



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**Jodiuminname van volwassenen in Noord
Nederland in 2020-2021 en trend sinds
2006-2007**

Resultaten van voedingsstatusonderzoek in het
Lifelines cohort

RIVM-briefrapport 2022-0066
C.S. Dinnissen et al.



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**Jodiuminname van volwassenen in Noord
Nederland in 2020-2021 en trend sinds
2006-2007**

Resultaten van voedingsstatusonderzoek in het
Lifelines cohort

RIVM-briefrapport 2022-0066
C.S. Dinnissen et al.

Colofon

© RIVM 2022

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van zijn producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2022-0066

C.S. Dinnissen (auteur), RIVM
M.H. de Jong (auteur), RIVM
J. Verkaik-Kloosterman (auteur), RIVM
M. Hendriksen (auteur), RIVM

Contact:

Marieke Hendriksen
Voeding, Preventie en Zorg\Voeding en Gezondheid
marieke.hendriksen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VWS in het kader van kennisvraag 5.4.2.08

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Jodiuminname van volwassenen in Noord Nederland in 2020-2021 en de ontwikkeling daarin sinds 2006-2007

Voedingsstatusonderzoek in het Lifelines cohort

Om de schildklier goed te laten werken, is het belangrijk dat mensen genoeg jodium binnenkrijgen via voedsel. De kans op gezondheidsproblemen is klein als de helft van de bevolking meer dan 150 microgram per dag binnenkrijgt. In 2020/2021 was dit bij mannen in het noorden van Nederland het geval: de helft van de mannen kreeg meer dan 207 microgram per dag binnen. Vrouwen kregen net genoeg jodium binnen. De helft van de vrouwen kreeg meer dan 159 microgram per dag binnen. Deze hoeveelheid moet niet verder dalen. Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM, in opdracht van het ministerie van VWS.

Het is belangrijk om de hoeveelheid jodium in de gaten te houden omdat mensen sinds 2006/2007 ongeveer een derde minder jodium binnenkrijgen. Dit is vooral bij zwangere vrouwen een punt van aandacht. Genoeg jodium is namelijk nodig voor de ontwikkeling van het ongeboren kind. Het RIVM beveelt dan ook aan om de komende jaren te blijven volgen hoeveel jodium mensen binnenkrijgen.

In Nederland zit er weinig jodium in de grond. Dit is een van de redenen dat de hoeveelheid jodium die van nature in voedingsmiddelen zit, te laag is. Daarom wordt jodium toegevoegd aan (bakkers)zout. In 2008 is de wetgeving hierover veranderd en wordt er aan brood zout toegevoegd dat minder jodium bevat. Dit is waarschijnlijk een van de redenen waardoor mensen minder jodium binnenkrijgen.

Voor dit onderzoek is onderzocht hoeveel jodium volwassen mensen binnenkrijgen die hebben meegedaan aan het Lifelines cohort, een gezondheidsonderzoek in Noord-Nederland. De hoeveelheid jodium is gemeten in de urine van de deelnemers, die ze 24 uur lang hebben verzameld. De ontwikkeling in de hoeveelheid jodium die mensen binnenkrijgen tussen 2006/2007 en 2020/2021 kon alleen worden onderzocht bij mensen van 31 tot en met 50 jaar.

Kernwoorden: jodium, inname, voedingsstatus, verandering, voeding, cohortstudies

Synopsis

Adult iodine intake in the north of the Netherlands in 2020-2021 and the development of this since 2006-2007

Nutritional status study among the Lifelines cohort

It is important for people's dietary intake of iodine to be sufficient to ensure that the thyroid gland works properly. The chances of health problems are low if half of the population are ingesting iodine in excess of 150 micrograms a day. This was the case in men in the north of the Netherlands in 2020/2021, with more than half of men ingesting 207 micrograms a day. Women were ingesting just enough iodine. Half of women were ingesting more than 159 micrograms a day. This quantity should not be allowed to decrease any further. The above was revealed by a study commissioned by the Ministry of Health, Welfare and Sport and carried out by the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM).

