

R. Huch

Klinik und Poliklinik für Geburtshilfe, Departement für Frauenheilkunde, Universitätsspital Zürich

Fliegen während der Schwangerschaft

Zusammenfassung

Die flugspezifischen Einflüsse beim Fliegen in der Schwangerschaft werden hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Auswirkungen auf Mutter und Fetus diskutiert. Es gibt nur wenige relative Kontraindikationen, zu denen der Flug in Terminnähe, eine anamnestische Neigung zu Aborten und Frühgeburten, eine ausgeprägte Anämie, kardiopulmonale Erkrankungen und eine große Angst vor dem Fliegen gehören. Ausgeprägte Schwangerschaftspathologien – z. B. Placenta praevia – sind absolute Kontraindikationen. Fliegen in der Schwangerschaft kann mit diesen Ausnahmen uneingeschränkt empfohlen werden.

Bei beruflicher Flugexposition werden insbesondere Ausmaß und gesundheitliche Relevanz der zusätzlichen kosmischen Strahlenbelastung für die Schwangere und das Kind diskutiert. In Deutschland darf ohnehin in der Schwangerschaft kein Schichtdienst geleistet werden (Mutterschutzgesetz), so dass bezüglich der kosmischen Strahlen Entscheidungen auf Arbeitnehmer und -geberseite entfallen. Gesetzliche Regelungen bezüglich des Strahlenschutzes stehen noch aus.

Bei der Militärfliegerei und bei Weltraummissionen kommen die Notwendigkeit des Tragens eines Anti-G-Anzugs und Risiken aus rascher Beschleunigung und Richtungsänderung, in der größeren Höhe höherer kosmischer Strahlenbelastung, Vibrationen, Schwerelosigkeit, Notfallsituationen u. a. hinzu. Diese Situationen sind nicht mit Sicherheit mit einem ungestörten Verlauf der Schwangerschaft und der Entwicklung des Kindes vereinbar.

Schlüsselwörter

Schwangerschaft · Fliegen · Fetus · Sauerstoffmangel · Kosmische Strahlenbelastung

Reisen, insbesondere Fernreisen, sind ohne den Transport durch Flugzeuge in unserer heutigen Zeit kaum vorstellbar. Somit gibt es viele Passagiere, die in der Schwangerschaft fliegen oder fliegen wollen. In der Regel im weit größeren Ausmaß sind Frauen in der Schwangerschaft den flugspezifischen Einflüssen ausgesetzt, wenn sie als Pilotin oder Flugbegleiterin (Hostess, Stewardess) in den Lüften arbeiten – sofern dies die nationalen oder Richtlinien der Fluglinien zulassen. Die besondere Situation einer Schwangerschaftskomplikation kann Anlass für einen Transport durch eine Flugambulanz sein, bei der u. U. relevante Einflüsse durch das Fliegen zur Diskussion Anlass geben. Und schließlich ist eine Schwangerschaft ein besonderes Thema im Zusammenhang mit der Militärfliegerei und dem Training und Teilnahme an den Weltraummissionen. Seit vielen Jahren werden die Kampffjets auch von Pilotinnen geflogen und allein in den USA kann über fünfzehn Schwangerschaften berichtet werden, die nach einem Aufenthalt im Weltall bei inzwischen 40 Astronautinnen abliefen [15].

Kompetente Beratung ist in diesen Situationen gefragt. Nach wie vor sind die Ansichten zum Fliegen in der Schwangerschaft kontrovers. Seit den Warnungen vor Fehlbildungen, Fehlgeburten und vorzeitiger Wehentätigkeit durch das Fliegen in den Anfängen des Massenflugtourismus in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts [4, 6, 7, 21, 26].

Ist die Ärzteschaft verunsichert, welche realen Risiken Mutter und Kind mit dem Fliegen eingehen. Konnte die Sorge um die Effekte der relativen Hypoxämie durch den verringerten Kabinendruck durch Untersuchungen mit

Schwangeren auf Europaflügen [12] entkräftet werden, sind neue Ängste durch die veränderte Bewertung des Ausmaßes der kosmischen Strahlenbelastung beim Fliegen hinzugekommen [2, 5, 9, 10, 13, 22, 23].

Zu der häufig anzutreffenden Zurückhaltung beim Fliegen in der Schwangerschaft mag auch eine partielle Fehldeutung der sog. IATA-Vorschriften (IATA = International Air Transport Association, [14]) beigetragen haben, die in den letzten 4 Wochen vor dem errechneten Termin und bei Schwangerschaftskomplikationen ein ärztliches Attest fordern. Es leuchtet ein, dass dies in erster Linie einen Schutz vor Geburten an Bord und vor Kosten für die Fluglinien und nicht eine rein ärztlich begründbare Maßnahme für die schwangere Frau darstellt. Tabelle 1 zeigt einen Ausschnitt aus den IATA-Vorschriften, die allerdings im Rahmen der Liberalisierung im Luftverkehr etwas an Bedeutung verloren haben.

Trotz (berechtigter) kommerzieller Interessen regeln einige Airlines dies sogar noch restriktiver und verlangen bereits ab 34. Schwangerschaftswoche (SSW) ein Attest. Die meisten Luftfahrtgesellschaften sind allerdings bei der 36. SSW geblieben und handhaben die Transporte danach als sog. Medical Cases (S. Muff, Ärztlicher Dienst SwissAir Schweiz, persönliche Mitteilung).

