

**Niklas Hammar**, docent, epidemiolog, enheten för epidemiologi, Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet, Stockholm; epidemiologiska enheten, samhällsmedicin, Stockholms läns landsting (*niklas.hammar@imm.ki.se*)

**Harald Eliasch**, docent, flygmedicinsk konsult, Flygmedicincentrum, Flygvapnet

**Anette Linnarsjö**, fil mag, statistiker, epidemiologiska enheten, samhällsmedicin, Stockholms läns landsting

**Bo-Göran Dammström**, företagsläkare, flygläkare, SAS

**Maritha Johansson**, fil mag, flygvärdinna, SAS

**Eero Pukkala**, docent, epidemiolog, Finska cancerregistret, Helsingfors

# Viss ökning av hudcancer hos piloter

II Flygande personal är i sin yrkesutövning exponerad för flera faktorer som skulle kunna medföra en ökad risk för cancer. Flygning på hög höjd innebär en ökad exponering för kosmisk joniserande strålning. I en översiktsartikel uppskattades den genomsnittliga årliga dosen för flygande personal till 3–6 mSv [1]. Detta är jämförbart med exponering för joniserande strålning bland arbetare vid kärnkraftverk och är betydligt högre än bakgrundsstrålningen [2, 3]. Flygande personal kan också vara exponerad för bl a elektromagnetiska fält, ozon och flygbränsle [4, 5]. Vid en genomgång av exponering för lågfrekventa elektromagnetiska fält inom olika yrkesgrupper i Sverige tillhörde piloter de högst exponerade [6].

Det har också föreslagits att störningar av dygnsrytmen till följd av flygning över tidszoner kan påverka melatoninutskottning och därigenom risken att utveckla vissa cancersjukdomar [7].

Ett antal tidigare studier har indikerat överrisker för olika cancersjukdomar hos piloter, men något enhetligt mönster har inte framkommit [8–13]. En ökad risk för bröstcancer bland kvinnlig flygande kabinpersonal har rapporterats från flera studier [14–16]. Mot denna bakgrund inleddes för några år sedan en undersökning avsedd att belysa incidensen i olika cancersjukdomar bland civila piloter och kabinpersonal i Norden. Resultat avseende piloter publicerades nyligen i *British Medical Journal* [17]; syftet med denna artikel är att kort återge huvudfynden.

Till skillnad från övriga nordiska länder har vi i Sverige även följt militära piloter. Dessa ingick inte i den gemensamma nordiska studien men har redovisats i en separat svensk rapport [18]. Beträffande kabinpersonal är de samlade nordiska resultaten ännu inte klara, men rapporter från vissa länder har publicerats separat [14, 15, 19].

## Omfattar samtliga nordiska piloter

Detaljerade beskrivningar av material och genomförande har rapporterats från vart och ett av de nordiska länderna utom

## SAMMANFATTAT

Piloter är i sitt arbete exponerade för ett flertal faktorer som skulle kunna medföra en ökad risk för cancer, bl a kosmisk joniserande strålning.

En studie av cancerincidens bland piloter i samtliga nordiska länder har genomförts.

Sammantaget observerades ungefär samma risk för cancer totalt sett hos piloter som hos den manliga befolkningen i övrigt. En ökad risk sågs för malignt melanom och annan hudcancer. Denna ökade risk kan sammanhållas med faktorer i eller utanför arbetet.

Ingen ökad risk för cancer som kunde hänföras till exponering för kosmisk joniserande strålning konstaterades.

Se även medicinsk kommentar i detta nummer.

**Tabell I.** Piloter i Norden och uppföljningstid avseende cancerinsjuknande.

Land	Uppföljningstid	Antal	Personår
Danmark	1943–1996	3 790	65 086
Finland	1953–1996	793	14 600
Island	1984–1997	239	2 520
Norge	1962–1996	3 752	65 837
Sverige	1961–1996	1 478	29 200
Totalt		10 052	177 243

**Tabell II.** Observerat och förväntat antal fall av olika cancersjukdomar bland manliga civila piloter i Norden jämfört med den manliga nordiska befolkningen. Standardiserad incidenskvot, »standardized incidence ratio« (SIR), med 95 procents konfidensintervall (95 % CI).

