

Flyvning og graviditet - guideline

Godkendt på Sandbjerg 2006

Arbejdsgruppen

Niels Ulbjerg (1. pilot), Milica Zdravkovic, Chrysanthi Sardeli, Frank Pedersen, Jens Fuglsang og Marianne Johansen

Afgrænsning af emnet:

- Formålet har været, at etablere guidelines for den ikke erhvervsmæssige flyvning af gravid.
- Forholdene for flyvepersonale berøres kun sparsomt.
- Obstetrisk service og andre forhold på de forskellige destinationer berøres ikke.

INDHOLD

1. Præterm fødsel
2. Kosmisk stråling
3. Tromboserisiko

Guideline vedrørende præterm fødsel (specielt 3. trimester)

- Der er ikke øget risiko for præterm fødsel i forbindelse med flyvning (Rekommandationsgrad B).
- Normal graviditet (IATA's retningslinier):
 - <36+0: flyve normalt
 - 36+0 – 38+0: flyvetid ikke over 4 timer. Flyvning med stop hver 4. time tilladt.
 - >38+0: ingen flyvning (fraset helt korte rejser som Århus – København)
- Øget risiko for præterm fødsel (tidligere præterm fødsel, gemelli mm): udvis stor forsigtighed ved flyvevarighed > 1-4 timer (Rekommandationsgrad C).
- Mange flyselskaber accepterer ikke gravide passagerer efter fulde 36 ugers gennemført graviditet. Andre selskaber kræver en skriftlig lægeerklæring (max 72 timer gammel) som dokumentation for hidtidig ukompliceret graviditet.

Guideline vedrørende kosmisk stråling (specielt 1. trimester)

- Risikoen for skadelige effekter af kosmisk baggrundsstråling er for lejligheds-rejsende under normale solforhold, ubetydelig lille.
- Det anbefales dog, at langdistance flyrejser udenfor Europa begrænses til max. 1 per graviditet (Rekommandationsgrad B-C).
 - Den anbefalede maximale strålings-dosis er 1 mSv. Dosis på 1 mSv er langt lavere end stråle-doser ved hvilke skadelige effekter er observeret i dyre-eksperimentelle studier (Evidens Grad A-B). De omtalte strålings-grænser er i Europa vedtaget ved lov, mens de i USA er vejledende.
 - For gravide piloter, kabine-personale og *business frequent travelers* bør der i arbejdstilrettelæggelsen tages højde for strålingsrisikoen i forbindelse med flyvning mhp at sikre at strålings-dosis for den enkelte kvinde og hendes foster ikke overskrider den anbefalede dosis. Software til beregning af strålings-dosi for hver enkelt flyrejse er tilgængeligt fra FFA (USA): <http://jag.cami.jccbi.gov/cariprofile.asp>.
 - Under solare energi-partikel *events* (*solar flares*) er stråle-dosis imidlertid væsentlig højere og kan ved flyvning (også for lejligheds rejsende) medføre stråledoser, der overskrider den anbefalede øvre stråledosis. Ved forekomsten af disse sjældne *events*, bør gravide kvinder

anbefales at udskyde en eventuel forestående rejse til *peak*-dosis perioden er passeret. FFA har udviklet et advarselssystem, som sikrer at fly i forbindelse med *solar flares* omdirigeres til mere stråle-sikker flyvehøjde. Dog har ikke alle flyselskaber taget dette sikkerhedssystem i anvendelse.

Guideline vedrørende tromboseprofylakse (både 1, 2 og 3. trimester)

- Alle gravide
 - o Væske- og fødeindtag samt intermitterende mobilisation ved gang i mellemgangen og venepumpe-øvelser.
- Moderat tromboserisiko hos gravid (rejsetid > ca. 6 timer + 1 trombosedisponerende risikofaktor), desuden
 - o TED-strømper (kompressionsgrad 2) og lav-dosis aspirin (75 mg dgl fra dagen før indtil 1-3 dg efter afsluttet rejse).
- Høj tromboserisiko (rejsetid > ca. 6 timer + ≥ 2 trombosedisponerende risikofaktor), desuden
 - o TED-strømper (kompressionsgrad 2) og LMWH (f.eks. inj. 3500 IE x 1 s.c. indtil 1-3 dage efter afsluttet rejse).
- Trombose-disponerende risiko-faktorer:
 - i. Tidligere DVT
 - ii. Varicer
 - iii. Kendt trombofili
 - iv. Adipositas (BMI > 30)
 - v. Kirurgi/nyligt traume
 - vi. Flerfolds-graviditet
 - vii. Familiær disposition til tromboser
 - viii. Rygere
 - ix. Kendt malign sygdom
 - x. Alder \uparrow (35+)

