

## **Jodmerkblatt 2**

### **Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem kerntechnischen Unfall.**

#### **Merkblatt für Ärzte**

#### **Vorbemerkungen:**

Die für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden bevorraten Jodtabletten, um diese bei Bedarf an die Bevölkerung auszugeben, sofern sie nicht schon unter bestimmten Voraussetzungen vorher an die Haushalte verteilt wurden. Eine Tablette enthält 130 mg Kaliumjodid (KI) entsprechend 100 mg Jodid. Das vorliegende Merkblatt soll den Arzt über die wesentlichen, mit einer Jodblockade der Schilddrüse zusammenhängenden Probleme informieren. Auf das Merkblatt für die Bevölkerung zur Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem kerntechnischen Unfall wird in diesem Zusammenhang verwiesen.

#### **Warum eine Blockade der Schilddrüse?**

Zu den Spaltprodukten, die beim Betrieb von Kernreaktoren entstehen, gehören die verschiedenen radioaktiven Isotope des Jods. Sie nehmen wegen der biologischen Besonderheit des Jods, nämlich seinen Einbau in die Schilddrüsenhormone, eine Sonderstellung ein. Da bei den in Kernreaktoren vorhandenen Temperaturen das Jod in gasförmigem Zustand vorliegt, muß bei Unfällen unter ungünstigen Umständen mit der Abgabe von radioaktivem Jod in die Luft gerechnet werden. Dieses radioaktive Jod wird sich zum größten Teil auf dem Boden und auf die Pflanzen niederschlagen. Von dort kann es mit den Nahrungsmitteln, insbesondere mit der Milch, in den Menschen gelangen.

Bei einem kerntechnischen Unfall kann radioaktives Jod mit der Atemluft aufgenommen und in den Lungen resorbiert werden. Nach der Resorption verhält sich das radioaktive Jod genauso wie stabiles Jod.

Es kommt zu einer Verteilung im Extravasalarraum, von dort zu einer vorübergehenden Anreicherung in den Speicheldrüsen und in der Magenschleimhaut und insbesondere zu einer langanhaltenden Speicherung in der Schilddrüse. Das Ausmaß der Speicherung in der Schilddrüse hängt von ihrem Funktionszustand ab, beim Euthyreoten insbesondere vom Jodangebot in der Nahrung, Je geringer das Jodangebot in der Nahrung, desto höher die prozentuale Speicherung in der Schilddrüse. Im Jodmangelgebiet Deutschland liegt die alimentäre Jodaufnahme im allgemeinen unter 70 µg/Tag, daher wird bei einem Euthyreoten mehr als 50 % des resorbierten radioaktiven Jods in der

Schilddrüse gespeichert. In Ländern mit ausreichender Jodversorgung ist die Aufnahme radioaktiven Jods um den Faktor 2 – 3 geringer.

Ziel der Jodblockade ist die Verhinderung von strahleninduzierten Schilddrüsenkarzinomen. Kinder sind besonders gefährdet.

#### **Wann ist die Jodblockade angezeigt?**

Eine Jodblockade der Schilddrüse ist nur dann zu erwägen, wenn nach der Lagebeurteilung tatsächlich eine erhebliche Freisetzung radioaktiven Jods befürchtet werden muß. Nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl sind bei der Bevölkerung teilweise hohe Schilddrüsendosen durch die Jodinkorporation aufgetreten. Besonders zeigte sich dies bei Kindern, die jünger als 4 Jahre alt waren; deshalb sollte der Schutz von Kindern bei der Durchführung der Jodblockade im Vordergrund stehen.

Eine Radiojod-Freisetzung eines Ausmaßes, das eine Jodblockade für die Bevölkerung als zweckmäßig erscheinen läßt, wird in der Regel rechtzeitig erkannt. Daher kann mit einer Vorwarnzeit von Stunden bis Tagen gerechnet werden, in der die Behörde auf Grund ihrer Informationen und der Beurteilung der Lage die erforderlichen Anweisungen geben kann.

