

Kaliumjodidprophylaxe bei Kernkraftwerksunfällen

Information für Ärzte, Apotheker und Zivilschutzexperten

1. Einleitung

Kaliumjodid-Tabletten sind bei nuklearen Katastrophen als sicheres und wirksames Arzneimittel zum Schutz der Schilddrüse vor radioaktivem Jod und damit vor Schilddrüsenkrebs anerkannt.

Österreich hält zum Schutz von Kindern und Jugendlichen bei Reaktorunfällen seit 1990/91 ausreichende Kontingente an Kaliumjodidtabletten vorrätig.

Ab Ende Juni 2002 wird wiederum der planmäßige Austausch des bestehenden Kontingents durchgeführt. Aus diesem Anlass wird die vorliegende Information für Ärzte, Apotheker und Zivilschutzexperten bereitgestellt.

Sie beinhaltet einen allgemeinen Teil, der Sie mit den wesentlichen Informationen über Zweck und Modalitäten der Kaliumjodid-Prophylaxe vertraut macht, und einen technischen Anhang, der Ihnen Hintergrundinformationen zu detaillierten Fragestellungen bietet.

2. Das österreichische Bevorratungskonzept

Österreich hat das weltweit umfassendste Bevorratungskonzept für die Kaliumjodidprophylaxe. Es basiert auf den Empfehlungen der WHO und wird mit der neuen Bevorratungsaktion an die aktuelle Version dieser Empfehlungen angepasst.

a. Tabletten:

Wirksubstanz: Kaliumjodid (KJ)

Dosierung: Tabletten à 50 mg Jodid (J⁻), entspr. 65 mg KJ, mit Kreuzbruchrille, um alle Altergruppen mit einer Tablettengröße versorgen zu können.

Packungen: à 10 Tabletten zu je 50 mg J⁻, entspr. 65 mg KJ; Blisterpackung; Lichtschutz; Gebrauchsinformation mehrsprachig

Regulativer Status: In Österreich zugelassene Arzneispezialität

b. Dosierungsschemata, Tagesdosen:

Altersgruppe/ Personengruppe	Masse KJ mg	Masse J ⁻ mg	Anzahl Tabl. à 50 mg J ⁻ /65 mg KJ
Geburt bis unter 1 Monat	16	12.5 nur 1 Tagesdosis!	1/4
1 Monat bis unter 3 Jahre	32	25	1/2
3 Jahre bis unter 12 Jahre	65	50	1
12 Jahre und älter; Erwachsene	130	100	2
Schwangere, Stillende	130	100 nur 1 Tagesdosis!	2

c. Allgemeines Bevorratungskonzept:

1. Öffentliche (kostenlose) Bevorratung für die Zielgruppen:
0- bis unter 18-Jährige
Schwangere, Stillende
2. Möglichkeit der Eigenversorgung von 18- bis 40-jährigen mit zugelassenen KJ-Tabletten auf eigene Kosten.
3. Personen über 40 Jahre wird von der Verwendung von KJ-Tabletten abgeraten, da ein sehr geringes Schilddrüsenkrebsrisiko, jedoch ein erhöhtes Risiko von Nebenwirkungen der KJ-Tabletten besteht. Die Einnahme von KJ-Tabletten durch diese Altersgruppe ist nur bei extrem hoher Radiojodexposition sinnvoll, wenn deterministische (direkte) Strahlenschäden der Schilddrüse zu erwarten sind. Dies ist nach den gängigen Szenarien für Kernkraftwerksunfälle nur in der engsten Umgebung eines Reaktors - und damit nicht in Österreich - zu erwarten.
4. Kontingent für die Deckung des Bedarfs beim Bundesheer, bei Einsatzkräften, bei österreichischen Vertretungen im Ausland und für internationale Assistenzen.

d. Versorgungsschienen für die Zielgruppen (Kinder, Jugendliche, Schwangere, Stillende):

1. **Kostenlose Heimbevorratung für die Zielgruppen** aus dem Bundeskontingent; die Tabletten liegen für diese Zielgruppen kostenlos in den Apotheken und bei hausapothekenführenden Ärzten zur Abholung bereit.
2. **Lagerung eines größeren Kontingentes in Apotheken, bei hausapothekenführenden Ärzten und in Krankenanstalten**, um im Anlassfall auch Personenkreise ohne Heimbevorratung sicher und ohne Engpässe, die zu Panik führen könnten, versorgen zu können.
3. **Lagerung einer Tagesdosis für jedes Kind in Kindergärten, Horten und Schulen** (in Kinderheimen und Internaten Lagerung einer vollen Packung für jedes Kind). Die Schulen, Kindergärten etc. ermitteln den Bedarf ihrer Einrichtung und besorgen sich die Tabletten (nach vorheriger Vereinbarung) kostenlos bei einer Apotheke oder einem hausapothekenführenden Arzt
4. **Bundesreserve** für Nachlieferung an Apotheken, hausapothekenführende Ärzte und Krankenanstalten bei regionalem Mehrbedarf oder regional stark inhomogener Nachfrage, bei akutem regionalen Mehrbedarf im Anlassfall sowie für internationale Assistenzen.