Guideline vedrørende personale (Statens Luftfartsvæsen)

Graviditet medfører uegnethed og bør meddeles arbejdsgiveren straks, dog ved

- Normal graviditet < 26 +0: Individuel certificering fra Lægesektionen i Statens Luftfartsvæsen efter bekræftelse af tilstanden ved lægeerklæring (skal omfatte Hgb, urinstiks, BT, forventet terminsdato og kort anamnese). Der fordres månedlige evalueringer af graviditeten.
- Kompliceret graviditet medfører uegnethed: abnorm træthed, svimmelhed, vertigo, kvalme eller opkastninger, anæmi, hæmaturi eller proteinuri, UVI eller mavesmerter, enhver vaginalblødning eller hypertension.

Særlige forhold i relation til flyvning, som teoretisk kan få betydning for gravide

- Dårlig obstetrisk service i flyet, hvis der opstår komplikationer
- Lavt tryk i kabinen
- Lavt iltryk
- Nedsat luftfugtighed
- Immobilisation
- Dårlig siddestilling og sparsom benplads \rightarrow stase
- Dehydratio
- Baggrundsstråling
- G-påvirkninger og turbulens

Flyvning & præterm fødsel

De forskellige tyngdepåvirkninger af kroppen under *flyvning* kunne tænkes at påvirke livmoderhalsen, ligesom det ændrede iltryk i flykabinen kunne have indflydelse på det uteroplacentare kredsløb. Den eksisterende viden om, hvorvidt flyvning medfører øget risiko for præterm fødsel er imidlertid meget sparsom. De fleste rapporter omhandler lufttransport af gravide med helikopter på obstetrisk indikation.

I en spørgeskema-undersøgelse blandt 222 singleton-gravide indlagt til fødsel fandtes, at 118 havde fløjet (i fly) under graviditeten, mediant 2 gange (range 1 – 12) i sammenlagt 12 (2 – 64) timer. Der fandtes ikke en øget forekomst af præterm fødsel hos de gravide, der havde fløjet, lige som gestationsalderen ved fødslen ikke afhang af, hvornår i svangerskabet eller hvor mange timer, man havde fløjet (Freeman et al., 2004). Undersøgelsen er lille, og der må forventes at være en vis bias i, hvilke gravide, der har fløjet hhv. ikke fløjet.

I en opgørelse fra et større internationalt flyselskab fandtes over 6 måneder totalt 507 tilfælde af indberettede, behandlingskrævende episoder (alle passagerer; hovedparten synkope og forværring af luftvejslidelse), heraf eet tilfælde med præterm fødsel uge 28 (Qureshi et al., 2005). Der gives ikke yderligere oplysninger om denne episode, og opgørelsen er sparsom, hvad angår antallet af obstetriske episoder i øvrigt.

Ét studie har undersøgt, hvorledes det gik gravide med truende for tidlig fødsel, der grundet afstanden til fødestedet blev transporteret med fly/helikopter (Elliott et al., 1992). 54 gravide havde dilatation af orificium på > 7 cm ved rekvirition af lufttransport. Af disse blev 48 fløjet – hovedparten med helikopter og kun få med fly (n = 8), men ingen af de 48 gravide fødte under lufttransporten. Efter ankomst til hospital fødte 39 % (n = 21) inden for den første time.

Blandt transport af 80 gravide med fly, alle på obstetrisk indikation (heraf 33 med præterme veer, 17 med PPRM og 6 med PPRM + veer), observeredes øgede kontraktioner hos 7 under gennemsnitligt 92 minutters transporttid (O'Brien et al., 2004). Ingen fødte i flyet.