Monitoring iodine intake is important because people are ingesting approximately a third less iodine than they were in 2006/2007. This is particularly a point for attention in pregnant women. After all, getting enough iodine is necessary for foetal development. As such, RIVM recommends continuing to monitor iodine intake in people over the next few years.

There is very little iodine in the soil in the Netherlands, which is one of the reasons why iodine levels in our foods are naturally too low. That is why iodine is added to certain types of salt. The law on this was changed in 2008, as a result of which salt containing less iodine is now used for making bread – which is probably one of the reasons why people's iodine intake has fallen.

This study looked at the iodine intake levels of adults who participated in the Lifelines cohort, a health study in the north of the Netherlands. Iodine levels were measured in participants' urine collected over a 24-hour period. The development in people's iodine intake between 2006/2007 and 2020/2021 could only be studied among people aged 31-50.

Keywords: iodine, intake, nutritional status, change, nutrition, cohort studies

Inhoudsopgave

1	Inleiding — 9
1.1	Achtergrond — 9
1.2	Doelstelling — 10
2	Methode — 11
2.1	Lifelines cohort — 11
2.2	Onderzoekspopulaties in 2006/2007 en 2020/2021 — 11
2.3	Verzameling van de 24 uurs urine — 12
2.4	Extra vragenlijst — 12
2.5	Laboratoriumanalyse van creatinine en jodium — 12
2.6	Berekenen van de jodiuminname — 13
2.7	Statistische analyses — 13
2.7.1	Huidige inname 2020/2021 — 13
2.7.2	Toetsen aan de norm voor jodiuminname — 13
2.7.3	Vergelijking huidige inname met 2006/2007 — 15
3	Resultaten — 17
3.1	Onderzoekspopulatie 2020/2021 — 17
3.2	Jodiuminname 2020/2021 — 19
3.2.1	Jodiuminname naar zout gebruikt — 20
3.3	Toetsen aan de norm voor jodiuminname — 20
3.4	Vergelijking jodiuminname tussen 2006/2007 en 2020/2021 — 21
4	Beschouwing van de resultaten — 23
4.1	Jodium — 23
4.1.1	Percentage onder de gemiddelde behoefte — 23
4.1.2	Daling van de jodiuminname — 23
4.1.3	Risico's op een te lage jodiuminname — 24
4.2	Methodologische beschouwing — 24
4.2.1	Representativiteit voor Nederlandse bevolking — 24
4.2.2	Representativiteit voor vergelijking trend — 25
4.2.3	Schatting percentage onder de gemiddelde behoefte — 25
4.2.4	Kwaliteit van de dataverzamelingen — 26
5	Conclusie — 27
6	Referenties — 29

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Jodium is een essentieel component voor het optimaal functioneren van de schildklier en het aanmaken van schildklierhormonen. Deze hormonen spelen een rol bij de groei en ontwikkeling van het zenuwstelsel van foetussen en jonge kinderen en zijn belangrijk voor de stofwisseling in het algemeen (1).

Een te lage jodiuminname kan resulteren in jodiumdeficiëntie en heeft een negatief effect op de werking van de schildklier. Een te hoge jodiuminname daarentegen kan ook schadelijke gevolgen hebben en leiden tot schildkliervergroting of een overstimulatie van de schildklier.

In Nederland zit er weinig jodium in de grond en is de hoeveelheid jodium dat van nature in voeding aanwezig is laag (2). Om voor een adequate jodiuminname te zorgen wordt in Nederland aan een deel van het (bakkers)zout jodium toegevoegd. Volgens de voedselconsumptiepeiling (VCP) zijn brood en zuivel de belangrijkste bronnen van jodium in het Nederlandse voedingspatroon (3). Het verrijkingsbeleid is een aantal keer herzien om de jodiuminname van de bevolking adequaat te houden en tegelijkertijd een te hoge jodiuminname te voorkomen. De laatste herziening dateert uit 2008. Toen is er in de Warenwet vastgelegd dat gejodeerd zout vrijwillig aan vrijwel alle levensmiddelen mag worden toegevoegd, in plaats van alleen aan enkele productgroepen (4). Om te voorkomen dat hierdoor de jodiuminname te hoog zou worden, is het wettelijk toegestane jodiumgehalte in bakkerszout, wat toegevoegd mag worden aan brood- en bakkerijproducten, verlaagd van 70-85 mg naar 50-65 mg jodium per kg zout. Ook is de wettelijke toegestane hoeveelheid jodium die toegevoegd mag worden aan huishoudelijk zout en vleesproducten aangepast van respectievelijk 30-40 mg jodium per kilogram en 20-30 mg/kg, naar 25 mg jodium per kilogram. In 2009 is in een convenant tussen de minister van VWS en de Nederlandse bakkerijsector vastgelegd dat het gebruik van gejodeerd bakkerszout in brood en andere bakkerijproducten aangemoedigd wordt door de betrokken partijen. Mede hierdoor bevat bijna al het brood in Nederland gejodeerd bakkerszout (5).

