

WPŁYW JODU NA FUNKCJĘ TARCZYCY

Opracowanie:

dr n. med. Joanna Świrska

dr hab. n. med. Agnieszka Zwolak

Oddział Endokrynologiczny z Zakładem Medycyny Nuklearnej

Centrum Onkologii Ziemi Lubelskiej w Lublinie;

Katedra Interny z Zakładem Pielęgniarstwa Internistycznego,

Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Rola jodu w organizmie – informacje podstawowe

Jod jest pierwiastkiem śladowym koniecznym do produkcji hormonów tarczycy – tyroksyny oraz trijodotyroniny; stanowi ponad 50% ciężaru każdego z tych hormonów.

Powstałe z jodu hormony tarczycy warunkują prawidłowy rozwój w okresie płodowym i w okresie dzieciństwa. Odpowiedzialne są za rozwój psychomotoryczny, w tym za rozwój ośrodkowego układu nerwowego oraz wzrastanie kości na długość. Zapewniają prawidłowy przebieg dojrzewania płciowego. Niedobór jodu w okresie płodowym może spowodować nieodwracalne uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego. Hormony tarczycy regulują metabolizm białek, lipidów i węglowodanów, nasilają termogenezę, wpływają na układ sercowo-naczyniowy. Jod jest silnym przeciwutleniaczem, działa ochronnie w stanach zapalnych. Podnosi się rolę odpowiedniego zaopatrzenia organizmu w jod dla prawidłowej funkcji układu immunologicznego.

Metabolizm jodu w organizmie

Do organizmu jod dostaje się z pokarmem i wchłaniany jest w żołądku oraz jelicie cienkim. Większość wchłoniętego jodu gromadzi się w sposób aktywny w tarczycy dzięki przezbłonowemu białku – transporterowi sodowo-jodkowemu (*Na/I symporter* – NIS) znajdującemu się w błonie podstawnej komórki tarczycy – tyreocyta. Wewnątrz-tarczycowa pula jodu zmagazynowana w formie hormonów tarczycy oraz jodowanych tyrozyn wynosi 8-10 mg, co w warunkach fizjologicznych wielokrotnie przekracza dzienne zapotrzebowanie na jod, ale stanowi zabezpieczenie przed przejściowym zmniejszeniem podaży pierwiastka. Wydalanie jodu odbywa się głównie przez nerki; joduria świadczy więc o ilości spożytego jodu. Oznaczenie jodurii jest wykorzystywane przede wszystkim dla celów epidemiologicznych – do oceny wielkości spożycia jodu w populacji. Niewielkie ilości wchłoniętego jodu są wydalane również drogą pokarmową, z potem oraz wydychanym powietrzem.

Prawidłowa podaż jodu

Prawidłowa podaż jodu w pożywieniu jest warunkiem niezbędnym do odpowiedniej produkcji hormonów tarczycy.

Zalecana dzienna podaż jodu zależy od wieku oraz stanu czynnościowego organizmu. Zgodnie z rekomendacjami (*World Health Organisation, WHO; United Nations International Children's Emergency Fund, UNICEF; International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders, ICCIDD*), podaż jodu u niemowląt i dzieci do 6 roku życia powinna wynosić 90 µg/d, między 7 a 10 rokiem życia – 120 µg/d, a powyżej 10 roku życia – 150 µg/d. Znacząco wyższe dobowe zapotrzebowanie dotyczy kobiet w ciąży i karmiących i wynosi 250 µg/d. Zwiększone zapotrzebowanie na jod w okresie ciąży wynika ze zwiększonej matczynej produkcji tyroksyny, przełożyskowego przechodzenia jodu do płodu oraz zwiększonego klirensu nerkowego tego pierwiastka u ciężarnej. Z kolei, w okresie laktacji zwiększone zapotrzebowanie jest spowodowane przechodzeniem części jodu do mleka matki.

Objawy niedoboru jodu

Wole stanowi najbardziej charakterystyczną cechą niedoboru jodu; wystąpienie wola wzrasta przy zmniejszeniu dobowej podaży jodu poniżej 50 µg. Początkowo rozwija się wole rozlane obojętne, następnie na jego podłożu – wole guzowate nietoksyczne, a w dalszej kolejności wole guzowate nadczynne.