Prof. Dr. Dr. Renate Huch
Klinik und Poliklinik für Geburtshilfe,
Departement für Frauenheilkunde,
Frauenklinikstraße 10, CH-8091 Zürich,
Schweiz, E-Mail: renate.huch@fhk.usz.ch

R. Huch

Flying during pregnancy

Abstract

The effects of flying on pregnancy – whether as an airline passenger, cabin or flight deck crew, air force pilot, or astronaut – are reviewed in terms of their impact on fetal and maternal health. Based on theories of altitude physiology and experiments with pregnant women under actual flying conditions in modern jets, it has been shown that flying does not impair the fetal oxygen supply. The cosmic radiation burden is too low in occasional fliers to warrant anything other than the unreserved recommendation of flying as an appropriate method of travel during pregnancy.

The few relative contraindications comprise flying near term, a history of miscarriage and premature labor, marked anemia, cardiopulmonary disease, and extreme fear of flying. Major obstetric risk factors, e.g., placenta previa, are absolute contraindications.

As for airline crew, the risk from added occupational exposure to cosmic radiation must be weighed against the practical disadvantages of systematically grounding pregnant personnel. Many airlines have no such policy in force, and protection against such radiation is not covered in national legislations (in Germany, either measure would be redundant in that the Protection of Mothers Law already bans shift work during pregnancy). As for the multiply greater and more varied stresses confronted by air force pilots and astronauts, a preoperational negative pregnancy test remains standard on common sense safety grounds despite the isolated report of a normal pregnancy outcome in a NASA pilot flying until the 36th week.

Keywords

Pregnancy · Flying · Fetus · Hypoxemia · Cosmic radiation

Zum Thema

Tabelle 1

Auszug aus den IATA – Vorschriften

Expectant mothers are not normally regarded as Incapacitated Passengers. In normal health she shall be accepted without medical clearance

However, medical clearance will be required, if:

- confinement may be expected in less than 4 weeks or
- there is uncertainty of progress of pregnancy or previous multiple births, or complications

Air travel is not recommended for:

- Expectant mothers within the last month prior to confinement
- New-born babies within the first 7 days after birth

Premature babies will be considered as medical cases. Medical clearance for air transport must be obtained

Flugtechnische Fakten

Verkehrsflierei

Die Höhe, in der heute moderne Düsenflugzeuge fliegen (9000–12000 m, Concorde vor dem Flugverbot 15.000–18.000 m) sind für den Menschen nicht tolerabel. Die Flugzeuge haben daher Druckkabinen, in denen die eingeleitete Außenluft so unter Druck gesetzt wird, sodass „Höhen“ zwischen Meeres(boden)niveau und 8000 ft = 2438 m resultieren. Flüge mit vollständigem Druckausgleich sind mit Konstruktions-, Gewichts- und Kostenproblemen verbunden und daher seltene Ausnahmen (Rettungsflugzeuge). Bei technischen Problemen der Druckkompensation muss Sauerstoff via Masken geatmet werden (Auslösen Sauerstoffmasken bei 14.000 ft = 4267 m; [16]).

Klimaanlagen regeln Belüftung und Luftmenge, Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Der Frischluftwechsel ist je nach Flugzeugtyp unterschiedlich (z. B. beim Flugzeugtyp 474–400 auf voller Flughöhe alle 5,3 min komplette Lüfterneuerung; [16]) und wurde in der Vergangenheit – weil kostenaufwendig – mehrfach reduziert.

Technisch noch nicht gelöst ist bisher das Erzielen einer akzeptablen Luftfeuchtigkeit, die auf Langstreckenflügen oft unter 10% liegt. Die Außenluft in Reiseflughöhe ist absolut trocken. Nur durch die Menschen an Bord erfolgt eine geringe Wasserdampfanreicherung. In Abhängigkeit von Höhe und geographischer Breite werden die Flugzeuginsassen kosmischen Strahlen ausgesetzt, die bei beruflicher ganzjähriger Exposition zwischen 2,5–5,0 mSv ausmachen können.

Militärflierei und Weltraummissionen

Zu den oben geschilderten flugspezifischen Besonderheiten kommen bei der Militärflierei starke Ganzkörpervibrationen (Helikopter), große Beschleunigungen, also rasche Aenderungen von Geschwindigkeit oder Richtung, sowie bei den Weltraummissionen Schwerelosigkeit und eine erhöhte kosmische Strahlenbelastung und v. a. hinzu [15, 17, 27]. Die hohen Beschleunigungen bei Start und Landung in der Körperhochachse bzw. die Radialbeschleunigungen in Steilkurven oder bei Loopings erfordern das Tragen eines Anti-G-Anzugs, welcher nebst druckerzeugenden Luftblasen im Bereich der unteren Extremitäten auch über Blasen über dem Abdomen verfügt. Bei Einsatz des Schleudersitzabschusses treten G-Belastungen zwischen 15 und 20 G auf. Bei normalem Flugbetrieb resultieren Belastungen von „nur“ 7–8 G.

Flugspezifische Besonderheiten und mögliche Auswirkungen auf Mutter und Kind

Tabelle 2 stellt die flugspezifischen Einflüsse den theoretischen oder beobachteten Risiken bzw. Beeinträchtigungen schwangerer Frauen beim Fliegen in der Schwangerschaft gegenüber. Im Folgenden werden diese Einflüsse in Bezug auf die gesundheitliche Relevanz für die Schwangere und das Kind mit dem derzeitigen Kenntnis- und Ansichtsstand besprochen.