Sinds 2006 zijn er in Nederland initiatieven gestart om de hoeveelheid natriumchloride (zout) in levensmiddelen te verlagen. Aangezien gejodeerd zout een bijdrage levert aan de jodiuminname, kan een verlaging van de zoutinname ook een effect hebben op de jodiuminname. Het is onder andere daarom nodig om te monitoren of de jodiuminname niet te laag wordt.

In de periode 2006-2018 is de jodiuminname een aantal keer bestudeerd. Hieruit bleek dat de jodiuminname van volwassenen in Nederland sinds 2006 is gedaald (3, 6). De jodiuminname van mannen was voldoende, maar de jodiuminname van vrouwen was nog maar net voldoende. De aanbeveling voor zwangere en lacterende vrouwen werd door vrouwen in de vruchtbare leeftijd niet gehaald.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van het huidige onderzoek is om de jodiuminname te bepalen en te beoordelen of deze adequaat is voor zowel mannen als vrouwen. Voor dit onderzoek is de jodiuminname bepaald op basis van de 24-uurs-urineverzameling die gedaan is in het Lifelines cohort in Noord Nederland. Doordat de jodiuminname is vastgesteld in 2020/2021 en in 2006/2007 kan ook de verandering in jodiuminname worden bepaald voor mannen en vrouwen.

2 Methode

2.1 Lifelines cohort

Het Lifelines cohort is een longitudinale cohortstudie met als doel om inzicht te krijgen in gezond ouder worden (7). In dit cohort worden gegevens en lichaamsmateriaal, zoals bloed- en urinemonsters, verzameld van ruim 167.000 inwoners uit drie generaties woonachtig in Friesland, Groningen en Drenthe. De deelnemers worden vanaf 2006 gevolgd. Deelnemers hebben bij de start van Lifelines een toestemmingsverklaring ondertekend en wanneer nodig wordt het onderzoek getoetst door de Medisch Ethische Toetsingscommissie. Deelnemers krijgen geen (reiskosten)vergoeding voor deelname. Elke anderhalf jaar ontvangen de deelnemers een vragenlijst en elke vijf jaar worden op de Lifelines locatie lichaamsmaterialen afgenomen en een aantal metingen uitgevoerd zoals de bloeddruk en een hartfilmpje. Als onderdeel van het onderzoek verzamelen deelnemers in alle onderzoek rondes 24 uur lang hun urine volgens het Lifelines protocol en vullen ze vragenlijsten in over algemene kenmerken (o.a. lengte, gewicht en hoogst behaalde opleiding). De meest recente onderzoeksrondes (derde onderzoeksrondes) is in 2019 gestart.

2.2 Onderzoekspopulaties in 2006/2007 en 2020/2021

De jodiuminname op basis van een 24-uursurineverzameling werd bepaald voor 300 deelnemers die deelnamen aan de eerste ronde van het Lifelines cohort (2006/2007) en voor 287 andere deelnemers die deelnamen aan de derde ronde (2020/2021). De eerste ronde van het Lifelines-cohort startte in 2006 en liep door tot in 2013. Alleen deelnemers die in 2006 of in 2007 urine hadden verzameld werden geselecteerd voor het onderzoek naar de jodiuminname, omdat de initiatieven om de zoutgehalten in voedingsmiddelen te laten dalen in 2006/2007 nog niet, of nog maar net, waren begonnen en omdat het jodiumgehalte van (bakkers)zout nog niet was verlaagd. Deelnemers uit de eerste ronde van het Lifelines cohort waren geselecteerd voor een gelijke verdeling over geslacht, BMI categorie en opleidingsniveau. Ook moest een deelnemer een volledige 24 uursurineverzameling (zelf gerapporteerd) hebben. Op basis van deze selectiecriteria bleek dat er alleen deelnemers in de leeftijd van 25 tot 50 jaar aan al deze criteria voldeden.