3. Schilddrüsenkrebs als wesentliches Gesundheitsrisiko nach schweren Kernkraftwerksunfällen

Die Erfahrungen nach der Katastrophe von Tschernobyl haben gezeigt, dass die Häufigkeit von Schilddrüsenkrebs speziell bei Kindern und Jugendlichen in hochkontaminierten Gebieten Weißrusslands, der Ukraine und Russlands auch über Entfernungen von mehreren hundert Kilometern vom Unglücksreaktor etwa ab dem Jahr 1990 stark gestiegen ist.

Folgende Faktoren tragen zu einem derart erhöhten Risiko bei:

a. Freisetzung von radioaktivem Jod bei einem schweren Kernkraftwerksunfall

Bei einem nuklearen Zwischenfall (v.a. Kernkraftwerksunfall) können zahlreiche radioaktive Isotope in verschiedenem Ausmaß an die Umwelt abgegeben und mit den Luftmassen über weite Strecken verfrachtet werden.

Radioaktives Jod spielt dabei in der Regel eine wesentliche Rolle.

Eine Übersicht über die wichtigsten Radiojodnuklide, die bei Reaktorunfällen auftreten, findet sich im Anhang.

b. Aufnahme von radioaktivem Jod in den Körper

Radioaktives Jod wird im Gefolge eines Reaktorunfalls in erster Linie auf zwei Arten in den Körper aufgenommen:

- durch **Einatmen von Luft, die mit Radiojod kontaminiert ist** (in der Frühphase beim Durchzug der radioaktiven Wolke)
- durch **Einnahme von Lebensmitteln, die mit Radiojod kontaminiert sind** (vor allem Milch und Frischgemüse) in den ersten Tagen und Wochen nach einem Ereignis.

c. Physiologisches Verhalten von radioaktivem Jod

Mit der Luft eingeatmetes oder mit der Nahrung aufgenommenes radioaktives Jod wird rasch von den Lungen aufgenommen beziehungsweise im Darm resorbiert, gelangt ins Blut, wird in der Schilddrüse konzentriert und in die Schilddrüsenhormone eingebaut. Nicht in die Schilddrüse aufgenommenes Jod wird rasch über die Nieren (mit einer HWZ von ca. 6h) ausgeschieden. **Infolge der starken selektiven Anreicherung von Radiojod in der Schilddrüse kann es zu einer hohen Strahlenexposition dieses Organs kommen.**

d. Die hohe Strahlenempfindlichkeit der Schilddrüsen von Kindern und Jugendlichen

Die relative Häufigkeit von Schilddrüsenkarzinomen bei Kindern und Jugendlichen unter 15 Jahren, die in Weißrussland noch in den Jahren 1986 bis 1989 üblicherweise 0.1 – 0.3/100.000/Jahr betrug, stieg in den Jahren 1990 bis 1994 auf 1.2 – 3.5/100.000/Jahr an. In der Region Gomel, die am stärksten vom Fall-out betroffen war, stieg die Inzidenz Mitte der 90er Jahre teilweise auf das mehr als 100-fache der spontanen Rate von Schilddrüsenkarzinomen bei Kindern. In den hochbelasteten Regionen Weißrusslands, der Ukraine und Russlands sind bis Ende 1998 insgesamt ca. 1800 Schilddrüsenkrebsfälle bei Kindern und Jugendlichen beobachtet worden, von denen der weitaus größte Teil der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl zuzuschreiben ist, zumal die spontane Rate an derartigen Karzinomen in dieser Altersgruppe extrem gering ist. Über die Lebenszeit der als Kinder stark Exponierten wird mit 6.000 - 8.000 Schilddrüsenkrebsfällen gerechnet.

Es wurde auch festgestellt, dass ein großer Anteil dieser Karzinome ein aggressives, rasch zur Metastasierung führendes Wachstum aufwies. So lag bereits frühzeitig in 59-74% der Fälle eine Lymphknotenbeteiligung und in 7-24% eine Metastasierung in die Lunge vor; diese Metastasen waren zT. refraktär auf die Behandlung mit therapeutischen Dosen von ^{131}J .

Im Bereich der Schilddrüse selbst war die zu einem hohen Prozentsatz multizentrische Entstehung und das Vorliegen lymphozytärer Infiltrate als Zeichen einer begleitenden

Autoimmunthyreoiditis auffallend. Histologisch handelte es sich praktisch immer um differenzierte papilläre Karzinome.

Nach allen bisherigen Erkenntnissen sind Schilddrüsenkarzinome bei Kindern und Jugendlichen außerhalb der unmittelbaren Reaktorumgebung derzeit als der wesentliche gesundheitliche Schaden nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl anzusehen.

