

Középesy Szilvia, Málnási Tibor, Csákó Zsófia, Pál Vivien, Rosenberger Enikő, Bufa-Dórr Zsuzsa, Páldy Anna
Nemzeti Népegészségügyi Központ, Budapest / National Public Health Center, Budapest

DOI: <https://doi.org/10.29179/EgTud.2022.1.4-20>

Gyermekek vizeletében mért jódkoncentráció: trendek és szükséges intézkedések

Urinary iodine concentrations in children: trends and actions needed

Összefoglalás

A jódhány továbbra is jelentős közegészségügyi problémát jelent világszerte; különösen a várandósok és a kisgyermekek veszélyeztetettek. Ugyanakkor mind az elégtelen, mind a túlzott jódbevitel is károsan befolyásolhatja a pajzsmirigy működését. A szervezet jódellátottságát a nemzetközi ajánlások alapján a vizelet jódkoncentráció (UIC) alapján lehet vizsgálni, ami nemcsak a jódhány kimutatására, hanem a túlzott bevitel felderítésére is alkalmas módszer. Ezen ismeretek birtokában, rendszeres humán biomonitoring vizsgálatok (HBM) végzésével az adott populáció aktuális ellátottsági szintjéhez lehet igazítani a jódbevitel mértékét, így nemcsak a jódhány, hanem a túlzott jódellátottság okozta betegségteher is megelőzhető. Az InAirQ projekt (2016-2019) keretében 9 magyarországi település 23 kiválasztott iskolájában, összesen 393 9-11 éves gyermektől gyűjtöttünk vizeletet egy alkalommal. A vizeletminták jódkoncentrációját Sandell-Kolthoff reakción alapuló spektrofotometriás módszerrel határoztuk meg. A Jász-Nagykun-Szolnok megyei települések iskoláiban a vizelet mintavételekkel egy időben több ponton vett ivóvízminták jodid koncentrációját is mértük a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) laboratóriumában. Az analitikai méréseket kérdőíves felmérés egészítette ki, melynek célja a jódbevitel lehetséges forrásainak azonosítása volt.

A karcagi és Karcag környéki településeken élő gyermekek vizeletének medián jódkoncentrációja 629 µg/l (95% CI: 557-667); ez a WHO definíciója szerint túlzott jódellátottságot jelez, ugyanakkor az egyéb településeken élő, vizsgálatba bevont gyermekek esetében a medián vizelet jódkoncentráció 165,5 µg/l (95% CI: 148-186) volt, ami megfelelő jódellátottságra utal.

A Karcagon és a környező településeken vett ivóvízmintákban átlagosan 540 µg/l jodid-koncentrációt mértünk, 580 µg/l mediánnal. A többi település esetében, az NNK 2017. évben végzett országos felmérése alapján 20 µg/l ivóvíz jodidion tartalommal számoltunk. Az átlagos vízfogyasztással súlyozott ivóvíz jodidion-koncentráció és UIC között szignifikáns pozitív összefüggést ($R=0,83$, $p<0,0001$) találtunk. Ezen eredmény és a kérdőívek elemzése alapján valószínűsíthető, hogy Karcagon és a környező településeken a magas jódtartalmú ivóvíz-fogyasztás következménye az itt élő gyermekek emelkedett vizeletjód koncentrációja.

Az érintett településeken élő gyermekek esetében javasoljuk az étrendi jódbevitel mérséklését, valamint az esetleges jódpótlás megszüntetését. Meg kell vizsgálni továbbá az ivóvíz jodidkoncentráció csökkentésének a lehetőségét, míg az ország egyéb részén élő gyermekek esetében a jódozott só szélesebb körű felhasználását kell elérni. Az aktuális jódellátottsági helyzet értékelése érdekében továbbra is javasoljuk a rendszeres, egész országra kiterjedő szűrővizsgálatokat, illetve HBM vizsgálatok végzését (iskolai szűrések, pajzsmirigy-, vizelet és vizeletvizsgálatok, várandósok, szoptató anyák vizsgálata stb.).

Kulcsszavak: Human biomonitoring, jódellátottság, jódhány, vizelet jódkoncentráció (IUC)

Abstract

Iodine deficiency is a major public health problem for populations throughout the world, particularly for pregnant women and young children. However, both the deficiency as well as the excessive intake of iodine can lead to adverse health consequences. According to international recommendations, the body's iodine intake can be assessed by urinary iodine concentration (UIC), which is useful not only to detect iodine deficiency but also to explore excessive intake. With this knowledge, regular human biomonitoring (HBM) measurements can be used to adjust iodine supplementation to the current supply level of a population, thus preventing not only the burden of disease caused by iodine deficiency but also the adverse health effects of excessive iodine intake.

In the InAirQ project (2016-2019), spot urine samples were collected from 393 children aged 9-11 years old in 23 selected schools from 9 Hungarian municipalities. The iodine concentrations in the urine samples were determined by a spectrophotometric method based on the Sandell-Kolthoff reaction. The iodide concentration in drinking water samples taken at several points at the same time as urine sampling in schools in Jász-Nagykun-Szolnok county was determined in the National Public Health Center (NNK) laboratory, similarly to the urine samples.

In addition to the analytical measurements, a questionnaire survey was conducted for the purpose of identifying iodine sources. The median urinary iodine concentration of the population living in Karcag and in some surrounding municipalities was 629 µg/l (95% CI: 557-667); this indicates excessive iodine intake according to the WHO definition, whereas the median UIC for children living in other municipalities included in the study was 165.5 µg/l (95% CI: 148-186), indicating adequate iodine intake.

In drinking water samples taken in Karcag and its surroundings, an average iodide concentration of 540 µg/L was measured, with a median of 580 µg/l. For the other municipalities, based on a national survey conducted by the NNK in 2017, we calculated a drinking water iodide-ion content of 20 µg/l. There is a significant positive association between drinking water iodide concentration weighted by mean water consumption and UIC ($R=0.83$, $p<0.0001$). Based on this result and the analysis of the questionnaires, it is likely that the elevated urinary iodine concentration in children living in Karcag and the surrounding municipalities is a consequence of the high level of iodine in the consumed drinking water.

It is recommended to reduce the dietary iodine intake of children living in this area, and any iodine supplementation should be discontinued. The possibility of reducing the iodine concentration in drinking water should be investigated, while for children living in other parts of the country, the use of iodised salt should be expanded. Regular representative screenings and HBM measurements (especially screening of schoolchildren and pregnant and breastfeeding mothers, thyroid, urine and blood tests, etc.) are still recommended to assess the current iodine status.

Keywords: HBM, iodine status, iodine deficiency, iodine excess, urinary iodine concentration (UIC)

EGÉSZSÉGTUDOMÁNY

2022;66(1): 4-20

HEALTH SCIENCE

Közlésre érkezett: 2021. november 18.

Submitted: 18 November 2021

Elfogadva: 2022. február 21.

Accepted: 21 February 2022

Levelezési cím/Correspondence:

Középesy Szilvia

Nemzeti Népegészségügyi Központ

E-mail: kozepesy.szilvia@nnk.gov.hu

Bevezetés

A jódt minden pajzsmiriggyel rendelkező élő szervezet, így az ember és az emlősök számára esszenciális nyomelem, amely alapvetően szükséges a pajzsmirigyhormonok szintéziséhez és működéséhez.

Régóta ismert, hogy a jódt hiánya a betegségek, fejlődési zavarok széles spektrumát okozza, melyet összefoglalóan jódt hiányos betegségeknek neveznek (*iodine deficiency disorders, IDD*). Kisgyermekeknél a jódt hiány következménye a golyva, ami sok esetben endémiás; súlyos esetben kretinizmus kialakulásához vezet. A jódt hiány a gyermekek agykárosodásának legfőbb megelőzhető oka, ezért világszerte közegészségügyi problémát jelent^{1,2}.

A jódt hiány károsan befolyásolja a kognitív fejlődést és az értelmi képességeket, következésképpen az iskolai teljesítményt is, aminek hosszú távon társadalmi és gazdasági következményei lehetnek. Számos esetben vizsgálták a jódt hiány és az intellektuális fejlődés közötti kapcsolatot. A jóddal nem megfelelően ellátottak esetében szignifikánsan alacsonyabb IQ-t mértek, aminek mértéke 5-13,5 IQ pont is lehet^{3,4,5}. A jódt bevittelt azonban egyensúlyban kell tartani, hiszen a jódt bevittelt és a pajzsmirigyzavarok közötti kapcsolat U alakú, azaz mind a nem megfelelő, mind a túlzott jódt bevittelt pajzsmirigyzavarokat okozhat arra érzékeny egyéneknél. A jódt felesleg leggyakoribb epidemiológiai következménye a jódt által kiváltott pajzsmirigy alul- és túlműködés, a göbös golyva és az autoimmun pajzsmirigy betegség kialakulása^{6,7,8}. Egy Kínában végzett vizsgálat során magas jódt tartalmú ivóvizet fogyasztó iskolás gyermekek körében átlagosan kilenc ponttal alacso-

nyabb IQ-t mértek⁹. Felvetődött a pajzsmirigygrák és a túlzott jódt bevittelt közötti kapcsolat is, mindaddig azonban kevés adat áll rendelkezésre ennek az elméletnek az alátámasztására⁹.

A jódt hiányos betegségek mértékének felmérése és a megszüntetése érdekében tett lépések eredményességének nyomon követése ezért rendkívül fontos. A WHO már sok éve rendszeresen gyűjti a világ összes országából a vizelet jódt koncentrációra (UIC) és a golyva gyakoriságára vonatkozó adatokat. A jódt hiány állapot a UIC alapján jobban becsülhető, mivel az a közelmúlt jódt állapotának megbízhatóbb mutatója, mint a klinikailag kimutatható golyva, bár ezt a mutatót is használják¹⁰.

