vitamin D intake, and skin cancer risk: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Scientific Reports*. 2020; 10 (1): 13151.

24. Fang S, Sui D, Wang Y et al. Association of Vitamin D Levels With Outcome in Patients With Melanoma After Adjustment For C-Reactive Protein. *J Clin Oncol* 2016; 34: 1741-1747.
25. Wyatt C, Lucas RM, Hurst C, Kimlin MG. Vitamin D deficiency at melanoma diagnosis is associated with higher Breslow thickness. *PLoS One*. 2015; 10: e0126394
26. Hardie CM, Elliott F, Chan M et.al. Environmental exposures such as smoking and low vitamin D are predictive of poor outcome in cutaneous melanoma rather than other deprivation measures. *J Invest Dermatol*. 2019; 19: 32703-4.
27. Chang M, Hartman R, Trepanowski N et.al Cumulative Erythematul Ultraviolet Radiation and Risk of Cancer in 3 Large US Prospective Cohorts. *Am J Epidemiol*. 2022; 191 (10): 1742–1752.
28. Scragg R, Khaw KT, et.al Monthly High-Dose Vitamin D Supplementation and Cancer Risk: A Post Hoc Analysis of the Vitamin D Assessment Randomized Clinical Trial. *JAMA Oncol*. 2018; 4 (11):e182178
29. Cheema H, Fatima M, Shahid A et.al. Vitamin D supplementation for the prevention of total cancer incidence and mortality: An updated systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2022; 8 (11): e11290.

Viktigt med säker användning av UVC-strålning

Hanna Holstein, Lunds universitet

Att använda UVC-strålning i desinficerande syfte mot virus och bakterier är en vedertagen metod för att desinficera t.ex. vatten, medan användningen för att desinficera luft och ytor från virus har ökat markant under och efter pandemin. Grundlig forskning avseende UVC-strålning som desinficerande metod mot virus och bakterier har säkerhetsställt att metoden har en god avdödande effekt (1-2).

I de två senaste rapporterna från det vetenskapliga rådet för UV-strålning har området UVC-strålning för desinficering belysts översiktligt, detta kapitel omfattar en uppdatering och vidareutveckling av de tidigare rapporterna.

UVC-strålning i desinficerande syfte har tidigare främst använts på arbetsplatser i en kontrollerad miljö, där en rad olika skyddsmekanismer har inkluderats för att skydda människor från skadliga effekter, och det finns ett tydligt regelverk för denna användning (3-14).

Under och efter pandemin har en ny marknad öppnat sig i och med att både tillverkare och försäljare, samt verksamhetsutövare, sett ett användningsområde för UVC-strålning i människors hem och i allmänna utrymmen. Det ställer stora krav på säkerheten hos produkterna som sänder ut UVC-strålning, och på hur de används. Många aktörer är involverade (3-14), och på vilket sätt tekniken säkert ska kunna användas i hem och i allmänna utrymmen är en utmaning (15-17).

Utbudet av olika typer av lampor som genererar UVC-strålning har under och efter pandemin ökat och de har blivit mer tillgängliga att köpa. Detta innebär en risk då dessa lampor inte alltid är specificerade på rätt sätt enligt svensk lagstiftning för att vara säkra för användning. Detta gör att det inte heller är helt klarlagt vilken effekt och våglängd vissa av dessa lampor genererar, vilket i sin tur kan leda till att de används på ett sätt så att skador uppstår oavsiktligt (18-22). Det är också av yttersta vikt att avsedd skyddsutrustning används och att användningen sker på ett strålsäkert sätt, bristande specifikation kan dock innebära att detta missas (23).

Under och efter pandemin har även behovet och användningen av lampor som avger UVC-strålning ökat, i sådan omfattning vilket inburit att råd, rekommendationer och lagstiftning inte hunnit med i den takt som behövts. Utmaningen för säker användning ligger därmed i vem som använder produkten, vad det är för produkt och på vilket sätt den används, var användningen sker samt vilken typ av UVC-strålning som används (1-3,6-8).