Dem Schutz der kindlichen Schilddrüse muss also ein besonders hoher Stellenwert eingeräumt werden.

4. Jodprophylaxe als effizienter Schutz vor der Aufnahme von radioaktivem Jod in die Schilddrüse

Das Risiko für das Auftreten eines strahlenbedingten Schilddrüsenkarzinoms kann im Anlassfall durch folgende 2 Maßnahmen verhindert bzw. stark vermindert werden:

1. durch die **Jod-Prophylaxe, d.h. die zeitgerechte Einnahme von Kaliumjodidtabletten**, welche die Aufnahme von radioaktivem Jod in die Schilddrüse blockiert.
2. Durch einen **wirksamen Inkorporationsschutz**, welcher die Aufnahme von Radiojod durch Inhalation und Ingestion in den Körper soweit als möglich verhindert. Dies geschieht hinsichtlich Inhalation zB. durch Aufenthalt in geschlossenen Räumen beim Durchzug der radioaktiven Wolke, im Extremfall durch Evakuierung, sowie hinsichtlich Ingestion durch Kontrollen in der Landwirtschaft und im Lebensmittelbereich, insbesondere von Milch, Babynahrung und Frischgemüse.

Stabiles Jod in Form der vorgesehenen KJ-Tabletten kann die Aufnahme von radioaktivem Jod in die Schilddrüse verhindern bzw. massiv hemmen.

Werden KJ-Tabletten **rechtzeitig in der vorgeschriebenen Dosierung** (s. o.) und auch ausreichend lange eingenommen, so wird die Aufnahme von Radiojod in die Schilddrüse blockiert. Das in den Körper gelangte radioaktive Jod kann dann nicht mehr in die Schilddrüse aufgenommen werden und wird rasch, v.a. über die Nieren ausgeschieden. Stabiles Jod blockiert die Aufnahme von radioaktivem Jod am wirksamsten, wenn es **kurz vor bis möglichst kurz nach einer Exposition** mit radioaktivem Jod eingenommen wird. In diesem Fall ist eine Reduktion der Aufnahme von radioaktivem Jod in die Schilddrüse um mehr als 99% möglich.

Aber selbst dann, wenn die Einnahme erst nach Beginn der Radiojod-Exposition erfolgt, ist Kaliumjodid noch gegen bereits mehrere Stunden vorher inkorporiertes Radiojod wirksam. Bei Einnahme der KJ-Tabletten 2 Stunden nach Exposition ist noch immer eine Reduktion der Aufnahme von radioaktivem Jod in die Schilddrüse um etwa 80%, bei Einnahme 6 Stunden nach der Exposition eine Reduktion um ca. 50% möglich. Bei länger dauernden Expositionen schützt die Einnahme von Kaliumjodid sowohl gegen bereits wenige Stunden vorher inkorporiertes radioaktives Jod (s.o.) als auch gegen Radiojod, das innerhalb der nächsten 24 Stunden aufgenommen wird. Im Allgemeinen ist eine Einzeldosis ausreichend, um einen Schutz für die Dauer des Durchzugs der radioaktiv kontaminierten Wolke zu gewährleisten, denn die Wirksamkeit einer empfohlenen KJ-Tagesdosis hält etwa 24 Stunden an.

Wenn die Freisetzung von radioaktivem Jod länger andauert, kann es vorkommen, dass die Einnahme von stabilem Jod über mehrere Tage fortgesetzt werden muss (ausgenommen sind Neugeborene, Schwangere und Stillende).

Die Gesundheitsbehörden geben im Anlassfall jeweils auch bekannt, ob die Einnahme von KJ-Tabletten über mehrere Tage erfolgen sollte.

5. Behördliche Aufforderung zur Einnahme der KJ-Tabletten

Die Informationen über die jeweils notwendigen Schutzmaßnahmen erfolgen über Rundfunk und Fernsehen.

Die Bevölkerung sollte daher im Falle einer nuklearen Notfallsituation nach dem Warnsignal sofort Radio und Fernseher einschalten, um über das Unfallgeschehen und die zu befolgenden Maßnahmen informiert zu sein. Die Aufforderung zur Einnahme der KJ-Tabletten wird im Anlassfall durch die Gesundheitsbehörden ausdrücklich bekannt gegeben.

Im Anlassfall wertet die Gesundheitsbehörde alle verfügbaren Daten und internationalen Meldungen bezüglich Unfallgeschehen, Freisetzung von radioaktiven Stoffen, meteorologischer Situation sowie Messergebnisse des Strahlenfrühwarnsystems und angeschlossener Messsysteme aus und berechnet die in Österreich zu erwartende Strahlenexposition der Schilddrüse für die einzelnen Altersgruppen der Bevölkerung. Aufgrund dieser Gesamtbeurteilung wird die Entscheidung über eine eventuelle Aufforderung zur Einnahme der KJ-Tabletten getroffen und der Öffentlichkeit bekannt gegeben. Die Behörde gibt auch bekannt, wie lange die KJ-Tabletten eingenommen werden sollten.

