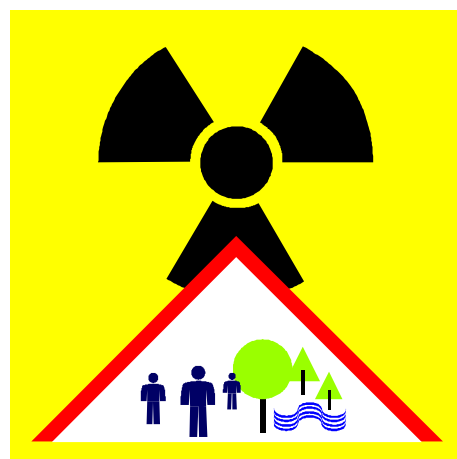


Strålebeskyttelse 97



**Beskyttelse mod stråling
som følge af jod-131 terapi
(stråleudsættelse fra
patienter i ambulant
behandling eller fra
udskrevne patienter)**



Europa-Kommissionen

Europa-Kommissionen

Strålebeskyttelse 97

BESKYTTELSE MOD STRÅLING SOM FØLGE AF JOD-131 TERAPI

(Stråleudsættelse fra patienter i ambulat behandling eller fra udskrevne patienter)

1999

Generaldirektoratet for
Miljø, Nuklear Sikkerhed
og Civilbeskyttelse

Indhold

	side
<i>FORORD</i>	<i>IV</i>
1. INDLEDNING	5
2. VIRKNINGER AF JOD-131 TERAPI	7
2.1. Mekanismen bag jod-131 terapi	7
2.2. Dosier til andre personer	8
3. DOSISBINDINGER	9
3.1. Grænser for dosisbindinger for jod-131 behandling	9
4. BEHANDLING AF AMBULANTE PATIENTER OG UDSKRIVNING AF INDLAGTE PATIENTER	11
4.1. Graviditet	11
4.2. Dosismålinger	11
4.3. Vejledning	11
4.4. Patientforhold	12
4.5. Situationen hjemme	12
4.6. Særlige forhold	12
4.7. Patientens død	12
5. RETNINGSLINJER FOR MEDICINSK ANSVARLIGE LEDERE OM VEJLEDNING TIL UDSKREVNE ELLER AMBULANTE PATIENTER	13
I. EKSEMPLER PÅ SKRIFTLIG VEJLEDNING TIL PATIENTER ELLER DERES VÆRGER, FORINDEN DE FORLADER HOSPITALET ELLER KLINIKKEN EFTER BEHANDLING MED JOD-131	17
II. BAGGRUNDSINFORMATION OM JOD-131 RADIOTERAPI	20
III. DOSIMETRISKE ASPEKTER VED JOD-131 TERAPI	27
IV. BEREGNEDE OG MÅLTE DOSER TIL PERSONER I NÆRHEDEN AF HYPER- THYREOIDISMEPATIENTER	29

Forord

Europa-Kommissionens arbejde på området for strålebeskyttelse reguleres af Euratom-traktaten samt Rådets gennemførelsesdirektiver.

Det mest betydende af disse direktiver er direktivet om grundlæggende sikkerhedsnormer for beskyttelse (Basic Safety Standards Directive (BSS)), der vedrører beskyttelse af arbejdstagerne og befolkningen mod bestråling (80/836/Euratom) som revideret i 1996 (96/29/Euratom).

I 1984 udstedte Rådet et direktiv, der supplerede BSS, om beskyttelse af personer mod faren ved medicinsk bestråling (84/466/Euratom). Dette direktiv blev revideret i 1997 og blev kaldt direktivet om medicinsk bestråling (Medical Exposure Directive (MED)) (97/43/Euratom). MED skal gennemføres i national lovgivning senest den 13. maj 2000.

I henhold til artikel 6, stk. 4, litra b), i BSS, gælder grænserne for dosis ikke bestråling af personer, som bevidst og af egen fri vilje (dog ikke som led i deres arbejde) hjælper og støtter patienter, der gennemgår medicinsk diagnose eller behandling.

Retfærdiggørelse og optimering af sidstnævnte stråleudsættelse er derfor endnu vigtigere end for andre typer udsættelse.

I forbindelse med optimering skal der fastlægges dosisbindinger for denne gruppe (artikel 7, stk. 2).

Denne pjece har til formål at give vejledning i vurderingen af dosisbindinger ved behandling med radioaktivt jod (jod-131) og i udformningen af vejledning, som læger kan udlevere til patienterne eller deres værger, således at eksponering af pårørende og nære venner kan begrænses.

Den blev udarbejdet i samarbejde med gruppen af sundhedsekspertter, der er nedsat i medfør af artikel 31 i Euratom-traktaten.

Denne vejledning er ikke bindende for medlemsstaterne og har pr. definition kun et begrænset anvendelsesområde. Den hævder på ingen måde at være en udtømmende videnskabelig rapport, der omhandler alle mulige sygdomme og behandlingsmetoder med jod-131. Den udgør en del af en række tekniske vejledninger, der er udarbejdet med det formål at lette gennemførelsen af MED.

Dokumentet er struktureret således:

En generel indledning med baggrundsinformation efterfulgt af et kapitel om virkningerne af ^{131}I behandling. I kapitel 3 foreslås metoder til udvikling af dosisbindinger, og kapitel 4 behandler en række relevante overvejelser omkring behandling af ambulante patienter med ^{131}I , eller i forbindelse med udskrivning af patienter efter sådan behandling. Endelig gives der i kapitel 5 en vejledning for læger i, hvorledes man skal instruere og informere patienter, der behandles med ^{131}I . I fire bilag gives der praktisk eller mere detaljeret information. Der gives krydshenvisninger i de foregående kapitler.

Det er mit håb, at denne vejledning kan være til nytte for de kompetente myndigheder i medlemsstaterne, læger, medicinsk-fysiske eksperter samt for alle, der direkte eller indirekte er involveret i jod-131 behandling.

Suzanne Frigren
Direktør Nuklear Sikkerhed og
Civilbeskyttelse

1. INDLEDNING

I direktivet om grundlæggende sikkerhedsnormer (96/29/EURATOM) hedder det, at dosisgrænserne for enkeltpersoner i befolkningen ikke gælder *“bestråling af enkeltpersoner, som bevidst og af egen fri vilje (dog ikke som led i deres arbejde) hjælper og støtter ambulante eller hjemsendte patienter, der gennemgår medicinsk diagnose eller behandling”* (artikel 6, stk. 4, litra b)). Men der gælder også andre grundlæggende principper, såsom retfærdiggørelse af praksis og optimering af strålebeskyttelse.

En af de hyppigste anvendelsesområder inden for medicin, der giver anledning til stråleudsættelse af pårørende, nære venner og andre (som i denne lovgivning betegnes som “tredjepersoner”) er behandling af thyreoideasygdomme, hvor der anvendes radioaktivt jod.

Der bør sondres mellem ¹³¹I thyreoideabehandling for cancer og behandling for andre sygdomme, såsom hyperthyreoidisme.

I førstnævnte tilfælde kan udskrivning af patienter direkte efter indgift af radionukliden i de fleste tilfælde ikke retfærdiggøres, fordi både udskillelse og ekstern stråling (hvor patienten er strålekilden) vil give anledning til store doser til andre personer, der er i kontakt med patienten i nogle få dage. Derudover har patienten sædvanligvis behov for medicinsk behandling i denne første periode. Efter to eller tre dage vil patientens restaktivitet være tilstrækkeligt lav til, at det kan forsvares at udskrive patienten fra hospitalet.

I sidstnævnte tilfælde må det retfærdiggøres, at pårørende og andre enkeltpersoner udsættes for eksponering, selv om det ikke direkte er til gavn for deres helbred, dette af sociale, økonomiske og psykologiske årsager, hvor disse aspekter skal afvejes mod den risiko, som disse personer udsættes for på grund af eksponeringen.

Nogle eksempler:

Der findes nogle patienter, som kun meget dårligt tåler at blive isoleret i et særligt beskyttet rum på hospitalet, mens andre anser dette afbæk i familielivet for uacceptabelt. Findes der ikke et særligt beskyttet rum på hospitalet, er det indlysende, at hvis man beholder den behandlede patient, kan det give anledning til, at man udsætter andre patienter for bestråling. Derfor bliver hyperthyreoidisme-patienter i nogle medlemsstater behandlet ambulant. Naturligvis spiller det økonomiske aspekt - det er dyrt at beholde en patient på hospitalet - en vigtig rolle i denne beslutning. Endelig skal det nævnes, at kun meget få mennesker vil blive udsat for bestråling fra en behandlet patient mere end én gang i deres liv.

Ud over retfærdiggørelse er der helt klart et behov for at optimere beskyttelsen af andre personer, således at man holder dosis så lav som overhovedet muligt. I den forbindelse kræves det i artikel 7 i BSS, at *“dosisbindinger bør, når det er hensigtsmæssigt, anvendes i forbindelse med optimering af strålebeskyttelse”*, og at *“de retningslinjer, der udarbejdes af hver medlemsstat for de procedurer, der skal anvendes i forbindelse med enkeltpersoners stråleudsættelse, jf. artikel 6, stk. 4, litra b) og c), kan omfatte dosisbindinger”*.

De fleste medlemsstater anvender en type dosisbinding, ofte en binding for afledt restaktivitet, med det formål at begrænse doser, som andre enkeltpersoner udsættes for fra den behandlede patient. Disse aktivitetsniveauer anvendes både til at afgøre, om en patient kan eller ikke kan behandles ambulant og til at afgøre, om det er forsvarligt at udskrive en patient fra hospitalet.

Inden for Unionen varierer ¹³¹I doserne fra 95 MBq til 800 MBq, men i de fleste medlemsstater er de fastlagt til mellem 400 og 600 MBq.

Det skal i den forbindelse understreges, at de anvendte metoder til behandling af thyreoideasygdomme varierer stærkt fra medlemsstat til medlemsstat.

Denne vejledning gør ikke noget forsøg på at harmonisere aktivitetsniveauerne; tværtimod er hensigten at undersøge så omfattende som muligt de forskellige former for praksis og at komme med forslag til en fælles strategi for anvendelse af aktivitetsniveauer.