Omend kun sporadisk undersøgt, tyder data således på, at lufttransport ikke udgør en øget risiko for præterm fødsel. I amerikanske guidelines anføres ”Pregnant women at significant risk for preterm labour.....should avoid air travel” (ACOG committee opinion, 2002), uden at det i øvrigt defineres, hvad ”significant risk” er, ligesom der ikke er anført referencer til yderligere at underbygge denne anbefaling. Helt i overensstemmelse hermed konkluderedes i et australsk review, at flyrejser kunne foretages selv ved avanceret gestationsalder for i øvrigt raske gravide (Newlands et al., 2000). De eksisterende anbefalinger omkring præterm fødsel og flyvning synes således at bygge på vurderinger frem for på faktisk viden.

Ovenstående gælder for flypassagerer, men heller ikke luftbårent personale synes at udgøre en særlig risikogruppe hvad angår præterm fødsel (Irgens et al; 2003).

Referencer vedrørende præterm fødsel

1. ACOG committee opinion. Air travel during pregnancy. *Int J Gynecol Obstet* 2002; 76: 338-339.
2. Elliott et al. *Obstet Gynecol* 1992;79: 380-382.
3. Freeman et al. *Arch Gynecol Obstet* 2004; 269: 274-277. O'Brien et al. *South Med J* 2004; 97: 816-819.
4. Irgens et al. *Scand J Work Environ Health* 2003; 29: 94-99.
5. Newlands et al. *Aviat Space Environ Med* 2000; 71: 839-42

6. Qureshi et al. *Emerg Med J* 2005; 22: 658-659.

Kosmisk stråling (baggrundsstråling)

Resume af eksponeringsniveauer		
Skader på barnets IQ ved eksponering af gravid	>500 mSv	>50 rem
Minimale teratogene dosis skønnes til	20 mSv	2 rem
0,06% risiko for børnecancer ved eksponering af gravid	10 mSv	1 rem
Årlig dosis for typisk kabinepersonale	2-3 mSv	200 mrem
Max anbefalet dosis per graviditet	1 mSv	100 mrem
Solar flare, 10 timer i 12000 m højde	0,8 mSv	80 mrem
Danmark – Australien (enkeltrejse)	0,5 mSv	50 mrem
New York – Tokyo (enkeltrejse)	0,15 mSv	15 mrem
New York – Seattle (enkeltrejse)	0,06 mSv	6 mrem
Århus – København	<0,01 mSv	<1 mrem

For en lejligheds-rejsende er betydningen af kosmisk baggrundsstråling mere eller mindre trivial. Flypersonale og hyppigt rejsende passagerer risikerer imidlertid at blive eksponeret for strålingsdoser, som overskrider eksisterende rekommendationer. Udover den kosmiske baggrundsstråling kan solen periodevist forårsage atmosfæriske forstyrrelser (*solar flares*), som kortvarigt kan forværre baggrundsstrålingen i flyvehøjde signifikant. En effekt som potentielt set kan få konsekvenser også for den lejlighedsrejsende^{1,2}.

Stråling og flyvehøjde

Den kosmiske baggrundsstråling er større i flyvehøjde end den er ved jordens overflade. Sammenhængen mellem strålingsdosis og breddegrad er svagere. Stråledosis afhænger især af flyvehøjden. Endelig afhænger strålingsniveauet af den næsten 11-årige solare sunspot cyklus. Der er således stor forskel på den stråleekspositionen på korte flyrejser med lav flyvehøjde og langdistance flyrejser med høj flyvehøjde (mere end en faktor 100). Stråledosis er for en flyrejse mellem New York og Tokyo ca. 150 mikrosievert (150 μ Sv=15 mrem), mens dosis for en rejse mellem New York og Seattle er ca. 60 μ Sv^{1,3,4}.

Graviditet og strålerisiko

Se: http://www.sst.dk/publ/Publ2005/SIS/Graviditet_roentgen/Graviditet_roentgen.pdf

Risikoen forbundet med ekposition for ioniserende stråling kan generelt beskrives som stokastisk eller ikke stokastisk. Hvad angår de helbredsmæssige effekter af ioniserende stråling gælder der for den stokastiske strålings risiko at risikoen for en given effekt hos en eksponeret population er dosis afhængig uden nogen nedre dosis grænse. Cancer og effekter på DNA-niveau tilhører denne kategori. Non-stokastiske risici omfatter dem, for hvilke sværhedsgraden af strålingseffekten er dosisafhængig, og hvor der findes en nedre dosis grænse under hvilken skader ikke forekommer. Spontan abort, mental retardering, medfødte misdannelser og IUGR tilhører denne kategori^{1,3}.