Die KJ-Tabletten sind keinesfalls eigenmächtig, sondern nur nach entsprechender öffentlicher Aufforderung durch die Behörden einzunehmen.

6. KJ-Prophylaxe und andere radioaktive Stoffe

Die Einnahme der KJ-Tabletten hilft nur gegen die Aufnahme von radioaktivem Jod durch die Schilddrüse und damit gegen Schilddrüsenkrebs.

Gegen die Auswirkungen anderer radioaktiver Stoffe oder gegen die Bestrahlung des Körpers von außen hilft die Einnahme der KJ-Tabletten nicht.

Allerdings hat sich nach den Erfahrungen von Tschernobyl das radiojodbedingte Schilddrüsenkrebsrisiko bei Kindern (außerhalb der unmittelbaren Umgebung des Reaktors) als das größte Gesundheitsrisiko herausgestellt.

Andere Schutzmaßnahmen wie das unverzügliche Aufsuchen geschlossener Räume, die eventuelle Notwendigkeit einer Dekontamination, wenn man sich beim Durchzug einer radioaktiven Wolke mit massivem Fallout im Freien aufgehalten hat oder strikte Nahrungsmittelkontrollen werden daher durch die Einnahme der KJ-Tabletten nicht überflüssig.

Die **Einnahme der KJ-Tabletten** ist also **ein wichtiger Teil von mehreren Schutzmaßnahmen**, die bei einem KKW-Unfall zu treffen bzw. vorzubereiten sind.

ANHANG

Spezifische Empfehlungen für die einzelnen Altersgruppen:

Wie auch bei anderen Medikamenten sind die durch die Einnahme von KJ-Tabletten zu erwartenden Vorteile den durch unerwünschte Nebenwirkungen möglichen Nachteilen gegenüberzustellen. Einerseits führt die Jodprophylaxe zu einer entscheidenden Verminderung der Strahlenexposition der Schilddrüse und damit zu einer wesentlichen Verminderung des Risikos für das spätere Auftreten eines Schilddrüsenkarzinoms, andererseits kann die Zufuhr von Jod zu einer vorübergehenden Unterfunktion der Schilddrüse bei Neugeborenen und Säuglingen und zur Auslösung einer Schilddrüsenüberfunktion bei älteren Erwachsenen führen. In Abhängigkeit vom Alter müssen Vorteile gegenüber Nachteilen der KJ-Prophylaxe abgewogen werden. Daher ist es notwendig, die Empfehlungen auf die spezifische Risiko/Nutzen-Situation der einzelnen Altersgruppen abzustimmen.

Aus den Erfahrungen mit der Verabreichung von Kaliumjodid an große Bevölkerungsgruppen in Polen nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl lassen sich die besten Rückschlüsse auf die Rate an möglichen Nebenwirkungen der Gabe von KJ ziehen. Dabei erhielten mehr als 10,5 Mill. Kinder und Jugendliche und 7 Mill. Erwachsene zumindest 1 Dosis an KJ (in Form einer Lugol'schen Lösung). **Generell kann gesagt werden, dass in Polen 1986 trotz breiter Anwendung von KJ nur milde und vorübergehende Nebenwirkungen beobachtet werden konnten.** Bei bis zu 2 % wurden in Polen milde gastrointestinale Irritationen beobachtet (vermutlich mitbedingt durch den schlechten Geschmack der in Polen verwendeten Lugol'schen Lösung). Durch die Verwendung von Tabletten und durch die Einnahme der Tabletten mit etwas Flüssigkeit oder mit einer kleinen Mahlzeit lassen sich diese Irritationen minimieren. Bei ca. 1 % wurden milde Rashes (vorübergehende flushartige Rötung des Gesichtes) beobachtet. Insgesamt wurden nur 2 allergische Reaktionen berichtet und zwar bei Erwachsenen, die eine bekannte Jodüberempfindlichkeit aufwiesen.

Neugeborene (Alter bis unter 1 Monat)

Neugeborene gehören zu den wichtigsten zu schützenden Personengruppen. Beim Neugeborenen ist ein besonders hohes Speichervermögen (Jod-Uptake) für Jod aufgrund des hohen TSH-Spiegels in den ersten beiden Wochen nach der Geburt festzustellen. Ferner ist die Schilddrüse des Neugeborenen klein (1.5-2 ml), sodass im Falle einer Exposition mit radioaktivem Jod die Radiojod-Konzentration in der Schilddrüse und somit die absorbierte Dosis für dieses Organ bei Inhalation bis zu 4 mal höher als beim Erwachsenen sein kann.

Andererseits ist die Schilddrüse des Neugeborenen wesentlich empfindlicher für das Auftreten des Wolff-Chaikoff Effekts¹ als beispielsweise die des Erwachsenen. Eine Überdosierung von stabilem Jod birgt daher das Risiko einer vorübergehenden (sub)klinischen Hypothyreose, was wegen des möglichen negativen Einflusses auf die Gehirnreifung unbedingt vermieden werden sollte. Daher ist gerade bei Neugeborenen die vorgesehene Dosierung unbedingt einzuhalten!