Artikel 4 i MED kræver, at *medlemsstaterne sikrer, at der fastsættes passende vejledning for bestråling af de enkeltpersoner, som bevidst og af egen fri vilje, medvirker til at støtte og hjælpe patienter, der diagnosticeres eller behandles medicinsk.* Denne bestemmelse gælder for diagnostisk radiologi, radioterapi og diagnostisk og terapeutisk nuklear medicin.

Den gruppe enkeltpersoner, som er omfattet af artikel 4, vil i nærværende pjece blive omtalt som *pårørende og nære venner*. Den omfatter alle dem, der lever under samme tag som patienten, og dem der besøger patienten på hospitalet eller i hjemmet. Andre personer, som kan komme i kontakt med patienten, vil i det følgende blive benævnt *tredjepersoner* og anses for at være medlemmer af offentligheden.

Desuden hedder det i artikel 4 i MED, at *medlemsstaterne sikrer, at den ansvarlige leder giver patienten eller værgeren skriftlig vejledning, hvis en patient behandles eller diagnosticeres med radiomikluder, inden patienten udskrives fra hospital eller klinik, således at doser så vidt muligt begrænses for personer, der er i kontakt med patienten, samt giver information om risikoen ved ioniserende stråling.*

Mange medlemsstater har allerede udviklet en sådan vejledning, der giver generelle regler for, hvordan patienter, som har fået behandling med radioaktivt jod, bedst kan forholde sig. Denne pjece tager højde for de forskellige vejledninger og fremsætter forslag til en europæisk strategi.

Vejledningen er rettet mod både ambulante patienter samt mod hospitalsindlagte patienter, eller deres værger, efter udskrivningen. Den er henvendt til de ansvarlige læger, der behandler patienten, til den praktiserende læge samt til de ansvarlige myndigheder på nationalt og lokalt niveau. I denne pjece gives der tillige en vis form for vejledning til de medicinske læger, som skal give råd og formulere henstillinger til læger og patienter om måder, hvorpå man kan reducere risiciene i forbindelse med ioniserende stråling.

De kompetente myndigheder skal i medfør af MED fastlægge en forpligtelse i deres nationale lovgivning eller forskrifter til at forsyne patienter med relevant vejledning. Det er den ansvarlige leder, som skal sikre, at patienter, eller deres værger, modtager denne vejledning mundtligt og skriftligt. Men det er af indlysende grunde umuligt for den ansvarlige leder at undersøge, om patienten efterlever denne vejledning til punkt og prikke eller ej. Derfor påhviler der ikke den ansvarlige leder noget ansvar for opfølgningen, så længe der er blevet givet korrekt vejledning til patienten.

Lægerne skal henlede patienternes opmærksomhed på deres ansvar over for pårørende, venner og tredjepersoner.

Skulle en patients pårørende ikke være villig til at "støtte og hjælpe" patienten hjemme, skal de behandles som tredjepersoner og er automatisk omfattet af dosisgrænserne for den almindelige offentlighed¹.

Senere i denne pjece foreslås det, at der fastlægges en dosisgrænse på 0,3 mSv i dette tilfælde.

¹ 1 mSv på et år. Under særlige omstændigheder kan der imidlertid tillades en højere effektiv dosis, i et enkelt givet år, forudsat at gennemsnittet over fem på hinanden følgende år ikke overskrider 1 mSv pr. år.

2. VIRKNINGER AF JOD-131 TERAPI

I dette kapitel redegøres der i korte træk for baggrunden for jod-131 terapi, lige som det indeholder overvejelser for vurderingen af dosisbindinger. Mere detaljeret information gives i Bilag II.

2.1. Mekanismen bag jod-131 terapi

Der kendes to typer biologiske virkninger af ioniserende stråling: deterministiske virkninger og stokastiske virkninger. Deterministiske virkninger er virkninger, der forårsages af faldende eller mistet organfunktion som følge af celledøde eller celledød. For disse virkninger findes der tærskeldoser: mange organers og vævs funktion påvirkes ikke af et lille fald i antallet af sunde celler. Kun hvis faldet er stort nok, vil der fremkomme en klinisk påviselig patologisk dysfunktion.

Med hensyn til behandling af thyreoideacancer, metastaser, hyperthyreoidisme og atoxisk struma er målet at fremprovokere en celledræbende virkning, der ikke påvirker andre organer på en måde, der får de deterministiske virkninger til at opstå.

Da thyreoideaceller er i stand til at optage jod, kan thyreoideasygdomme behandles med radioaktivt jod.

Det β -emitterende jod-131 er ofte den radionuklid, der vælges til disse behandlinger, selv om den associerede γ -stråling forårsager eksponering af andet væv og endog af andre enkeltpersoner.

Sandsynligheden for en stråleinduceret dødelig cancer for gennemsnitsbefolkningen er blevet estimeret (ICRP-60) til omkring 5% per sievert² for lave doser og med lave dosishastigheder og til 1% for alvorlige genetiske sygdomme. For ældre mennesker over 60 år synes sandsynligheden at være 3 til 10 gange lavere. Det skyldes, at ældre menneskers livstidsforventning måske ikke er lang nok til, at canceren kommer til udtryk, og det er også usandsynligt, at en genetisk skade føres videre til afkommet. For børn op til 10-års alderen synes sandsynligheden for dødelig cancerinduktion at være 2-3 gange højere.

For gravide kvinder er risikoen den samme som for gennemsnitsbefolkningen; imidlertid antages det ufødte barn at være udsat for samme risiko for at udvikle en dødelig cancer som mindre børn. Der er observeret deterministiske virkninger efter massiv bestråling *in utero*, men dosisniveauerne, som påføres pårørende eller nære venner fra en behandlet patient, ligger langt under tærskelværdierne for sådanne virkninger.

Følsomheden over for ioniserende stråling er forskellig for forskellige alderskategorier, og vejledningen i risikoreduktion for disse grupper vil derfor også være forskellig.

² Det betyder, at såfremt 100 000 personer udsættes for 1 mSv, antages det, at 5 personer vil få en stråleinduceret dødelig cancer. På samme måde hvis bestrålingen af disse 100 000 personer er 5 mSv, antages det, at 25 personer vil blive berørt.

2.2. Doser til andre personer

Generelt kan man sige, at direkte ekstern stråling fra patienten og udskillelse af jod-131 er mulige kilder til betydelige doser i andre personer. Eksponering disse kilder skal forebygges eller begrænses i det omfang, det med rimelighed er muligt.

I relation til denne pjece inddeler vi de enkeltpersoner, der kan komme i kontakt med en behandlet patient, i to grupper: pårørende og nære venner på den ene side, og tredjepersoner på den anden. Den første gruppe, herunder besøgende, kan inddeles yderligere i seks kategorier: gravide kvinder, børn op til 2 år, børn fra 3 til 10 år, partnere, partnere over 60 år og andre enkeltpersoner.

Som forklaret tidligere er disse kategorier valgt, fordi (i) ufødte børn og børn op til 10 år er mere strålefølsomme over for cancerinduktion, (ii) små børn op til 2 år ofte har tættere fysisk kontakt med deres forældre og (iii) mennesker over 60 år er mindre udsat for at udvikle cancer som følge af ioniserende stråling. Disse forskelle er af særlig betydning i forbindelse med, hvilken type vejledning, den enkelte patient skal have.

3. DOSISBINDINGER

I forbindelse med optimering af den medicinske strålebelastning anvendes to typer system. Begge tilsigter at reducere unødigt høje doser. Den første er et system med referenceniveauer, som kun finder anvendelse på diagnostiske undersøgelser, og som derfor ikke har relevans for denne pjece. Den anden er begrebet dosisbindinger.

Dosisbindinger (se ligeledes referencedokumentet “Considerations on the Concept of Dose Constraints, joint report of NAE/EF-Group of Experts”) er maksimumgrænser, der anvendes i optimeringsøjemed. Der er tale om vejledende skøn, som ikke forventes overskredet; der er ikke tale om juridisk bindende dosisgrænser. Eftersom patienter behandlet med radionuklider er kilder til potentiel kontaminering og eksponering af andre mennesker, er det nødvendigt med vejledning i, hvordan de skal forholde sig, således at doserne til deres pårørende, nære venner og tredjepersoner begrænses mest muligt. De maksimumgrænser, der anvendes hér, kaldes dosisbindinger. Da pårørende og nære venner kan have fordel af den behandlede patients tilstedeværelse inden for familiens rammer, kan den forudfastsatte dosisbinding godt være højere end de officielle dosisgrænser. Tredjepersoner, som ingen forbindelse har overhovedet til patienten, og som generelt er tilfældige “ofre” for patientkilden, drager imidlertid ingen fordel af eksponeringen overhovedet, og betragtes derfor som medlemmer af offentligheden.

Når patienter behandles med radioaktive stoffer, afhænger bestrålingen af pårørende og nære venner af patientens og deres egen adfærd. Hvis visse regler bliver overholdt, kan forudfastsatte dosisbindinger anvendes. Doserne til tredjepersoner, som normalt endog ikke er klar over, at der findes en strålekilde i nærheden, afhænger imidlertid fuldstændig af patientens adfærd.

Som nævnt tidligere har børn en to til tre gange højere risiko end gennemsnitsbefolkningen. For en tilsvarende risiko af stokastiske virkninger bør dosisbindingen for børn og ufødte børn således være 2-3 gange lavere end for voksne.

Risikoen for ældre (60 til 80 år) er 3 til 10 gange mindre end for gennemsnitsbefolkningen. Det tillader højere dosisbindinger for denne aldersgruppe.

Som det ses af tabel IV.2, kolonne C og D (Bilag IV) er de fleste vejledninger i regulering af patienternes adfærd tilstrækkelige for voksne og for børn over 10 år, men er ikke egnede for små eller ufødte børn. For sidstnævnte grupper vedkommende skal der gives særskilt vejledning.

3.1. Grænser for dosisbindinger for jod-131 behandling

I Tabel 1 foreslås dosisbindinger for pårørende og nære venner til ambulante patienter, eller udskrevne patienter, efter terapi med radionuklider.

De givne værdier tager udgangspunkt i følgende overvejelser:

- 1) Dosisgrænser gælder ikke for medicinsk bestråling, men de kan anvendes som referenceværdi for, hvor høj en given bestråling man er villig til at acceptere.
- 2) Eksponering fra en patientkilde vil kun forekomme én eller to gange i en typisk enkeltpersons levetid.
- 3) Den stråleudsatte enkeltpersons alder på eksponeringstidspunktet spiller en stor rolle ved beregningen af risikoen.