UVC-strålning har under lång tid använts för desinficering av luft, vatten och utrymmen på arbetsställen. Hittills har användning av UVC-lampor, som tidigare nämnts, företrädesvis förekommit på arbetsplatser i kontrollerade miljöer (t.ex. laboratorier, slutna utrymmen osv.) då med tillhörande fysiska skyddsåtgärder och organisatorisk struktur för att skydda oss människor från de skadliga effekterna av UVC-strålning. Det finns en rad olika rapporter om avsiktlig exponering även för de lampor utan avskärmning som använts på arbetsplatser. Det har även förekommit att personer blivit exponerade över gällande gränsvärden t.ex. p.g.a. att fel lampa använts (UVC-lampa misstogs för UVA-lampa) (23).

Det finns ett brett utbud av UVC-lampor, som arbetar med olika teknologier och genererar olika irradiansnivåer och våglängder. För de flesta applikationer är lampan i ett slutet system som hindrar exponering av användaren vid normal drift. För andra lampor som ofta riktar sig till användning av allmänheten eller i allmänna utrymmen är det möjligt att bli exponerad om lampan inte befinner sig i ett slutet system (23).

Faktaruta UVC-strålning

UVC-strålning som vi människor kan komma att exponeras för kommer från artificiella källor. Detta då solens UVC-strålning inte når jordytan eftersom den absorberas av atmosfären (ozonlagret). UVC-strålning är mycket energirik elektromagnetisk strålning i våglängdsintervallet 100-280 nm som har en kort räckvidd. UVC-strålning kan orsaka skador på huden (t.ex. erytem, /hudrodnad) och i ögat (d.v.s. inflammation i hornhinnan, s.k. fotokeratit).

Biologiska effekter

En vanligen använd våglängd för att döda bakterier och virus är 254 nm, ofta från så kallade germicidala lampor. För denna våglängd är det väl utrett vilka de biologiska effekterna är för människor både vad gäller akuta och långsiktiga effekter (23). Strålning med

denna våglängd kan ge biologisk skada på mänskliga celler, vilket gör att överskridande av det hygieniska riktvärdet kan orsaka både akut skada och sena effekter (6,10,23).

De olika våglängderna har olika förmåga att orsaka skada på oss människor och i allmänhet är skadeverkan på celler större ju kortare våglängden är. Intensiv exponering för UVC-strålning kan ge upphov till akuta skador på oskyddad hud och oskyddade ögon. Upprepad exponering för UVC-strålning kan orsaka kroniska skador på ögon och hud. Dock är data som är tillgänglig idag otillräcklig för att på ett kvantitativt sätt bedöma cancerrisken från användning av UVC-lampor (23). Hur allvarlig skadan blir beror på exponeringen, vilken våglängd det rör sig om, samt irradians (ett mått på våglängdens effekt).

Det har rapporterats fall av fotokeratit vid användning av UVC-lampor i desinficerande syfte under pandemin. För att inte bestråla oskyddad hud och ögon är det viktigt att begränsa risker genom att ha kunskap om utrustningen/lampan, samt vidta skyddsåtgärder som framgår av manual/beskrivning från tillverkare (18-22). UVC-lampor har använts inte bara på sjukhus utan även i hemmen, sovsalar, verkstäder, skyltfönster och andra platser på grund av rädsla för infektion. I en studie såg man att unga kvinnor oftare än män fick fotokeratit då de befann sig i de miljöer där UVC-lampor användes. Fotokeratit uppträder som smärta i ögonen, rinnande tårar och försämring av synen, och uppträder vanligtvis flera timmar efter exponering (22). Detta innebär att användande och placering av UVC-lampor har stor betydelse för exponering av hud och ögon (23).