¹ Wolff-Chaikoff-Effekt: Bei stark erhöhter Jodidzufuhr kommt es durch Verminderung des organischen Einbaus von Jod in die Hormonvorstufen und durch verminderte Koppelung der Jodthyrosine zu einer vorübergehenden Hemmung der Schilddrüsen-Hormonsynthese. Trotz fortgesetzter Jodidzufuhr kann die reife Schilddrüse den Wolff-Chaikoff-Effekt durch eine autoregulatorische Beschränkung des Netto-Jodid-Influx in die Zelle überwinden. Beim Neugeborenen (und bei Feten im 3. Trimester, bei Teilresektion der Schilddrüse oder nach Radiojodtherapie) kann diese autoregulatorische Aufhebung des Wolff-Chaikoff-Effektes verzögert sein.

In Polen wurde 1986 nach der Gabe von KJ bei 0,37% der Neugeborenen (bei einer zT. höheren Dosierung von KJ) eine vorübergehende Erhöhung von TSH bei vermindertem fT4 beobachtet, was aber mit keinen Spätfolgen verbunden war. Um auch jedes theoretische Risiko auszuschließen, sind jedenfalls alle Neugeborenen nach einer KJ-Gabe klinisch und laborchemisch (TSH, fT4) zu überwachen und ggf. temporär mit Schilddrüsenhormon zu substituieren.

Empfohlene Vorgangsweise:

- Die behördliche Aufforderung zur Durchführung der KJ-Prophylaxe bei dieser Altersgruppe ist bereits bei der niedrigen Interventionsschwelle (s.u.) zu erwarten.
- Das altersspezifische radiojod-bedingte Schilddrüsenkrebsrisiko ist hoch.
- Die empfohlene Dosierung des KJ für diese Altersgruppe ist so niedrig gewählt, dass einerseits der Schutz der Schilddrüse vor Radiojod gewährleistet ist, andererseits das ev. Risiko einer Depression der Schilddrüsenfunktion minimiert wird. Die vorgesehene Dosierung (nur einmalige Gabe einer ¼ Tablette) ist daher genau einzuhalten.
- Eine Untersuchung der Schilddrüsenfunktion ist etwa 1 Woche nach der KJ-Prophylaxe angezeigt. Untersucht werden sollten die Parameter TSH und fT4. Ist TSH erhöht ($>15 \mu\text{U/ml}$) und fT4 (weniger als 1.2 ng/dl) erniedrigt, so sollte eine intermittierende Schilddrüsen-Hormontherapie erfolgen.

Säuglinge, Kleinkinder, Kinder und Jugendliche (1 Monat bis unter 18 Jahre)

Die Schilddrüse bei Angehörigen dieser Altersgruppe ist kleiner als diejenige Erwachsener (1-2 Jährige: 2-3 ml, 7-10 Jährige: 6 ml, 15-18 Jährige: 15 ml). Die gegenüber dem Erwachsenen kleinere Schilddrüsenvolumen führt dazu, dass bei Exposition mit radioaktivem Jod die Jod-Konzentration in der Schilddrüse und somit die absorbierte Strahlendosis wie beim Neugeborenen deutlich höher als beim Erwachsenen sein kann. Bei vergleichbarer Radiojod-Exposition kann die Schilddrüsendosis in dieser Altersgruppe bei Inhalation bis zum 4-fachen, bei Ingestion bis zum 10-fachen der absorbierten Dosis des Erwachsenen betragen. Dazu kommt noch eine deutlich erhöhte Strahlensensibilität. Gerade jüngere Kinder weisen nach den Erfahrungen von Tschernobyl ein deutlich erhöhtes Schilddrüsenkrebsrisiko auf.

Die Aufnahme an radioaktivem Jod durch die Nahrung ist bei den jungen Individuen dieser Personengruppe ebenfalls in Betracht zu ziehen (Muttermilch, Milchkonsum) und erfordert primär Maßnahmen bei der Lebensmittelkontrolle.

Die Gefahr einer Depression der Schilddrüsenfunktion durch die Gabe von stabilem Jod ist in dieser Altersgruppe äußerst gering. Die Möglichkeit, eine Hyperthyreose auszulösen, ist bei dieser Personengruppe ebenfalls äußerst gering. Das Vorliegen von Kontraindikationen ist äußerst selten.

Empfohlene Vorgangsweise:

- Bei dieser Altersgruppe ist im Anlassfall der Nutzen der KJ-Prophylaxe sehr hoch und das Risiko von Nebenwirkungen extrem gering. Eine Jodprophylaxe zum Schutz der Schilddrüse vor übermäßiger Strahlenexposition ist in dieser Altersgruppe besonders wichtig, um die Entstehung von Schilddrüsenkarzinomen hinten zu halten. Die behördliche Aufforderung zur

Jodprophylaxe ist daher bereits bei Erreichen der niedrigen Interventionsschwelle (s.u.) zu erwarten.