Derfor

- er 1 mSv en acceptabel øvre grænse for den resterende del af graviditeten for et ufødt barn, hvis mor er stråleudsat under arbejdet (BSS), således at anvendelsen af de samme niveauer forekommer rimelig for bestråling *in utero* fra en patientkilde.
- antages børn op til 10 år at have samme risiko som ufødte børn, hvorfor 1 mSv også synes at være et acceptabelt niveau for dem.
- har børn på 10 år og derover en 2 til 3 gange lavere risiko end mindre børn. Ved fastsættelsen af dosisbindinger for denne aldersgruppe kan det være nyttigt at referere til BSS. I henhold til dette direktiv kan dosisgrænsen for et medlem af offentligheden i et enkelt år under visse omstændigheder tillades at være højere end 1 mSv, forudsat at gennemsnittet over en femårs periode ikke overstiger 1 mSv/år. Eftersom enkeltpersoner almindeligvis kun kommer i kontakt med en patientkilde én gang i deres levetid, kan dette anses for at være en "særlig omstændighed". Således forekommer en dosisbinding på 3 mSv rimelig, når man også tager andre menneskelige kilder end patientkilden i denne periode i betragtning.
- Voksne på 60 år og derover har en 3 til 10 gange lavere risiko end gennemsnitsbefolkningen, og for enkeltpersoner på 65 år og derover er risikoen 5 til 10 gange lavere. Derfor anses en dosisbinding for ældre mennesker på 15 mSv for at være rimelig.

Tabel 1 Foreslåede dosisbindinger [mSv] for pårørende og nære venner pr. behandling med jod-131

Persongruppe	Dosisbinding
Børn (inkl. ufødte børn *)	1 mSv
Voksne op til 60 år	3 mSv **
Voksne på 60 år og derover	15 mSv

* Ufødte børn omfatter embryos og fostre.

** Disse grænser forventes ikke at blive anvendt på pårørende og nære venner, der støtter meget syge hospitalsindlagte patienter, såsom mødre, der passer indlagte børn.

Eftersom bestråling af tredjepersoner anses for at være bestråling af medlemmer af offentligheden, finder dosisgrænserne ikke anvendelse. Dosisgrænsen for offentligheden som nævnt i BSS er en kumulativ dosisgrænse, der finder anvendelse på hele bestrålingen af et medlem af offentligheden. Der skal tages hensyn til, at også andre menneskeskabte kilder kan forårsage bestråling af en bestemt enkeltperson, og at summen af hele denne bestråling ikke må overstige 1 mSv på et år.

Derfor anbefales 0.3 mSv, som kun er en brøkdel af dosisgrænsen, som den øvre grænse for denne type eksponering.

4. BEHANDLING AF AMBULANTE PATIENTER OG UDSKRIVNING AF INDLAGTE PATIENTER

Visse betingelser skal overholdes, når man behandler ambulante patienter eller udskrives indlagte patienter. Den ansvarlige leder er forpligtet til at sikre, at der fastsættes dosisbindinger, at patienter modtager både mundtlig og skriftlig vejledning, og at der indhentes oplysninger om situationen hjemme.

Ved hyperthyreoidismebehandling anses en fraktioneret dosering med radionuklid over en kortvarig periode ikke for at være god praksis, fordi enkeltpersoner, som hjælper eller besøger patienten, samt patienten selv, udsættes for højere kumulative doser. Derfor kan en fraktioneret behandling, som anvendes i visse lande for at undgå hospitalsindlæggelse, ikke retfærdiggøres. Gentagen indgift kan være nødvendig i visse tilfælde, hvor en behandling viser sig at være utilstrækkelig til at kontrollere sygdommen; men det vil imidlertid først vise sig højst 4 måneder efter den første behandling (se tillige Bilag II).

4.1. Graviditet

Graviditet er en kontraindikation for behandling med jod-131. Generelt bør behandlingen udskydes til efter fødslen, eller man bør overveje andre behandlingsformer, f.eks. kirurgi. Men hvis moderen er alvorligt truet, og andre behandlingsformer ikke er indikeret, f.eks. ved metastaser, skal faren, som barnet udsættes for som følge af behandlingen, vejes op mod konsekvenserne for moderen, såfremt hun ikke kommer i behandling.

4.2. Dosismålinger

Ambulant behandling eller udskrivning vil kun blive tilladt, såfremt dosis til pårørende og nære venner og til tredjepersoner (den almene offentlighed) som følge af restaktiviteten i patienten ikke forventes at overstige de af de kompetente myndigheder godkendte dosisbindinger.

Som tommelfingerregel vil behandling af thyreoideacancer med radioaktivt jod kun finde sted i forbindelse med hospitalsindlæggelse af patienten. Udskrivning af en indlagt patient skal ske i overensstemmelse med de i dette kapitel nævnte krav.

Forinden en indlagt person udskrives fra hospitalet, skal den medicinske ansvarlige leder sikre, at restaktiviteten ikke overstiger forud fastsatte niveauer. Det kan ske ved dosismålinger, der udføres på 1 meters afstand fra den stående patient. Til dette formål skal der defineres journaler for standardmålinger. Beslutningen om at udskrive patienten skal være baseret på målingen med den højeste eksponering, som med hensyn til hyperthyreoidisme normalt er thyreoideaoområdet, men for en omfattende thyreoideacancer med metastaser kan findes et andet sted på kroppen.

Resultatet af målingen bør journaliseres.

For behandling af en udskrevet patient bør anvendes samme argumentation.

Bilag II giver en række koefficienter for konverteringen fra aktivitet til effektiv dosis (Tabel II.1) og fra dosishastighed til effektiv dosis (Tabel II.2).

4.3. Vejledning

Den medicinske læge, under hvis ansvar behandlingen gennemføres, skal sikre sig, at patienten eller værgeren modtager mundtlig eller skriftlig vejledning, inden patienten behandles. Han skal forklare betydningen af at overholde denne vejledning og diskuterer den i enkeltheder med

patienten. Denne procedure skal også indføres i patientens journal sammen med indholdet af vejledningen.

4.4. Patientforhold

Den medicinsk ansvarlige leder for behandlingen og udskrivningen skal sikre sig, at vejledningen forstås og følges af patienten og dennes pårørende eller nære venner. Patientens skal være selvhjulpne og i stand til at samarbejde og følge vejledningen. Er der tale om en ikke-selvhjulpne, ikke-samarbejdsvillig eller inkontinent patient, eller en patient, som sandsynligvis kaster op, vil ambulante behandling ikke være nogen ønskværdig (sikker) løsning. I dette tilfælde skal der gives supplerende og meget specifik vejledning i, hvorledes pårørende og venner skal forholde sig, eventuelt efter konsultation af en ekspert i strålebeskyttelse, således at det sikres, at restaktiviteten ikke forårsager doser over dosisbindingerne i Tabel 1.

4.5. Situationen hjemme

En af de faktorer, der skal evalueres for ambulante behandling eller udskrivning af sengeliggende patienter, er det socio-økonomiske miljø i hjemmet, som bør være på en sådan måde, at det giver patienten og dennes pårørende eller nære venner mulighed for at følge den modtagne vejledning. Overvejes skal bl.a. det eksisterende beboelige areal, dvs. antal værelser i huset, de sanitære installationers standard, tilslutning til hovedkloak osv.

Den medicinsk ansvarlige leder for behandlingen og udskrivningen af patienten skal sikre sig, at patienten er blevet udspurgt om disse forhold og har fået forklaret, at risikoen for alle andre personer direkte hænger sammen med afstanden mellem patienten og den enkelte person, den tid der tilbringes sammen i tæt kontakt osv. Den medicinsk ansvarlige leder bør træffe beslutning baseret på disse oplysninger, men kan naturligvis ikke holdes ansvarlig for fejltagelser, som skyldes ukorrekte oplysninger fra patienten selv.

4.6. Særlige forhold

Er akut kirurgi nødvendig på en patient, som er behandlet med jod-131, eller hvis en sådan patient har fået et hjerteanfald, skal han eller hun behandles på samme måde som en hvilken som helst anden patient, også selv om (rest)aktiviteten ligger over det niveau, som kræves for udskrivning fra hospitalet. Der skal forsøges indhentet særlig rådgivning fra en medicinsk læge, hvis man kan få fat på en. Samme procedure bør følges, såfremt en patient er kommet hjem igen efter behandling og dernæst får behov for akut hjælp. I dette tilfælde er det patientens eller dennes pårørendes pligt straks at informere den person, der giver akut behandling, om patientens særlige situation efter behandlingen med jod-131.

4.7. Patientens død

Det hænder, at en patient dør kort efter indgift af jod-131. Foretages der en obduktion på liget, eller skal pårørende, venner eller tredjepersoner beskyttes, når patienten skal lægges i kiste, eller når de våger ved kisten, samt i forbindelse med begravelsesceremonien, bør en ekspert i strålebeskyttelse konsulteres, således at doserne holdes så lave, som det med rimelighed er muligt.

For begravelse eller kremation kan der gælde særlige nationale forskrifter.

5. RETNINGSLINJER FOR MEDICINSK ANSVARLIGE LEDERE OM VEJLEDNING TIL UDSKREVNE ELLER AMBULANTE PATIENTER

Følgende retningslinjer er henvendt til medicinsk ansvarlige ledere på hospitaler og klinikker og til praktiserende læger. Lægen kan i Bilag 1 finde et eksempel på skriftlig vejledning til patienter, ledsagende personer eller værger. Denne vejledning skal udleveres, forinden behandlingen påbegyndes, således at det sikres, at der er tilstrækkelig tid til at træffe alle nødvendige foranstaltninger i hjemmet. Vejledningen bør også ske mundligt, og patienten bør opfordres til at bede om yderligere forklaring, hvis han er i tvivl.

Denne vejledning bør følges i nærmere definerede perioder afhængigt af maksimumdosis på en afstand af 1 meter fra den stående patient (mulige dosiskonverteringskoefficienter gives i Bilag II).