O wolu endemicznym mówimy wtedy, gdy wole występuje u ponad 5% dzieci w wieku szkolnym (6-14 lat). Jest ono charakterystyczne dla obszarów ubogich w jod, nie występuje w krajach prowadzących skuteczną profilaktykę jodową. Wyeliminowanie wola endemicznego na danym obszarze jest jednym z wykładników skutecznej profilaktyki jodowej.

Substancje zakłócające metabolizm tarczycy, tzw. goitrogeny, mogą nasilać niedobór jodu i rozwój wola. Należą do nich niektóre rośliny jadalne (kapusta, brukselka, kalafior, szpinak, orzeszki ziemne, bataty), a także między innymi tzw. EDCs (*endocrine-disrupting chemicals*) takie jak np. nadchloran amonu, stosowany jako utleniacz do rakiet i fajerwerków.

Przy spadku dobowej podaży jodu poniżej 20 µg/d dochodzi do obniżonej syntezy hormonów tarczycy i rozwoju niedoczynności tarczycy. Ponadto, w warunkach zmniejszonej podaży jodu z pożywieniem znacząco wzra-

sta wychwyty tego pierwiastka przez tarczycę. W sytuacji skażenia radioaktywnego wyższa jodochwytność pogłębi konsekwencje promieniowania.

Na obszarach niedoboru jodu częściej występuje rak pęcherzykowy tarczycy.

Dzienna rekomendowana podaż jodu jest wyższa od minimalnego zapotrzebowania dobowego na ten pierwiastek, uwzględnia ono bowiem między innymi potencjalną zmniejszoną biodostępność jodu wskutek interferencji goitrogenów oraz niekorzystny efekt niedoboru jodu w razie ekspozycji na promieniowanie.

Sytuacja jodowa w Polsce

Polska jest krajem o niskiej zawartości jodu w środowisku naturalnym. Od 1997 roku, pod nadzorem Polskiej Komisji ds. Kontroli Zaburzeń z Niedoboru Jodu (PKKZNJ), prowadzona jest nieprzerwanie profilaktyka jodowa. Obejmuje ona powszechne jodowanie soli kuchennej (30+/-10 mg KI/1 kg NaCl), obowiązkowe jodowanie mleka dla niemowląt (10 µg KI/100 ml) oraz dodatkową podaż 150-200 µg jodu u kobiet w ciąży i karmiących. Przeprowadzona w latach 1999-2005 przez PKKZNJ ocena skuteczności profilaktyki jodowej wykazała korzyści z wprowadzonej profilaktyki takie jak: zanik wola endemicznego wśród dzieci, zmniejszenie stężenia TSH u noworodków (w badaniach populacyjnych większa częstość występowania TSH >5 IU/ml u noworodków stanowi wskaźnik niedoboru jodu w środowisku), zmniejszenie występowania wola u kobiet w ciąży. Wykazano ponadto między innymi spadek częstości zapadalności na raka pęcherzykowego tarczycy.

W 2003 roku Polska została przesunięta do grupy krajów europejskich z prawidłową podażą jodu na poziomie populacyjnym.

Obecnie w Polsce, dzięki prowadzonej profilaktyce jodowej, nie jest wymagana dodatkowa suplementacja jodu. Wyjątek stanowią TYLKO kobiety w ciąży oraz karmiące piersią.

Aby zapewnić dobowe zapotrzebowanie na jod wynoszące 250 µg powinny one stosować dodatkową podaż 150-200 µg jodu w postaci suplementów.

Objawy nadmiaru jodu

Profilaktyka jodowa zabezpiecza populację przed niedoborem jodu i konsekwencjami tego stanu co omówiono powyżej.

Jednocześnie jednak podnosi się problem rosnącego ryzyka zaburzeń funkcji tarczycy związanego z nadmierną podażą pierwiastka. Warto zauważyć, że od wprowadzenia

profilaktyki jodowej częściej dochodzi do rozwoju autoimmunologicznych chorób tarczycy. **Zgodnie z europejskimi wytycznymi, bezpieczna dobową podaż jodu wynosi 600 µg.**

W sytuacji nadmiernej jego podaży może dojść do zaburzonej funkcji tarczycy w dwóch mechanizmach. To, który mechanizm wystąpi, zależy między innymi od zawartości jodu w środowisku.