Voor het bepalen van de jodiuminname in 2020/2021 werd aangesloten bij de derde onderzoeksrondes van het Lifelines cohort. De dataverzameling voor het onderzoek naar de jodiuminname liep van november 2020 tot en met december 2020 en van maart 2021 tot en met mei 2021 bij deelnemers van 18 tot en met 70 jaar. Vanwege de toen geldende COVID-19 maatregelen is de dataverzameling tijdelijk onderbroken geweest (januari en februari 2021). Zwangere vrouwen en personen met een nierziekte werden uitgesloten van deelname. In totaal waren er in deze periode 5992 deelnemers beschikbaar. Hier konden 287 deelnemers uit worden geselecteerd. Van deze deelnemers werden 198 deelnemers gematched aan de selectie deelnemers uit 2006/2007 op basis van karakteristieken (geslacht, leeftijd, BMI categorie en

opleidingsniveau) om een verandering in jodiuminname te bepalen. De overige 89 deelnemers werden geselecteerd om de onderzoekspopulatie van 287 deelnemers zo veel mogelijk overeen te laten komen met de samenstelling van de Nederlandse populatie in 2020 gemeten door CBS, op basis van leeftijd, geslacht, BMI en opleidingsniveau.

2.3 Verzameling van de 24 uurs urine

Deelnemers aan het Lifelines-cohort ontvingen tijdens een eerste bezoek aan de Lifelines-locatie de containers voor het opvangen van de urine, samen met een instructie (bijlage 1) over het verzamelen en de opslag van de urine. De urine is gedurende 24 uur opgevangen, op kamertemperatuur bewaard en binnen 24 uur na de verzameling weer meegenomen naar de Lifelines locatie. Hier is genoteerd of er volgens de deelnemer urine was gemist bij het opvangen.

De urinecontainers werden op kamertemperatuur vervoerd en verwerkt in het laboratorium. Het gewicht van elke container werd gemeten, in porties opgedeeld en opgeslagen in vriezers van -80°C. Het protocol van de urineverzameling was hetzelfde in 2006/2007 als in 2020/2021.

De monsters uit 2006/2007 zijn na verzameling opgeslagen in vriezers van -80°C. In 2021 zijn deze monsters ontdooid en verstuurd naar het laboratorium om de jodiumconcentratie te bepalen. De creatinineconcentratie was al in 2006/2007 bepaald. Deze is gebruikt als een maat voor de volledigheid van de 24 uurs urineverzameling. De monsters uit 2020/2021 werden meteen na binnenkomst verstuurd naar het laboratorium voor de jodium- en creatininebepalingen.

2.4 Extra vragenlijst

Voor het onderzoek in 2020/2021 is een aanvullende digitale vragenlijst verstuurd naar deelnemers die vanaf november 2020 voor een bezoek op de Lifelines locatie zijn langsgelopen. In deze aanvullende vragenlijst werden onder andere vragen gesteld over het gebruik van (gejodeerd) zout tijdens het koken of aan tafel. Ook werd er navraag gedaan over het gebruik van (gejodeerd) zout tijdens het bakken van eigen brood en over het gebruik van jodiumhoudende supplementen. Het invullen van deze vragenlijst was optioneel.

2.5 Laboratoriumanalyse van creatinine en jodium

Het UMCG Clinical Chemistry laboratorium (gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001:2008 en NEN-EN-ISO 15189:2012 standaarden) analyseerde de creatineconcentratie in de urinemonsters.