Under exceptionelle forhold kan det være nødvendigt med supplerende eller anden vejledning. I disse situationer bør en medicinsk-fysisk ekspert konsulteres for rådgivning, såfremt man kan komme i forbindelse med en.

RETNINGSLINJER FOR DEN MEDICINSK ANSVARLIGE LEDER

I Tabel 2 foreslås en række forskellige perioder, under hvilke patienter (samt pårørende og venner) bør overholde disse begrænsninger i deres adfærd.

Varigheden er en funktion af den effektive dosishastighed målt på 1 meters afstand fra et hvilket som helst punkt på patientens krop. Der kan imidlertid anvendes andre metoder, som vil give andre perioder (se f.eks. LAZ95 og ETA 95).

Tabel 2 Effektive dosishastigheder på 1 meters afstand, estimeret i forhold til (rest)aktiviteter og perioder, hvor vejledningen skal overholdes.

Effektiv dosishastighed på 1 meters afstand fra patienten [$\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ på 1 meter]	Svarende til en skønnet (rest)aktivitet på *	Anbefalede perioder for overholdelse af vejledningen
< 40	< 800 MBq	3 uger
< 20	< 400 MBq	2 uger
< 10	< 200 MBq	1 uge
< 5	< 100 MBq	4 dage
< 3	< 60 MBq	24 timer efter indgift

* Disse værdier er baseret på de fysiske data omtalt i Bilag III

De foreslåede perioder er baseret på restaktiviteter hos indlagte patienter. Den hurtige udskillelsesfase hos disse patienter er næsten overstået inden udskrivningen (aktiviteten i kroppen vil falde hurtigere den første dag end i de følgende dage). For en ambulante patient svarer restaktiviteten til den indgivne aktivitet, men den hurtige udskillelsesfase vil finde sted, når patienten er hjemme: det indebærer, at for sammenlignelige restaktiviteter på

udskrivningstidspunktet vil doserne til pårørende og nære venner være højere for udskrevne patienter end for patienter, som er blevet behandlet ambulante. Ved at anvende ovenfor nævnte anbefalede restriktionsperiode anlægges derfor en konservativ betragtning for ambulante patienter.

Vejledning:

Generelt:

Patienten bør holde sig så langt væk som muligt fra nogen person hjemme, og til enhver tid mere end 1 meter, og i længere perioder mere end 2 meter.

Toiletbesøg:

Patienter (også mænd) bør sidde ned, når de lader vandet. Der skal benyttes toiletpapir til aftørring af genitalierne, og toilettet skal altid skylles bagefter. Hænderne skal vaskes, om muligt i selve toiletrummet for at undgå kontaminering af dørhåndtag osv.

Mindre børn (0-10 år gamle)

For børn op til 10 år er risikoen ved bestråling højere end for gennemsnitsbefolkningen. Desuden er meget små børn ofte i direkte fysisk kontakt med deres forældre (eller andre voksne) i mange timer om dagen.

Er der tale om små børn, bør patienterne informeres om den forøgede risiko for børn.

Direkte fysisk kontakt bør så vidt muligt undgås, og igen, jo større afstand, desto bedre.

Derfor bør børn op til 2 år helst passes i et andet hjem og af andre personer end patienten. Er dette ikke muligt, eller er det ikke ønskeligt af psykologiske årsager, bør kontakten være så kortvarig som muligt.

Efter den anbefalede restriktionsperiode tilrådes det stærkt for små børns vedkommende at undgå kontakt, der ikke er absolut nødvendig, med patienten i yderligere en uge, navnlig for hyperthyreoidismepatienter, som er blevet behandlet som indlagte patienter.

Partnere og andre mennesker i hjemmet:

Der er ingen kontraindikation mod direkte fysisk kontakt (omfavnelser eller sex), men det bør begrænses til en halv time om dagen. Det tilrådes imidlertid stærkt, at patienten sover alene. Afstanden mellem to senge, der støder op mod hinanden, bør være mindst 2 meter. Det skal sikres, at patientens seng i et værelse ikke placeres op mod den samme væg som en seng i et tilstødende værelse. I modsat fald vil afstanden mellem sengene være alt for lille, og væggen giver ikke nogen effektiv beskyttelse mod denne type stråling.

Ældre partnere:

For personer over 60 år eller derover er risikoen for skade som følge af stråling lille. Derfor bør der kun tilskyndes til de foranstaltninger, som er lette at gennemføre.

Gravide kvinder:

Der bør for en behandlet patients gravide partner gives en tilsvarende vejledning som for "partnere og andre personer i hjemmet". Desuden bør tæt fysisk kontakt i løbet af dagen også minimeres for at holde dosis til det ufødte barn så lav, som det med rimelighed er muligt.

Amning:

Har en ammende kvinde behov for behandling med jod-131, bør amningen altid afsluttes, inden behandlingen starter, og bør ikke genoptages efter hjemkomsten.

Graviditet:

Undfangelse inden for fire måneders behandling med radioaktivt jod kan medføre skade på det ufødte barn. Rådet er derfor at undgå graviditet i disse fire måneder. Da mandlige patienters sæd også kan tage skade, bør de tilrådes ikke at blive fædre til børn i fire måneder efter indgift med jod-131.

Besøgende:

Ved et kort besøg, f.eks. nogle få timer, er der ikke behov for særlige forholdsregler, ud over at holde sikker afstand og undgå direkte fysisk kontakt (se tillige "generelt").

Besøg af børn og gravide kvinder bør undgås.

Bestik og service:

Eftersom patienters spyt og naturlige sekretioner er relativt stærkt kontamineret med jod, bør bestik og service, tæpper, sengetøj osv., som er blevet benyttet af patienterne, ikke bruges af andre. Efter vask er det helt sikkert at bruge dette igen. Der er ingen grund til at vaske det særskilt.

Transport:

Kun i den første uge bør brug af offentlige transportmidler begrænses til ca. to timer pr. tur. Såfremt patienten tager en taxi, bør han/hun sætte sig så langt væk fra chaufføren som muligt. Kørsel med samme taxichauffør bør begrænses til maksimalt ca. to timer. Kan længerevarende ture med offentlige transportmidler ikke undgås, skal der gives særlig vejledning for at nedbringe dosis for medpassagererne. F.eks. kan patienten anmodes om at skifte plads for at undgå at sidde ved siden af den samme person i længere tid ad gangen.

Sociale arrangementer:

Biografbesøg og andre sociale arrangementer, hvor patienten er i tæt kontakt med andre personer i flere timer, bør undgås.

Jobs:

Der skal sondres mellem følgende:

- 1) Ansættelse af en patient kræver tæt kontakt med kolleger eller kunder eller andre personer. Er en patients arbejdsomgivelser en skole eller en hvilken som helst anden situation, hvor patienten kommer i berøring med børn, der er under 10 år, bør patienten ubetinget holde sig borte fra arbejdet. Under andre omstændigheder bør der holdes en mindsteafstand på 2 meter fra andre personer det meste af tiden, herunder frokostpausen. Er dette ikke muligt, bør patienten holde sig borte fra sin arbejdsplads.
- 2) Beskæftigelse af en patient nødvendiggør ikke tæt kontakt. I dette tilfælde kan patienten gå på arbejde (hvis han/hun begrænser tæt kontakt i videst muligt omfang) med undtagelse af ambulante patienter i løbet af de to første dage efter administreringen (den hurtige udskillelsesfase).
- 3) Det arbejde, som patienten udfører, kan blive påvirket ved ioniserende stråling (fremkaldelse af fotografiske plader, radioimmunbestemmelse, osv.). I dette tilfælde er

bortblivelse fra arbejdet ikke et spørgsmål om at begrænse eksponering af tredjepersoner, og der bør indhentes en udtalelse fra en ekspert i strålebeskyttelse.

Er der tvivl, bør den medicinsk ansvarlige leder indhente råd hos en medicinsk-fysisk ekspert. Ledelsen bør altid informeres.

Tabel 3 giver eksempler på nødvendigt antal dage, som patienten bør blive hjemme fra arbejde for at begrænse dosis til en kollega til 0,3 mSv. Forfatterne anser brugen af dage som en passende tidsenhed.

Tabel 3 Eksempel på beregnet nødvendigt antal dage væk fra arbejdet *) for en patient, der får jod-131 med det formål at begrænse dosis til en kollega til 0,3 mSv for tre forskellige afstande og timer pr. dag og for 4 niveauer af indgivne **) aktiviteter (MBq) (*Tho95*)

Timer pr. dag	200 MBq	400 MBq	600 MBq	800 MBq
8 t på 1 m	4	10	13	15
4 t på 1 m	-	4	8	10
8 t på 2 m	-	-	3	4

*) Der forudsættes en femdages arbejdsuge. Værdierne i tabellen relaterer sig til det samlede antal dage (inkl. weekender) inden tilbagevenden til arbejdet

**) Disse antal dage er baseret på indgivne aktiviteter hos ambulante patienter. Som forklaret i kapitel 5 bør perioderne for indlagte patienter efter udskrivningen være noget længere

Hospital:

Såfremt patienten uventet hospitalsindlægges under restriktionsperioden, informeres den medicinsk ansvarlige leder og den ansvarlige hospitalsfysiker straks om situationen.

Bilag

I. EKSEMPLER PÅ SKRIFTLIG VEJLEDNING TIL PATIENTER ELLER DERES VÆRGER, FORINDEN DE FORLADER HOSPITALET ELLER KLINIKKEN EFTER BEHANDLING MED JOD-131

Følgende vejledning kan gives til patienter, deres værger eller deres pårørende

VEJLEDNING I HVORLEDES PATIENTER SKAL FORHOLDE SIG EFTER TERAPI MED RADIOAKTIVT JOD

De er blevet behandlet med radioaktivt jod, der skal kurere et en lidelse i skjoldbruskkirtlen. Det meste af denne jod vil blive udskilt sammen med urinen. Men noget af joden vil forblive i kroppen i flere uger, hvilket betyder, at De kan udsætte andre mennesker, der er fysisk tæt på Dem, for bestråling.

Det er Deres ansvar at beskytte pårørende, venner, kolleger og andre. Følgende spørgsmål og svar er udformet for at vejlede Dem om nogle enkle forholdsregler, der skal tages.

Deres læge vil informere Dem (eller har allerede informeret Dem) om, i hvor lang tid De skal følge denne vejledning.