- Eine Unterteilung in die Altersgruppen Kleinkinder (1 Monat bis unter 3 Jahre), Kinder (3 bis unter 12 Jahre) und Jugendliche (12 Jahre bis unter 18 Jahre) muss getroffen werden, um eine differenzierte Dosierung der KJ-Prophylaxe zu ermöglichen.
- Bei protrahierter Freisetzung von radioaktivem Jod soll die KJ-Prophylaxe nach entsprechender Aufforderung durch die Behörde fortgesetzt werden.

Schwangere

Hier ist jeweils die physiologische Situation der Schwangeren und des Feten über verschiedene Phasen der Gestation zu beachten.

Im **1. Schwangerschaftsdrittel** steht die mütterliche Schilddrüse unter einer erhöhten physiologischen Stimulation. Dies führt zu einer erhöhten Radiojodaufnahme in die mütterliche Schilddrüse. Die fetale Schilddrüse beginnt erst nach der 12. SSW Jod zu konzentrieren, sodass in diesem Trimenon nicht mit einer Strahlenbelastung des Feten zu rechnen ist. Damit ist die Wirkung der Jodprophylaxe im 1.

Schwangerschaftsdrittel auf die Mutter beschränkt.

Im **2. Schwangerschaftsdrittel** reifen der Hypothalamus und die Hypophyse des Feten in solchem Maße, dass die kindliche Schilddrüse in der Lage ist, den Organismus mit Schilddrüsenhormonen selbst zu versorgen. Die im 2.

Schwangerschaftsdrittel messbaren Konzentrationen an Schilddrüsenhormon beim Fetus stammen daher nahezu ausschließlich von der fetalen Schilddrüse. Da aber Jodid und somit auch Radiojod die Placentarschranke frei passieren kann, ist eine Aufnahme von radioaktivem Jod durch die fetale Schilddrüse zu beachten.

Im **3. Schwangerschaftsdrittel** nimmt die Produktion der Schilddrüsenhormone durch die fetale Schilddrüse stetig zu. Damit ist auch eine erhöhte Radiojodaufnahme durch die fetale Schilddrüse möglich. In dieser Zeit ist jedoch die fetale Schilddrüse besonders empfindlich gegen eine übermäßige Jod-Zufuhr, wobei es über den sogenannten Wolff-Chaikoff Effekt zu einer intrauterinen und/oder postnatalen Unterfunktion kommen kann. Daher sollte nach der Empfehlung der WHO bei Überschreiten der Interventionsschwelle in der Schwangerschaft nur eine Tagesdosis an KJ verabreicht werden.

Außerdem sollte das Kind nach der Geburt eingehend bezüglich der Schilddrüsengröße und der Schilddrüsenfunktion untersucht werden.

Empfohlene Vorgangsweise:

- Die Aufforderung zur KJ-Prophylaxe bei Schwangeren ist nur zu erwarten, wenn die Interventionsschwelle für junge Erwachsene (s.u.) überschritten wird.
- Schwangere sollten nach entsprechender behördlicher Aufforderung nur einmalig eine Tagesdosis einnehmen. Diese Tagesdosis von KJ entspricht jener von jungen Erwachsenen (2 Tabl. à 65 mg KJ).
- Bei KJ-Gabe während der Schwangerschaft sollte das Kind ca. 1 Woche nach der Geburt klinisch, laborchemisch (TSH, fT4) und mittels Ultraschall (Schilddrüsengröße) untersucht werden. Ist TSH erhöht und fT4 erniedrigt, so sollte eine intermittierende Schilddrüsen-Hormontherapie erfolgen.

Stillende Mütter

Die Situation von Mutter und Kind ist getrennt zu betrachten. KJ und radioaktives Jod können in die Muttermilch sezerniert werden. Der Säugling kann daher neben der Inhalation von radioaktivem Jod einer zusätzlichen Radiojodbelastung durch die Muttermilch ausgesetzt sein. Bei Gabe von KJ an die stillende Mutter bekommt der Säugling andererseits zusätzlich zu seiner eigenen Tagesdosis an KJ auch noch stabiles Jod über die Muttermilch.