Creatinineconcentratie (mmol/L) is bepaald door middel van een enzymatische assay (op de Cobas C702 (Roche, Mannheim, Duitsland)) met een detectielimiet van 1,94 -900 mmol/L. De creatinineconcentratie (mmol/l) is vermenigvuldigd met het volume van de 24 uurs in liters om tot de creatinine-excretie per dag te komen.

Het laboratorium Klinische Farmacie en Farmacologie UMCG heeft de jodiumconcentratie (in µg/l) in de urinemonsters bepaald door middel van inductief gekoppelde plasma-massaspectrometrie (ICP-MS) (op de iCap TQ massaspectrometer). De detectielimiet lag tussen de 10 µg/l en 250 µg/l.

2.6 Berekenen van de jodiuminname

De jodiumexcretie over 24 uur is berekend door de jodiumconcentratie per liter (in $\mu\text{g/L}$) te vermenigvuldigen met het volume van de 24 uurs urine (in L). Algemeen wordt aangenomen dat de jodiumexcretie minimaal 92% van de jodiuminname betreft (8). De jodiuminname is berekend door de jodiumexcretie door 0,92 te delen.

2.7 Statistische analyses

2.7.1 *Huidige inname 2020/2021*

Een 24 uurs urineverzameling moet volledig zijn om een goede weergave te geven van de inname van de dag. De creatinineconcentratie geldt als een maat voor de volledigheid van een 24-uurs urineverzameling. Deelnemers zonder creatinine-excretie of met een 24-uurs creatinine-excretie van ≤ 5 mmol/d of een 24 uurs creatinine-excretie van ≤ 6 mmol/d in combinatie met een verzameld volume van < 1 liter, werden uitgesloten (N=4). Ook gegevens van mensen met een volume van de verzamelde urine van minder dan 500 ml (N=2) werden uitgesloten.

De Kolmogorov-Smirnov test liet zien dat de inname van jodium niet normaal verdeeld was (p-waarde $< 0,05$). De resultaten zijn daarom gepresenteerd als mediaan (P50) met de bijbehorende interkwartielwaarden (P25-P75). De analyses zijn apart uitgevoerd voor mannen (N=137) en vrouwen (N=144). De deelnemers uit 2020/2021 zijn geselecteerd om zo goed als mogelijk de samenstelling van de Nederlandse bevolking te representeren wat betreft leeftijd, BMI categorie en opleidingsniveau in 2020 gemeten door CBS. Verschillen in karakteristieken tussen mannen en vrouwen zijn getoetst met behulp van een Mann-Whitney U toets. De berekeningen van mediane jodiuminname zijn uitgevoerd in IBM SPSS statistics versie 25.

2.7.2 *Toetsen aan de norm voor jodiuminname*

2.7.2.1 *Vergelijking met de adequate inname voor mannen en vrouwen*

Door de Gezondheidsraad is voor mannen en vrouwen een adequate inname (AI) van 150 $\mu\text{g/d}$ vastgesteld (9). De adequate inname is een innameniveau waarvan kan worden aangenomen dat het in de behoefte voorziet van vrijwel alle mensen waarvoor de norm geldt. Als de mediaan van de inname boven dit niveau ligt, wordt aangenomen dat het risico op een te lage inname klein is in de bevolkingsgroep. Bij de inname gelijk of onder de AI is er geen uitspraak mogelijk over de adequaatheid van de inname in de bevolkingsgroep en is aanvullend onderzoek nodig. Dit is bijvoorbeeld onderzoek naar klinische verschijnselen en/of bepaalde biomarkers.

2.7.2.2 *Vergelijking met de gemiddelde behoefte voor vrouwen*

Bij de herziening van de voedingsnormen in 2018 heeft de Gezondheidsraad aangegeven dat voor onderzoek naar de jodiuminname met 24-uurs urine ook nog gebruik gemaakt kan worden van de voedingsnormen die golden vóór 2018. Destijds was er namelijk een gemiddelde behoefte met bijbehorende aanbevolen dagelijkse hoeveelheid vastgesteld, van respectievelijk 100 $\mu\text{g/d}$ en 150 $\mu\text{g/d}$ (9, 10).