Den fosterskadelige effekt af ioniserende stråling er dosisafhængig og afhængig af gestationsalderen på ekspositionstidspunktet^{3,5}. De fleste eksperter er enige i, at der ikke findes definitive data, som tyder på fosterskader ved strålingsdoser under 20 mSv (sv.til 2 rem). Omvendt kan ekposition for væsentlig lavere strålingsdoser medføre øget risiko for fosterdød, hvis ekpositionen fandt sted på de første dage under embryogenesen. Det er dog usandsynligt at kvinden i sådanne tilfælde ville være vidende om graviditetens eksistens⁵. Organogenesen (2.-8.-

uge efter konceptionstidspunktet) er ekstremt følsom for de teratogene effekter af ioniserende stråling: især CNS er følsom herfor, omend CNS primært dannes mellem 8. og 15. graviditetsuge^{1;5}. Fra 16.-25. graviditetsuge falder strålefølsomheden både i CNS og større organmæssige eller strukturelle medfødte misdannelser ses sjældent^{1;5;6}. For abort, mental retardering, medfødte misdannelser og IUGR gælder generelt, at disse først forekommer ved stråle-dosis > 20 mSv¹. På turen New York-Seattle udsættes man for en stråledosis på 0,30 % af denne dosis og på turen New York-Tokyo for 0,75 %. Den stokastiske risiko for cancer i børnealderen som følge af eksposition for kosmisk stråling under graviditeten diskuteres fortsat, idet nyere studier ikke har kunnet hverken be- eller afkræfte en nedre grænse for stråledosis i relation til udvikling af børne-cancer¹.

Risici i relation til anbefalede grænser for stråling

The International Commission on Radiological Protection (udformer relevante anbefalinger i Europa og andre steder i verden) og *The National Council on Radiation Protection and Measurements* (USA) anbefaler at almindelige borgere årligt maksimalt udsættes for en stråledosis på 1 mSv (100 mrem)⁵. Den anbefalede øvre grænse for stråle-dosis for et foster er den samme, men i dette tilfælde af naturlige grunde fordelt på max. 40 uger. De to tidligere beskrevne flyrejser vil medføre stråle-doser sv. til hhv. 15 % og 6 % af denne internationalt vedtagne maximale stråledosis. Disse rekommendationer er baseret på dyre-eksperimentelle forsøg med lav-dosis ioniserende bestråling af gravide forsøgsdyr^{1;6} og på observationelle studier af børn af overlevende fra Hiroshima og Nagasaki^{1;5;6}.

Erhvervs-mæssig stråleeksposition

Kabinepersonale, som permanent udsættes for meget små doser af kosmisk stråling (2-3 mSv pr år) synes ikke at have øget relativ risiko for DNA-skader sammenlignet med flypersonale, som arbejder på jorden (mulig bias, idet de helbredsmæssigt stærkeste selekteres til flyvning). DNA-reparationsmekanismer synes ikke at blive påvirket af flyvning. Derimod synes DNA-skader efter fraktioneret bestråling i *in vitro* forsøg at kunne akkumuleres over tid og reparationsevnen synes at mindskes ved permanent beståling^{1;6}.

Hvis vi benytter strålings-ekspositionen på hhv. 150 µSv og 60 µSv for de 2 tidligere omtalte flyrejser og tager udgangspunkt i den anbefalede øvre årlige stråledosis på 1 mSv ville grænsen være overskredet efter hhv. 7 interkontinentale og 17 transkontinentale flyrejser. Det er således nødvendigt for en gravid flymedarbejder (som flyver langdistance ture), at der tages særlige hensyn i arbejdstilrettelæggelsen, som tilgodeser den stråledosis, som den gravide og hendes foster udsættes for i arbejdssammenhæng¹. Kvinder, som i forretnings-/erhvervs-mæssig sammenhæng flyver meget kan også betragtes som værende i erhvervs-mæssig risiko for strålings-eksposition som overskrider den anbefalede maximale stråledosis¹.