Empfohlene Vorgangsweise:

- Die behördliche Aufforderung zur Durchführung der KJ-Prophylaxe beim gestillten Neugeborenen bzw. gestillten Säugling (in altersentsprechender Dosierung!) ist bei Überschreiten der unteren Interventionsschwelle zu erwarten.
- Die Aufforderung zur KJ-Prophylaxe bei der stillenden Mutter selbst ist erst bei Überschreiten der Interventionsschwelle für junge Erwachsene zu erwarten.
- Die Stillende soll nach behördlicher Aufforderung nur 1 Tagesdosis KJ-Tabletten einmalig einnehmen. Diese Tagesdosis von KJ entspricht jener von jungen Erwachsenen (2 Tabl. à 65 mg KJ).
- Da bei Durchführung der KJ-Prophylaxe bei der stillenden Mutter das Neugeborene/der Säugling selbst und über die Muttermilch stabiles Jod erhält, ist auch hier vorsorglich eine Untersuchung der Schilddrüsenfunktion gestillter Neugeborener/Säuglinge nach der KJ-Prophylaxe angezeigt. Untersucht werden sollten die Parameter TSH und fT4. Ist TSH erhöht und fT4 erniedrigt, so sollte eine intermittierende Schilddrüsen-Hormontherapie erfolgen.

Erwachsene bis unter 40 Jahre

Die Schilddrüse von Erwachsenen ist größer als die von Kindern (18-25 ml). Die absorbierte Dosis für die Schilddrüse ist bei Inhalation und Ingestion bei vergleichbarer Exposition gegenüber Radiojod demgemäß geringer als bei Kindern. Die Erfahrungen nach Tschernobyl zeigen, dass das Schilddrüsenkrebsrisiko bei Erwachsenen bislang deutlich geringer als bei Kindern war.

Bei Gabe von stabilem Jod ist die erwartbare Komplikationsrate höher als bei Kindern, da latente Hyperthyreosen wegen des häufigeren Vorkommens einer Autonomie oder einer Immunhyperthyreose in diesem Lebensalter manifest werden können. Die KJ-Prophylaxe ist bei dieser Altersgruppe daher erst bei höheren Radiojod-Belastungen sinnvoll, um eventuelle deterministische Strahlenschäden zu verhindern und gleichzeitig stochastische Strahlenschäden zu minimieren.

Empfohlene Vorgangsweise:

- Die Aufforderung zur Einnahme der KJ-Tabletten in dieser Altersgruppe ist bei Erreichen der Interventionsschwelle für junge Erwachsene zu erwarten.

Erwachsene über 40 Jahre

In dieser Altersgruppe liegt der Häufigkeitsgipfel der meisten Schilddrüsenerkrankungen. Insbesondere trifft dies auf Frauen und auf die Bevölkerung in Jodmangelgebieten zu. In dieser Altersgruppe ist (besonders in Jodmangelgebieten) das Auftreten von Autonomen (unifokal, multifokal, disseminiert) und von latenten Hyperthyreosen im Rahmen von Autoimmunhyperthyreosen häufig. Die Zufuhr von stabilem Jod kann hier eine latente Hyperthyreose leicht manifest werden lassen. Die Zahl der Nebenwirkungen einer KJ-Prophylaxe steigt bei dieser Altersgruppe besonders in Jodmangelgebieten.

Das Auftreten eines strahlenbedingten Schilddrüsenkarzinoms wird andererseits in dieser Altersgruppe angesichts der wesentlich geringeren Strahlensensibilität und der langen Latenzzeit unwahrscheinlich. Die Einnahme von KJ-Tabletten durch diese Altersgruppe ist nur bei extrem hoher Radiojodexposition sinnvoll, wenn deterministische (direkte) Strahlenschäden der Schilddrüse zu erwarten sind. Dies ist nach den gängigen Szenarien für Kernkraftwerksunfälle nur in der engsten Umgebung eines Reaktors (und daher nicht in Österreich) zu erwarten.

Hier sollte daher restriktiv vorgegangen werden und die KJ-Prophylaxe, wenn überhaupt, nur bei sehr hohen Belastungen und nur an Personen durchgeführt werden, bei denen sicher ist, dass keine kompensierte Autonomie bzw. keine latente Hyperthyreose vorliegt. Dies könnte in Einzelfällen auf Einsatzpersonal (s.u.) mit einsatzbedingt besonders hoher Strahlenexposition zutreffen.

Empfohlene Vorgangsweise:

- **Die KJ-Prophylaxe wird in dieser Altersgruppe nicht empfohlen!**
- Einsatzpersonal: siehe unten!

Einsatzpersonal

Dieses setzt sich aus Angehörigen der Feuerwehr, des Bundesheeres, der Rettungsdienste, sonstiger Einsatzorganisationen sowie aus Freiwilligen zusammen, die bei einem Anlassfall bei ihrer Tätigkeit (ev. unvermeidlicher Aufenthalt im Freien bei Durchzug der radioaktiven Wolke, erhöhte Atemrate bei körperlicher Tätigkeit während des Einsatzes) in lokalen Extremfällen einer höheren Dosisbelastung ausgesetzt sein können.