Biologiska effekter av kortvågig UVC-strålning

Sedan pandemin har det blivit mer vanligt med så kallad kortvågig UVC-strålning som innebär att energin är högre och att våglängden är kortare (vanligen i intervallet 222 nm och 207 nm) än de traditionellt använda germicidala lamporna (254 nm). Den kortare våglängden innebär att strålningen inte tränger så djupt ner i vävnaden (hud och ögon) även om energin är högre. Orsaken till detta är att kortvågig UVC-strålning har en räckvidd i biologiska material på mindre än några mikrometer, och kan därför inte nå levande mänskliga celler i huden eller ögonen (24-32) utan absorberas i hudens stratum corneum (yttersta hudlagret som består av döda hudceller) eller i ögonens tårskikt. Dock kvarstår den desinficerande effekten eftersom virus och bakterier är så extremt små att kortvågig UVC-strålning fortfarande kan penetrera och döda dem (24-32).

Det har skrivits i vetenskapliga artiklar att denna kortvågiga UVC-strålning därför skulle kunna användas då människor är i närheten (eftersom man anser att kortvågig UVC-strålning inte orsakar skada på mänskliga celler), exempelvis för direkt bestrålning av ögon och hud (27). Detta påstående behöver tydligare utredas och mer forskning behövs speciellt på de långsiktiga effekterna. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) och WHO är fortsatt tydliga med att inte exponera oskyddade ögon och hud (33-37). ICNIRP är en internationell oberoende organisation som tar fram vetenskapligt förankrade rekommendationer för att skydda människor och miljö mot icke-joniserande strålning (vilken omfattar all UV-strålning) (6).

Det finns mycket lite data om kortvågig UVC-strålning när det gäller de biologiska effekterna på längre sikt och vid den användningen som sker idag. Vissa forskare har även framfört att man skulle kunna vara mindre restriktiv vad det gäller det hygieniska riktvärdet (för att öka exponeringen och därmed få effektivare desinficering) för kortvågig UVC-strålning, men det har under året (2023) inte införts någon ändring i t.ex. ICNIRPS rekommendationer (6, 26). För dessa kortare våglängder behövs fortfarande mer forskning kring de långsiktiga effekterna för att kunna göra en rimlig bedömning (24-32).

Man måste vara medveten om att vissa UVC-lampor utöver de avsedda våglängderna även sänder ut andra våglängder (bland annat på grund av dålig filtrering). Dessa oönskade våglängder skulle kunna orsaka skada på oss människor och även öka den totala UV-exponeringen markant (33).

Generering av ozon vid användning av kortvågig UVC-strålning

Ytterligare en faktor att ta hänsyn till för säker användning av kortvågig UVC-strålning (våglängder kortare än 240 nm) är att gasen ozon kan bildas så att man hamnar över gällande gränsvärden. Ozon är en naturligt förekommande gas som, om den förekommer i koncentrationer över de angivna gränsvärdena, kan vara skadlig för andningsorganen hos människor: särskilt de som t.ex. lider av astma. Det är möjligt att känna lukten av även vid små koncentrationer, men bara under en kort period. Efter ungefär en minuts exponering för ozon, så kan man inte längre känna doften av den (38).

Maximal produktion av ozon vid UVC-strålning återfinns på ungefär 160 nm. Därför är mängden ozon som produceras kopplad till framförallt våglängden och exponeringstiden, men också egenskaper som effekten och designen hos lampan. Mellan olika UVC-lampor skiljer det sig stort hur mycket ozon som produceras och därför är det svårt att avgöra

vilka av de kortvågiga UVC-lamporna som medför generering av ozonmängder över gällande gränsvärden. Dock konstateras det i vetenskapliga undersökningar att för KrCl 222 nm lampor (kortvågig UVC-strålning) med en effekt under 15 W förväntas inte koncentrationen av producerad ozon överstiga gällande gränsvärden (38).

Säker användning

Under året 2023 har det kommit några studier om hur framförallt kortvågig UVC-strålning ska användas på ett säkert sätt i allmänna utrymmen (3, 15-17). Tidigare har det rapporterats mycket om att det är en effektiv teknik att avdöda virus och bakterier men väldigt lite är rapporterat om hur man faktiskt använder lamporna på ett säkert sätt, det gäller både de traditionellt använda germicidala lamporna och UVC-lamporna som avger kortare våglängder (1-3, 6-8, 24-25).