Solar flares

Stråledoser beregnet af *the FAA CARI computer program* (udviklet med henblik på at beregne ekspositions-dosis for ioniserende stråling under flyvning) er baseret på normale sol-forhold. *Solar flares* kan imidlertid forekomme uden varsel og disse *events* kan påvirke stråledosis signifikant. For eksempel observerede man i juli 2000 en flare, som øgede stråle-dosis til 200 µSv per time. FAA estimerede for denne *event*, at stråle-dosis for en flyrejse i 12000 meters højde var 630 µSv for en 3-timers, 735 µSv for en 5-timers og 832 µSv for en 10-timers flyrejse. Den totale strålingsdosis i ugen/måneden før, under og efter denne *flare* oversteg langt den anbefalede årlige max. stråledosis på 1 mSv¹. Disse *solar flares* er generelt af kort varighed og få timers udsættelse af afgangstidspunktet kan undertiden være tilstrækkeligt til at forhindre eksposition for høje stråledoser. Hyppigheden af disse *solar flares* følger generelt *the 11-year sunspot cycle*.

Real-time data for proton intensiteten registreres via et satellit-baseret monitorerings program, som er tilgængelig online på the Space Environment Center of the National Oceanic and Atmospheric Administration's hjemmeside (USA) (web address: <http://jag.cami.jccbi.gov/cariprofile.asp>). The FAA og Space Environment Center (USA) har for nylig introduceret et advarsels system som udsender advarsler ved en sådan *solar flare*. The Civil Aerospace Medical Institute (USA) anbefaler samtidig under disse *flares* en maximum flyvehøjde med henblik på at holde stråledosis under 20 µSv per time. Dette advarselssystem er konstrueret med det formål at begrænse den stråledosis som gravide kvinder i luften eksponeres for.

Referencer & nyttige Web links

- <http://www.icrp.org/>
 - http://www.faa.gov/education_research/research/med_humanfacs/aeromedical/radiobiology/index.cfm
 - <http://jag.cami.jccbi.gov/cariprofile.asp>
- European Commission. Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996
- http://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/radioprotection/doc/legislation/9629_en.pdf#search=Council%20Directive%2096%2F29%2FEuratom%20of%2013%20May%201996
- What aircrews should know about their occupational exposure to ionizing radiation
- <http://www.faa.gov/library/reports/medical/oamtechreports/2000s/media/0316.pdf>
- Statens Luftfartsvæsens Aeronautical Information Circular B-04/03. Control of the exposure to cosmic radiation of Air Crew in the Nordic Countries.
- <http://www.slv.dk/Dokumenter/dscgi/ds.py/Get/File-785>

1. Barish RJ. In-flight radiation exposure during pregnancy. *Obstetrics and Gynecology* 2004;103:1326-30.
2. O'Brien K, Friedberg W, Sauer HH, Smart DF. Atmospheric cosmic rays and solar energetic particles at aircraft altitudes. *Environ.Int.* 1996;22 Suppl 1:S9-44.
3. Friedberg W, Copeland K, Duke FE, O'Brien K, III, Darden EB, Jr. Radiation exposure during air travel: guidance provided by the Federal Aviation Administration for air carrier crews. *Health Phys.* 2000;79:591-95.
4. Nicholas JS, Copeland KA, Duke FE, Friedberg W, O'Brien K, III. Galactic cosmic radiation exposure of pregnant flight crewmembers. *Aviat.Space Environ.Med.* 2000;71:647-48.
5. Friedberg W, Copeland K, Duke FE, Nicholas JS, Darden EB, Jr., O'Brien K, III. Radiation exposure of aircrews. *Occup.Med.* 2002;17:293-309, v.
6. Geeze DS. Pregnancy and in-flight cosmic radiation. *Aviat.Space Environ.Med.* 1998;69:1061-64.