Relative Hypoxämie

Entsprechend der Kabinenhöhe kommt es zu einem Abfall des pO₂ in der Inspirati-

Tabelle 2

Flugspezifische Einwirkungen und Auswirkungen auf Mutter und Kind

Einwirkungen	Auswirkungen
Direkte Einwirkungen (Verkehrsfliegerei)	
Abnahme des atmosphärischen Druckes	Relative Hypoxämie, Ausdehnung Luft/Gase in geschlossenen Körperhöhlen
Lärm, Vibration, Beschleunigung	Vorzeitige Wehen (?), Plazentalösung (?), bei Reiseübelkeit: Elektrolytverschiebungen durch Erbrechen
Kosmische Strahlen	Teratogenese, Karzinogenese
Niedrige Luftfeuchtigkeit	Veränderung des Plasmavolumens (?) und der Nierenfunktion
Lange Immobilisierung	Erhöhung des Thromboserisikos für die Mutter
Änderung der zirkadianen Rhythmen	Jet-lag, Schlafstörungen, Schlafmangel
Im Raucherabteil: Kohlenmonoxid	Abnahme der Sauerstofftransportkapazität im mütterlichen und fetalen Blut
Direkte Einwirkungen (Militärfliegerei, Weltraumflug)	
Beschleunigung (G)	Schwangerschaftsverlust
Typische „Astronautenübelkeit“ (Raumkrankheit)	Verstärkung der Schwangerschaftsübelkeit, Frühgeburt
Kosmische Strahlen	Abort, Teratogenese, Karzinogenese
Schwerelosigkeit	Osteoporose, Beeinträchtigung uteroplazentarer Blutfluss, fetale Mangelentwicklung
Indirekte Einwirkungen	
Körperliche Tätigkeit an Bord Flugangst	Fetale Mangelentwicklung
Durch das Reiseziel bedingt: – Heißes Klima	Abnahme der uteroplazentaren Durchblutung (?)
– Impfwänge/Infektionen	Thermoregulation auf Kosten der uteroplazentaren Durchblutung
	Embryo-, Fetopathien, Schwangerschaftsverlust

onsluft. Aldrete u. Aldrete [1] haben auf 20 inneramerikanischen Flügen die tatsächlich geflogenen Höhen bzw. die entsprechenden Drücke und Sauerstoffkonzentrationen in der Einatmungsluft gemessen und minimale Werte mit 115,5 mmHg entsprechend 15,2% O₂ gefunden, was auch den höhenphysiologischen Berechnungen entspricht [24]. Damit sinken auch der alveoläre und arterielle pO₂ in Bereiche, die z. B. für lungenkranke Personen grenzwertig werden können. Aufgrund der Tatsache, dass Schwangere in der Regel jung und lungengesund sind und durch eine während der gesamten Schwangerschaft ausgeprägte Hyperventilation sogar höhere pO₂ als außerhalb der Schwangerschaft haben, ist das Ausmaß der relativen Hypoxämie für den mütterlichen Organismus sogar geringer als außerhalb der Schwangerschaft. Wir haben unter Realbedingungen auf 20 Europaflügen mit Frauen in der Spätschwangerschaft die mütterliche Reaktion auf den pO₂-Abfall untersucht (Abb. 1), [12].

Auf voller Flughöhe (mittlerer Kabinendruck entsprechend 2395 m) nahm der mütterliche pO₂ um 25% ab, die Herzfrequenz stieg signifikant an, Atemfrequenz und pO₂ blieben konstant. Letzteres schließt eine Zunahme der schwangerschaftstypischen Hyperventilation aus. Damit erfährt die schwangere Frau beim Fliegen Blutgasverände-

rungen, wie sie vom lungengesunden Normalpassagier erlebt und gut toleriert werden. Die Untersättigung des mütterlichen Blutes erreicht offenbar nicht das Ausmaß, das eine kompensatorische Atemsteigerung erfordert.

So erstaunt es nicht, dass in den rund 30 h kontinuierlicher fetaler beat-to-beat Herzfrequenzaufzeichnung während der Flüge keinerlei Anzeichen für fetalen Stress oder Sauerstoffmangel, spezifisch keine Frequenzen über 170 Schläge/min, keine unter 100 Schläge/min und kein Verlust der beat-to-beat-Variabilität beobachtet werden konnten.

Auch tierexperimentelle Untersuchungen mit rascher Exposition in vergleichbare Höhen oder Untersuchungen bei schwangeren Frauen mit Höhenexposition in den Bergen [3] haben ergeben, dass die flugtypische „Höhe“ von rund 2500 m kein Risiko in der normalen Schwangerschaft darstellt. Beim Fliegen ist daher die fetale Versorgung und die Entwicklung unter normalen Umständen durch die flugtypische Hypoxämie nicht gefährdet. Eine Assoziation zu Fehlbildungen, wie sie bei Flügen in der Frühschwangerschaft hergestellt wurde, ist nicht zu begründen.