Det kommer fler och fler vetenskapliga artiklar om själva användningen och en översiktlig genomgång av de olika UVC-lampor som finns på marknaden med jämförelser av deras fördelar och begränsningar (15). I en översiktsstudie konstateras att vissa av lamporna inte var effektiva nog för desinfektion och alla lamporna kunde användas på ett sådant sätt så att överexponering av ögon och hud kunde ske. Det finns dessutom dåligt med information om konkreta användningssätt för hur man effektivast desinficerar och samtidigt gör användningen säker för människor och omgivning (15). I vissa fall kan vanlig städning i kombination av användning av kortvågig UVC-strålning vara det mest effektiva sättet (3).

En annan viktig aspekt är information till allmänheten om denna typ av teknik och hur den används (17). Studier visar att människor känner sig säkrare när de vistas i allmänna lokaler om de får veta att UVC-strålning används för desinficering. Sammanfattning från forskningen påtalar vikten av att användningen sker på ett säkert sätt och att lamporna är tillräckligt effektiva för att faktiskt desinficera (3,15-17,23,33-37).

Elsäkerhetsverket har i ett EU-samarbete testat luftrenare med ozon och resultatet blev att endast ett fåtal klarade testet för att vara säkra produkter. I utredningen konstateras att efter pandemin har användandet av luftrenare med ozon ökat i våra hem. Forskare och myndigheter uttrycker allt större oro över de potentiella faror som ozon kan utgöra för människors hälsa (14). I samma utredning så har några rekommendationer tagits bland annat att UV-strålning inte ska komma i direkt kontakt med ögon eller hud samt att produkterna

ska användas på ett lämpligt sätt och att instruktionerna om användningstid och användningssätt ska följas noga (14).

I utredningen kommer Elsäkerhetsverket fram till att produkter som genererar UV-strålning kan orsaka allvarliga skador på ögon och hud om exponeringen är tillräckligt långvarig. Under 2024 planerar Elsäkerhetsverket att tillsammans med andra myndigheter genomföra ytterligare granskningar av produkter som genererar ozon (14).

Användning i allmänna utrymmen

UVC-lampor kan vara skadliga för människor och därför ställs det höga krav på att använda UVC-lampor i allmänna utrymmen på ett säkert sätt. Det som styr de biologiska effekterna på oss människor är bland annat lampans våglängd, effekt, placering samt avstånd, exponeringstid och användningsområde, vilket i sin tur säkerställer att exponeringsgränserna enligt ICNIRP (2004) och IEC/CIE (2006) inte överskrids (6-8, 10). För att vara säker på vilken exponering allmänhet och personal utsätts för är det viktigt att mäta exponeringen. Detta för att göra en korrekt riskbedömning och hantera uppkomna risker på ett adekvat sätt samt att placera lamporna enligt tillverkarens instruktioner (3-4, 23, 34-37). Riskbedömningen, som ska göras innan UVC -strålning används i allmänna utrymmen, är viktig och behöver baseras på korrekta uppgifter om exponeringstid, lampans utformning, faktisk exponering och andra faktorer som behöver beaktas.

Under året har vissa företag i Sverige specialiserat sig på att sälja utrustning som genererar kortvågig UVC-strålning, där man anger att lamporna är säkra att använda även med närvaro av människor i utrymmet som bestrålas. Detta ställer dock stora krav på att man vet den faktiska exponeringen.

Generellt sett kan en UVC-lampa som sitter i taket i kombination med effektiv ventilation som gör att en viss mängd luft hela tiden passerar nära lampan medföra att en effektiv desinficering av luften säkerställs. Denna typ av användning innebär också att UVC-källan hamnar på några meters avstånd från där vi människor befinner oss.

Om syftet med användningen av UVC-strålning är att desinficera ytor från virus och bakterier ser risken för att människor ska exponeras kanske annorlunda ut. Det finns även oklarheter i hur effektiv en UVC-lampa skulle vara på ytor, eftersom dessa behöver vara rena för att verkligen desinficeras. Dammpartiklar m.m. på ytor gör att UVC-strålning med sin korta våglängd endast kan desinficera ytligt. Det beror på att dammpartiklar dämpar strålningen så virus och bakterier under dammet inte nås.