Es ist erforderlich, die Patienten darauf hinzuweisen, daß es nutzlos und sogar schädlich wäre, wenn sie eine Jodblockade aus eigener Initiative, d. h. ohne Aufforderung durch die Behörden, durchführen würden. Sie würden sich nur unnötig dem Risiko von Nebenwirkungen aussetzen.

#### **Ist eine Blockade der Schilddrüse bei Schwangeren und Stillenden zulässig?**

Feten nehmen etwa ab der 12. Schwangerschaftswoche Jod in der Schilddrüse auf. Ab dem 6.-9. Monat ist die Jodspeicherung in der fetalen Schilddrüse erheblich. Damit ist auch die Notwendigkeit einer Blockade der Schilddrüse des älteren Feten gegeben, die über die Jodgabe an die Schwangere ohne Erfordernis einer besonderen Dosisanpassung erfolgt.

Die empfindliche fetale Schilddrüse kann gelegentlich einen Jodkropf mit Hypothyreose bilden. Die Hypothyreose wird mit Hilfe des am 5. Lebensstag routinemäßig erfolgenden TSH-Screenings erkannt und entsprechend behandelt.

Jod wird während der Stillzeit in individuell unterschiedlicher Menge in die Muttermilch abgegeben. Da hierdurch eine ausreichende Jodblockade beim gestillten Kind nicht gewährleistet ist, sollen auch Neugeborene bzw. Säuglinge Jodtabletten (s. Dosierungsscheme) erhalten.

Frauen, die während der Schwangerschaft und Stillzeit mit hohen Dosen Jod behandelt worden sind, sollten darauf hingewiesen werden, dies dem Geburtshelfer und dem Kinderarzt mitzuteilen, damit dieser beim Neugeborenen besonders auf mögliche Schilddrüsenfunktionsstörungen achtet.

### Wie wird eine Blockade der Schilddrüse gegenüber radioaktivem Jod durchgeführt?

Die Speicherung von Radiojod in der Schilddrüse kann beim Erwachsenen dadurch verhindert werden, daß vor Aufnahme des Radiojods eine größere Menge von stabilem (nicht radioaktivem) Jodid in hohen Einzeldosen (um 100 mg) verabreicht wird. Durch dieses erhöhte Angebot an stabilem Jod wird wegen der begrenzten Aufnahmefähigkeit der Schilddrüse nur ein kleiner Bruchteil des resorbierten radioaktiven Jods gespeichert. Das nicht gespeicherte Jod wird mit einer biologischen Halbwertszeit von etwa 6 Stunden ausgeschieden.

Da die Speicherkurve der Schilddrüse am Anfang sehr steil verläuft, ist die Jodblockade dann am wirksamsten, wenn das stabile Jod kurz vor der Resorption des radioaktiven Jods im Organismus vorhanden ist. Aber auch in den ersten Stunden nach Aufnahme des Radiojods wird noch eine Reduktion der Speicherung erreicht (Jodgabe nach einer Stunde – Reduktion um ca. 80 %, Jodgabe nach zwei Stunden – Reduktion um ca. 50 %). Im Gegensatz dazu hat die Verabreichung von stabilem Jodid später als 8 Stunden nach abgeschlossener Inhalation oder Ingestion keinen erheblichen Einfluß mehr auf die Speicherung und damit auf die Strahlenbelastung der Schilddrüse durch das radioaktive Jod. Werden hohe Dosen von stabilem Jod später als 24 Stunden nach Inkorporation eingenommen, verlängert sich sogar die Verweildauer des Radiojods. Deshalb sollte die Einnahme von Jodtabletten nach diesem Zeitpunkt nicht mehr durchgeführt werden.