Tekst box 1. Gebruikelijke inname

De gebruikelijke inname is de lange termijn gemiddelde inname. Een kenmerk van de gebruikelijke innameverdeling voor een bevolkingsgroep is dat deze wel de variatie tussen personen weergeeft, maar niet de dag tot dag variatie in inname van individuen. Er zijn statistische methoden beschikbaar om de gebruikelijke inname voor een bevolkingsgroep te schatten op basis van een beperkt aantal herhaalde metingen (minimaal 2).

Het toetsen van de gebruikelijke inname aan een gemiddelde behoefte kan met de zogenaamde "EAR cut-point" methode. Hierbij wordt het percentage van de bevolking met een gebruikelijke inname onder de behoefte geschat door het deel van de mensen met een gebruikelijke inname onder de gemiddelde behoefte te berekenen. Dit is, onder bepaalde voorwaarden waaraan zijn voldaan in deze studie, een schatting van het percentage in de groep met een inname onder de behoefte (11).

Bij een eenmalige inname kan normaal gesproken geen gebruikelijke inname worden berekend omdat het niet mogelijk is om de innameverdeling te corrigeren voor de binnenpersoonsvariatie. In deze studie is de 24-uurs urine van elke deelnemer op 1 dag verzameld. Om toch een idee te krijgen van de gebruikelijke inname, is gebruik gemaakt van externe ratio binnenpersoons: totale variatie (Figuur 1).

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Binnenpersoonsvariatie}}{\text{Totale variatie}}$$

$$\text{Binnenpersoonsvariatie} = \text{Ratio} \times \text{Totale variatie}$$

Figuur 1 Formule voor de berekening van de binnenpersoonsvariatie op basis van de ratio tussen de binnenpersoonsvariatie en de totale variatie.

De Gezondheidsraad adviseert om voor onderzoek op basis van 24-uurs urine ook de gemiddelde behoefte van 100 µg/d te blijven hanteren. In dit onderzoek wordt gemiddelde behoefte van 100 µg/d gebruikt om het percentage deelnemers onder de norm te berekenen als schatting van het percentage van de populatie met een inadequate inname (EAR cut-point methode).

Voor vrouwen gaf de vergelijking met de adequate inname (AI) aan dat de mediane inname van deze groep kleiner dan of net boven de AI lag. Daarom is voor vrouwen deze aanvullende analyse gedaan.

Om de EAR cut-point methode toe te kunnen passen is de gebruikelijke inname nodig (zie Tekst box). Omdat in deze studie van elke deelnemer maar 1 urineverzameling beschikbaar is, is er een schatting nodig van de binnenpersoonsvariatie om de gebruikelijke innameverdeling te kunnen schatten. In de wetenschappelijke literatuur is, voor zover wij weten, geen informatie beschikbaar over de binnenpersoonsvariatie of de ratio binnenpersoons:totale variatie voor jodium. Voor andere voedingsstoffen zijn wel gegevens bekend. Hieruit blijkt dat de ratio vaak tussen 0,4 en 0,7 ligt (12). Omdat er geen direct toepasbare ratio

van een andere studie voorhanden was, is er een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd waarbij voor verschillende ratio's (elke tiende tussen 0,1 en 0,9 alsook 0,01 en 0,99) de gebruikelijke innameverdeling is berekend, net als is gedaan voor zoutinname door Verkaik-Kloosterman (13). Voor elke gebruikelijke innameverdeling is vervolgens het percentage onder de gemiddelde behoefte berekend (de 'EAR cut-point' methode).

De gebruikelijke inname is berekend voor vrouwen met de methode van het 'National Cancer Institute (NCI)' uit de Verenigde Staten (14). Er is gebruik gemaakt van de NCI distrib macro (versie 2.1) en de analyses zijn uitgevoerd in SAS 9.4 (14, 15).