Az adatok alapján elmondható, hogy a jódt hiány felszámolásában világviszonylatban jelentős előrelépés történt az elmúlt évtizedekben, ami elsősorban a jódt oztott só bevezetésének köszönhető. Az 1993-2003 között gyűjtött vizeletjódt adatok alapján a WHO becsülte a jódt hiány nemzeti, regionális és világszintű előfordulását. A világ lakosságának 92%-át lefedő adatgyűjtés szerint több mint 1,9 milliárd embernek volt nem megfelelő a jódt ellátottsága (a vizeletben történő jódt kiválasztás <100 (µg/l), közülük 285 millió iskoláskorú gyermeké. A nem megfelelő jódt ellátottságú iskoláskorú gyermekek előfordulási gyakoriságát világszerte 36,4%-ra becsülték. A legalacsonyabb prevalenciát Amerikában (10,1%) és a Csendes-Óceán nyugati részén (25,7%), míg a legmagasabbat Európában (59,9%) találták.

2007-ben a WHO adatai szerint 47 országból jelentettek jódt hiányt. Ez a szám 2011-re már 32-re csökkent, a becslések szerint ekkor világviszonylatban az iskoláskorú gyermekek 29,8%-ának (246 millió fő) volt elégtelen a jódt ellátottsága, és átlagosan a háztartások 70%-ában használtak jódt oztott sóot. A 32 érintett ország közül 11 (34%) az európai kontinensen található. A vizsgálatok szerint az európai országok lakosságára általánosságban az enyhe jódt hiány a jellemző^{11,12}.

A legfrissebb elemzés szerint 2019-ben a jódt hiány globális prevalenciája 2,4% volt (95% CI 1,9-2,9), ami 2,44 millió rokkantsággal korrigált életévet (DALY) jelentett. A 2019-es Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) elemzés szerint a globális jódt hiány a DALY szempontjából a 119. helyet foglalja el a betegségek rangsorában, ami kismértékű javulást jelent az 1990-es 108. helyhez képest. Ugyanezen forrás szerint 2019-ben hazánkban 2,21/100 000 volt a jódt hiány miatti rokkantsággal korrigált elveszített életévek (DALY) száma, ami 1992-ben 3,68/100 000 év, 2010-ben 2,4/100 000 volt, kismértékű csökkenő tendenciát mutat¹³.

Magyarországon a jódhány állapot mérséklésével az I. világháború után kezdtek el foglalkozni. Az 1940-es években Sós József professzor 200 000-re becsülte a pajzsmirigy működési zavarban szenvedő lakosok számát, a Statisztikai Hivatal 500 kretént és 10000 gyengeelméjűt tartott nyilván több ezer nagyothalló mellett. A golyva prevalenciát az ötvenes évektől bevezetett jódadagolással tudták jelentősen csökkenteni, ezért a kijelölt régiókban országosan kötelezővé tették a jódozott só forgalmazását.

Az 1940-es években elkészített első jódtérkép alapján 25 akkori járás jódhányos területnek bizonyult. A serdülőkorúak körében 30%-os volt a golyva előfordulása.

A golyvagyakoriság rendszeres, 5 évenkénti felmérésére 1950 és 1970 között került sor az Országos Közegészségügyi Intézetben (OKI, a Nemzeti Népegészségügyi Központ jogelőd intézménye) 1946-ban megalakult golyvakutató állomás vezetésével. 1971-től az iskolaorvosi felmérések egyik pontjaként szerepelt a golyvagyakoriság rendszeres felmérése¹⁴. Az OKI irányításával célzott golyvafelmérésre az 1989/90-es tanévben került sor. Ekkor az országos átlag 4,9% volt, azonban több megyében a 10%-ot is meghaladta a golyva gyakorisága, egyes megyékben pedig 30%-nál nagyobb arányban fordult elő. 1994-1997 között a védőnők az egész országban felmérték az általános iskolák alsó tagozatára járó gyermekeket. Az eredmények hasonlóak voltak az 1989/90-es évi adatokhoz, a megyék nagy részében 0% és 5% között volt a golyva gyakorisága, azonban több megyében meghaladta a 30%-ot^{15,16}. 1998-tól kezdődően csak azokban a megyékben folytatódott a felmérés, ahol korábban a legrosszabbak voltak az eredmények. 1999-ben Fejér, Somogy és Veszprém megyében a tapintásos golyvagyakoriság felmérését kiegészítették az aktuális jódelátottságot indikáló vizelet jódürítési vizsgálattal az általános iskolák I.-IV. osztályos tanulói körében (n = 27322). 1994 és 1997 között az említett három megyében a golyvagyakoriság 19, 18, 20% volt, ehhez képest a 2000. év első negyedében a Nemzeti Környezetegészségügyi Akcióprogram (NEKAP) keretében végzett tapintásos pajzsmirigy vizsgálatok javulást mutattak. Fejér és Somogy megyékben jóval 10% alatti lett a golyvagyakoriság mértéke, míg Veszprém megyében 10,6 %. A megyék kisebb településein élő gyermekek között azonban még mindig nagy számban fordult elő 30% feletti golyvagyakoriság¹⁴.

Az ezredforduló utáni eredmények már jóval nagyobb szórást mutatnak. 1996 és 2002 között 15 észak-

és északkelet magyarországi településen 2032 gyermek ultrahangos pajzsmirigy vizsgálatát végezték el, melyet a gyermekek 10%-ánál kiegészítettek UIC méréssel. A kórosnak tekintett pajzsmirigyterfogatú gyermekek aránya életkor szerinti bontásban a fiúknál 25%-kal, lányok esetében 17,4%-kal, a testfelszín szerint pedig 36%-kal (♀) és 38%-kal (♂) bizonyult nagyobb-nak a normális jódelátottságú országok gyermekeinél mértékhez képest¹⁷.

A hazai jódpofilaxis elmúlt ötven évének történetét – beleértve a vizelet jódürítési vizsgálatokat – Péter Ferenc foglalta össze¹⁸. A vizsgálatok közül kiemelendő a Budai Gyermekkorház és az OKI együttműködésében 1994 és 1997 között végzett országos reprezentatív felmérés, melynek során a golyva felmérése mellett összesen 6218 vizeletjód vizsgálatot végeztek 7-14 éves iskolás gyermekek körében. A megyénként 3-6 településen elvégzett vizeletjód vizsgálatok medián értékei 61-112 µg/l közé estek; az érintett 58 településből 30 esetében az ott élő gyermekek UIC-jának mediánja nem érte el a 100 µg/l-t. A 20 µg/l alatti, súlyos jódhányra utaló minta csak 6 megyében – ott is elenyésző számban – fordult elő. Összességében a minták enyhe, illetve mérsékelt jódhányra utaltak^{9,19}.

A ThyroMobil program²⁰ (1994-1996) keretében kiválasztott 3 településen, Budapesten, Csákváron és Szolnokon 2005-ben megismételték a vizeletjód-ürítési és pajzsmirigy vizsgálatokat. Míg 1994-ben Csákváron 8%, Budapesten 4%, Szolnokon 4% volt a golyva prevalenciája a vizsgált gyermekek körében, addig 2005-ben jelentős javulást tapasztaltak, mind a golyva prevalencia (1%-1%-0%), mind a vizelet jódürítés tekintetében. A javulást a jódozott só használó háztartások arányának jelentős növekedésével és a magas magyarországi sófogyasztással magyarázták^{21,22}.

Ezt követően már csak az iskolaorvosi jelentések golyva adatai állnak rendelkezésre, ezek egy nagyságrenddel alacsonyabb prevalenciát jeleznek, így felmerült az aluldiagnosztizálás lehetősége¹².

Ezen jelentések adatai szerint a golyva gyakorisága a 2., 4., 6., 8., 10., és 12. osztályos gyermekek körében növekvő tendenciát mutat, a 2009-10 és a 2014-15-ös tanév között 5,3%-ról 6%-ra (adatforrás: ÁEEK), míg a 2019-20-as tanévre már 7%-ra nőtt a gyakoriság (adatforrás: NNK, személyes közlés). Lányoknál közel háromszor gyakrabban fordul elő golyva, mint fiúknál, a 2019-20-as tanévben lányoknál több mint 1%, míg fiúknál 3,5% volt a védőnők által felmért golyva aránya. Az egyes évfolyamokat vizsgálva megállapítható, hogy minél idősebbek a tanulók, annál nagyobb arányban

fordul elő a golyva, legmagasabb a 10. és 12. osztályosoknál, és ezekben a korcsoportokban a növekedés is jelentősebb. A 12. osztályosoknál a 2009-10-es tanévben 8‰ alatt volt a gyakoriság, ami a 2019-20-as tanévre 12,5‰-re nőtt.

Megyei szinten a 2009-10. és 2013-14-es tanév közötti időszakban a legmagasabb golyva gyakoriságot Zala megyében (18-22‰) és Borsod-Abaúj-Zemplén megyében (11-14‰) észlelték, a többi megyében 2-8‰ között alakult.