### Wie ist Kaliumjodid zu dosieren?

Neben dem Zeitpunkt der Verabreichung ist die Menge des stabilen Jods entscheidend für die Reduktion der Speicherung radioaktiven Jods. Da es wichtig ist, daß die Blockade möglichst vollständig ist, muß anfänglich eine hohe Plasmakonzentration an stabilem Jodid erreicht werden. Dies wird bei Erwachsenen durch die Dosis von 130 mg Kaliumjodid erreicht, ohne daß im allgemeinen Unverträglichkeiten von seiten des Magens zu befürchten sind, wenn die Einnahme nicht auf nüchternen Magen erfolgt.

Eine Verringerung der Dosis reduziert eventuelle Nebenwirkungen nicht, eine Erhöhung wäre nicht schädlich, erbringt aber keine weitere nennenswerte Verringerung der Strahlenbelastung.

Das folgende Dosierungsschema wird empfohlen:

| Personengruppe | Tagesgabe in mg Jodid | Tagesgabe in mg Kaliumjodid | Tabletten a 130 mg Kaliumjodid |
|----------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| < 1 Monat      | 12,5                  | 16,25                       | 1/8                            |
| 1 – 36 Monate  | 25                    | 32,5                        | ¼                              |
| 3 – 12 Jahre   | 50                    | 65                          | ½                              |
| 13 – 45 Jahre  | 100                   | 130                         | 1                              |
| > 45 Jahre     | 0                     | 0                           | 0                              |

Jodtabletten sind nur nach Aufforderung durch die zuständige Behörde einzunehmen. Schwangere und Stillende erhalten die gleiche Joddosis wie die Gruppe der 13 bis 45jährigen. Im Regelfall ist eine einmalige Einnahme der Jodtabletten ausreichend. Im Ausnahmefall kann die zuständige Behörde eine weitere Tabletteneinnahme empfehlen. Neugeborene, die jünger als ein Monat sind, sollen in jedem Fall nur eine einmalige Jodgabe erhalten. Die Einnahme von Kaliumjodid sollte möglichst nicht auf nüchternen Magen erfolgen. Die Einnahme kann – vor allem für Kinder – durch Auflösen der Tablette in einem Getränk, z. B. Wasser oder Tee, erleichtert werden. Die Lösung ist jedoch nicht haltbar und muß sofort getrunken werden. Für Säuglinge bis zum 1. Lebensmonat sollte ein Viertel einer Tablette in Tee aufgelöst und nur die Hälfte des Getränkes verabreicht werden; der Rest ist wegzuschütten.

### Welche gesundheitliche Risiken birgt die Jodblockade der Schilddrüse?

Personen mit einer bekannten Überempfindlichkeit gegen Jod (sehr seltene Erkrankungen, wie echte Jodallergie, Dermatitis herpetiformis Duhring, Jododerma tuberosum, hypokomplementämische Vaskulitis, Myotonia congenita) dürfen keine Jodtabletten einnehmen. Jodtabletten können selten auch zu Hautausschlägen, Gewebswassereinsparungen, Halsschmerzen, Augentränen, Schnupfen, Speicheldrüsenanschwellungen und Fieber führen.

In sehr seltenen Fällen können sich Zeichen einer Überempfindlichkeit gegen Jod (echte Jodallergie), z. B. Jodschnupfen oder Jodexanthem, bemerkbar machen. Die Möglichkeit einer Jodintoleranz sollte nicht überbewertet werden. Die Jodresorption kann durch Magenspülung mit Stärkelösung (30 g auf 1 Liter solange, bis Blaufärbung verschwindet) oder

mit 1 – 3 % Natriumthiosulfatlösung gehemmt werden. Zur beschleunigten Ausscheidung sind die Gabe von Glaubersalz und eine forcierte Diurese zu empfehlen. Ein möglicher Schock sowie Wasser- und Elektrolytstörungen sind üblicher Weise zu behandeln.

Bei Vorerkrankungen der Schilddrüse, auch wenn sie bis dahin asymptomatisch verliefen (insbesondere bei Knotenkröpfen mit funktioneller Autonomie), kann eine Hyperthyreose innerhalb von Wochen bis Monaten nach Jodgabe ausgelöst werden.