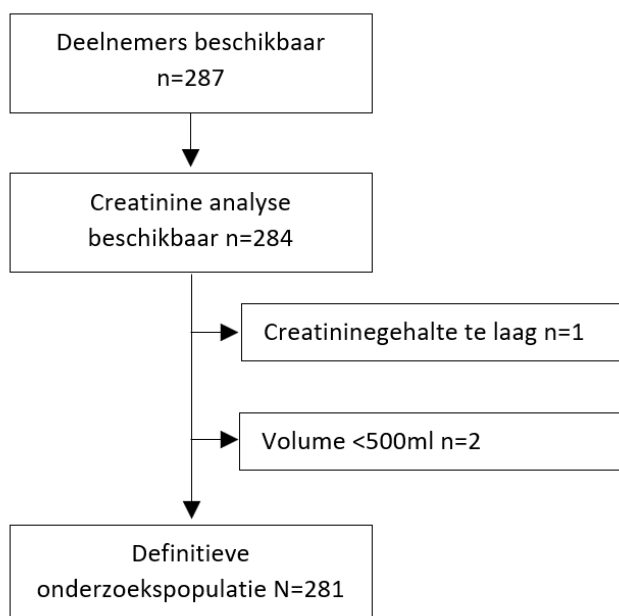
2.7.3 *Vergelijking huidige inname met 2006/2007*

De mediane inname van jodium uit 2020/2021 voor 31-50 jarigen (N=198) is vergeleken met de mediane inname uit 2006/2007 voor 31-50 jarigen (N=297) met behulp van een Mann-Whitney U toets. Het verschil tussen de mediane inname werd als statistisch significant verschillend beschouwd wanneer de p-waarde $<0,05$, en als relevant wanneer het verschil in innames tussen beide periodes $>10\%$ zou zijn. Deze analyses zijn uitgevoerd in IBM SPSS statistics versie 25.

3 Resultaten

3.1 Onderzoekspopulatie 2020/2021

In 2020/2021 waren er 287 deelnemers waarvan de jodium in de urine is geanalyseerd. De uiteindelijke analyses voor 2020/2021 zijn gebaseerd op 281 samples (Figuur 2).



Figuur 2 Stroomschema van de onderzoekspopulatie in 2020/2021 in het Lifelines cohort.

In Tabel 1 zijn enkele karakteristieken van de onderzoekspopulatie uit 2020/2021 waarvoor de jodiumexcretie is bepaald weergegeven en uitgesplitst naar geslacht. Van de deelnemers is 51,2% vrouw. Met behulp van een Mann-Whitney U toets is bepaald dat de karakteristieken bijna niet verschillen tussen mannen en vrouwen. Ongeveer 70% van de deelnemers is 31-50 jaar.

De aanvullende vragenlijst over zoutgebruik was door het grootste deel (ongeveer 90%) van de deelnemers ingevuld. Van deze deelnemers gaf ruim 60% aan zout toe te voegen tijdens de bereiding van de maaltijd of aan tafel. Gebruikersaantallen van gejodeerd zout- of supplement gebruikers zijn onder de 50 personen en hierdoor te klein voor een verdere uitsplitsing naar jodiuminname.

Tabel 1 Karakteristieken van de deelnemers in 2020/2021 (N=281) in het Lifelines cohort opgesplitst naar geslacht.

	Mannen (N=137)	%	Vrouwen (N=144)	%
Leeftijd				
18-40 jaar	40	29	40	28
41-70 jaar	97	71	104	72
BMI categorie*				
Normaal gewicht	65	47	76	53
Overgewicht	72	53	68	47
Opleidingsniveau[±]				
Laag	35	26	45	31
Midden	61	45	51	35
Hoog	41	30	48	33
Aanvullende vragenlijst ingevuld	120	88	126	88
- Voegt zout toe bij de bereiding van de maaltijd en/of aan tafel	73	61	86	68
o Zonder jodium	16	22	19	22
o Met jodium	32	44	40	47
o Onbekend of jodium toegevoegd is	23	32	26	30
o Onbekend	2	3	1	1
- Maakt zelf brood	21	18	23	18
o Voegt zout toe	7	33	13	57
▪ Zonder jodium	1	14	2	15
▪ Met jodium	4	57	4	31
▪ Onbekend of jodium toegevoegd is	2	29	7	54
- Broodmix met zout	8	38	7	30
- Voegt geen zout toe	6	29	3	13
Supplementen met jodium	27	23	30	24

* Normaal gewicht is gedefinieerd als BMI \leq 25 kg/m² en overgewicht is gedefinieerd als BMI > 25 kg/m²

[±] Opleidingsniveau is gedefinieerd als: laag (geen opleiding, lager onderwijs lager of voorbereidend beroepsonderwijs en middelbaar algemeen voortgezet onderwijs), midden (middelbaar beroepsonderwijs of beroepsbegeleidend onderwijs en hoger algemeen en voorbereidend wetenschappelijk onderwijs), hoog (hoger beroepsonderwijs en wetenschappelijk onderwijs).