Az utóbbi években a fiatalok körében növekvő tendenciát mutató pajzsmirigy-betegségek - beleértve a fiatalkori malignus pajzsmirigy rákot - ismét ráirányította a figyelmet a rendszeres pajzsmirigy vizsgálatok fontosságára, ezért a Békés Megyei Kormányhivatal 2018-ban indított „Közös érték az egészség” programjának keretében felső tagozatos általános iskolás gyermekek ultrahangos vizsgálattal történő pajzsmirigy szűrését kezdte meg 2019 májusában Gyulán. A program keretében eddig 8 intézményben 642 vizsgálat történt. 2020-ban egy iskola esetében az ultrahangos pajzsmirigyvizsgálattal azonos időben levett, összesen 184 vizeletminta jóod koncentrációját is meghatározták a Debreceni Egyetem Klinikai Központ Belgyógyászati Klinika Endokrinológiai Tanszékével való együttműködésben. Az eredmények publikálása folyamatban van (Dr. Gaálné dr. Marácz Gabriella szóbeli közlése alapján).

Mint már korábban idéztük, a WHO ajánlása szerint a jódelátottság becslésére a legegyszerűbben kivitelezhető és legköltséghatékonyabb vizsgálat a vizelet jóod koncentrációjának mérése (UIC). A UIC méréssel képet kaphatunk az egyén, illetve az adott populáció jódelátottságáról. Bár az UIC adatok nem nyújtanak közvetlen információt a pajzsmirigy működéséről, az alacsony érték arra utal, hogy egy adott populációban nagyobb a kockázata a pajzsmirigy-rendellenességek kialakulásának. Egyensúlyi állapotban az étrenddel bevitt és a pajzsmirigy által már fel nem vett jóod kb. 97%-a kiválasztódik a vesén keresztül 24-48 óra alatt, ezért az UIC kiváló indikátora a közelmúltbeli jódbevitelnek^{23,24}.

Az UIC-t célszerű 24 órás mintákban meghatározni, így kifejezhető 24 órás kiválasztásként ($\mu\text{g}/\text{nap}$), koncentrációként ($\mu\text{g}/\text{l}$) vagy a vizelet kreatinin tartalmához viszonyítva (μg jóod/g kreatinin), ezzel kontrollálva a vizelet sűrűségére²⁵. Mivel a 24 órás vizeletgyűjtés nagyszámú populációnál nehézségekbe ütközik, népességszinten inkább egyszeri (ún. spot) vizeletminták gyűjtése javasolt. Az UIC értékek általában nem normális eloszlásúak a populációban. Ezért az átlagértéknél helyesebb a medián

értékeket vizsgálni a központi tendencia mérésére. Hasonlóképpen, a percentilis értékek informatívabbak, mint a standard deviáció²⁶. Egyéni szinten a jódstátusz 20%-os pontossággal történő becsléséhez minimum tizenkét ismétlődő spot vagy hét 24 órás vizeletmintát kell gyűjteni, egy adott populáció esetén 95%-os konfidenciaszinten, $\pm 10\%$ pontosságú becsléshez a számítások szerint 125 spot minta szükséges²⁷. A 24 órás vizeletmennyiség ismeretében, a táplálékkal bevitt jóod felszívódási hatékonyságát is figyelembe véve kiszámítható az UIC-nak megfelelő jódbevitel. Felnőtt népességben a 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ -es UI-koncentráció mediánja 150 $\mu\text{g}/\text{nap}$ jódbevitelnek felel meg²⁴.

2020-ban az EUthyroid projekt²⁸ keretében, az azt megelőzően 23 európai országban végzett, összesen 40 vizsgálatban gyűjtött vizeletmintákat újramérték a finn Közegészségügyi Intézet (Finnish Institute for Health and Welfare) által kifejlesztett „gold standard” EUthyroid laboratóriumi módszertan alapján. A különböző laboratóriumokban mért UIC értékek és az újramérés között jelentős (-36,6%-tól +49,5%-ig) eltéréseket is tapasztaltak. A projekt következtetése szerint a jövőben az összehasonlíthatóság és a validitás miatt célszerű a jódürítés mérését egységes módszertan alapján végezni²⁹.

A jóod egyik fontos lehetséges forrása az ivóvíz. A hazai nyersvizek és a hálózaton szolgáltatott ivóvíz jódtartalmának legutóbbi országos felmérését az OKI végezte a 2016-2017 közötti időszakban a megyei kormányhivatalok és a járási hivatalok bevonásával. A felmérés célja volt, hogy minden vízellátó rendszerben mintázásra kerüljön a vízellátó rendszerek nyers vize (vagy nyers kevert vize), illetve egy, a hálózatra kimenő vagy hálózati (fogyasztás helyén vett) vízminta.

Összesen 2749 vízminta jodidion tartalmát mérték meg 1462 településről. Ennek alapján megállapítható, hogy a vizsgált magyarországi települések 97%-ában a szolgáltatott vezetékes ivóvízből nem, vagy gyakorlatilag alig mutatható ki a jóod (jódtartalom $< 0,03$ mg/l). A fertőtlenítést és oxidációs lépést követő szűrési technikákat alkalmazó vízellátó rendszerekben csökkent a nyersvíz jodid tartalma az előző évek vizsgálataihoz képest, ugyanakkor az ivóvíz jódtartalma négy Jász-Nagykun-Szolnok megyei településen (Törökszentmiklós – Surjány 1,2 mg/l, Kunmadaras 0,87 mg/l; Törökszentmiklós – Szakállas, 0,67 mg/l; Csataszög 0,61 mg/l) még mindig meghaladta a WHO által tolerálhatónak nyilvánított napi bevitelt, azaz a 0,6 mg/l-t³⁰.

A jelenlegi vizsgálat célja az volt, hogy a kiválasztott iskolák egy-egy harmadik vagy negyedik osztályában

megmérjük a gyermekek jódirűtését, valamint vizsgáljuk a befolyásoló tényezőket.

Anyag és módszer

Vizelet jóid koncentrációjának mérése Magyarországon 2017-2018-ban és 2020-ban

Az általános iskolák beltéri levegőminőségének vizsgálatára irányuló InAirQ projekt³¹ 2016 és 2019 között zajlott öt közép-európai ország részvételével. A felmérést Magyarországon humán biomonitöring vizsgálattal is kiegészítettük, melynek során 2017-2018-ban 16 iskolában 262 vizeletmintát gyűjtöttünk 9 és 11 év közötti gyermekektől. A vizeletmintákban egyéb biomarkerek mellett meghatároztuk a jóidkoncentrációt. A kapott eredmények azt mutatták, hogy a karcagi gyermekek vizeletében magas a jóid koncentrációja, ezért további iskolákat vontunk be célzottan a vizsgálatba olyan karcagi és Karcag környéki településekről, ahol a 2016-2017-ben végzett országos ivóvíz jóid felmérésben magas volt az ivóvíz jóid tartalma. A karcagi és Karcag környéki települések iskoláiban 2019 decemberétől 2020 februárjáig történt a mintavételezés. Összességében 9 magyarországi település (1. ábra) 23 kiválasztott iskolájában, 393 gyermektől történt egyszeri vizelet mintavétel. A minták gyűjtése kora délután, a helyi védőnők segítségével történt.

A vizeletminták jóid koncentrációját Sandell-Kolthoff reakción alapuló spektrofotometriás módszerrel³² határoztuk meg a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) laboratóriumában. A Jász-Nagykun-Szolnok megyei települések iskoláiban, a vizelet mintavételekkel azonos időben több ponton levett ivóvízminták jóid koncentrációját szintén a NNK laboratóriumában mértük, ionkromatográfiás módszerrel.

A vizelet mintavételekkel párhuzamosan, a jóidbevitel lehetséges forrásainak azonosítása céljából kérdőív felmérést is végeztünk. A szülők által kitöltött kérdőívben a következő, a jóid lehetséges forrásaira vonatkozó kérdések szerepeltek:

- Milyen ételeket fogyasztott a gyermek a mintavételt megelőző 24 órában?
- A gyermek általános folyadékfogyasztási szokásaira irányuló kérdések
- Milyen és mennyi folyadékot fogyasztott a gyermek a mintavételt megelőző 24 órában?
- A mintavételt megelőző 24 órában fogyasztott-e a gyermek tengeri halat/tenger gyümölcsét/algát?

- Követ-e valamilyen speciális diétát a gyermek?
- A gyermek otthonában használnak-e jódozott sót (rendszeresen, alkalmanként, elmúlt 24 órában)?
- Szed-e a gyermek valamilyen jóid tartalmú kiegészítőt (rendszeresen, alkalmanként)?
- Az elmúlt 24 órában alkalmaztak-e jóid tartalmú sebkezelő szert (Betadint) a gyermek valamelyik testrészén?
- Jelenleg jár-e a gyermek sószobába?
- Otthon, kúra keretében szoktak-e jódozott só tartalmú vizet, jóid tartalmú ásványvizet párologtatni?