Ausdehnung von Gasen in geschlossenen Körperhöhlen

Durch die Druckabnahme beim Fliegen können „gefangene Luft oder Gase“ in geschlossenen Körperhöhlen in 1,2- bis 1,5facher Drucksteigerung resultieren. Es ist vorstellbar, dass dies z. B. in den durch den Uterus verlegten Darmschlingen häufiger als außerhalb der Schwangerschaft auftreten kann. Dieser Zustand könnte dann beim Fliegen unangenehm sein.



Abb. 1 ► Mutter und Fetus werden unter Realbedingungen auf ihre Reaktionen auf das Fliegen untersucht. (Aus [12])

Lärm, Vibration und Beschleunigung

Rauhe Flüge mit starken Turbulenzen sind bei der heutigen Flugzeugtechnologie und den geflogenen großen Höhen in der Verkehrsfliegerei eher eine Ausnahme. Dennoch wird gefürchtet, dass mechanische Einflüsse die Auslösung einer vorzeitigen Wehentätigkeit begünstigen könnten, obwohl keinerlei Daten diese Befürchtung begründen. Bei Schwangeren mit Neigung zu Reiseübelkeit und Erbrechen wäre es theoretisch denkbar, dass Elektrolytverschiebungen durch Erbrechen auslösend sein könnten. Auch dies wird nicht durch Fakten belegt.

Die Assoziation einer Abruptio placentae, die bei der Landung nach einem Langstreckenflug geschah, mit dem Fluggeschehen, wurde ebenfalls diskutiert [19]. Da diese Koinzidenz selten beobachtet wird, müssen Überlegungen zur Kausalität – nicht nur in diesem Einzelfall – unbefriedigend bleiben. Ohne Zweifel sind die vielfach höheren Beschleunigungen bei der Militärfliegerei rein theoretisch ein größeres Risiko für solche Ereignisse (s. „Militärfliegerei“).

Kosmische Strahlenbelastung

Bei der kosmischen Strahlung handelt es sich um natürliche Strahlung aus dem Weltraum galaktischen und solaren Ursprungs, der wir auf Bodenniveau ebenfalls – allerdings im geringeren Ausmaß – ausgesetzt sind.

Zusammensetzung und Belastung sind stark von der Höhe, der geographischen Breite und der Häufigkeit der Exposition abhängig [2, 22, 23]. In Abhängigkeit von Flugroute und -dauer resultiert bei einem Langstreckeneinzelflug eine kosmische Strahlenbelastung von 30–65 µS (3,0–6,5 mrem), was etwa einem Hunderstel der Belastung bei ganzjähriger beruflicher Exposition entspricht. Diese Jahresdosen liegen in der Größenordnung unserer jährlichen Backgroundstrahlenbelastung – z. B. in der Schweiz rund 5 mSv (500 mrem), [13] – wodurch sich für die Crew diese Strahlenbelastung quasi verdoppelt. Die Vergleichbarkeit wird allerdings erschwert, weil sich die Strahlungsart mit der Höhe ändert.

Alle epidemiologischen Risikoberechnungen basieren auf Studien bei Po-

pulationen mit akuter Gamma- und Röntgenstrahlenexposition, während die Crew chronischer Strahlenbelastung mit Neutronen vermehrt ausgesetzt ist [25]. Über die Richtigkeit der Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung der Äquivalenzdosen bestehen Differenzen. Es mag sein, dass die heute praktizierte Gewichtung die kosmische Strahlenbelastung überschätzt [20].

Da diese Strahlung nicht aus künstlichen sondern natürlichen Strahlenquellen stammt, greifen die gesetzlichen Strahlenschutzbestimmungen bei beruflicher Exposition (noch) nicht.

Da wachsendes Gewebe, hier embryonales oder fetales Gewebe, besonders strahlenempfindlich ist, steht bei der Diskussion um die Gefährlichkeit kosmischer Strahlenbelastung beim Fliegen neben der Krebsauslösung die Exposition der schwangeren Frau im Mittelpunkt. Mutter und Fetus sind der Strahlenbelastung in gleichem Ausmaß ausgesetzt [22].

Es sei hinzugefügt, dass die Situation der Schwangerschaft wahrscheinlich auch mit Intention seitens der Crew- und Cockpitvereinigungen als medienrelevantes Problem in diesen Mittelpunkt gerückt wurde, um zu sensibilisieren und den berechtigten Forderungen aller beruflich Exponierten nach besseren Strahlenschutzvorschriften auch bei natürlicher Strahlung Nachdruck zu verleihen. Für unsere Disziplin ergab sich eine neue Verunsicherung im Zusammenhang mit dem Fliegen. Standardempfehlungen der amerikanischen, europäischen und internationalen Komitees zum Strahlenschutz

existieren allerdings in neueren Anpassungen, die auch die kosmische Strahlenbelastung der Flugbesatzungen mit einschließen [8, 20, 22].

Es ist zu erwarten, dass diese Empfehlungen in gesetzliche Regelungen einfließen werden. Zur Zeit sind die Fluggesellschaften entsprechend diesen Empfehlungen gehalten, das Flugpersonal über die kosmischen Strahlenbelastungen zu informieren. Schwangere haben das Recht, auf Wunsch vom Flugdienst befreit zu werden (persönliche Auskunft – J. Marti, Bundesamt für Gesundheit Bern, CH).