1 Hvad er den vigtigste forholdsregel?

Undgå at sidde eller stå i nærheden af nogen, det være sig hjemme eller på arbejdspladsen. Forsøg at holde en afstand på mindst 1 meter. I længere perioder (dvs. mere end en time) bør De holde Dem på to meters afstand.

2 Hvad med kontakt med gravide kvinder?

Kontakt med gravide kvinder bør begrænses mest muligt. Forsøg at holde mindst 2 meters afstand fra en gravid kvinde.



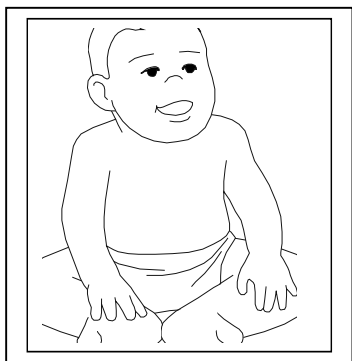
3 Er det sikkert at blive gravid/gøre en kvinde gravid?

Noget af joden vil forblive i kroppen i fire måneder. I denne periode bør De ikke blive gravid eller gøre en kvinde gravid.

4 Kan jeg fortsat se mine børn og passe dem?

Hvid Deres børn er under ti år, bør De så vidt muligt forsøge at undgå tæt kontakt (f.eks. omfavne eller holde barnet).

Risikoen er højere for børn end for voksne, derfor bør De være på den sikre side og undgå unødvendig kontakt i yderligere en uge efter den anbefalede periode.



5 Hvad med småbørn?

Børn under to år bør passes af andre. Er det muligt, bør De forsøge at få dem passet hos pårørende eller venner.

6 Kan jeg blive ved med at amme?

Radioaktivt jod optages i modermælken i temmelig lang tid. **Derfor skal De holde helt op med at amme!**

7 Kan jeg være i tæt kontakt med min partner eller andre mennesker hjemme?

Enhver tæt kontakt, såsom omfavnelser eller sex bør begrænses til en halv time om dagen. De bør sove i Deres egen seng. Der bør være to meters afstand mellem sengene, også selv om der er en væg, der skiller dem. Det skyldes, at væggene i en bygning ikke yder nogen god beskyttelse mod denne type stråling.



8 Hvad nu, hvis min partner er gravid?

Er Deres partner gravid, er det vigtigt at undgå tæt kontakt med hende.

9 Finder forholdsreglerne anvendelse på mennesker over 60 år?

For dem over 60 år er risikoen meget mindre end for andre mennesker. Derfor er det ikke så vigtigt med særlige forholdsregler for denne gruppe.

10 Kan jeg modtage gæster?

Korte besøg på under to timer giver ingen problemer. Men hold afstand på omkring 2 meter og undgå helst tæt kontakt. Besøg af mindre børn og gravide kvinder frarådes.

11 Kan jeg gå på arbejde?

De fleste mennesker kan gå på arbejde. Hvis Deres arbejde gør, at De er nødt til at opholde Dem inden for 2 meter fra den eller de samme menneske(r) i mere end to timer om dagen, bør De konsultere Deres læge.

Under alle omstændigheder bør De informere Deres foresatte.

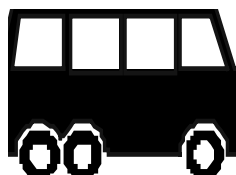
12 Hvad nu, hvis jeg arbejder i en vuggestue eller børnehave?

Pædagoger og andet personale, der er i tæt kontakt med mindre børn i arbejdstiden, bør blive væk fra arbejdet. Deres læge vil fortælle Dem, hvor længe denne begrænsning skal vare.

13 Kan jeg gå i biografen eller til andre arrangementer?

Helst ikke. Undgå biografbesøg og andre sociale arrangementer, hvor De er tæt på andre mennesker i mere end en time.

14 Må jeg benytte offentlige transportmidler?



I en uge bør De begrænse benyttelsen af offentlige transportmidler til ture på højst to timer. Længere ture bør kun foretages, hvis det er absolut nødvendigt. I det tilfælde bør De forsøge at finde en plads, hvor De kan sidde alene. Konsulter Deres læge, hvis turen varer længere.

15 Kan jeg køre i hyrevogn?

Sæt Dem bagi modsat chaufføren. Tilbring højst to timer med en og samme taxachauffør.

16 Kan jeg benytte samme toilet som andre mennesker?

Ja, men forsøg at undgå at spilde urin. De bør derfor lade vandet siddende (og det samme gælder for mænd). Tør altid genitalierne med toiletpapir og skyl efter. Det er også vigtigt, at De vasker hænder straks efter toiletbesøget, også selv om De kun har ladet vandet.

17 Hvad med bestik, service, sengelinned, håndklæder osv.?

Radioaktivt jod udskilles også fra kroppen via patienternes spyt og sved. Derfor bør man ikke dele bestik, service, sengelinned osv. med andre. Efter vask er det fuldstændigt sikkert at bruge disse igen. Der er ingen grund til at vaske dem særskilt.

18 Hvad sker der, hvis jeg bliver indlagt på hospital?

Bliver De indlagt uventet, bedes De informere den læge, som senest har behandlet Dem med radioaktivt jod. Det gælder også, selv om det er samme hospital som det, hvor De blev behandlet.



ER DE I TVIVL, BØR DE ALTID KONSULTERE DEN LÆGE, DER BEHANDLER DEM.

II. BAGGRUNDSINFORMATION OM JOD-131 RADIOTERAPI

II.1 Biologiske virkninger af ioniserende stråling

Der findes to typer biologiske virkninger af ioniserende stråling: deterministiske virkninger og stokastiske virkninger. Deterministiske virkninger er virkninger, der forårsages af faldende eller mistet organfunktion som følge af celledskade eller celledød. For disse virkninger findes der tærskeldoser. Mange organers og vævs funktion påvirkes ikke af et lille fald i antallet af sunde celler. Kun hvis faldet er stort nok, vil der fremkomme en klinisk påviselig patologisk dysfunktion.

Med hensyn til behandling af thyreoideacancer, metastaser, hyperthyreoidisme og struma tilstræbes den celledræbende virkning i nogle af eller alle celler i glandula thyroidea eller metastaser. Andre organer skulle ikke blive påvirket på en måde, der får de deterministiske virkninger til at opstå. Det β -emitterende jod-131 er derfor ofte den radionuklid, der vælges til disse behandlinger, selv om den associerede γ -stråling også påvirker andre af patientens organer og andre mennesker.

Stokastiske virkninger er virkninger, der følger af stråleinducerede forandringer i celler, som bevarer deres evne til at dele sig. Disse modificerede celler sætter til tider gang i en ondartet omdannelse af en celle, som medfører, at der udvikles en malign klon og til sidst en klinisk observerbar kræft. Tidspunktet fra den første begyndelse og til selve sygdommen kan variere fra få år (f.eks. leukæmi, thyreoideacancer) til flere årtier (f.eks. cancer i colon og lever). Også genetiske virkninger kan initieres som følge af en bestråling af kimceller.

For stokastiske virkninger antages der ikke nogen tærskeldosis, og sandsynligheden for, at de opstår, anses for at være proportional med dosis (lineær dosis-virkning-forhold i lavdosis/lavdosishastighedsområdet). Derfor bør sandsynligheden for deres induktion begrænses videst muligt ved at holde dosis så lav som mulig. Den dosis, som modtages af personer, der lever tæt op ad den behandlede patient, er relativt lav. Der vil derfor ikke være nogen deterministiske virkninger, og risikoen for en stokastisk virkning er relativt ringe.

Den naturlige forekomst af cancer i Europa ligger på omkring 25 %. Sandsynligheden for en stråleinduceret dødelig cancer er blevet skønnet (ICRP-60) til ca. 5 % per sievert³ for lavdosis/lavdosishastighedsituationen, og 1 % per sievert for alvorlige genetiske sygdomme. Afhængigt af det berørte organ kan helbredelig cancer også induceres. For ældre mennesker over 60 år synes sandsynligheden at være 3 gange lavere, og for mennesker over 65 år endog 5 - 10 gange lavere. Det skyldes, at ældres livstidsforventning måske ikke er lang nok til, at canceren bliver åbenbar. Derudover er det usandsynligt, at de vil give en genetisk skade videre til deres afkom. For børn op til 10 år synes sandsynligheden for at udvikle en dødelig cancer at være 2-3 gange højere. For gravide kvinder er risikoen den samme som for gennemsnitsbefolkningen, men det ufødte barn antages at have samme risiko for at udvikle en dødelig cancer som små børn. Vejledningen til alle disse grupper er forskellig.

³ Det betyder, at såfremt 100 000 personer udsættes for 1 mSv, antages det, at 5 personer vil få en stråleinduceret dødelig cancer. På samme måde hvis bestrålingen af disse 100 000 er 5 mSv, antages det, at 25 personer vil blive berørt.

Deterministiske virkninger er blevet observeret efter bestråling in utero, men dosisniveauerne, som kan modtages af pårørende eller nære venner, ligger langt under tærskelværdierne for sådanne virkninger.

II.2 Metabolisme af jod-131

Stabil jod

Jod er en væsentlig komponent af thyreoideahormoner, og glandula thyreoidea optager jod meget let. Normalt optages jod i kroppen gennem mad og drikkevand, og en normal fødeindtagelse resulterer så godt som aldrig i for store mængder optaget jod. Tilføres kroppen en yderligere mængde jod, vil i gennemsnit ca. 25% af dette indtag blive optaget direkte af thyreoidea. Denne mængde er stærkt afhængig af det normale daglige indtag gennem føden. Med et lavt dagligt indtag kan optaget let komme til at udgøre 50 %. Med et højt dagligt indtag kan optaget komme til at ligge helt ned på 5 - 10%. Resten forlader kroppen ret hurtigt, i løbet af nogle få dage, for det meste i urinen, men også gennem anden udskillelse, såsom fæces, sved, spyt og ånde. Den jod, der anvendes af glandula thyreoidea afgives langsomt fra hormonerne til vævsvæskerne og kan recirkulere. Det udskilles endelig fra kroppen inden for en periode af nogle få måneder.