Statisztikai analízis

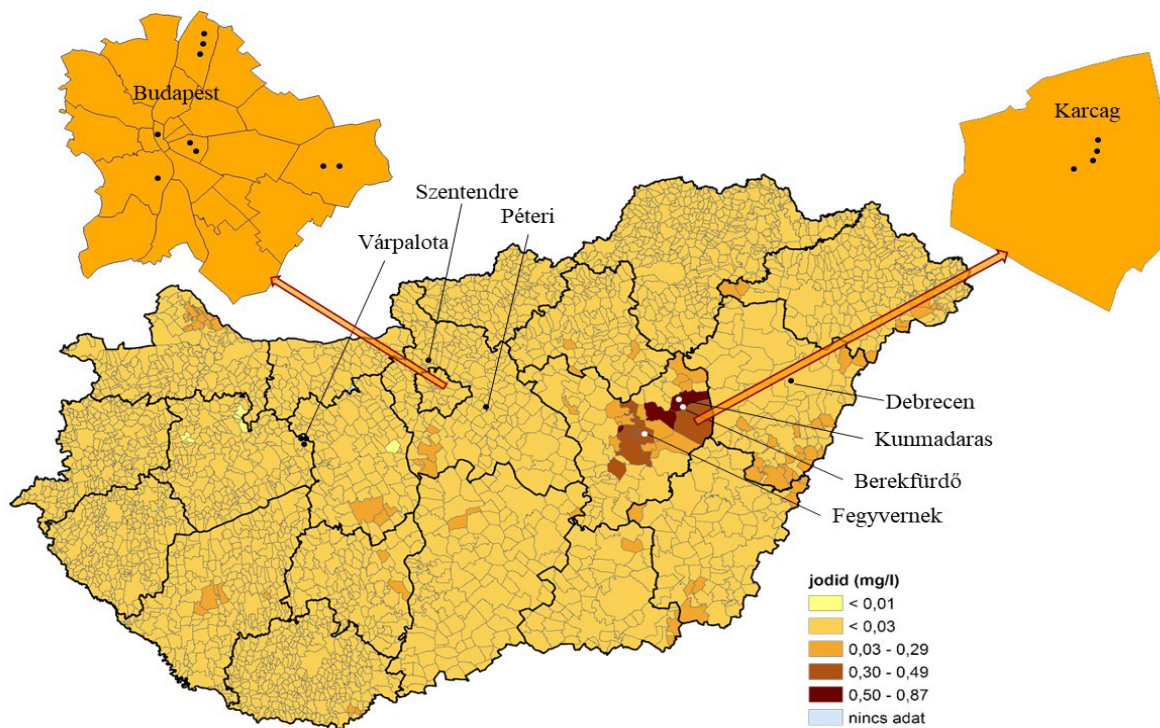
A vizeletminták jellemzőit az iskolánkénti mediánok alapján ábrázoljuk. Normalitás vizsgálat a Shapiro-Wilk-teszttel történt, a normalitás eléréséhez 10-es alapú logaritmikus transzformációt végeztünk. A nemek közötti különbségeket két mintás Mann-Whitney és Chi-négyzet teszttel hasonlítottuk össze. A vizelet jóid koncentrációja és a lehetséges expozíciós források közötti összefüggéseket többváltozós lineáris regresszióval elemeztük. A modellekben illesztettünk a nemre, korra, azonban az anya iskolai végzettségére nem, mivel az nem volt minden esetben elérhető. A statisztikai elemzésekhez a Stata 10.0 szoftvert használtuk.

Eredmények

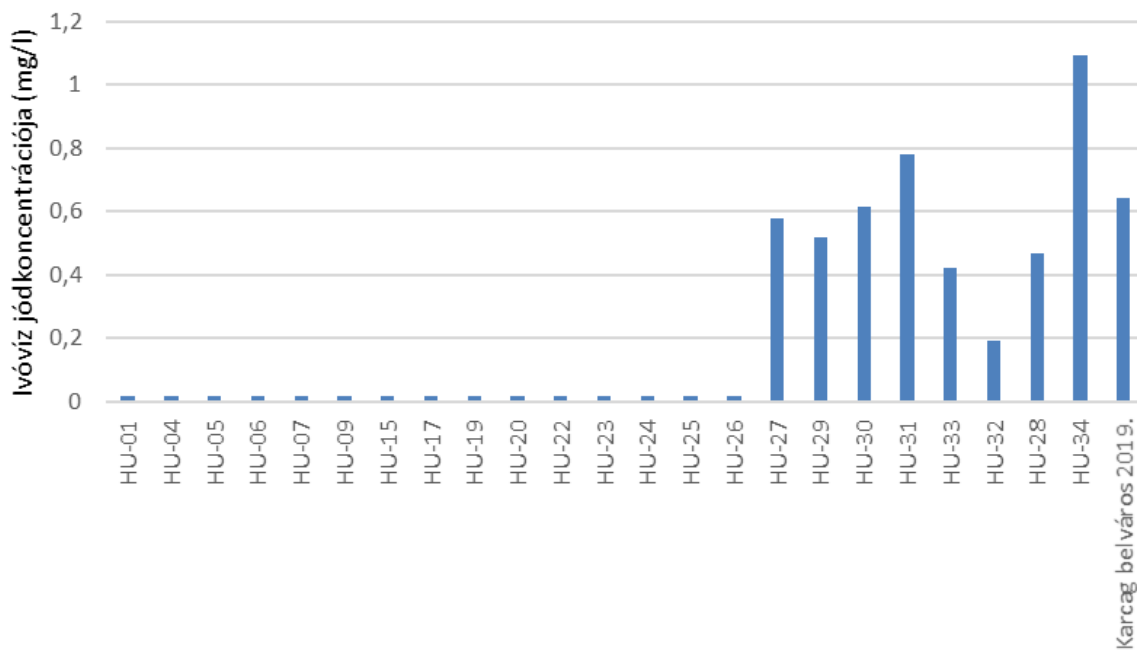
Ivóvíz jóid koncentrációja

Az OKI által 2016 és 2017 között végzett felmérés alapján a budapesti, várpalotai, péteri, szentendrei, és debreceni iskolák esetében (továbbiakban egyéb települések) 20 µg/l ivóvíz jóid-ion tartalommal számoltunk (1. ábra).

A Karcagon és a környező településeken vett ivóvíz-minták átlagos jóid koncentrációja 540 µg/l volt, 580 µg/l mediánnal. Ezen települések esetében iskolánként a 2. ábrán szereplő jóid koncentrációkat mértük. Mivel iskolánként több ivókútból is vettünk mintát, az eredményeket iskolánként átlagoltuk. A legmagasabb koncentrációt az első karcagi mintavételezés során (2017. december, Karcagi Általános Iskola és AMI Kováts Mihály Általános Iskola tagintézménye) mértük 1091 µg/l értékkel (egy évvel később ugyanitt 580 µg/l átlagot), Karcag belvárosában pedig több mintavételi pont alapján átlagosan 640 µg/l jóid koncentrációt mértünk (2. ábra).



1. ábra: Hálózati ivóvíz jodidion tartalma (2016-2017) és a vizsgálati helyszínek 2017-2018 és 2019-2020-ban



2. ábra: Az iskolákban mért ivóvíz jodidion átlagos koncentrációja, mg/l (2017-2018 és 2019-2020)

A vizelet jód koncentrációja

A karcagi és Karcag környéki településeken élő gyermekek vizeletének medián jód koncentrációja 629 µg/l (95% CI: 557-667); míg az egyéb településeken élő, vizsgálatba bevont gyermekek esetében a medián UIC 165,5 µg/l (95% CI: 148-186) volt.

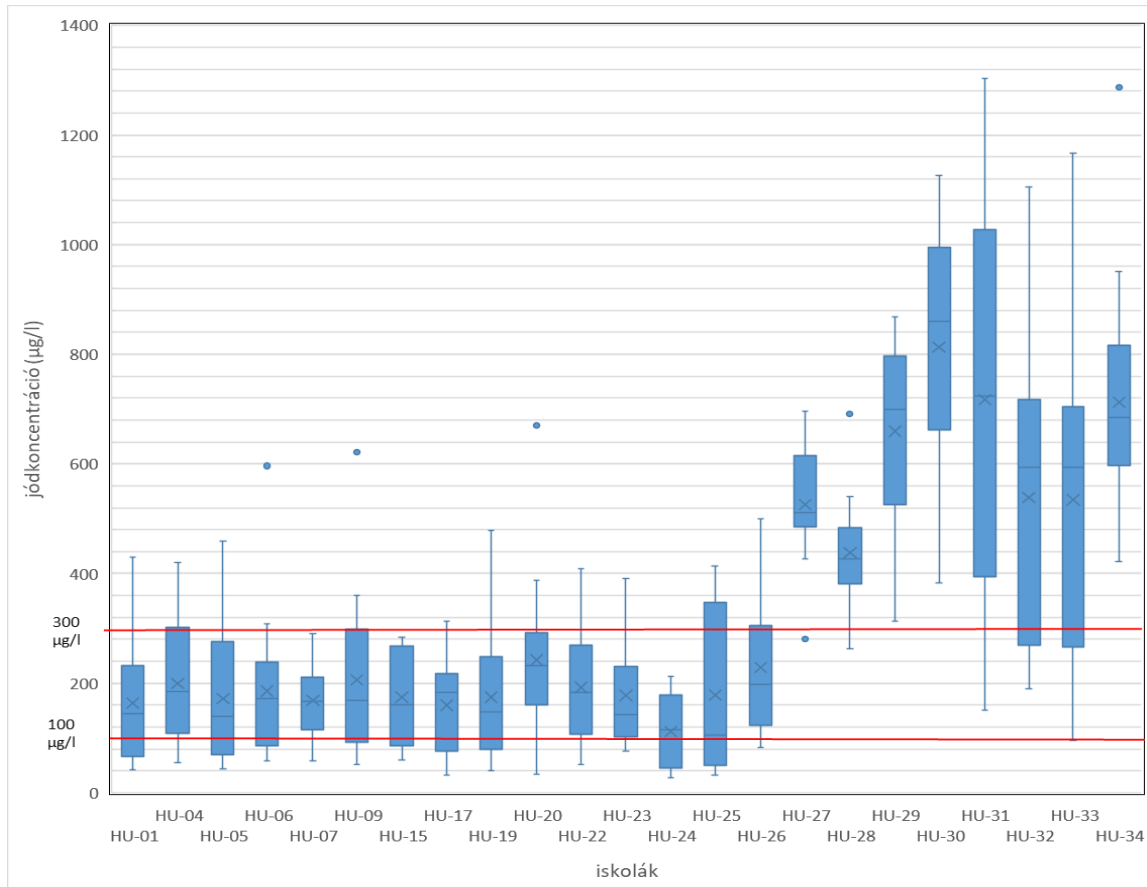
A gyermekek vizeletében mért jód koncentrációkat iskolánként a 1. táblázat és 3. ábra tartalmazza. Az egyéb települések iskoláiban mért medián koncentráció értékek egy iskola kivételével 100-200 µg/l közé esnek, ami a WHO epidemiológiai kritériuma szerint megfelelő jódellátottságra utal, összesen egy,

a szentendrei iskolába járó gyermekek vizeletének medián jód koncentrációja volt 231 µg/l, ami kissé meghaladja a szükségletet. A karcagi, berekfürdői, kunmadarasi, fegyverneki iskolások medián értékei viszont minden esetben meghaladták a 300 µg/l jódkoncentrációt, ami a WHO definíciója szerint túlzott jódellátottságot jelez³³.