Pierwszy mechanizm polega na gwałtownym zmniejszeniu produkcji hormonów przez tarczycę. Mechanizm ten nosi nazwę zjawiska Wolffa-Chaikoffa. Typowo, jest to stan przejściowy i po około dwóch dniach produkcja hormonów wraca do normy dzięki tzw. zjawisku ucieczki. Natomiast, w rzadkich przypadkach stan ten może się przedłużyć i doprowadzić do rozwoju niedoczynności tarczycy. Zjawisko to dominuje na obszarach prawidłowego zaopatrzenia organizmu w jod.

Nadmierna podaż jodu może również doprowadzić do rozwoju nadczynności tarczycy, co określa się mianem zespołu jod-Basedow. Występuje on na podłożu choroby Graves-Basedowa oraz wola guzkowego. Jod-Basedow częściej występuje na obszarach niedoboru jodu.

W Polsce problem nadmiernej podaży jodu dotyczy przede wszystkim pacjentów, którzy mają wykonywane badania z podaniem kontrastu jodowego, takie jak na przykład tomografia komputerowa czy pacjentów stosujących lek antyarytmiczny – amiodaron.

Zawartość jodu w 1 ml radiologicznego środka cieniującego wynosi 140-400 mg, a więc przekracza wielokrotnie dzienne zapotrzebowanie na ten pierwiastek. Z kolei, 1 tabletkę amiodaronu dostarcza 75 mg jodu, z czego dziennie uwalnia się ok. 6 mg tego pierwiastka.

Nadmierna podaż jodu jest szczególnie niebezpieczna w ciąży, gdyż może doprowadzić do rozwoju wola i niedoczynności tarczycy u płodu. Zgodnie z rekomendacjami Polskiego Towarzystwa Endokrynologicznego (PTE), spożycie jodu przez kobietę ciężarną nie powinno przekraczać 500 µg/dobę.

Postępowanie w przypadku ryzyka skażenia środowiska jodem promieniotwórczym

W przypadku incydentu nuklearnego dochodzi do uwolnienia izotopów jodu promieniotwórczego, które, tak samo jak jod stabilny (zawarty na przykład w preparacie jodku potasu), są wychwytywane przez tarczycę, poddawane organifikacji i wbudowywaniu do cząsteczki hormonów tarczycy. Wykazano, że skumulowany w tarczycy jod promieniotwórczy sprzyja rozwojowi raka tarczycy,

zwłaszcza u dzieci. Podanie jodu stabilnego przed ekspozycją na promieniowanie wysyci tarczycę tym pierwiastkiem, zahamuje jej jodochwytność i tym samym nie dopuści do absorpcji jodu promieniotwórczego przez tarczycę, chroniąc ją przed niekorzystnym działaniem izotopu promieniotwórczego.

W związku z wybuchem wojny w Ukrainie i pamiętając awarię w Czarnobylu, wiele osób obawia się możliwości wystąpienia skażenia promieniotwórczego i konsekwencji zdrowotnych z tym związanych. Dzisiaj jednak sytuacja w Polsce jest inna niż w 1986 roku. Dzięki skuteczności wdrożonej w 1997 roku profilaktyki jodowej, nie ma niedoboru jodu w środowisku, jest niższa jodochwytność tarczycy i tym samym jesteśmy mniej narażeni na skutki ekspozycji na promieniowanie.

Polskie towarzystwa naukowe, w tym m.in. Polskie Towarzystwo Endokrynologiczne oraz Polskie Towarzystwo Tyreologiczne wystosowały komunikat dotyczący przyjmowania preparatów jodu celem ochrony przed promieniowaniem. W komunikacie zaznaczono, iż nie ma w chwili obecnej wskazań do stosowania jodu w dawkach blokujących funkcję tarczycy (rzęd wartości w mg), a poziom promieniowania w atmosferze jest w sposób ciągły monitorowany przez Państwową Agencję Atomistyki.

Natomiast, na wypadek zagrożenia radiacyjnego w Polsce przygotowane są rezerwy tabletek jodku potasu, które w razie konieczności zostaną udostępnione społeczeństwu.

Stosowanie jodu stabilnego w formie płynu Lugola jest zdecydowanie niezalecane; według rekomendacji WHO z 2017 roku, w sytuacji zagrożenia radiacyjnego należy przyjmować jodek potasu w formie preparatu tabletkowego i tylko bezpośrednio przed lub do dwóch godzin po ekspozycji.