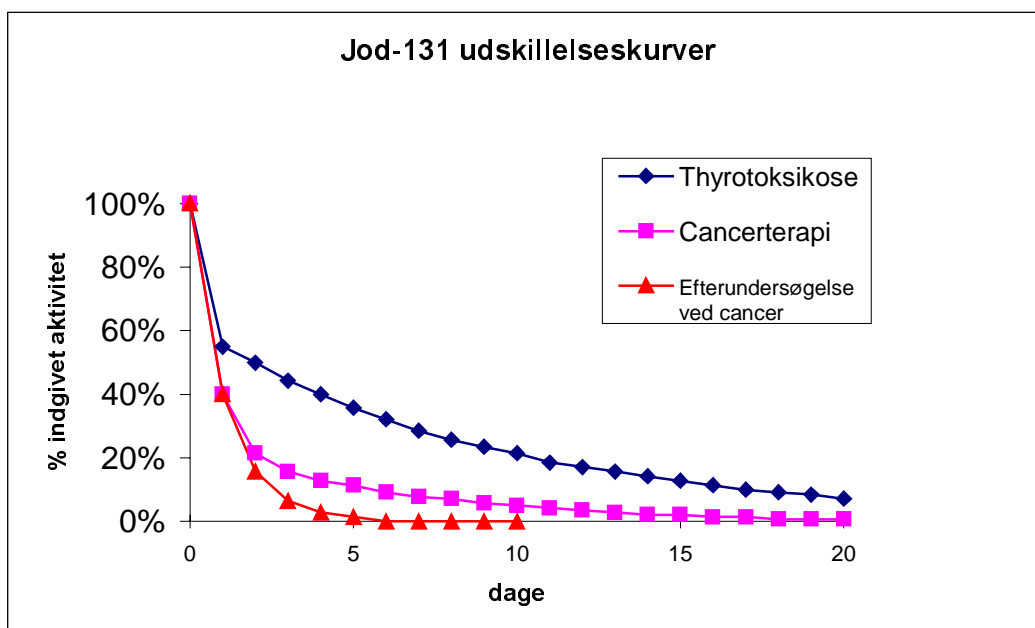
Radioaktiv jod

Eftersom kroppen ikke sondrer mellem stabil og radioaktiv jod, opfører jod-131 sig på samme måde som stabil jod. Det indebærer, at en stor del af indtaget vil blive koncentreret i thyreoidea i løbet af 24 til 48 timer. I den initiale retentions- og recirkulationsfase, hvor det radioaktive jod er i kroppen, bestråler den thyreoideavæv, hvilket medfører, at tumorcellerne dør ved thyreoideacancer, eller at en væsentlig mængde normale thyreoideaceller dør i tilfælde af benigne thyreoidealidelser.

Den fysiske halveringstid for radioaktivt jod er omkring 8 dage. Det betyder, at halvdelen af mængden af radioaktivt jod henfalder inden for 8 dage. Det væsentligste henfaldsprodukt er xenon-131, som hurtigt vaskes ud af kroppen. Derudover mister beskadigede thyreoideaceller deres evne til at optage jod, som som følge heraf bliver ført tilbage til blodstrømmen, hvor den udskilles. Således fjernes radioaktivt jod relativt hurtigt fra kroppen, enten som følge af radioaktivt henfald eller metabolisk udskillelse. Den samlede mængde radioaktivt jod reduceres til halvdelen af dens oprindelige værdi⁴ med en hastighed, som afhænger af sygdomstilstanden: mellem 1 dag for thyreoideacancer og fuldstændig fjernelse af thyreoideavæv, og 7 dage for patienter med atoxisk struma. Ved hyperthyreoidisme er den effektive halveringstid ca. 4-5 dage.

I figur II.1 vises jod-131 udskillelseskurver for thyreotoksikose, cancerterapi og efterundersøgelse ved cancer. Denne figur viser forskellene i udskillelshastigheden og (relateret) retention i kroppen i løbet af de 20 dage, der følger efter indgiften.

⁴ Dette kaldes den effektive halveringstid. Den er baseret på den fysiske halveringstid og den biologiske halveringstid, afhængigt af metabolisme.



Figur II.1 Jod-131 udskillelseskurver i procent af indgivne aktiviteter for thyrotoksikose, cancerterapi og efterundersøgelse ved cancer (metastaser eller tilbagefald) [Hil91] and [Bar96]

II.2.1 Mekanisme ved jod-131 behandling

På grund af thyreoideacellers evne til at optage jod, kan visse typer thyreoidealidelser behandles med radioaktivt jod. Navnlig behandles hyperthyreoidisme og thyreoideacancer, og i visse tilfælde, atoxisk struma, på denne måde.

II.2.1.1 Hyperthyreoidisme

Behandling af hyperthyreoidisme med jod-131 er baseret på hyperaktive thyreoideacellers optag og af β -strålingens beskadigelse eller destruktion af disse celler. Dette resulterer i færre funktionsdygtige thyreoideaceller og derfor i en normal eller endog subnormal thyreoideafunktion. For denne behandling ligger den indgivne aktivitet normalt under 1000 MBq af jod-131.

Den hyperaktive thyreoideas optag af jod er 50 - 70 %, afhængigt af omfanget af hyperfunktionen og det normale daglige indtag af jod sammen med fødevarer. Det nødvendige stråleudsættelsesniveau for thyreoidea afhænger af graden af hyperthyreoidisme og kan variere efter størrelsesorden.

Gentagen indgift af små aktiviteter (100 MBq) er ikke gavnlige for patienten og kan betyde utilstrækkelig behandling af hyperthyreoideatilstanden. Det skal undgås hos ældre mennesker på grund af de negative virkninger af overskydende thyreoideahormoner på det kardiovaskulære system. Desuden betyder en fraktionering af behandlingen, at den samlede indgivne aktivitet skal forhøjes for at opnå den ønskede virkning, og det resulterer i højere kumulative doser til patienten og til pårørende og nære venner. En fraktionering af behandlingen, der af og til gennemføres for at undgå hospitalsindlæggelse, kan derfor ikke retfærdiggøres.

II.2.1.2 Atoxisk struma

Visse strumaer er atoxiske, hvilket indebærer, at thyreoidea er forstørret, selv om funktionen er normal efter kliniske og biokemiske parameter. Disse strumaer kan imidlertid skubbe til andre organer eller andet væv på grund af den forøgede størrelse. En mulig terapi er at reducere thyreoideavævsvolumen med radioaktivt jod. Men på grund af thyreoideas størrelse kan høje aktivitetsniveauer på op til 3000 MBq jod-131 være nødvendige. Såfremt behandlingen giver gode resultater, kan operation undgås.

II.2.1.3 Thyroidacancer

Ved thyreoideacancer er den første behandlingsform kirurgi. Imidlertid er det ofte umuligt at fjerne hele cancervævet, og der kan udvikles metastaser. Derfor iværksættes der, selv efter en operation, en behandling med radioaktivt jod, der skal dræbe de resterende cancerceller.

Thyreoideacancerceller mister en del af deres evne til at optage jod, og på samme måde er den organiske proteinbindingsproces ofte ødelagt. Følgelig er optaget af jod i thyreoideacancerceller lavere end i normalt thyreoideavæv. Der gives i visse medlemsstater efter kirurgisk fjernelse af thyreoideacancervæv en initial aktivitet på ca. 3000 MBq for at fjerne resterende thyreoideavæv i operationsområdet. Derefter er en meget højere indgift, op til 8000 MBq J-131 nødvendig for at fjerne eventuelle metastaser. Hvis der ikke er noget normalt væv tilbage efter operation, men der fortsat findes metastaser, gives der straks høje aktiviteter. I alle tilfælde kan gentagen behandling være nødvendig.

Eftersom der kun forbliver en lille mængde thyreoideavæv tilbage efter kirurgisk behandling, og optaget er forstyrret, vil kun en lille del af den indgivne aktivitet blive optaget. I tilfælde, hvor thyreoidea- eller cancervævet ikke koncentrerer joden, vil omkring 80% af den indgivne aktivitet normalt blive udskilt inden for 48 timer (se Figur II.1). Såfremt der indgives 5000 MBq for at behandle thyreoideakarcinom, vil restaktiviteten hos patienten være mindre end 1000 MBq og 750 MBq inden for hhv. 48 og 72 timer. Hos patienter med et stort antal metastaser vil udskillelsen tage meget længere tid.

II.3 Doser modtaget af pårørende, nære venner og tredjepersoner

Er (rest)aktiviteten hos en patient, der bliver hjemsendt, 400 MBq J-131 eller derunder, vil dosen til pårørende og nære venner, for så vidt de nøje retter sig efter den vejledning, de har modtaget, så godt som altid være under 1 mSv (se Kapitel 5).

Der kan sondres mellem syv fremherskende kilder for bestråling af pårørende og nære venner (medicinsk bestråling) og tredjepersoner, f.eks. taxachauffører, kolleger, forbipasserende osv. (bestråling af offentligheden):

- 1 ekstern bestråling af personer tæt på patienten
- 2 intern kontaminering af personer tæt på patienten ved inhalering af J-131 aerosoler, som er udåndet af patienten
- 3 intern kontaminering af personer tæt på patienten gennem udskilt jod-131 gennem direkte kontakt, inhalation eller fødeindtagelse.
- 4 intern kontaminering af tredjepersoner gennem radioaktivt jod, som når dem gennem kloaksystemerne eller direkte udledning til overfladevand

- 5 ekstern bestråling af tredjepersoner i nødsituationer, såsom akut kirurgi eller -behandling af patienten
- 6 intern kontaminering af tredjepersoner gennem aske fra det kremerede lig
- 7 ekstern bestråling af tredjepersoner, når der foretages obduktion, eller den afdøde lægges i kiste, begravnes eller kremeres.

Kilde 1 og 7 kan forårsage relativt høje doser. Kilde 2 erkendes ikke altid, men kan give en betydelig dosis, ikke alene til personer i patientens umiddelbare nærhed, men også til alle personer, der opholder sig i samme rum. I dette tilfælde kan god ventilation afhjælpe problemet. Under normale omstændigheder giver kilde 3, såfremt patienten ikke er inkontinent og er i stand til at urinere uden at spilde urin, anledning til to ca. to gange mindre doser end kilde 1 eller 7; i øvrigt vil det være en kilde, der skal følges nøje. Eftersom jod-131 har en fysisk halveringstid på 8 dage, er kilde 4 uden betydning. Da der er mulighed for en relativt høj dosis som følge af kilde 5, bør den ansvarlige ekspert i strålebeskyttelse konsulteres, når denne situation opstår. Kilde 6 giver ikke nogen signifikant dosis, fordi det meste af joden vil være fordelt i luften. Der er ingen grund til advarsel ved kremering.