Megemlítendő, hogy az első karcagi mérésnél 684 µg/l medián jódkoncentrációt, majd egy évvel később ugyanebben az iskolában (de másik osztályban) 511 µg/l-t mértünk; az első mérés idején vett csapvíz jodid koncentrációja 1091 µg/l, a második mérésnél vett min-ták átlaga már alacsonyabb, 580 µg/l volt.

1. táblázat: 9-11 éves gyermekek vizeletében mért jódkoncentrációk 2017/2018 és 2019/2020 telén

Vizelet jód koncentrációja (µg /l), 2017-2018									
Iskolák	n	Min.	Max.	P25	P50	Átlag	P75	szórás	
Várpalota	HU-01	20	42,1	429,4	67,7	144,1	163,6	230,4	107,7
Péteri	HU-04	13	55,1	419,8	126,1	184,3	199,4	280,8	113,4
Várpalota	HU-05	20	43,7	459,2	70,4	138,7	172,3	274,6	118,3
Budapest (04. ker.)	HU-06	18	58,0	596,3	88,0	172,2	185,7	234,1	128,2
Budapest (04. ker.)	HU-07	16	59,1	289,9	118,7	167,6	168,3	210,6	62,3
Budapest (17. ker.)	HU-09	16	52,5	621,9	97,5	168,0	205,9	288,3	148,5
Várpalota	HU-15	8	60,1	283,2	107,0	160,8	174,3	257,8	86,7
Budapest (08.ker.)	HU-17	14	33,1	313,3	83,3	183,4	159,4	216,2	85,9
Budapest (04. ker.)	HU-19	26	41,2	478,7	78,6	147,4	174,5	245,8	110,0
Szentendre	HU-20	18	34,7	670,6	168,5	231,3	242,7	289,6	139,7
Budapest (05. ker.)	HU-22	18	76,1	409,0	107,0	183,5	192,4	263,1	100,3
Budapest (08.ker.)	HU-23	12	76,1	390,4	107,5	142,3	177,6	228,6	99,7
Budapest (17. ker.)	HU-24	5	27,7	213,1	61,3	114,9	112,1	143,5	72,3
Budapest (11. ker.)	HU-25	13	14,2	414,0	50,8	105,4	178,0	344,1	143,5
Debrecen	HU-26	18	82,7	500,1	123,7	198,0	228,7	288,0	125,4
Karcag	HU-34	17	422,3	1287,1	615,6	684,1	712,6	779,6	202,6
Vizelet jód koncentrációja (µg /l), 2019-2020									
Karcag	HU-27	16	281,1	695,9	485,7	511,1	525,7	601,6	99,7
Karcag	HU-29	9	313,4	867,8	615,1	699,5	659,9	764,3	181,7
Berekfürdő	HU-30	22	383,7	1125,9	666,9	859,3	812,6	980,3	226,5
Karcag	HU-31	22	150,0	1303,7	415,6	723,8	717,6	1022,3	347,9
Fegyvernek	HU-33	33	95,5	1166,2	268,3	593,7	534,4	688,0	279,0
Kunmadaras	HU-32	26	189,0	1105,0	271,0	594,5	538,3	714,5	244,6
Karcag	HU-28	13	262,0	691,0	394,3	426,0	438,2	479,7	106,3



3. ábra: A gyermekek vizeletében mért jódkoncentrációk (µg/l), iskolánként, 2017/2018 és 2019/2020 telén

Összesen 63 gyermek UIC-ja nem érte el a 100 µg/l-t (16%), ebből 11 gyermek (2,8%) UIC-ja 20-50 µg/l között volt. Az EFSA által megadott tolerálható napi limit értéket alapul véve (10 µg/ttkg/nap³⁴) az alábbi képlet segítségével kiszámítottuk az egyes gyermekek által tolerálható napi jódfelvételi limit értéket.

Vizelet jód (µg/L) ÷ 0.92 × (0.0009 L/h/kg × 24 h/d) × wt (kg) = napi jódbevitel. Vizelet jód (µg/L) × 0.0235 × wt (kg) = napi jódbevitel³⁵

Ez alapján a vizsgálatba bevont gyermekek 66%-ának a becsült jódfelvétele a napi tolerálható limit alatt volt, 27%-a 100-200%-kal, 7%-a 200-300%-kal és 0,3%-a több mint 300%-kal haladta meg a napi tolerálható limitet (4. ábra).

A bevitt jód forrásai a kérdőívre adott válaszok elemzése alapján

A kérdőívek adatai alapján különbség mutatkozik a gyermekekhez tartozó háztartások jódozott só hasz-

nálatában (5. ábra). Míg Karcagon és környékén a háztartások 29%-a rendszeresen, 26%-a alkalmanként használ jódozott sót (Σ=55%), addig az egyéb településekhez tartozó háztartások 55%-a rendszeresen, 18%-a alkalmanként (Σ=73%). Az adatok statisztikai elemzése során nem találtunk szignifikáns összefüggést a jódozott sóhasználat és az UIC között valószínűsíthetően azért sem, mert a lakosok tudatában vannak a csapvíz magas jódtartalmának, így tudatosan kevesebben használnak jódozott sót a Jász-Nagykun-Szolnok megyei településeken.

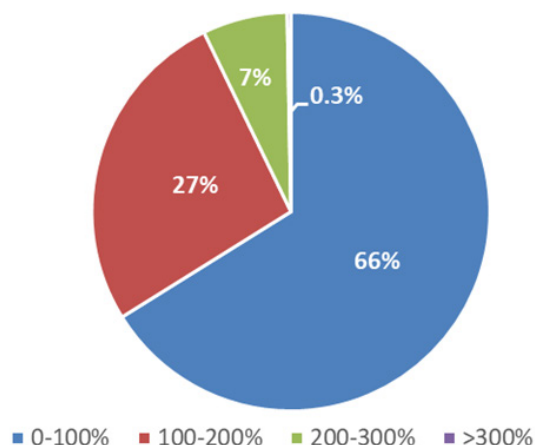
A vizelet mintavételi napot megelőző 24 órában mindössze 23 gyermek fogyasztott tengeri halat, mindannyian egy karcagi iskolai menzán. Betadinos sebkezelést összesen 8 gyermeknél alkalmaztak, sószózában egy (karcagi) gyermek volt, jódozott sótartalmú vizet 12 gyermeknél párologtattak a mintavételt megelőző 24 órában (2. táblázat). Egy karcagi gyermeknél fordult elő, hogy sószózában is volt, illetve Betadinos kezelést is kapott 24 órán belül; nála 1105 µg/l UIC-t mértek.

Jódot is tartalmazó táplálékkiegészítőt az egyéb

településen élő gyermekek 11%-a, míg a Karcagon és környékén élő gyermekek valamivel kisebb arányban, 7%-ban fogyasztottak (6. ábra).

A kérdőívekben adott válaszok elemzése során statisztikailag szignifikáns összefüggést a települések, a csapvíz jódid koncentrációja, valamint az UIC között találtunk. A modell illeszkedésén kismértékben javított az átlagos csapvízfogyasztásra súlyozás ($R=0,83$; $p<0,0001$). A nemek között nem találtunk szignifikáns

különbséget, bár a fiúk esetében gyakoribb volt a 300 µg/l feletti UIC érték. Az alacsony esetszámok is hozzájárulhattak ahhoz, hogy nem lehetett szignifikáns összefüggést kimutatni az UIC és a tengeri eredetű táplálékfogyasztás, a jódtartalmú táplálékkiegészítő szedése, a Betadinnel történt sebkezelés, a sószoba használat, a jódtartalmú víz párologtatása, illetve a speciális diéta között (mindössze 2 karcagi gyermek folytatott ovo-lakto vegetáriánus étrendet).