Allmänhetens användning av UVC-lampor

Det är idag oklart om användning av de UVC-lampor som riktar sig till allmänheten är säkra och det är också oklart om de har avsedd desinficerande effekt. ICNIRP avråder från användning av UVC-lampor i hemmiljö (33-37). Dessa lampor är förknippade med en hög risk för överexponering för UVC-strålning och skador har rapporterats (18-23). Dessutom saknar de flesta lampor som säljs till konsumenter för användning i hemmiljöer adekvata bruksanvisningar där det framgår vilken exponeringstid som skulle behövas för att inaktivera virus. Av dessa skäl rekommenderar ICNIRP konsumenter att inte använda sådana lampor i hemmet eller någon annanstans (37).

Det saknas ofta också säkerhetsfunktioner, exempel på sådana säkerhetsfunktioner är rörelsesensorer som automatiskt stänger av UVC-lampan när människor/djur närmar sig eller att UVC-lampan är i ett slutet system (23,33-34,37).

Food and drug administration (FDA) i USA avråder även de från användning av vissa UVC-produkter som återfinns i deras lista som kontinuerligt uppdateras. I deras tester framkom det att på två (2) tum (ca 5 cm) ifrån produkten så kunde på bara några sekunder en exponering erhållas som var 3000 gånger över gällande gränsvärde från ICNIRP (35).

Sammanfattning

Rätt använd kan UVC-strålning vara ett väldigt effektivt sätt att förstöra virus, mikroorganismer och läkemedelsresistenta bakterier vid desinfektion av luft/ytor eller sterilisering av vatten. Det är idag oklart om användning av de UVC-lampor som riktar sig till allmänheten är säkra och det är också oklart om de har avsedd desinficerande effekt. ICNIRP avråder från användning av UVC-lampor i hemmiljö (33-37).

Under pandemin har behovet av desinficering ökat användning av UVC-strålning vilket inburit att råd, rekommendationer och lagstiftning inte hunnit med i den takt som behövs för användning i allmänna utrymmen och av allmänheten. Vilka regler som gäller för UVC-lampor styrs av användningen dvs. var de används och av vem; vilket styr det lagrum som ska tillämpas.

Intresset för användning av kortvågig UVC-strålning i allmänna utrymmen och av allmänheten i hemmiljö verkar ha ökat och allt tyder på att det kan vara en lovande teknik för att begränsa smittspridningen av virus och bakterier. Mer forskning behövs dock på hur effektiv denna teknik faktiskt är, hur den ska användas för att vara så effektiv som möjligt samt hur den kan användas på ett säkert sätt.

Få studier är gjorda på exponeringen av UVC-strålning som används av allmänheten. Eftersom intresset för att köpa och använda UVC-lampor ökat under pandemin skulle mer forskning och undersökning behöva ske av UVC-strålning som genereras från de produkter som finns för försäljning.

Faktaruta regelverk

Vilka regler som gäller för UVC-strålning i Sverige styrs av användningen.

- Strålskyddslagen, SSL (SFS 2018:396) gäller generellt för användning i allmänna utrymmen och lagens syfte är att användningen sker på ett säkert sätt (9).
- I Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd SSMFS2008:48 för ultraviolet strålning anges riktvärden för UVC-strålning. Riktvärdena gäller akuta effekter (t.ex. snöblindhet, brännskada (10)).
- Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2009:7 artificiell optisk strålning gäller för användning på en arbetsplats (4).
- För medicinska tillämpningar (medicintekniska produkter) gäller Läkemedelsverkets lagstiftning (12).
- I Sverige finns inga direkta regler eller rekommendationer om hur allmänheten får eller ska använda UVC-strålning för hemmabruk.
- Konsumentverket och Elsäkerhetsverket har regler för den som säljer en produkt där man måste säkerställa att den är säker att använda och där produkten ska åtföljas av en svensk manual och skyddsföreskrifter (11, 14).