Trombose risiko i relation til flyvning og graviditet

Incidensen af VTE (venøs trombo emboli) er i baggrundsbefolkningen 1-2/1000/år. Heraf formodes 0,1-0,4/1000 at kunne tilskrives flyvning. Hvis det drejer sig om personer med øget risiko for trombose er incidensen formentlig højere (Hososi Y). Litteraturen omkring betydningen af flyvning i forhold til risikoen for udvikling af VTE er dog ikke entydig. Graviditet (uden særlige risikofaktorer) anslås alene at øge risikoen for tromboser med en faktor 6 (Voss et al). Flyvning i sig selv, specielt langdistance (> 6-8 timer) (50 gange øget risiko ved > 10000 km vs < 2500 km) ser ud til øge risikoen for trombose (Ansari MT og Lapoatolle F). Særligt øges denne risiko ved samtidig tilstedeværelse af andre risikofaktorer (Kelma CW og Schreijer AJM). Dette skyldes antageligt følgende forhold (Chee et al):

Lavt tryk i kabinen
 Lavt iltryk
 Nedsat luftfugtighed
 Immobilisation
 Dårlig siddestilling og knapt med benplads
 Stase
 Dehydratio

Evidensen for øget tromboserisiko ved ukompliceret graviditet og flyvning er imidlertid mangelfuld, medmindre der som ovenfor omtalt er tale om langdistance flyvning og/eller særlige tilstedeværende risikofaktorer. Som led i et større WHO-projekt til afklaring af risici i forbindelse med rejser (WHO Research Into Global Hazards of travel - 'WRIGHT') har man bl.a. studeret effekten af flyvning på aktivering af koagulationssystemet og kun fundet sikker påvirkning heraf hos patienter med præeksisterende risikofaktorer i form af f.eks. Faktor V leiden, brug af p-piller etc (Schreijer AJM).

Risikofaktorer som hos den gravide øger risikoen for DVT yderligere (Paganin F):

Tidligere DVT	(OR 63)
Varicer	(OR 10)
Trombofili	
Adipositas	(OR 10)
Kirurgi/nyligt traume	(OR 13)
Flerfolds-graviditet	
Familiær disposition	
Tobak	
Malignitet	
Alder ↑	

Trombose-profylakse og flyvning

Ved ukompliceret graviditet anbefaler ACOG de samme forholdsregler for gravide som for ikke-gravide. Formentlig bør en ukompliceret graviditet ved langdistance flyvning betragtes som enhver anden risiko-graviditet med let øget risiko for VTE. Kompliceret graviditet og/eller tilstedeværelsen af andre risikofaktorer bør betragtes som moderat risiko eller højrisiko afhængig af hvilke risikofaktorer der er tale om (J Obstet Gynecol 2004, Voss et al).

Asymptomatisk VTE kan forebygges med TED-strømper og LMWH. Tilfælde af klinisk VTE forekommer dog på trods af profylakse. 17.000 passagerer skal behandles med aspirin for at forebygge 1 tilfælde af VTE (Loke YK). Helt op til 10 % af passagerer, der flyver langdistance uden nogen form for profylakse vil udvikle ultrasonisk verificerbar DVT og/eller D-dimér-stigning. Der var ikke signifikant forskel i incidensen ved sammenligning af business class og economy class (Jacobsen BF). I et andet studie udviklede 12/116 passagerer asymptomatisk VTE. Ingen af disse anvendte støttestrømper. Omvendt udviklede ingen af de passagerer, som anvendte støttestrømper VTE (Scurr John H). I et tredje studie udviklede 2,8 % af flypassagerer asymptomatisk VTE til sammenligning med 1 % i kontrolgruppen af ikke-rejsende (n=1000) (Schwarz T).

Herudover er der beskrevet andre maternelle fysiologiske forandringer under flyvning i form af BT-stigning, stigende respirations- og hjertefrekvens samt fald i PO₂ (Huch et al).

Referencer vedrørende tromboseprofylakse:

1. Lapostolle F, Surget V, Borron SW, et al. Severe pulmonary embolism associated with air travel. *N Engl J Med* 2001; 345: 779-83.
2. Schreijer AJM, Cannegieter SC, Meijers JCM, Middeldorp S, Rosendaal FR, Büller HR. Coagulation in aviation: activation of the coagulation system during air travel (the WRIGHT Volunteers Study) (abstract). *J Tromb Haemost.* 2005;3 (suppl 1):OR289.
3. Schwarz T, Siegert G, Oettler W et al. Venous thrombosis after long-haul flights. *Arch Intern Med* 2003; 163: 2759-64.