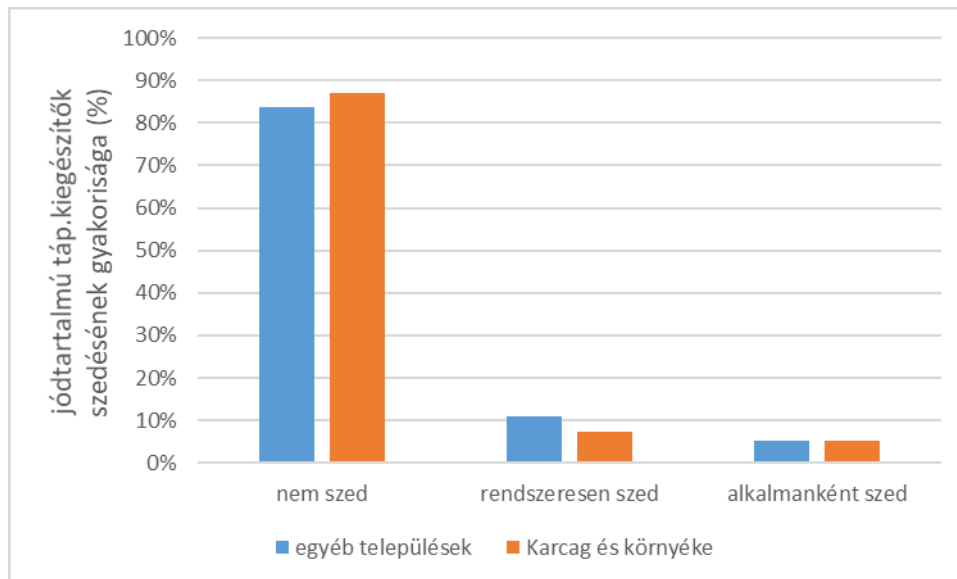
4. ábra: A karcagi és Karcag környéki iskolákban tanuló gyermekek napi becsült jódfelvétele a tolerálható napi limit %-ában (EFSA, 2006), 2019-2020



5. ábra: Jódozott asztali só használata a gyermekekhez tartozó háztartásokban a kérdőíves felmérés alapján (2017-2018 és 2019-2020)

2. táblázat: Lehetséges jódforrások használatának gyakorisága a kérdőíves felmérés alapján (2019/2020)

	Igen	Nem	n
Betadin kezelés az elmúlt 24 órában	2% (8)	98%	379
Sószoja az elmúlt 24 órában	0,3% (1)	99,7%	380
Párologtattak az elmúlt 24 órában	3% (12)	97%	378



6. ábra: Jódtartalmú táplálékkiegészítők szedésének gyakorisága a kérdőíves felmérés alapján (2019/2020)

Megbeszélés

Annak ellenére, hogy az elmúlt két évtizedben világszerte óriási előrelépés történt a jódhány, mint a magzati, újszülött- és csecsemőkori agykárosodás megelőzhető okának, valamint a felnőttkori pajzsmirigyzavarok okának megértésében és megszüntetésében, és a világ lakosságának háromnegyede ma már napi szinten jut jóddhoz az étkezési jódozott só révén²⁴, a megfelelő jódpótlás sok országban továbbra is kihívást jelent. Számos, a közelmúltban végzett klinikai kutatás kimutatta, hogy az IDD nem korlátozódik a fejlődő országok távoli, hegyvidéki területeire, ahogyan azt korábban gondoltuk, hanem továbbra is globális közegészségügyi problémát jelent, amely a fejlett országokat is érintheti⁵.

Akárcsak Európa több országa, így Magyarország is enyhén jódhányos területnek számít, az étkezéssel

és ivóvízzel bevitt átlagos jód mennyisége alacsony. Ugyanakkor egyes területeken, így Jász-Nagykun-Szolnok megye egyes településein az ivóvíz jódtartalma még mindig magas.

Bár Magyarországon az ezredforduló után is történtek vizelet jódürítési vizsgálatok, az utolsó reprezentatív vizsgálatot 1994 és 1997 között végezték iskolás gyermekek körében^{8,9,10}, így; annak ellenére, hogy a 2017-2020. közötti monitorozás nem tekinthető reprezentatívnak, mégis képet ad a vizsgált területek jódelátottságáról. A mintavétel alapján az adott populáció jódelátottságára következtethetünk.

A jelenlegi, 3.-4. osztályos gyermekek körében végzett felmérés azt mutatja, hogy a vizsgált korosztályban javult a jódelátottság az ezredfordulón mért adatokhoz képest. A várpalotai, budapesti, szentendrei, péteri, debreceni gyermekek vizeletének medián jód koncentrációja megfelelő jódelátottságra utal. Bár egyéni szinten nem értékelhető az egyszeri vizeletvé-

tel eredménye, mégis érdemes megjegyezni, hogy a gyermekek 16%-ának 100 µg/l alatti volt a jódiürítése, míg 2,8%-nak az 50 µg/l-t sem érte el. Emellett, az ezredforduló után a várandósok és szoptató anyák körében végzett, szintén nem reprezentatív vizsgálatok még mindig enyhe, mérsékelt jódhiányt jeleznek^{12,13}.

Ugyanakkor a karcagi és Karcag környéki településeken élő gyermekek vizeletének medián jód koncentrációja túlzott jódellátottságot mutat. Bár jelenleg nincs teljes konszenzus a jód maximális „biztonságos” étrendi dóziséval kapcsolatban (8-18 µg/ttkg/nap)^{36,37}, az itt élő gyermekek 30%-ának jódellátottsága a jódiürítés alapján meghaladta az EFSA által megadott tolerálható napi limit értéket, több, mint 7%-uk ürítése többszörösen is. Az ő esetükben javasolt csökkenteni a jódbevitelt. A kérdőívek elemzése alapján a magas bevétel oka az ivóvíz magas jódtartalma. Természetesen nem lehet elvetni, hogy az itt termelt élelmiszereknek is magasabb a jódtartalma, azonban ennek vizsgálata túlmutat a jelen felmérésen.

Mivel a golyva előfordulása a jódellátottság változását csak hónapokkal, vagy akár évekkal követi, a hosszú ideje fennálló jódhiány mértékének mutatója^{5,24}. A WHO szerint, ha az összes golyva aránya kevesebb, mint 5%, akkor az adott populáció jódellátottsága megfelelő; az 5,0-19,9% enyhe hiányt; a 20,0-29,9% mérsékelt hiányt; míg a 30% feletti golyva aránya súlyos jódhiányt jelez. Ha a jódprevenációs program már elindult, elsődleges hatás indikátornak a medián UIC tekinthető⁵. Magyarországon az ezredforduló környékén történtek az utolsó célzott golyvafelmérések, amik jól korreláltak a vizelet jódiürítéssel¹³. 1971 óta az általános iskolákban kötelező a védőnők által kivitelezett golyvaszűrés, amelyről az iskolaorvosi jelentések számolnak be. A bevezetőben közöltük a rendelkezésre álló adatokat; az utóbbi öt évre visszamenőleg ezek az adatok csak országos szinten állnak rendelkezésre.

Az ajánlottnál mind az alacsonyabb, mind a magasabb jódbevitel is összefügghet bizonyos megbetegedések fokozott előfordulásával. Erre utalnak az Állami Egészségügyi Ellátó Központ rutin statisztikai adatai a pajzsmirigy megbetegedéseinek (BNO-10: E01–E07) incidenciájára vonatkozóan mind a járóbeteg-, mind a fekvőbeteg-ellátásban az általunk is vizsgált időszakra (2009-2017.) vonatkozóan a betegek lakóhelye szerinti települési szinten. A viszonylag kis esetszám miatt hároméves időszakonként összevont adatok (2009-2011., 2012-2014., 2015-2017.) alapján, Karcagon és környékén mind a fekvő-, mind a járóbeteg-ellátásban mindhárom vizsgált időszakban az országos szintnél szignifi-

kánsan magasabb az incidencia arányszám az egyéb hypothyreosis (BNO-10: E03) és a thyreoditis (BNO-10: E06, pl. autoimmun thyreoditis, Hashimoto-thyreoditis) esetében. Az elsősorban jódhiánnyal összefüggésbe hozható megbetegedések, mint az egyéb nem-toxikus golyva (BNO-10: E04) és a thyreotoxycosis (BNO-10: E05) előfordulása szignifikánsan alacsonyabb Karcagon és környékén mindkét típusú ellátásban.

Mivel mind az elégtelen, mind a túlzott jódfogyasztás károsan befolyásolja a pajzsmirigy működését, és jelenleg nem állnak rendelkezésre reprezentatív UIC mérési adatok, javasolt a jódellátottság rendszeres, egész országra kiterjedő monitorozása egy országos HBM program keretében. Ezen ismeretek birtokában az adott populáció mindenkor ellátottsági szintjéhez lehet igazítani a kiegészítés mértékét, ezáltal nemcsak a jódhiány okozta betegségteher, hanem a túlzott jódellátottság okozta káros egészséghatások is megelőzhetők. Különösen fontos a jódellátottság szempontjából érzékeny csoportok, mint a szülőképeskorú nők, várandósok, szoptató anyák és kisgyermekek monitorozása. A UIC mérése európai szinten standardizált módon kell történjen.

Szintén fontos figyelembe venni az ivóvíz jódszintjének földrajzi eloszlását. Azokon a területeken, ahol magas az ivóvíz jodid koncentrációja, lehetőség szerint azt csökkenteni kell. Ha ez nem lehetséges, helyi szinten kell csökkenteni az étrendi jódbevitelt és a jódpótlást meg kell szüntetni. Az ivóvíz jódtartalmának eltávolítására, illetve csökkentésére számos vízkezelő technológia áll rendelkezésre, melyek jellemzően membrán-szétválasztás (pl. RO, NF, ED/EDR), adszorpció (ioncsere, speciális bevonatolt és módosított aktív szén adszorbensek, alumínium alapú adszorbensek stb.) vagy elektrokémiai elven alapulnak. Az egyes technikák alkalmazhatóságának, illetve a jodid-eltávolítás hatékonyságának értékelésekor a vízellátó rendszerben számos körülmény együttes mérlegelése szükséges, úgymint a nyersvíz típusa, anion-összetétele, pH-ja, a vízkezelési technológia üzemeltetési körülményei (pl. áramlási sebességek, nyomás, vízhozam, adszorbens terhelés, adszorpciós kapacitás, érintkezési idők stb.) az üzemeltetés nehézségei és a vízkezelő technológia kiépítésének beruházási költségei. A különböző technológiákat összehasonlító tanulmányok alapján az ivóvízkezelésben a membrántechnikák jódel-távolítási hatékonysága a legnagyobb, további előnyük, hogy egyidejűleg a természetes szervesanyag eltávolítást is megvalósítják, mely a vízhálózatokban a másodlagos vízminőségromlás megelőzésében is fontos szerepet jelent, azonban ezek beruházási

és működési költségei a legmagasabbak³⁸.