Rekommendation från UV-rådet

UV-rådet rekommenderar Strålsäkerhetsmyndigheten att reglera (t.ex. genom råd, rekommendation eller föreskrift) användning av UVC-strålning i allmänna utrymmen och av allmänheten.

UV-rådet rekommenderar Strålsäkerhetsmyndigheten att samverka med Läkemedelsverket, Elsäkerhetsverket, Arbetsmiljöverket och Konsumentverket för att få en samsyn i hur UVC-strålning kan användas på ett strålsäkert sätt.

Referenser

1. Brenner DJ. Far-UVC Light at 222 nm is Showing Significant Potential to Safely and Efficiently Inactivate Airborne Pathogens in Occupied Indoor Locations. *Photochem Photobiol.* 2023 May-Jun;99(3):1047-1050. doi: 10.1111/php.13739. Epub 2022 Nov 21. PMID: 36330967.
2. Sagripanti, J.-L., & Lytle, C. D. (2020). Estimated Inactivation of Coronaviruses by Solar Radiation With Special Reference to COVID-19. *Photochemistry and Photobiology*, 96(4), 731-737.
3. Maximilian Görlitz et al . Assessing the safety of new germicidal kortvågig-UVC technologies. *Photochemistry and Photobiology.* 2023;00:1–20.
4. AFS 2009:7, Artificiell optisk strålning Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning och allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna
5. Office for product an safety standards, Home use of ultraviolet radiation disinfection products, research report , April 2021
6. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) (2004) Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Phys.* 87(2), 171–186.
7. International Commission on Illumination (the CIE) (2006) Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems, CIE S009:2002. Superseded by IEC 62471/CIES009:2006 Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems.
8. International Commission on Illumination, CIE (Commission International de L'Eclairage, the International Commission on Illumination). (2011) International Lighting Vocabulary, CIE Standard S 017E:2011. CIE, Vienna
9. Strålskyddslagen (SFS 2018:396)
10. SSMFS 2008:48, Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om hygieniska riktvärden för ultraviolett strålning
11. Produktsäkerhetslagen (SFS 2004:451)
12. Läkemedelsverket | Start (lakemedelsverket.se), Medicinsktekniska produkter
13. Svenska institutet för standarder, Fotobiologisk säkerhet hos lampor och lampsystem SS-EN 62471

14. <https://www.elsakerhetsverket.se/yrkespersoner/tillverka-och-salja-elprodukter/Marknadskontroll/>
15. Khazova M, Johnstone L, Naldzhiev D, O'Hagan JB. Survey of home-use UV disinfection products†. *Photochem Photobiol.* 2021;97:560-565.
16. Ana Rita Pereira et al, Ultraviolet C irradiation: A promising approach for the disinfection of public spaces?. *Science of the Total Environment* 879 (2023) 163007
17. Abbie Ross et al. (2023) Public acceptance of the use of Far-UVC for virus inactivation: Challenges and opportunities
18. Sengillo JD, Kunkler AL, Medert C, et al. UV-Photokeratitis Associated with Germicidal Lamps Purchased during the COVID-19 Pandemic. *Ocul Immunol Inflamm* 2021;29(1):76-80.
19. Brickner PW and Vincent RL. Ultraviolet germicidal irradiation safety concerns: A lesson from the Tuberculosis ultraviolet shelter study, *Photochem Photobiol* 89: 819-821, 2013.
20. Zaffina S, Camisa V, Lembo M, et al. Accidental exposure to UV radiation produced by germicidal lamp: case report and risk assessment. *Photochem Photobiol.* 2012;88:1001-1004.
21. Leung KCP, Ko TCS. Improper Use of the Germicidal Range Ultraviolet Lamp for Household Disinfection Leading to Phototoxicity in COVID-19 Suspects. *Cornea.* 2021 Jan;40(1):121-122.
22. Wang Y, Lou J, Ji Y, Wang Z. Increased photokeratitis during the coronavirus disease 2019 pandemic: Clinical and epidemiological features and preventive measures. *Medicine (Baltimore).* 2021 Jun 18;100(24):
23. EU SCHEER (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks), Opinion on Biological effects of UV-C radiation relevant to health with particular reference to UV-C lamps, 2 February 2017
24. Renata Spagolla Napoleão Tavares et al. Different biological effects of exposure to far-UVC (222 nm) and near-UVC (254 nm) irradiation *J Photochem Photobiol B.* 2023 Jun;243:112713.