Empfohlene Vorgangsweise:

- Eine Prophylaxe ist im Einsatzfall - bei Fehlen von Kontraindikationen - bei allen Personen bei zu erwartendem Überschreiten der Interventionswerte für junge Erwachsene indiziert. Hier werden neben allgemeinen behördlichen Aufforderungen Entscheidungen der lokalen Einsatzzentralen unter Berücksichtigung der spezifischen Einsatzsituation eine besondere Rolle spielen.
- Eine Untersuchung der Schilddrüsenfunktion nach dem Einsatz sowie eine entsprechende, längere medizinische Überwachung nach hohen individuellen Dosisbelastungen kann notwendig sein.

Nebenwirkungen

1. Unmittelbare Nebenwirkungen bei der Einnahme:

Leichte Reizung der Magenschleimhaut, wenn die Tabletten auf nüchternen Magen eingenommen werden. Die Tabletten sollten daher in etwas Flüssigkeit aufgelöst oder mit einer kleinen Mahlzeit eingenommen werden.

Nach den Erfahrungen in Polen 1986 wurden diese Irritationen bei bis zu 2% beobachtet, wobei diese vermutlich durch den schlechten Geschmack der in Polen verwendeten Lugol'schen Lösung mitbedingt war. Durch die Verwendung von KJ-Tabletten und durch die Einnahme mit etwas Flüssigkeit bzw. mit einer kleinen Mahlzeit lässt sich die Häufigkeit dieser Irritationen minimieren.

2. Schilddrüsenbezogene Nebenwirkungen:

2.1. Induktion einer Hyperthyreose.

Bei Vorliegen bestimmter Vorerkrankungen der Schilddrüse (wie unifokale, multifokale oder disseminierte Autonomie oder bei einer Autoimmunhyperthyreose vom Typ Basedow, die im Anfangsstadium oft funktionsmäßig mit einer klinisch symptomarmen latenten Hyperthyreose vergesellschaftet ist, kann es durch die erhöhte Jod-Zufuhr zur Auslösung einer manifesten Hyperthyreose kommen. Bei Vorliegen einer Autoimmunhyperthyreose kann dies in seltenen Fällen sogar zu einer thyreotoxischen Krise führen.

2.2. Induktion einer Hypothyreose

Bei Neugeborenen, Kleinkindern oder bei Personen mit vorübergehend reduzierter Adaptationsfähigkeit der Schilddrüse, wie dies unmittelbar nach einer Strumektomie oder nach einer Radiojodtherapie der Fall sein kann, kann eine Hypothyreose ausgelöst werden.

3. Nicht schilddrüsenbezogene Nebenwirkungen:

3.1. Überempfindlichkeitsreaktionen und vasculäre Reaktionen

Angioödem
Urticaria

3.2. Haut- und Schleimhautreaktionen

Milder rash (vorübergehende flushartige Rötung des Gesichts; in Polen 1986 ca. 1%)
Jodakne
Erythem
Exacerbation bestimmter Hauterkrankungen
Gingivitis
Conjunctivitis
Rhinitis
vermehrte Bronchialsekretion

3.3. Jodidmumps

Kontraindikationen

Die Kontraindikationen für eine Einnahme von stabilem Jod sind:

- Bekannte Überempfindlichkeit gegen Jod
- Jododerma tuberosum (dunkelrote, runde, schwammig weiche Hautveränderungen mit geschwürartiger, verkrusteter Oberfläche),
- Dermatitis herpetiformis (chronisch wiederkehrende Hauterkrankung mit herpesähnlicher Blasenbildung, Ausschlag und brennendem Juckreiz)
- Bekannte Überempfindlichkeit gegen sonstige Bestandteile des Präparates
- Frühere oder derzeitige Erkrankungen der Schilddrüse (zB. Hyperthyreose, Autonomie, Immunthyreoiditis)
 - Hypokomplementämische Vasculitis

Besondere Warnhinweise:

Besondere Vorsicht ist geboten bei Personen mit

- Asthma bronchiale
- Herzinsuffizienz
- Nierenfunktionsstörungen
- Autoimmunkrankheiten.

Interventionsschwellen:

In Abhängigkeit von der zu erwartenden Strahlenexposition der Schilddrüse für die einzelnen Personengruppen ist die behördliche Aufforderung zur Einnahme der KJ-Tabletten bei folgenden Richtwerten (Interventionsschwellen) zu erwarten:

**Ab einer zu erwartenden, vermeidbaren absorbierten Dosis von mehr als 10 mGy für die Schilddrüse:
Neugeborene, Säuglinge, Kinder, Jugendliche**

**Ab einer zu erwartenden absorbierten Dosis von mehr als 100 mGy für die Schilddrüse:
Erwachsene bis 40 Jahre, Schwangere, Stillende, Einsatzkräfte**

**Bei einer zu erwartenden absorbierten Dosis von mehr als 500 mGy für die Schilddrüse:
Erwachsene über 40 Jahre**

PHYSIKALISCHE HALBWERTSZEITEN WICHTIGER RADIOJODISOTOPE:

Nuklid	Physikalische Halbwertszeit
¹³¹ J	8,04 d
¹³² J	2,3 h
¹³³ J	20,8 h
¹³⁵ J	6,61h