A fertőtlenítés önmagában csak kismértékű jodidion-koncentráció csökkenést eredményez, bár tapasztalataink alapján, ha a vízben szabad klór van jelen, a jodidion tartalom rövid idő alatt oxidált formákká alakul. Oxidációs lépést tartalmazó vízkezelés (vas-, mangán-, arzénmentesítés és kombinált technológiák) és fertőtlenítés esetén a nyersvíz jodidion tartalma jelentősen csökkenhet. A vízkezelés által elérhető minimális jódtartalom, valamint a kezelt víz jódtartalmának formája (jodid, jodát) a nyersvíz összetétele és az üzemeltetési körülmények (adagolt vegyszer koncentrációk, oxidálószer minősége, tartózkodási idők) alapján jelentősen változhat, így minden vízellátó rendszerben egyedi vizsgálatot, az üzemeltetési paraméterek helyben történő beállítását, optimalizálását igényli.

Karcag vízellátó rendszerében az Országos Közegészségügyi Központ a hazai nyersvizek és szolgáltatott ivóvizek jódtartalmára vonatkozó 2017-2018 évi felmérése alapján Aquaman típusú ivóvízkezelő berendezés üzemel, melynek lépései: gáztalanítás, vas- és mangántalanítás, ammóniummentesítés törésponti klórozással, arzénmentesítés, valamint utófertőtlenítés klórgáz adagolással.

A szolgáltatott ivóvíz jódtartalma a fogyasztási pontokon is csökkenthető különböző alkalmas ivóvíztisztító kiserendezésekkel, azok egyéb közegészségügyi kockázatainak mérlegelése mellett. Az RO membránt tartalmazó kiserendezések működési elvük alapján alkalmasak lehetnek az ivóvíz jódtartalmának csökkentésére, de az eltávolítási hatékonyságuk a nyers és kezelt víz visszakeverési arányától (ún. by-pass rendszer) függ. Speciális jód-szelektív gyantát tartalmazó engedélyezett ivóvízkezelő berendezés nincs, az egyéb adszorbensek jód-eltávolítási hatékonyságára vonatkozóan jelenleg nem rendelkezünk megbízható vizsgálati eredményekkel.

A jódhány megelőzésének és kezelésének a legköltséghatékonyabb és legsikeresebb megoldása a só általános jódozása. A jódprevenció sikerességének értékelésére a WHO a medián UIC mellett a jódozott konyhasót használó háztartások arányát jelöli meg, mint a két legfontosabb indikátort⁵.

Magyarországon a jódozott só forgalmazása 1950-től kezdődően kötelező volt azokban a járásokban, ahol 30% felett fordult elő golyva a gyermekek körében. Az 1970-es években azonban megszűnt ez a kötelezettség és az ezredfordulóra már csak a magyar háztartások 16%-a használt jódozott sót¹³. Egy másik, 2001-es

adat szerint a piac 85%-ában részesedő, legnagyobb sóforgalmazó tájékoztatása alapján az értékesített étkezési só csupán 25%-a volt jódozott¹⁷, azóta ez az érték nőtt, azonban a jelenlegi kereskedelmi forgalomban lévő jódozott só pontos arányáról nem találtunk elérhető információt.

A közétkeztetésben 2014 óta kötelező a jódozott só használata Magyarországon. Az erre vonatkozó szabályozást az Emberi Erőforrások Minisztériuma a közétkeztetésre vonatkozó táplálkozás-egészségügyi előírásokról szóló 37/2014. (IV. 30.) EMMI rendelete tartalmazza. A Rendeletben foglaltaknak megfelelően a közétkeztetésben ételkészítéshez kizárólag az MSZ-01-10007 számú szabvány szerinti, jódozott konyhasó használható csak fel (12. § (2) bekezdés). Az ételkészítéshez használt só minőségét a népegészségügyi feladat körben eljáró járási hivatalok valamennyi közétkeztetésben végzett ellenőrzés során vizsgálják. Abban az esetben, ha az ételkészítéshez használt ivóvíz jódtartalma meghaladja a megengedett határértéket, az országos tisztifőorvos kérelemre indult eljárásban felmentést adhat a jódozott só előírásának betartása alól (12. § (2a) bekezdés). A karcagi és a környékbeli iskolák közétkeztetését ellátó cégek, – a saját tájékoztatásuk szerint – nem rendelkeznek ilyen felmentéssel. Az ivóvíz magas jódtartalmát ismerve van olyan cég, amelyik nem használ jódozott sót, más részük használ, illetve olyan is van, aki fele-fele arányban használ jódozott és nem jódozott sót az ételek készítéséhez.

A jelenlegi vizsgálatban az alacsony jódtartalmú ivóvízzel rendelkező településeken élő gyermekekhez tartozó háztartások mindössze 55%-ában használnak rendszeresen, további 18%-ában pedig alkalmanként jódozott sót, a kérdőívet kitöltő szülők bevallása alapján. A WHO besorolása szerint az ebbe a csoportba (50-90%) tartozó populációknál arra kell törekedni, hogy ez az arány elérje a minimum 90%-ot. Amennyiben két éven belül nem történik előrelépés, akkor fel kell mérni, hogy a legérzékenyebb csoportok jódbevitelének növelése megvalósítható-e étrend-kiegészítő vagy jóddal dúsított élelmiszerek formájában³⁹.

Az ajánlások ellenére, jelenleg még mindig kevés európai országban van kötelező program a só jóddal való dúsítására és az erre vonatkozó jogszabályok országoként eltérőek, ezért 2018 áprilisában egy európai tudósokból álló konzorcium közzétette a „Krakkói nyilatkozat a jódról” című dokumentumot, amelyben felszólították a politikai döntéshozókat, hogy hozzanak erőteljesebb intézkedéseket a jódhány megszüntetésére Európában az étkezési só kötelező jódozása

révén²⁷.

Az ajánlás szerint a só jódtartalmát a WHO által ajánlott napi 5 gramm sófogyasztáshoz kell illeszteni. Hazánkban az Országos Gyógyszerészeti és Élelmszer-egészségügyi Intézet (OGYÉI) jogelődje, az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI), által végzett reprezentatív lakossági felmérés adatai azt mutatják, a tényleges napi sóbevitel férfiaknál 17,5 gramm, nőknél 12,1 gramm, azaz többszörösen meghaladják a javasolt maximális bevitel értékét⁴⁰. A jelenlegi pontos magyarországi sófogyasztás nem ismert, ezért ezt is fontos nemzeti szinten felmérni. Figyelembe véve azt a tényt, hogy a sófogyasztás jelentős része ma már a feldolgozott élelmiszerekből származik, az azokban, valamint az állati takarmányokban felhasznált só mennyiségét és minőségét is szükséges szabályozni.

Az étkezési só minőségének ellenőrzése alapvető fontosságú a jódozási folyamat hatékonyságának és biztonságának biztosítása érdekében. A helyi termelési, éghajlati, csomagolási és tárolási körülmények miatt a jód kémiai jellemzőiből adódóan a jódozott só esetében bekövetkezik egy bizonyos mértékű jódvesztés, aminek mértéke rendkívül változó lehet, így ez befolyásolja a hozzáadandó jód további mennyiségét. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal 2015-ben tesztelte a hazai kiskereskedelembe akkor kapható 28 féle jódozott só jódtartalmát. Négy termékénél a mért érték alacsonyabb volt a jelöltnél, két jódozott megnevezésű termék pedig egyáltalán nem tartalmazott jódot⁴¹.

Összességében mindezek alapján elmondható, hogy Magyarországon is történt előrelépés az ezredfordulóhoz képest a jódprevenció tekintetében, azonban még számos lépés megvalósítása szükséges ahhoz, hogy folyamatosan biztosítva legyen a magyar lakosság adekvát jódelátottsága.

Anyagi támogatás

A közlemény megírása anyagi támogatásban nem részesült. A munkát az „InAirQ” projekt támogatta (Transznacionális Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management) amelyet az Interreg CENTRAL EUROPE finanszírozott.

Szerzők hozzájárulása

KSZ.: mintavétel koordinálása és kivitelezése, szakirodalom elemzése, adatbázis elemzése, adatok vizualizációja, kézirat elkészítése; MT.: adatbázis elemzése, CsZs., PV., RE.: analitikai mérések elvégzése, BDZS.: kézirat írása, PA.: szakirodalom elemzése, kézirat írása

Érdekeltségek

A szerzőknek nincsenek a tartalmat érintő érdekeltségeik.

Nyilatkozatok

A szerzők nyilatkoznak arról, hogy a közlemény más folyóiratban korábban nem jelent meg, és máshová beküldésre nem került. A szerzők nyilatkoznak arról is, hogy a cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Etikai engedély

A vizsgálat rendelkezik az Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága szakmai-etikai engedélyével (ügyiratszám: 46399-4/2017/EKU).