Umgekehrt neigen besonders Neugeborene und Säuglinge bei länger dauernder Jodverabreichung zur Hypothyreose.

Aufgrund des geringen Risikos der Karzinominduktion durch Radiojod bei älteren Menschen und einer zunehmenden Häufigkeit funktioneller Autonomien mit Krankheitswert bei fortschreitendem Lebensalter, soll die Jodblockade bei über 45jährigen nicht durchgeführt werden

#### **Auslösung einer Hyperthyreose:**

Eine gesunde Schilddrüse verfügt über mehrere Regulationsmechanismen, um ein Überangebot von Jod ohne eine schädliche Steigerung der Produktion von Schilddrüsenhormonen zu tolerieren. Der Pathomechanismus, über den ein erhöhtes Jodangebot zur klinisch manifesten Hyperthyreose führt, ist noch nicht restlos geklärt. Es ist jedoch bekannt, daß dieser Übergang in eine Hyperthyreose vorwiegend in Struma-Endemiegebieten mit einer hohen Prävalenz der funktionellen Autonomie auftritt.

Mit dieser Möglichkeit der Auslösung einer Hyperthyreose muß deshalb in der Bundesrepublik Deutschland bei hoher Jodzufuhr gerechnet werden.

Grundlage für die Entstehung einer Hyperthyreose können sein:

1. Autoimmunhyperthyreose (M. Basedow),
2. Funktionelle Autonomie
  - unifokal/multifokal („autonomes Adenom“),
  - disseminiert.

Alle drei Schilddrüsenerkrankungen können auch latent ohne klinische Hyperthyreosezeichen bestehen.

#### **Kontraindikationen gegen Jodblockade der Schilddrüse:**

In der Literatur gelegentlich genannte, jedoch unbegründete Kontraindikationen sind Herzinsuffizienz und die verschiedenen Formen der Tuberkulose. Auch Schwangerschaft und Stillzeit

sowie Hypothyreosen und Thyreoiditiden werden genannt, stellen jedoch keine Kontraindikationen dar.

Die Jodabgabe muß bei bekannter Jodallergie unterbleiben. Diese ist nicht zu verwechseln mit einer Unverträglichkeitsreaktion bzw. Allergie gegen Röntgenkontrastmittel, die meist nicht durch das darin enthaltene Jod verursacht wird.

Patienten mit den sehr seltenen Erkrankungen echte Jodallergie, Dermatitis herpetiformis Duhring, jododerma tuberosum, hypokomplementämische Vaskulitis, Myotonia congenita dürfen auf keinen Fall Jod einnehmen.

Unter Behandlung stehende Patienten mit Hyperthyreose müssen neben der Einnahme von Jod ihre Behandlung meist unverändert weiterführen. Alle hyperthyreoten Patienten – ob unter Behandlung oder unbehandelt –, sind nach Beendigung der Notfallsituation mit Jodgabe in kurzfristigen Abständen mittels Hormonanalysen ärztlich zu überwachen.

#### **Möglichkeiten der Schilddrüsenblockade durch andere Medikation:**

Da durch die Blockade die Speicherung von radioaktivem Jod in der Schilddrüse möglichst weitgehend verhindert werden soll, eignet sich neben Jod am besten Perchlorat, das die Aufnahme von Jod kompetitiv hemmt, z. B. Natriumperchlorat als Irenat.

Es empfiehlt sich für Erwachsene folgende Dosierung:

Natriumperchlorat als Irenat

- am ersten Tag 60 Tropfen, anschließend über 7 Tage alle 6 Stunden 15 Tropfen.

Kontraindikationen, wie Überempfindlichkeitsreaktionen (Agranulozytose) und schwere Leberschäden, sind zu beachten.

Da die Jodblockade durch Jodid effektiver ist als durch Perchlorat, sollte letzteres nur dann benutzt werden, wenn hohe Jodgaben kontraindiziert sind.