Lokalisation (ICD-7-kod)	Observerat	Förväntat	SIR	95 % CI
Samtliga (140–208)	466	455,6	1,02	0,93–1,12
Mage (151)	21	21,8	0,96	0,59–1,47
Tjocktarm (153)	31	32,9	0,94	0,64–1,34
Ändtarm (154)	19	22,4	0,85	0,51–1,32
Bukspottkörtel (157)	12	13,0	0,92	0,48–1,61
Struphuvud (161)	9	7,6	1,19	0,56–2,29
Lunga (162)	51	66,5	0,77	0,57–1,01
Prostata (177)	64	52,9	1,21	0,93–1,54
Testikel (178)	21	18,9	1,11	0,69–1,70
Njure (180)	14	18,5	0,76	0,41–1,27
Urinblåsa (181)	29	33,8	0,86	0,57–1,23
Malignt melanom (190)	56	24,4	2,29	1,73–2,98
huvud och nacke (190.0–4)	7	2,8	2,49	1,00–5,14
bål (190.5)	32	13,7	2,33	1,60–3,30
armar och ben (190.6–7)	14	6,1	2,29	1,25–3,84
Hud (191)	27	13,0	2,08	1,74–2,79
Hjärtumör (193)	18	21,4	0,84	0,50–1,33
Leukemi (204–208)	15	12,3	1,21	0,68–2,00
akut myeloidisk leukemi (204.6, 205.0)	6	4,3	1,41	0,52–3,06
kronisk lymfatisk leukemi (204.1)	4	3,9	1,03	0,28–2,64

Finland [18, 20–22]. I samtliga nordiska länder identifierades civila piloter med utnyttjande av olika informationskällor, exempelvis licenser hos Luftfartsverket, personalregister, senioritetslistor, flygmedicinnottagningar och fackföreningar. Inklusionsperioden för piloterna varierade något mellan länderna, men studien täcker i princip samtliga nordiska piloter anställda vid större flygbolag i Norden sedan slutet av 1950-talet och en bit in på 1990-talet. Uppföljningstiden avseende cancerincidens varierade upp till ca 35 år. Sammantaget omfattade studien ca 10 000 piloter och över 170 000 personår (Tabell I).

I samtliga länder inhämtades uppgifter om anställningstid och flygtid, »block hours«, årsvis totalt och uppdelat på flygplanstyp. Baserat på expertbedömningar klassades olika flygplanstyper i kategorierna kort-, medel- respektive långdistansplan. En uppskattning av exponering för kosmisk joniserande strålning gjordes utifrån uppgifter om flygtider med utnyttjande av norska beräkningar av genomsnittlig strålning för olika flygplanstyper [23].

### Uppföljning i nationella cancerregister

Genom nationella cancerregister i samtliga nordiska länder har incidenta fall av cancer i studiepopulationen under perioden kunnat identifieras. Även uppgifter om dödsfall samt in- och utvandring har hämtats ur nationella register. Cancerincidens totalt och i olika diagnoser hos piloter har jämförts med motsvarande incidens i den nordiska manliga allmänna befolkningen genom beräkning av standardiserad incidenskvot, »standardized incidence ratio« (SIR). Vid beräkningar av SIR har hänsyn tagits till ålder i femårsgrupper och kalenderår i femårsperioder.

För att ta hänsyn till den slumpmässiga osäkerheten har 95 procents konfidensintervall beräknats.

### Ökad incidens av malignt melanom

Totalt sett observerades 466 fall av cancer bland piloterna jämfört med 456 förväntade (Tabell II). Det observerade antalet fall bland piloter var således ungefär lika stort som det förväntade baserat på motsvarande incidens i den manliga totalbefolkningen och med hänsyn tagen till ålder och

kalenderår (SIR 1,02; 95 procents konfidensintervall 0,93–1,12).