Endelig vil under de fleste forhold direkte ekstern stråling fra patienten og udånding af J-131 være mulige kilder til en betydelig dosis i andre personer. Disse strålekilder bør undgås, nedbringes og så vidt muligt kontrolleres.

Med hensyn til beregningerne af doser efter indtagelse af jod kan konverteringskoefficienterne i Tabel II.1 anvendes.

Tabel II.1 Dosis Konverteringskoefficienter i Sv/Bq for inhalation and fødeindtagelse baseret på ICRP Publication 72 [ICR96]

Aldersgruppe		Inhalation [Sv/Bq]	Fødeindtagelse [Sv/Bq]
< 1	år	$7,2 \times 10^{-8}$	$1,8 \times 10^{-7}$
1 - 2	år	$7,2 \times 10^{-8}$	$1,8 \times 10^{-7}$
2 - 7	år	$3,7 \times 10^{-8}$	$1,0 \times 10^{-7}$
7 - 12	år	$1,9 \times 10^{-8}$	$5,2 \times 10^{-8}$
12 - 17	år	$1,1 \times 10^{-8}$	$3,4 \times 10^{-8}$
voksne		$7,4 \times 10^{-9}$	$2,2 \times 10^{-8}$

Tabel II.2 giver nogle omtrentlige konverteringer for den maksimale kumulative eksterne effektive dosis til personer, der udsættes for patienter, der indeholder ^{131}I ; maksimum forstås som akkumuleret over tid fra udskrivning af patienten fra hospitalet til uendeligt henfald af radiojoden. Ved det maksimale tal antages det, at den person, der udsættes for bestråling fra

patienten, til enhver tid, nat og dag, befinder sig ansigt til ansigt med patienten, i en afstand af 1 m. Det er normalt ikke tilfældet i det virkelige liv.

Tabel II.2 Maksimal kumulativ ekstern effektiv dosis [mSv] til andre personer * på 1 m afstand fra patienter i jodterapi, afhængigt af den effektive halveringstid i patientens krop. Ved det maksimale tal antages det, at den person, der udsættes for bestråling fra patienten, til enhver tid, nat og dag, befinder sig ansigt til ansigt med patienten, i en afstand af 1 m

Effektiv dosishastighed på 1 m *** [$\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$]	Estimeret (rest)aktivitet i kroppen ** [MBq]	Maksimum kumulativ ekstern effektiv dosis til andre personer, afhængigt af den effektive halveringstid af jod-131 der fortsat befinder sig i patientens krop		
		50 h mSv	100 h mSv	150 h mSv
10	200	0,7	1,5	2,3
20	400	1,5	3,0	4,5
40	800	3,0	6,1	9,0

* De tilsvarende AP-værdier for børn vil være højere med en faktor på ca. 1,1 (ICRP-74) [ICR96]

** Det kan enten være den indgivne aktivitet for en ambulanspatient, eller restaktiviteten på tidspunktet for udskrivning af en hospitalspatient. I første tilfælde vil der være to udskillelsesfaser med forskellige effektive halveringstider

*** Visse dosimetre registrerer luftkermahastigheden i mGy/h. I denne forbindelse kan luftkermahastigheden antages at være den samme som den effektive dosishastighed

Mennesker tæt på patienten kan groft opdeles i to grupper: pårørende og nære venner, samt tredjepersoner. Gruppen af "pårørende og nære venner", herunder besøgende, kan yderligere inddeles i seks kategorier: gravide kvinder, børn op til 2 år gamle, børn fra 3 til 10 år gamle, partnere, partnere over 60 år gamle, samt andre personer.

Disse kategorier er udvalgt, fordi (i) ufødte børn og børn op til 10 år er mere strålefølsomme for cancerinduktion, (ii) små børn op til ca. 2 år oftere har tæt fysisk kontakt med deres forældre og (iii) mennesker over 60 år er mindre udsat for at udvikle cancer som følge af ioniserende stråling. Disse forskelle er af særlig betydning, når man skal overveje, hvordan vejledningen om, hvorledes man skal forholde sig, bør ændres.

II.3.1 Estimerer for dosis i pårørende og nære venner

II.3.1.1 Hyperthyreoidismebehandling

Minimale, maksimale og gennemsnitlige estimerede doser gives i litteraturen, baseret på målinger eller beregninger (Bertil Arvidsson [Arv96], Thomson and Harding [Tho95]) samt O'Doherty [ODo94] af doser til personer tæt på behandlede hyperthyreoidismepatienter.

Tabel IV.1 i Bilag IV viser, at doserne som følge af restaktiviteterne generelt (kolonne D) er omkring to gange højere end de doser, der skyldes samme mængde nyligt indgiven aktivitet (kolonne B). Tabel IV.2 i Bilag IV viser andre data fra samme litterære kilder. I relation til dette dokument er doserne i dette dokument normaliseret til restaktiviteter i kroppen på 400 MBq på udskrivningstidspunktet, eller for ambulante patienter normaliseres indgiften til 400 MBq restaktiviteter under anvendelse af en faktor 2 baseret på tabel IV.1.

Baseret på ovennævnte mængder kan der drages følgende konklusioner:

- doser hvor der ikke blev pålagt nogen restriktion (såsom at holde afstand) varierer fra 20 til langt mindre end 1 mSv.
- følger folk den foreslåede vejledning, vil doserne kun i sjældne tilfælde overstige 1 mSv i hele perioden efter udskrivningen.

II.3.1.2 Thyreoideakræftbehandling

Niveauet ved udskrivninger i medlemsstaterne er baseret på restaktiviteter, som er estimeret på grundlag af luftkermahastigheder. Efter thyreoideacancerbehandling varierer niveauet ved udskrivning fra 5 til 40 $\mu\text{Sv/h}$ på 1 meters afstand fra et hvilket som helst punkt af kroppen (se Kapitel 5). For disse behandlingsmetoder findes der ikke nogen tilgængelig litteratur om målte doser til personer hjemme, efter udskrivningen af patienten fra hospitalet. De beregnede doser for familie og nære venner afhænger af den anvendte metode og af antagelserne om adfærden. Beekhuis et al [Bee92] beregnede, at med en restaktivitet på 400 MBq i kroppen på tidspunktet for udskrivningen, vil en person, der permanent befinder sig i 1 meters afstand fra patienten sandsynligvis modtage en samlet dosis på ca. 5 mSv. Denne dosis vil falde med en faktor på mindst 5 til 10 for hhv. børn og tredjepersoner, hvis man regner med en mere realistisk adfærd.

Doser til andre enkeltpersoner som følge af en given restaktivitet i en udskreven hospitalspatient, der er behandlet for thyreoideacancer, svarer ikke nødvendigvis til en tilsvarende indgiven aktivitet hos en ambulans patient, der er behandlet for hyperthyreoidisme. Det kan forklares med det forhold, at den hurtige udskillelsesfase af førstnævnte patient er ovre, inden han forlader hospitalet, og ligeledes med det forhold, at udskillellestallene i den langsomme fase afviger (se Figur II.1).

III. DOSIMETRISKE ASPEKTER VED JOD-131 TERAPI

III.1 Bestråling af andre ved gennemtrængning af stråling fra jod-131 i patienternes krop

De gennemtrængende gammastråler fra jod-131 i patientens krop kan bevirke ekstern bestråling af personer tæt på patienten. Den eksterne dosishastighed kan måles ved at anvende et ioniseringskammer, og værdien konverteret til en ækvivalent dosishastighed på det givne tidspunkt. Den målte dosishastighed tages normalt som den højeste måling for det største optag i patienten. For en thyrotoksisk patient vil dette normalt være ved thyreoidea, men for en patient, der behandles for thyreoideametastaser, kan dette være andetsteds i kroppen.

Er en måling ikke mulig, kan en øvre grænse estimeres fra den forventede restaktivitet i patienten på et givet tidspunkt og ved at anvende $66 \text{ m}^2 \mu\text{Sv h}^{-1} \text{ GBq}^{-1}$ som dosishastighedskonstant fra en punktkilde for jod-131. Denne konstant giver miljødosisækvivalenten på 1 m fra en jod-131 punktkilde med en styrke på 1 GBq. I praksis er den beregnede værdi fra punktkilden højere end den faktiske værdi, eftersom kilden er mere diffus, og fordi der vil ske en vis dæmpning i patienten. Den miljødosisækvivalenten har til formål at estimere den effektive dosis under en lang række forskellige omstændigheder.

III.2 Absorberede doser i patienter

Den absorberede dosis til patienten afhænger af aktiviteten af den indgivne radionuklid, dens fysiske egenskaber (dvs. type og energi af emissioner og den fysiske halveringstid) samt af dens kemiske egenskaber i forening med patientens patologi (som vil afgøre fordelingen og retentionen af det radioaktive materiale i kroppen).

III.3 Absorberet dosis til organerne

Jod-131 emitterer både betapartikler og gammastråler ved hvert enkelt henfald. Betapartiklerne er såkaldte ikke-gennemtrængende partikler og vil afleje deres energi på en relativt kort vejlængde i det humane væv. Gammastrålerne er indirekte ioniserende og mere gennemtrængende, men de producerede sekundære elektroner vil afleje deres energi på en kort vejlængde. Disse energiaflejninger resulterer i absorberede doser til organerne, hvor radionukliden er lokaliseret og tilstødende organer i patientens krop.

Det er ikke muligt at fastlægge med nøjagtighed omfanget og fordelingen af den interne dosis, der leveres fra åbne kilder, men alligevel har sammenligninger af eksperimentelle og beregnede absorberede doser vist parallelitet inden for en grænse af 20 % til 60%, der er tilstrækkelig i relation til strålebeskyttelse (ICRP-53) [ICR87].