Friedberg et al. [9] haben auf der Basis einer angenommenen Gesamtexposition von 3,2 mSv in 7 Monaten beruflicher Exposition als Pilotin oder Flugbegleiterin die theoretische Risikoerhöhung kalkuliert (Tabelle 3). Die dort dokumentierte geringe, aber vorhandene Risikoerhöhung durch berufliches Fliegen in der Schwangerschaft machen die Beratung für eine Pilotin oder Flugbegleiterin in der Schwangerschaft nicht einfach.

Diese Kalkulationen sind für die Schwangerschaft mit wissenschaftlichen Studien weder zu widerlegen noch zu beweisen. Wie schwer es ist, mit epidemiologischen Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen jahrelanger beruflicher Exposition beim Fliegen und z. B. der Krebsinzidenz mit viel größeren (nicht schwangeren) Kollektiven herzustellen, zeigen neuere Untersuchungen zu dieser Problematik [10, 25]. Selbst wenn z. B. nach mehr als 15 Jahren Flugdienst die Inzidenz bestimmter Krebsarten offenbar zunimmt, ist die Kausalität oder das Ausmaß des Zusammenhangs durch andere Aspekte des Lebensstils wieder in Frage zu stellen.

Tabelle 3

Kalkulierte Risikoerhöhrungen durch kosmische Strahlenbelastung beim beruflichen Fliegen in der Schwangerschaft (aus [9])

Zeitraum	Belastung	Risiko
1. und 2. SSW	Exposition 9 Flüge	Tod in utero: 0,0079% der natürlichen Frequenz
3. und 8. SSW	Exposition 57 Flüge	Strukturelle Anomalien: 0,031% der natürlichen Frequenz
9. und 16. SSW	Exposition 76 Flüge	Geistige Retardierung: 0,034% der natürlichen Frequenz
17. und 26. SSW	Exposition 95 Flüge	Geistige Retardierung: 0,01% der natürlichen Frequenz
Erste 7 Schwangerschaftsmonate	Exposition 3,2 mSv	Krebsinduktion: 0,0064% der natürlichen Frequenz

Einerseits ergibt sich aus den Erkenntnissen für den Strahlenschutz in der vorgeburtlichen Entwicklungsphase die Folgerung, jede unnötige Strahlenbelastung zu vermeiden, andererseits sind die Risiken und Nachteile durch eine Verunsicherung und aus den veränderten Berufs- und Lebensumständen abzuwägen. Es ist auch zu befürchten, dass der Schaden durch Angst und Stress größer sein könnte als das allfällige gesundheitliche Risiko durch die kosmische Strahlenbelastung beim Fliegen, wenn – wie es bei einem generellen Expositionsverbot sehr häufig der Fall wäre – eine Schwangerschaft erst nach mehreren Wochen beruflicher Fliegerei festgestellt werden würde.

Da das deutsche Mutterschutzgesetz keinen Schichtdienst in der Schwangerschaft gestattet, wird in Deutschland den beratenden Ärzten und den Luftfahrtgesellschaften in dieser Hinsicht die Entscheidung bezüglich der Relevanz der Strahlenbelastung, die auch von Strahlenbiologen sehr unterschiedlich eingeschätzt wird, abgenommen. In der Schweiz hat z. B. die Swissair-Luftfahrtgesellschaft nach entsprechenden Recherchen und Beratungen entschieden, den Dienst in den Lüften während der Schwangerschaft zu erlauben.

Für die schwangere Passagierin, die einmal oder gelegentlich auf Langstrecken unterwegs ist, ist die Beratung einfacher. Eingedenk einer theoretischen Risikoerhöhung im Zufallsbereich beim Fliegen einerseits und der wahrscheinlichen Inkaufnahme neuer Risiken bei Verzicht auf eine komfortable Reisemöglichkeit andererseits gibt es beim heutigen Kenntnisstand wenig Argumente, vom Fliegen wegen der kosmischen Strahlenbelastung abzuraten.

Niedrige Luftfeuchtigkeit

Über die Auswirkung geringer Luftfeuchtigkeit auf die schwangere Frau ist nichts bekannt, und so können die geäußerten möglichen Einflüsse (s. Tabelle 2) nur Spekulation bleiben. Wahrscheinlich wären sie ohnehin allenfalls bei der beruflich, d. h. ständig exponierten Frau zu diskutieren.

Lange Immobilisierung

Über das sog. „economy class syndrome“ beim Fliegen und das möglicherweise größere Risiko für eine

Thrombose beim Fliegen in der Schwangerschaft ohne Vorsichtsmaßnahmen wird an anderer Stelle in diesem Heft ausführlich berichtet.

Änderung zirkadianer Rhythmen und Zeitverschiebung bei Langstreckenflügen

Der nach Langstreckenflügen bekannte Jet-lag ist bezüglich seiner schwangerschaftsspezifischen Nachteile nicht untersucht worden. Konkrete Auswirkungen auf die fetale Entwicklung sind schwer vorstellbar, zumal Wach- und Schlafrythmus von Mutter und Fetus keine enge Korrelation haben.