Beträffande malignt melanom observerades en ökad förekomst (SIR 2,29; 95 procents konfidensintervall 1,73–2,98). Även incidensen av annan hudcancer var förhöjd (SIR 2,08; 95 procents konfidensintervall 1,74–2,79).

Prostatacancer visade en tendens till något ökad incidens (SIR 1,21; 95 procents konfidensintervall 0,93–1,54), liknande den hos andra män i högre socialgrupper. För hjärtumörer respektive leukemi observerades ingen ökad incidens bland piloterna jämfört med den manliga totalbefolkningen.

Incidensen i malignt melanom ökade med ökad uppskattad exponering för kosmisk joniserande strålning. Motsvarande tendenser fanns även för cancer totalt sett och för annan hudcancer. För leukemier observerades inget samband med kosmisk joniserande strålning. Incidensen i prostatacancer visade en ökning med ökat antal flygtimmar i långdistansflyg.

### Även svenska militära piloter studerade

Den svenska uppföljningen av militära piloter omfattade samtliga 2 168 svenska militära piloter anställda under någon del av perioden 1957–1994. Totalt sett observerades 205 fall av cancer under uppföljningstiden (1961–1996) i denna kohort jämfört med 212 förväntade (SIR 0,97; 95 procents konfidensintervall 0,83–1,10).

Även bland militära piloter var således cancerincidensen totalt sett jämförbar med den för den allmänna manliga befolkningen.

Hos militära piloter i Sverige sågs ingen ökad incidens av malignt melanom (9 observerade fall jämfört med 8,5 förväntade). Däremot hade de en förhöjd incidens av andra maligna hudtumörer (SIR 2,10; 95 procents konfidensintervall 1,22–3,36). För flera tumörformer förelåg en minskad incidens. Således observerades en minskad förekomst av malign tumör i mage (SIR 0,29; 95 procents konfidensintervall 0,06–0,85), urinblåsa (SIR 0,46; 95 procents konfidensintervall 0,18–0,95) respektive ändtarm (SIR 0,19; 95 procents konfidensintervall 0,02–0,70). För hjärtumörer fanns en tendens till ökad incidens hos de militära pilo-

terna i Sverige (SIR 1,70; 95 procents konfidensintervall 0,93–2,85).

### Solvanorna en trolig förklaring till den ökade risken

Undersökningens huvudsakliga resultat visar en ökad förekomst av malignt melanom och annan hudcancer bland piloter i Norden. Orsakerna till denna ökade incidens kan inte fastställas i denna studie, men troligen finns ett samband med exponering för UV-strålning i eller utanför arbetet. Mätningar av UV-strålning i flygplan under flygning har visat mycket låga nivåer och att flygplanets vindruta ger ett gott skydd mot denna typ av strålning [24]. Detta talar för att flygning i sig inte ger en betydande ökad exponering för UV-strålning. Den relativa risken för malignt melanom hos flygare minskade under studieperioden parallellt med att incidensen ökade starkt i den allmänna befolkningen. Detta kan tala för att solvanor har haft en betydelse för den observerade överrisken.

Studien ger sammantaget inget starkt stöd för att exponering för kosmisk joniserande strålning ger en ökad risk för cancer hos flygande personal. För leukemier observerades ingen ökad incidens, inte heller något samband med uppskattad strålningsdos. Malignt melanom har i tidigare studier i allmänhet inte satts i samband med exponering för joniserande strålning, och även om den relativa risken för malignt melanom i denna studie ökade med ökad uppskattad strålning är det troligare att ökningen har ett samband med exponering för UV-strålning i samband med eller utanför arbetet.

\*

Jan Linder, med dr, chef för Flygmedicincentrum, Flygvapnet, och Carin Andersson, BSc, Flygmedicincentrum, Flygvapnet, har medverkat till genomförandet av studiens militära del. Ole Strand, med dr, har assisterat vid användandet av dataprogrammet Medlog.