Eksempler på absorberet dosis til forskellige organer hos en patient, der har fået indgivet ^{131}I som natriumjodid (NaI) gives i Tabel III.1, under antagelse af en relativt simpel model for to forskellige procentsatser af initialt optag i thyreoidea [ICRP 53]. Den absorberede dosis per enhed aktivitet til thyreoidea er fremhævet. I henhold til Tabel II.2 ville dosis til thyreoidea hos en voksen thyrotoksisk terapipatient være omkring 300 Gy under antagelse af et optag på 55% af en 400 MBq indgiven aktivitet for en 20 g thyreoidea. Det vil faktisk være en lille smule mindre end denne værdi, hvis der tages udgangspunkt i den kun lidt reducerede effektive halveringstid for hyperthyreoideapatienter.

Tabel III.1 Eksempler på absorberet dosis til forskellige organer per enhed aktivitet Na^{131}I , som indgives til normale voksne med en 20 g thyreoidea / mGy MBq^{-1} [ICRP 53] (ICR87), afhængigt af optaget

Organ	15 % optag	55 % optag
Blærevæg	5.2E-01	2.9E-01
Bryst	4.3E-02	9.1E-02
Mavevæg	4.6E-01	4.6E-01
Tyndtarm	2.8E-01	2.8E-01
Lunger	5.3E-02	1.3E-01
Æggestokke	4.3E-02	4.1E-02
Rød knoglemarv	5.4E-02	1.2E-01
Testikler	2.8E-02	2.6E-02
Thyreoidea	2.1E+02	7.9E+02

IV. BEREGNEDE OG MÅLTE DOSER TIL PERSONER I NÆRHEDEN AF HYPERTHYREOIDISMEPATIENTER

Minimale, maksimale og gennemsnitlige estimerede doser gives i litteraturen, baseret på målinger eller beregninger (Bertil Arvidsson [Arv96], Thomson and Harding [Tho95]) samt ODoherty [ODO94] af doser til personer under behandling for hyperthyreoidisme.

Tabel IV.1 i Bilag IV viser, at doserne som følge af restaktiviteterne generelt (kolonne D) er omkring to gange højere end de doser, der skyldes samme mængde nyligt indgiven aktivitet (kolonne B). Tabel IV.2 giver andre data fra den samme litteratur. I relation til dette dokument er doserne i denne tabel normaliseret til restaktiviteter i kroppen på 400 MBq på udskrivningstidspunktet, eller for ambulante patienter normaliseres indgiften til 400 MBq restaktiviteter under anvendelse af en faktor 2. Det skal bemærkes, at doserne udelukkende er omtrentlige tal, eftersom de afhænger af optaget og retentionen.

Tabel IV.2 viser, at middelniveauerne, med mindre begrænsninger, i Kolonne A er omtrent de samme som gennemsnitsniveauerne i Kolonne D med begrænsninger. Maksimumværdierne (med mindre begrænsninger) i Kolonne B ligger også tæt op ad de maksimale beregnede værdier uden begrænsninger i kolonne E.

De målte middelværdier med mindre begrænsninger er sandsynligvis resultatet af "normal" adfærd hos folk. Imidlertid viser kolonne B, at en speciel adfærd kan forårsage meget højere doser.

På grund heraf bør vejledningen være baseret på maksimumværdierne i kolonne B og E.

Tabel IV.1 Totale doser, som enten skyldes indgivne (kolonne A, B) eller restaktiviteter (kolonne C, D) på 400 MBq, ekstrapoleret fra målinger for 1 uge frem til uendeligt. Patienterne blev informeret om de vigtigste forholdsregler, de skal tage. Alle værdier er afrundet og normaliseret til en indgiven eller restaktivitet på udskrivningstidspunktet på 400 MBq (Bertil Arvidsson [Arv96])

Doser ekstrapoleret fra målinger i 1 uge Med vigtigste restriktioner for en uge [Arv96] [mSv]					
		Indgiven aktivitet på 400 MBq		Restaktivitet på 400 MBq	
		Område	Middel	Område	Middel
Eksponerede personer		A	B	C	D
Småbørn	0-2 år	0,6 - 0,9	0,7	0,8 - 1,6	1,3
Børn	3-10 år	0,1 - 1,5	0,3	0,2 - 4,9	0,6
Partnere	< 60 år	0,3 - 3,1	0,7	0,7 - 5,6	1,4
	60 år	1,4 - 1,5	1,4	2,0 - 3,1	2,5
Andre voksne		0,2 - 0,5	0,3	0,4 - 1,0	0,6

Tabel IV.2 Målte og beregnede totale doser, som skyldes indgift af jod-131 normaliseret til 400 MBq restaktiviteter (kolonne D, E og F) på 400 MBq, ekstrapoleret fra målinger over 2 måneder, 1 uge eller beregnet frem til uendeligt. Alle værdier er afrundet og baseret på de nævnte referencer. Alle værdier er afrundet og normaliseret til en indgiven eller restaktivitet på udskrivningstidspunktet på 400 MBq (Thomson and Harding [Tho95], ODoherty [ODo 94] samt Bertil Arvidsson [Arv96])

		Middel / maks. doser ekstrapoleret fra målinger op til 2 måneder [Tho95]		Doser ekstrapoleret fra målinger i 1 uge ^b [Arv96]		Doser beregnet frem til uendeligt [ODo94]	
		Med mindre restriktioner^d		Med større restriktioner i en uge		Uden restriktioner	
		baseret på 400 MBq restaktivitet [under antagelse af 50 % retention]		Restaktivitet på 400 MBq [mSv]		baseret på 400 MBq restaktivitet ^a	
		[mSv]		[mSv]		[mSv]	
		Middel	Maks. ^e	Område	Middel		
Eksponerede personer		A	B	C	D	E	
Småbørn	0-2 år	2	20	0,8 - 1,6	1,3	20 ^c	
Børn	3-10 år	1,0	8	0,2 - 4,9	0,6	6-11.5	
Partnere	< 60 år	8	24	0,7 - 5,6	1,4	18,5	
	60 år			2,0 - 3,1	2,5		
Andre voksne		2	6	0,4 - 1,0	0,6	2,2	

Fodnoter se næste side

Fodnoter til Tabel IV.2

- a Total dosis 600 MBq indgivet med 66 % retention, som hér antages at være den samme som 400 MBq restaktivitet
- b Såfremt restriktionerne udvides, indtil al aktivitet i kroppen er forsvundet, ændres tallene ikke væsentligt, dog undtaget småbørn (middel 0,4 mSv)
- c Dosisestimat for et lille barn, der får sutteflaske under “behandlingsperioden”, er 5 til 7 mSv for en indgiven aktivitet på omkring 800 MBq, under antagelse af 5 timers tæt kontakt hver 24. time.
- d Der blev givet generel vejledning; resultatet var normal adfærd med lejlighedsvis omsorg.
- e Maksimum betyder, at den nævnte værdi kunne være en afvigende observation

Referencer

- Arv96 Avvidsson Bertil; *Measurements of individual doses to persons living with patients treated with radioactive iodine, Sahlgrenska Hospital, Gothenburg, Preliminary report EN/11/95/505 10000.P00 (SV)*
- Bar96 Barrington SF, Kettle AC, O'Doherty MJ, Wells OP, Domer EJR, Coakley AJ. *Radiation dose rates from patients receiving iodine-131 therapy for carcinoma of the thyroid. Eur. J. Nucl. Med.* 1996; **23**: 123-130
- Bee92 Beekhuis H, Broerse J, Claessens R, Delhez H, Noteboom J, V Rotterdam R, Zoetelief J. *Stralingsbelasting van leden van de bevolking als gevolg van medische toepassing van radiofarmaca: consequenties voor ontslagcriteria. Publicatiereeks stralenbescherming Ministerie VROM, nr 1992/55, 1992*
- ETA95 ETACRT (European Thyroid Association's Committee on radioiodine therapy in Thyrotoxicosis) 1995
Number of days for which thyrotoxicosis out-patients should take special precautions, according to the activity of radioiodine administration
- Hil91 Hilditch TE, Connell JMC, Davies DL, Watson WS, Alexander WD. *Radiological Protection guidance for radioactive patients - new data for therapeutical I-131, Nucl. Med Comm.* 1991; **12**: 485-495
- ICR87 International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 53, *Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals, Annals of the ICRP*, 18, 1-4 (1987)
- ICR91, ICRP Publication 60, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of the ICRP*, 21, 1-3 (1991)
- ICR96, Publication 72, *Age-dependent Doses to members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients; Annals of the ICRP*, 26 1 (1996)
- ICR96, ICRP Publication 74, *Conversion Coefficients for use in radiological protection against external radiation, Annals of the ICRP*, (in press) (1997)
- MIR75 MIRD-10, *Radionuclide decay schemes and nuclear parameters for use in radiation dose estimation, MIRD Pamphlet No 10, (1975), Society of Nuclear medicine, New York.*
- Laz95 *Guidelines for the use of radioiodine in the management of hyperthyroidism. Radioiodine Audit Subcommittee and the Research Unit of the Royal College of Physicians, summary by John H Lazarus. J Royal Coll Phys* 1995; **29**: 464-469
- ODo93 O'Doherty MJ, Kettle AG, Eustance CNP, Mountford PJ, Coakley AJ; *Radiation Dose rates from adult patients receiving I-131 therapy for thyrotoxicosis. Nucl Med Commun* 1993; **14**: 160-168
- Tho95 Thomson WH and Harding LK; *Radiation protection issues associated with nuclear medicine out-patients, Nucl Med Commun* 1995, **16**: 879-892

RESUME

Direktivet om fastsættelse af grundlæggende sikkerhedsnormer (96/29/EURATOM) samt direktivet om medicinsk bestråling (97/43/EURATOM) opstiller begge en række krav til beskyttelse af enkeltpersoner, som udsættes for medicinsk bestråling, når de hjælper eller støtter patienter, for så vidt det ikke er led i deres arbejde. I denne pjece diskuteres jod-131 terapi. Den tilvejebringer fysiske data om radionuklid, dens virkninger på mennesker, stiller forslag til udvikling af dosisbindinger for pårørende og nære venner til den behandlede person, samt for tredjepersoner. Den giver også læger en række relevante problemstillinger, som der skal tages højde for i behandlingen af patienter med jod-131, lige som den giver praktiske eksempler på den vejledning, der kan gives til patienter, pårørende og venner i, hvorledes de bedst kan forholde sig. Fire bilag giver mere detaljeret information om specifikke spørgsmål, der diskuteres i basisdokumentet.