Kohlenmonoxid bzw. andere Rauchbestandteile in der Kabine

Die praktizierte Rezirkulation der Kabinenluft und aus Kostengründen nur partielle Zumischung von Frischluft lässt im Raucherabteil – und im Nichtraucherabteil, wie es Mattson et al. [18] eindeutig durch Messungen bei Passagieren und Flugbegleitern feststellen konnten – die Konzentrationen der Rauchbestandteile deutlich ansteigen. Weltweit setzt sich allerdings der Bann gegen Rauchen in Flugzeugen durch, sowie es Kanada und die USA bei Inlandflügen von 2 h Dauer und weniger in den späten 80er Jahren bereits gesetzlich verlangt haben. Wo aber geraucht werden darf, ist die Schwangere beim Fliegen – leider auch im Nichtraucherabteil – dem passiven Rauchen ausgesetzt. Für Schwangere und Kleinkinder sind gesundheitliche Nachteile bei chronischer Exposition erwiesen. Schwangere Flugbegleiterinnen erfahren daher auf Strecken, auf denen geraucht werden darf, Gefährdungen durch passives Rauchen, wie sie in anderen geschlossenen Räumen mit Rauchkontamination möglich sind. Im Vordergrund stehen die Verringerung der Transportkapazität für Sauerstoff am Hämoglobinmolekül sowohl im mütterlichen wie fetalen Kreislauf.

Beschleunigung bei der Militärfliegerei und bei Weltraummissionen

In Autounfällen und Tierversuchen, die sich mit der Beschleunigung in der x-Achse beschäftigen, wurden im 3. Trimester Uterusrupturen und Plazentalösun-

gen beobachtet. Negative Folgen auf den Feten von hoher z-Achsen Beschleunigung sind bisher unbekannt. Es existieren Vorstellungen, dass der Uterus in das kleine Becken gedrückt und es zu einem erhöhten intrauterinen Druck kommen würde. Systematische Daten zu hohen G-Belastungen in der menschlichen Schwangerschaft gibt es nicht, da auf diesen Flugzeugtypen Schwangere sofort nach Bekanntwerden der Schwangerschaft „gegroundet“ werden.

Von einer NASA-Pilotin wird berichtet, dass sie bis zur 36. SSW wiederholte „zero-gravity flights in the KC-135E aircraft with 40 to 60 parabolas and 2 g pull-outs per flight“ erfolgreich durchführte und von einem Kind ohne Abnormalitäten entbunden wurde [15]. Bei Zentrifugenstudien mit hoher G-Belastung ist es üblich, dass vor jeder Belastung ein Schwangerschaftstest stattfindet (C. Stern, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin Köln, persönliche Mitteilung).

Die Notwendigkeit des Tragens eines Anti-G-Anzugs, die wahrscheinlich mit den anatomischen Veränderungen zumindest der Spätschwangerschaft schwer vereinbar sein dürfte, wurde bereits erwähnt. Insgesamt sind die körperlichen Belastungen so groß, dass die Militärfliegerei für schwangere Frauen als zu risikoreich angesehen werden muss. Bei den amerikanischen Streitkräften werden schwangere Pilotinnen, die auf Jagdflugzeugen, Hubschraubern oder auf Flugzeugen in großer Höhe (auch Zunahme der kosmischen Strahlenbelastung) eingesetzt sind, sofort bei Bekanntwerden der Schwangerschaft vom Flugdienst suspendiert.

Raumkrankheit, Schwerelosigkeit und andere Belastungen bei Weltraummissionen

Die medizinischen NASA-Standards für den Weltraumflug disqualifizieren schwangere Crewmitglieder von der Teilnahme an der Mission bzw. am vorangehenden intensiven Training. Zu den Faktoren, die mit normalem Schwangerschaftsverlauf und ungestörter fetaler Entwicklung als nicht kompatibel erscheinen, werden die hohe kosmische Strahlenbelastung, die „Astronautenübelkeit“, die in einem hohen Prozentsatz vorhanden ist, die Schwerelosigkeit, rasche Dekompressionen, Exposition

Tabelle 4

Einige gute Ratschläge für das Fliegen in der Schwangerschaft. (Aus [11])

- Moderne Verkehrsflugzeuge wählen (geringeres Risiko akzidenteller Dekompression)
- Auf Beinbewegungsfreiheit achten (Beginn Sitzreihe buchen, nicht durch Handgepäck einengen, Beine aktiv bewegen)
- Auf Langstrecken Kompressionsstrumpfhosen Kl. 2 als Thromboseprophylaxe tragen
- Kein Alkohol, keine Zigaretten
- Sicherheitsgurte fest unter dem ausladenden Bauch anziehen
- Wenn möglich und Flugplan erlaubt: bei Reiseübelkeit bei Dunkelheit fliegen (Projektion auf den Horizont entfällt)

gegenüber toxischen Stoffen, Sauerstoffmangel und Anstieg von Kohlendioxid sowie die trainingsbedingten Risiken angesehen. Alle Crewmitglieder einer Weltraummission werden als Militärpiloten ausgebildet und die Vorbereitungen auf eine Weltraummission beinhalten ein intensives, an die körperlichen Grenzen stoßendes Überlebenstraining. Insofern sind die Diskussionen „Schwangerschaft-Weltraumflug“ sehr wenig relevant und basieren – wie auch andere Aspekte der weiblichen Reproduktion [15, 27] – auf vielen theoretischen Betrachtungen.