25. Chikako Nishigori et al. Special Issue Invited Review: Biological Impact of Shorter Wavelength Ultraviolet Radiation-C. *Photochemistry and Photobiology*, 2023, 99: 335–343
26. David H. Sliney, Bruce E. Stuck, (2021) A Need to Revise Human Exposure Limits for Ultraviolet UV-C Radiation, *Photochemistry and photobiology*, 97(3) 485-492.
27. Cao-Sang Truong et al .Filter-Free, Harmless, and Single-Wavelength Far UV-C Germicidal Light for Reducing Airborne Pathogenic Viral Infection. *Viruses* 2023, 15(7), 1463
28. Manuela Buonanno, David Welch, Igor Shuryak och David J. Brenner (2020) far-UVC light (222 nm) efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses. *Nature Scientific report*. 10:10285
29. Buonanno, M., B. Ponnaiya, D. Welch, M. Stanislauskas, G. Randers-Pehrson, L. Smilenov, F. D. Lowy, D. M. Owens and D. J. Brenner (2017) Germicidal efficacy and mammalian skin safety of 222-nm UV light. *Radiat. Res.* 187(4), 493–501.
30. Yamano, N., M. et al (2020) Long-term effects of 222-nm ultraviolet radiation C sterilizing lamps on mice susceptible to ultraviolet radiation. *Photochem. Photobiol.* 96(4), 853–862.
31. Buonanno, M. et al. 207-nm UV light - a promising tool for safe low-cost reduction of surgical site infections. I: in vitro studies. *Plos One* 8(10), e76968 (2013)
32. Buonanno, M. et al. 207-nm UV light-a promising tool for safe low-cost reduction of surgical site infections. II: In-Vivo Safety Studies. *PLoS One* 11(6), e0138418 (2016).
33. Position statement on the use of UV radiation to manage the risk of Covid-19 transmission, <http://cie.co.at/publications/position-statement-use-ultraviolet-uv-radiation-manage-risk-covid-19-transmission>
34. World Health Organization (WHO) (1994) Environmental Health Criteria No. 160, Ultraviolet Radiation, joint publication of the United Nations Environmental Program, the International Radiation Protection Association and the World Health Organization, Geneva.
35. <https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/do-not-use-ultraviolet-uv-wands-give-unsafe-levels-radiation-fda-safety-communication>

36. <https://www.nea.gov.sg/our-services/radiation-safety/advisory-on-the-use-of-uvc-sterilisers-in-the-home>
37. ICNIRP, UVC lamps and SARS COV 2, 2020
38. Ozone Generation by Ultraviolet Lamps, Holger Claus (2021), 97(3),471
39. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, Vol. 22, Suppl. 3, 1996:
Health risk evaluation of ozone
40. Nuvolone, D., Petri, D., & Voller, F. (2017). The effects of ozone on human health. Environmental Science and Pollution Research volume, 25, 8074–8088
41. [Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project, Technical Report](#) (2013). World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark
42. EPA (2013). EPA Integrated Science Assessment for Ozone and Related Photochemical Oxidants. Washington DC, United States Environmental Protection Agency EPA 600/R-10/076F, February 2013
43. [Ozone Pollution: A Major Health Hazard Worldwide.](#) Zhang JJ, Wei Y, Fang Z, Front Immunol 2019 ;10:2518

Strålsäkerhetsmyndigheten arbetar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden.

Du kan ladda ner våra publikationer från www.stralsakerhetsmyndigheten.se/publikationer. Om du behöver alternativa format som exempelvis lättläst, punktskrift eller Daisy, kontaktar du oss på e-post registrator@ssm.se.

Strålsäkerhetsmyndigheten
171 16 Stockholm
08-799 40 00
www.stralsakerhetsmyndigheten.se
registrator@ssm.se

©Strålsäkerhetsmyndigheten