\*

Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

### Referenser

1. Nicholas JS, Lackland DT, Butler GC, Mohr LC Jr, Dunbar JB, Kaune WT, et al. Cosmic radiation and magnetic field exposure to airline flight crews. *Am J Ind Med* 1998;34:574-80.
2. Blettner M, Grosche B, Zeeb H. Occupational cancer risk in pilots and flight attendants: current epidemiological knowledge. *Radiat Environ Biophys* 1998;37:75-80.
3. Statens strålskyddsinstitut. Fakta om strålning. Naturlig strålning. [ssi.se Online] [cited 2003 Jan 2]. URL: [http://www.ssi.se/fakta\\_om\\_stroelning/Stroelningsbroschyr/Naturlig\\_str.html](http://www.ssi.se/fakta_om_stroelning/Stroelningsbroschyr/Naturlig_str.html)
4. Mustafa MG, Hassett CM, Newell GW, Schrauzer GN. Pulmonary carcinogenic effects of ozone. *Ann N Y Acad Sci* 1988;534:714-23.
5. McCartney MA, Chatterjee BF, McCoy EC, Mortimer EA Jr, Rosencranz HS. Airplane emissions: a source of mutagenic nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons. *Mutation Research* 1986;171:99-104.
6. Floderus B, Persson T, Stenlund C. Magnetic-field exposures in the workplace: Reference distribution and exposures in occupational groups. *Int J Occup Environ Health* 1996;2:226-38.
7. Mawson AR. Breast cancer in female flight attendants. *Lancet* 1998;352:626.
8. Band PR, Le ND, Fang R, Deschamps M, Coldman AJ, Gallagher RP, et al. Cohort study of Air Canada pilots: mortality, cancer incidence, and leukaemia risk. *Am J Epidemiol* 1996;143:137-43.
9. Grayson JK, Lyons TJ. Cancer incidence in United States air force aircrew, 1975-89. *Aviat Space Environ Med* 1996;67:101-4.
11. Irvine D, Davies DM. The mortality of British Airways pilots, 1966-1989: a proportional mortality study. *Aviat Space Environ Med* 1992;63:276-9.
14. Pukkala E, Auvinen A, Wahlberg G. Incidence of cancer among Finnish airline cabin attendants, 1967-92. *BMJ* 1995;311:649-52.
15. Rafnsson V, Tulinius H, Jónasson JG, Hrafnkelsson J. Risk of breast cancer in female flight attendants: a population-based study (Iceland). *Cancer Causes Control* 2001;12:95-101.
17. Pukkala E, Aspholm R, Auvinen A, Eliasch H, Gundestrup M, Haldorsen T, et al. Incidence of cancer among Nordic airline pilots over five decades: occupational cohort study. *BMJ* 2002;325:567-71.
18. Hammar N, Linnarsjö A, Alfredsson L, Dammström BG, Johansson M, Eliasch H. Cancer incidence in airline and military pilots in Sweden 1961-1996. *Aviat Space Environ Med* 2002;73:2-7.
19. Haldorsen T, Reitan JB, Tveten U. Cancer incidence among Norwegian airline cabin attendants. *Int J Epidemiol* 2001;30:825-30.
20. Gundestrup M, Storm HH. Radiation-induced acute myeloid leuk-aemia and other cancers in commercial jet cockpit crew: a population-based cohort study. *Lancet* 1999;354:2029-31.
21. Haldorsen T, Reitan JB, Tveten U. Cancer incidence among Norwegian airline pilots. *Scand J Work Environ Health* 2000;26:106-11.
22. Rafnsson V, Hrafnkelsson J, Tulinius H. Incidence of cancer among commercial airline pilots. *Occup Environ Med* 2000;57:175-9.
23. Tveten U, Haldorsen T, Reitan JB. Cosmic radiation and airline pilots: exposure pattern as a function of aircraft type. *Radiation Protection Dosimetry* 2000;87:157-65.
24. Diffey BL, Roscoe AH. Exposure to solar ultraviolet radiation in flight. *Aviat Space Environ Med* 1990;61:1032-5.

I Läkartidningens elektroniska arkiv  
<http://tarkiv.lakartidningen.se>  
är artikeln kompletterad med fullständig referenslista.