Körperliche Tätigkeit an Bord

Da zahlreiche Fluglinien die Tätigkeit in der Schwangerschaft an Bord gestatten und/oder zahlreiche Frauen ihre Schwangerschaft nicht melden oder von ihr noch nicht wissen, ist noch ein Punkt zu besprechen, der nur die Flugbegleiterinnen betrifft: die körperliche Tätigkeit an Bord. Die Kombination von Höhenexposition und körperlicher Arbeit ist eine nicht unerhebliche Belastung, wie es bei nichtschwangeren Frauen durch Messungen der Herzfrequenz gezeigt wurde [29]. Eine Konkurrenz zwischen Muskel- und Gebärmutterdurchblutung ist vorstellbar. Gesunden schwangeren Frauen dürfte dies nicht zum Problem werden. Vorsicht ist bei Zusatzrisiken, wie Anämie, Nikotinabusus, pulmonalen Erkrankungen o. ä. angebracht.

Flugangst und durch das Reiseziel bedingte Einwirkungen

Die möglichen weiteren indirekten, negativen Auswirkungen des Fliegens auf Mutter und Fetus sollen der Vollstän-

digkeit halber erwähnt werden. Sie werden sicher in die Entscheidung für eine Flugreise in der Schwangerschaft einfließen. Starke Flugangst könnte analog tierexperimenteller Befunde, die bei physischem und psychischem Stress des Muttertieres mit starken Noradrenalinanstiegen eine signifikante Reduktion der uterinen Durchblutung zeigen, für den Fetus nachteilig sein. Über Risiken durch das Reiseziel wird an anderer Stelle in diesem Heft ausführlich berichtet.

Einige praktische Empfehlungen

Einige gute Ratschläge, die das Fliegen in der Schwangerschaft sicherer und komfortabler machen, zeigt die Tabelle 4 [11]. Sehr zu empfehlen ist das Tragen von Kompressionsstrumpfhosen [28] – übrigens nicht nur für Schwangere!

Kontraindikationen

Die oben geschilderten flugrelevanten Einflüsse sind für die normalverlaufende Schwangerschaft oft zu vernachlässigen, können aber bei vorhandener Pathologie den Schwangerschaftsausgang durchaus negativ beeinflussen. Entsprechend der Schwere der Schwangerschaftspathologie gibt es relative und absolute Kontraindikationen zum Fliegen, die von der Anämie, Flugangst, über häufige Aborte und Frühgeburtsbestrebungen zur Placenta praevia oder anderen schwereren Pathologien reichen. In den letzten 4 Wochen vor dem Termin besteht eine relative Kontraindikation.

Fazit für die Praxis

Für die Schwangerschaft birgt das Fliegen in modernen Verkehrsmaschinen in körperlicher Ruhe als Passagier keine oder vernachlässigbar kleine Risiken. Die Abnahme des Sauerstoffdruckes wird von Mutter und Fetus gut toleriert. Die zusätzliche geringe kosmische Strahlenbelastung auf Langstreckenflügen rechtfertigt nicht, der Schwangeren vom Fliegen abzuraten. Eingedenk der großen biologischen Variation des errechneten Geburtstermines sollte in den letzten 4 Wochen allenfalls nur auf Kurzstrecken geflogen werden.

Die flugspezifischen Belastungen sind für die schwangere Pilotin und Flugbegleiterin größer und werden im Hinblick auf die Berufsausübung in der Schwangerschaft kontrovers diskutiert. In Deutschland untersagt das Mutterschutzgesetz in der Schwangerschaft Tätigkeiten mit Schichtdienst, sodass allein aus diesem Grund kein Dienst in den Lüften erfolgen darf. International erlauben allerdings zahlreiche Luftlinien Tätigkeiten während der Schwangerschaft an Bord. Hier sind das Ausmaß der kosmischen Strahlenbelastung und dadurch mögliche mütterliche und fetale Gefährdungen Gegenstand laufender Kontroversen. Viele Strahlenbiologen erachten das Risiko als nicht relevant genug, um ein Flugverbot zu empfehlen und haben entsprechend die Luftfahrtgesellschaften beraten. Vom Fliegen in der Schwangerschaft im Zusammenhang mit der Militärfliegerei und Weltraummissionen muss abgeraten werden.