Irodalomjegyzék

- de Benoist B, Andersson M, Takkouche B, Egli I. Prevalence of iodine deficiency worldwide. *Lancet*. 2003; 362(9398):1859-60. ISSN 0140-6736, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)14920-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14920-3)
- World Health Organization. Iodine status worldwide: WHO Global Database on Iodine Deficiency. World Health Organization. 2004, <http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241592001.pdf?q=iodine-status-worldwide>.
- Qian M, Wang D, Watkins WE, et al. The effects of iodine on intelligence in children: a meta-analysis of studies conducted in China. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2005;14(1):32-42. PMID: 15734706. <https://www.gwern.net/docs/iodine/2005-qian.pdf>
- Liu HL, Lam LT, Zeng Q, et al. Effects of drinking water with high iodine concentration on the intelligence of children in Tianjin, China. 2009 *J Public Health (Oxf)*. (1):32-8. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdn097>
- WHO/UNICEF/ICCIDD (World Health Organization/United Nations Children's Fund/International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders), 2007. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers. 108 pp. http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241595827_eng.pdf, accessed 20 May 2021
- Laurberg P, Pedersen I.B, Carlé A. et al. The U-Shaped Curve of Iodine Intake and Thyroid Disorders, *Comprehensive Handbook of Iodine*. 2009, Pages 449-455, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374135-6.00047-9>
- Liu P, Liu SJ, Su XH, et al. Relationship between urinary iodine and goiter prevalence: results of the Chinese national iodine deficiency disorders survey. *J Endocrinol Invest*. 2010; 33(1):26-31. <https://doi.org/10.1007/BF03346545>
- Xiu L, Zhong G, Ma X, Urinary iodine concentration (UIC) could be a promising biomarker for predicting goiter among school-age children: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 2017, 12(3):e0174095. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174095>
- Farebrother J, Zimmermann MB, Andersson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function. *Ann N Y Acad Sci*. 2019; 1446(1):44-65. Epub 2019 Mar 20. PMID: 30891786. <https://doi.org/10.1111/nyas.14041>
- WHO: Goitre as a determinant of the prevalence and severity of iodine deficiency disorders in populations. *Vitamin and Mineral Nutrition Information System*. 2014, (WHO/NMH/NHD/MNM/14.5); http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/133706/WHO_NMH_NHD_EPG_14.5_eng.pdf?sequence=1, accessed: 26 January 2022.
- Zimmermann MB, Andersson M. Update of iodine status worldwide. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2012; 19:382-7. <https://doi.org/10.1097/MED.0b013e328357271a>
- Vandevijvere S, Ruttens A, Wilmet A. et al.: Urinary sodium and iodine concentrations among Belgian adults: results from the first national Health Examination Survey. *Eur J Clin Nutr*. 2021; 75(4):689-696. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-00766-5>
- <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- Farkas I., Málnási T., Nádor G., Páldy A., Rudnai P., Sárkány E., Sajgó M. A jódeállottság és lehetséges egészségi következményei. Szerkesztette: Páldy Anna, Málnási Tibor Országos Közegészségügyi Intézet 2017/5. https://intranet.antsz.hu/data/cms83349/2017_5_A_jodellatottsag_es_lehetseges_egeszsegi_kovetkezmenyei.pdf, ISBN 978-615-80084-6-4
- Farkas I., Sajgó K, Mayer G : Goiter frequency of Hungarian children in 1989/90 of the 7, 11 and 13 year age group. In: Delange F., Dunn I.T., Glinioer D. (eds.): Iodine deficiency in Europe a continuing concern. p 437 NATO ASI Series Plenum Press Bruxelles (1993) https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1245-9_49
- Farkas I., Sajgó K., Páldy A., Nádor G.: Jódhiány Magyarországon gyermekkorban. *Tapintásos golyvagyakorosság felmérés és vizeletjód vizsgálatok (1994 - 1997) eredményei alapján. Praxis 1/8: 42 - 46 (2000)*
- Solymosi T., Farkas I. 2032 iskoláskorú gyermek pajzsmirigy-ultrahangvizsgálatából levonható néhány tanulság: a jódeállottságtól és az attól független tényezők szerepe a golyva kialakulásában. *Gyermekgyógyászat* 2003, 3. https://www.antsz.hu/data/cms40301/ogyei_jod_gygy0304.pdf

18. Péter F: A „silent” jódprofilaxis csak részben korrigálja a jódhiányt: a magyar történet (1970-2020). *Orvosi Hetilap* 2020, 161. évfolyam, 50. szám <https://ak-journals.com/view/journals/650/161/50/article-p2107.xml> <https://doi.org/10.1556/650.2020.31939>
19. Farkas I., Sajgó K., Páldy A., Nádor G.: Jódhiány Magyarország gyermeklakossága körében. Tapintásos golyvagyakorosság felmérés és vizeletjód vizsgálatok (1994 - 1997) eredményei alapján. *Praxis* 1/8: 42 – 46 (2000)
20. Delange F, Eastman CJ, Hostalek U. et al.: The Story of the ThyroMobil Thyroid International 1-2007 Merck KGaA, Darmstadt, Germany, D-64271 Darmstadt ISSN 0946-5464, https://www.researchgate.net/publication/237399082_The_Story_of_the_ThyroMobil
21. Péter F, Podoba J, Muzsnai Á.: Iodine Status of Schoolchildren in Hungary: Improvement a Decade on. *Eur Thyroid J* 2015; 4:71–72 <https://doi.org/10.1159/000371550>
22. Péter Ferenc: A „silent” jódprofilaxis csak részben korrigálja a jódhiányt: a magyar történet (1970-2020). *Orvosi Hetilap* 2020, 161. évfolyam, 50. szám <https://akjournals.com/view/journals/650/161/50/article-p2107.xml>
23. WHO Urinary iodine concentrations for determining iodine status deficiency in populations. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva: World Health Organization; 2013, https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85972/WHO_NMH_NHD_EPG_13.1_eng.pdf, elérés 2021. 08. 24
24. European Food Safety Authority (EFSA): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iodine, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). 2014, <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3660> DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efs.2014.3660>
25. Rasmussen, L., Ovesen, L. & Christiansen, E. Day-to-day and within-day variation in urinary iodine excretion. *Eur J Clin Nutr.* 1999, **53**, 401–407. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600762>
26. WHO/UNICEF (World Health Organization/United Nations Children’s Fund), *Iodine deficiency in Europe. A continuing public health problem. 2007a.* 86 pp. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43398/9789241593960_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y, accessed 20 May 2021)
27. Andersen S, Karmisholt J, Pedersen KM, Laurberg P. Reliability of studies of iodine intake and recommendations for number of samples in groups and in individuals. *Br J Nutr.* 2008 99(4):813-8. <https://doi.org/10.1017/S0007114507842292>
28. <https://www.euthyroid.eu/>
29. Ittermann T, Albrecht D, Arohonka P, et al.: Standardized Map of Iodine Status in Europe. *Thyroid*, 2020, 30(9):1346-1354. <https://doi.org/10.1089/thy.2019.0353>
30. Vargha M., Bufa-Dórr Zs., Málnási T., Sebestyén Á., Izsák B., Rosenberger E.: Magyarország ivóvíz jodid-ion tartalmának felmérése. Országos Közegészségügyi Intézet 2017/7. <https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/726/2017-iv%C3%B3v%C3%ADz-jodid-tartalom-felm%C3%A9r%C3%A9s.pdf>
31. <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/InAirQ.html>
32. Sullivan K. M., May S., Maberly G.: Urinary iodine assessment: a manual on survey and laboratory methods, *Program Against Micronutrient Malnutrition - UNICEF*, 2000 <https://www.unhcr.org/45f6abc92.pdf>
33. WHO/UNICEF/ICCIDD (World Health Organization/United Nations Children’s Fund/International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders), 2007. *Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers.* 108 pp. http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241595827_eng.pdf, ISBN 978 92 4 159582 7, accessed 20 May 2021
34. EFSA - Scientific Committee on Food (SCF): *Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals*, 2006, https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf
35. Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc.* Washington (DC): National Academies Press (US); 2001. PMID: 25057538. <https://doi.org/10.17226/10026>
36. WHO Iodine in drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality, 2020, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338064/WHO-HEP-ECH-WSH-2020.5-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, elérés: 2021.08.01

37. World Health Organization. (2018). Alternative drinking-water disinfectants: bromine, iodine and silver. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/260545>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
38. Watson K. Farré M.J. Knight N.: Strategies for the removal of halides from drinking water sources, and their applicability in disinfection by-product minimisation: A critical review 2012 Journal of Environmental Management volume: 110, pages: 276-298 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman>.
39. Untoro, J., Mangasaryan, N., De Benoist, B., & Darton-Hill, I. Reaching optimal iodine nutrition in pregnant and lactating women and young children: Programmatic recommendations. *Public Health Nutrition*, 2007, 10 (12A), 1527-1529. <https://doi.org/10.1017/S1368980007705360>
40. Martos É. dr., Bakacs M., Sarkadi-Nagy E. dr., Ráczkevy T., Zentai A., Baldauf Zs. dr., Illés É., Lugasi A. dr.: Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat– OTÁP2009, IV. A magyar lakosság makroelem-bevitele. *Orv. Hetil.* 2012; 153 (29):1132–1141 <https://doi.org/10.1556/OH.2012.29378>
41. Nébih: Só-terméketest 2.0. Avagy mitől különbek a „speciális” sók? 2015, http://szupermenta.blog.hu/2015/09/30/mitol_kulombek_a_specialis_sok_nebih_so-termekeszt_2