Nieuzasadnione profilaktyczne przyjmowanie preparatu jodu pod postacią płynu Lugola lub innych preparatów z jodem może się wiązać z zaburzeniami ze strony przewodu pokarmowego (ból brzucha, biegunka), a u osób z uogólnioną reakcją na jod może powodować gorączkę objawy skórne (wysypka, świąd, trądzik jodowy).

Podsumowanie:

1. Jod, stanowiąc główny budulec hormonów tarczycy, jest niezbędny do prawidłowego rozwoju psychoruchowego w okresie płodowym oraz w dzieciństwie. Warunkuje prawidłowe dojrzewanie płciowe. Wpływa na metabolizm węglowodanów, białek i tłuszczów.
2. Niedobór jodu wiąże się między innymi z powstaniem wola i z rozwojem niedoczynności tarczycy. Niedobór jodu w okresie płodowym może spowodować nieodwracalne uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego.
3. Obecnie, dzięki prowadzonej profilaktyce jodowej, Polska jest krajem z prawidłową podażą jodu na poziomie populacyjnym. W związku z tym, nie jest wymagana dodatkowa suplementacja jodu. Wyjątek stanowią TYLKO kobiety w ciąży oraz karmiące piersią. Aby zapewnić dobowe zapotrzebowanie na jod wynoszące 250 µg, powinny one stosować dodatkową podaż 150-200 µg jodu w postaci suplementów.
4. Nadmierna podaż jodu jest niekorzystna – może wiązać z rozwojem zaburzeń funkcji tarczycy – zarówno niedoczynności jak i nadczynności gruczołu.
5. W chwili obecnej w Polsce nie jest rekomendowane dodatkowe przyjmowanie preparatów jodu jako profilaktyki przed ewentualnym skażeniem promieniotwórczym. Polska dysponuje wystarczającymi rezerwami tabletek jodku potasu, które zostaną udostępnione w razie wystąpienia skażenia promieniotwórczego. Stosowanie płynu Lugola w celu profilaktyki jodowej/zabezpieczenia przed konsekwencjami ekspozycji na promieniowanie jest niewskazane.

Bibliografia

1. Szybiński Z. Sytuacja profilaktyki jodowej w Polsce w świetle ostatnich rekomendacji WHO dotyczących ograniczenia spożycia soli. *Pediatric Endocrinology, Diabetology and Metabolism* 2009, 15, 2, 103-107.
2. Bilal MY, Dambaeva S, Kwak-Kim J et. al. A Role for Iodide and Thyroglobulin in Modulating the Function of Human Immune Cells. *Front Immunol.* 2017, 8, 1573.
3. Gietka-Czernel M. Profilaktyka niedoboru jodu. *Postępy Nauk Medycznych* 2015, 28, 12, 839-845.
4. Zimmermann MB. Iodine Deficiency. *Endocrine Reviews* 2009, 30, 4, 376-408.
5. World Health Organization/International Council for the Control of the Iodine Deficiency Disorders/United Nations Childrens Fund (WHO/ICCIDD/UNICEF). Assessment of the iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. Geneva: World Health Organization, 2007.
6. Choroby tarczycy w ciąży: zalecenia postępowania Polskiego Towarzystwa Endokrynologicznego. *Endokrynologia Polska* 2021, 72, 5, 2299-8306.
7. Calsolaro V, Pasqualetti G, Nicolai F et al. Thyroid Disrupting Chemicals. *International Journal of Medical Sciences* 2017, 18, 25836.
8. Żach M, Kryjan K, Ambroziak U et al. Nadczynność tarczycy po podaniu środków cieniujących zawierających jod. *Kardiologia Polska* 2013, 71, 7, 752-756.
9. Stanowisko towarzystw naukowych w sprawie przyjmowania preparatów jodu z dnia 08.03.2022. <https://www.ptendo.org.pl/aktualnosci/175-stanowisko-towarzystw-naukowych-w-sprawie-przyjmowania-preparatow-jodu.html> (dostęp: 08.05.2022).
10. World Health Organization: Iodine thyroid blocking; guidelines for use in planning and responding to radiological and nuclear emergencies. 2017. www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/iodine-thyroid-blocking/en/ (dostęp: 07.03.2022).
11. Lewiński A, Płaczekiewicz-Jankowska E. Zasady profilaktycznego blokowania jodochwytności tarczycy w przypadku zdarzeń radiacyjnych z uwolnieniem jodu promieniotwórczego. Omówienie wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia. *Medycyna Praktyczna* 2022, 4, 72-79.