Literatur

1. Aldrete JA, Aldrete L (1983) Oxygen concentrations in commercial aircraft flights. *South Med J* 76: 12
2. Barish RJ (1999) In-flight radiation: counseling patients about risk. *J Am Board Fam Pract* 12: 195–199
3. Baumann H, Bung P, Huch A, Huch R (1985) Reaktion von Mutter und Fet auf die körperliche Belastung in der Höhe. *Geburtsh Frauenheilkd* 45: 869–76
4. Cameron RG (1973) Should air hostesses continue flight duty during the first trimester of pregnancy? *Aerospace Med* 44: 552–556
5. Daniell WE, Vaughan TL, Millies BA (1990) Pregnancy outcome among female flight attendants. *Aviat Space Environ Med* 61: 840–844
6. Foellmer W, Naujoks H (1965) Flugreise und Schwangerschaft. *Arch Gynäkol* 202: 436
7. Foellmer W (1966) Schwangerschaft und Flugreisen. *MMW* 9: 480
8. Friedberg W, Copeland K, Duke FE, O'Brien K, Darden EB (2000) Radiation exposure during air travel: Guidance provided by the federal aviation administration for air carrier crews. *Health Phys* 79: 591–595
9. Friedberg W, Faulkner D, Snyder L, Darden EB, O'Brien K (1989) Galactic cosmic radiation exposure and associated health risks for air carrier crewmembers. *Aviat Space Environ Med* 60: 1104
10. Gundestrup M, Storm HH (1999) Radiation-induced acute myeloid leukaemia and other cancers in commercial jet cockpit crew: a population-based cohort study. *Lancet* 354: 2029–2031
11. Huch R (1999) Flugreisen in der Schwangerschaft. *Z Arztl Fortbild Quallsich (ZaeFQ)*. 93: 495–501
12. Huch R, Baumann H, Fallenstein F, Schneider KTM, Holdener F, Huch A (1986) Physiologic changes in pregnant women and their fetuses during jet air travel. *Am J Obstet Gynecol* 154: 996–1000
13. Huch R, Burkhard W (1992) Kosmische Strahlenbelastung beim Fliegen. Risiko für die Schwangerschaft. *Perinatal Med* 4: 67–69
14. IATA (1986) Expectant mothers and newborn babies. *Med Man* 1986: 203
15. Jennings RT, Baker ES (2000) Gynecological and reproductive issues for women in space: A review. *Obstet Gynecol Surv* 55: 109–116
16. Kreth J (1996) Klimatisierung und Druckregelung in Verkehrsflugzeugen. In: Landgraf H, Rose DM, Aust PE (Hrsg) *Flugreisemedizin*. Blackwell, Berlin, S 57–75
17. Lyons TJ (1992) Women in the fast jet cockpit – Aeromedical considerations. *Aviat Space Environ Med* 1992: 809–818
18. Mattson ME, Boyd G, Byar D et al. (1989) Passive smoking on commercial airline flights. *JAMA* 261: 867–872
19. Matzkel A, Lurie S, Elchalal U, Blickstein I (1991) Placental abruption associated with air travel. A case report and an overview on safety of air travel in pregnant women. *J Perinat Med* 19: 317–320
20. McAulay IR (2000) Regulatory control of air crew exposure to cosmic radiation: The European approach. *Health Phys* 79: 596–599
21. Murke HG (1969) Flugreisen während der Gravidität. *Arztl Prax* 9: 461
22. Nicholas J, Copeland KA, Duke F, Friedberg W, O'Brien K (2000) Galactic cosmic radiation exposure of pregnant flight crewmembers. *Aviat Space Environ Med* 71: 647–648
23. Oksanen P (1998) Estimated individual annual cosmic radiation doses for flight crews. *Aviat Space Environ Med* 67: 621–625
24. Parer JT (1982) Effects of hypoxia on the mother and fetus with emphasis on maternal air transport. *Am J Obstet Gynecol* 142: 957
25. Pukkala E, Auvinen A, Wahlberg G (1995) Incidence of cancer among Finnish airline cabin attendants, 1967–92. *BMJ* 311: 649–652
26. Scholten P (1976) Pregnant stewardess – should she fly? *Aviat Space Environ Med* 47: 77
27. Sullivan R (1996) The hazards of reproduction in space. *Acta Obstet Gynecol Scand* 75: 372–377
28. Weber S, Schneider KTM, Bung P, Fallenstein F, Huch A, Huch R (1987) Kreislaufwirkung von Kompressionsstrümpfen in der Spätschwangerschaft. *Geburtsh Frauenheilkd* 47: 395
29. Yoshioka TM, Narusawa K, Nagami C et al. (1982) Effects of relative metabolic rate and heart rate variation on the performance of flight attendants. *Aviat Space Environ Med* 53: 127

Buchbesprechung

H.D. Scheinert, C. Straub, T. Riegel Krankenhausabrechnung für Ärzte

Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2000.
126 S., (ISBN 3-540-67519-1), geb., DM 69,-

Für ärztliche Mitarbeiter sind schwierige Zeiten angebrochen. Haben sie sich gerade daran gewöhnt, sich mit den Problemen des Qualitätsmanagements auseinander zu setzen, Empfehlungen, Leit- und Richtlinien in die Praxis umzusetzen und Budgets zu lesen, so kommt jetzt mit der Einführung der Diagnosis Related Groups (DRG) eine neue zusätzliche Herausforderung auf sie zu. Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus ist das Stichwort; Ressourcen müssen transparent und nachhaltig eingesetzt werden. Von daher sind alle Vorhaben hilfreich, die Licht in den Dschungel von Krankenhausabrechnungen bringen. Dies gilt ganz besonders für das Buch von Scheinert et al., das sich im Rahmen des Gesundheitsmanagements gerade mit den Problemen der Entgeltkombinationen, der Fallpauschalen und des so wichtigen ICD-10 befasst. In übersichtlicher und präziser Weise werden die Grundlagen zur Abrechnung von Krankenhausleistungen besprochen. Sie sind eingebettet in die Erklärung von inzwischen den Ärzten geläufigen Begriffen wie Fallpauschalen, Basis- oder Abteilungspflegesätze. An Hand praktischer Beispiele wird erläutert, welche Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Entgeltpauschalen in einzelnen Fachrechnungen möglich und wirtschaftlich sind. Beim Lesen dieser Lektüre wird deutlich, was heute noch in den medizinischen Studiengängen fehlt: Das Verständnis für wirtschaftliche Zusammenhänge, die durch ärztliche Entscheidungen ausgelöst werden. So ist dieses Buch eine praktische Hilfe für jeden, der mit dieser Thematik umgehen muss. Es besticht durch seine Didaktik und vor allem durch den Verzicht auf Worthülsen, die gerade mit der Einführung der DRG's von vielen selbst ernannten Experten so trefflich in die Debatte gebracht werden.

J.F. Riemann (Ludwigshafen)