Het gemiddelde volume van de 24-uurs urine was 2089 ml voor vrouwen en 2091 ml voor mannen, en de gemiddelde creatinine-excretie was 11,8 mmol/d voor vrouwen en 17,7 mmol/d voor mannen. Creatinine-excretie en het volume van de 24-uurs urine was normaal verdeeld voor mannen en vrouwen.

Tabel 2 Karakteristieken van de 24-uurs urineverzameling van de deelnemers in 2020/2021 in het Lifelines cohort opgesplitst naar geslacht.

	Mannen (N=137)		Vrouwen (N=144)	
	Mean	SD	Mean	SD
Volume 24 uurs-urine verzameling (ml)	2091	730	2089	737
Creatinine-excretie (mmol/d)	17,7	3,6	11,8	2,4

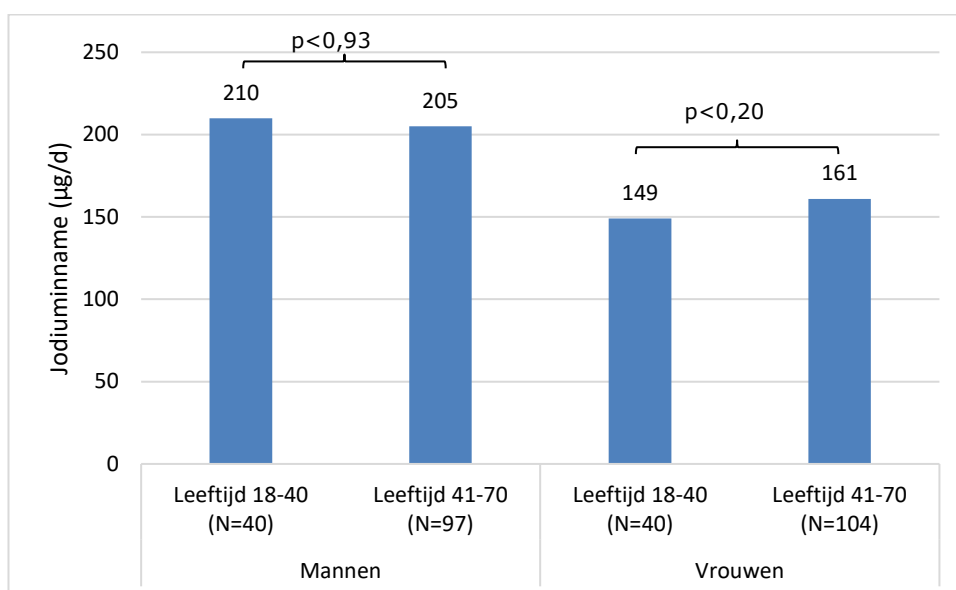
3.2 Jodiuminname 2020/2021

De mediane jodiuminname was 207 µg/d voor mannen en 159 µg/d voor vrouwen (Tabel 3).

De geschatte mediane jodiuminname was voor mannen in de leeftijd van 18-40 jaar 210 µg/d en voor mannen tussen 41-70 jaar 205 µg/d (Figuur 3). De mediane jodiuminname was bij vrouwen in de leeftijd 18-40 jaar en 41-70 jaar respectievelijk 149 µg/d en 161 µg/d.

Tabel 3 Jodiumexcretie en jodiuminname van mannen en vrouwen 18-70 jaar, in 2020/2021 op basis van 24-uur urineverzameling in het Lifelines cohort, opgesplitst voor geslacht (gewogen voor leeftijd, BMI categorie en opleidingsniveau).

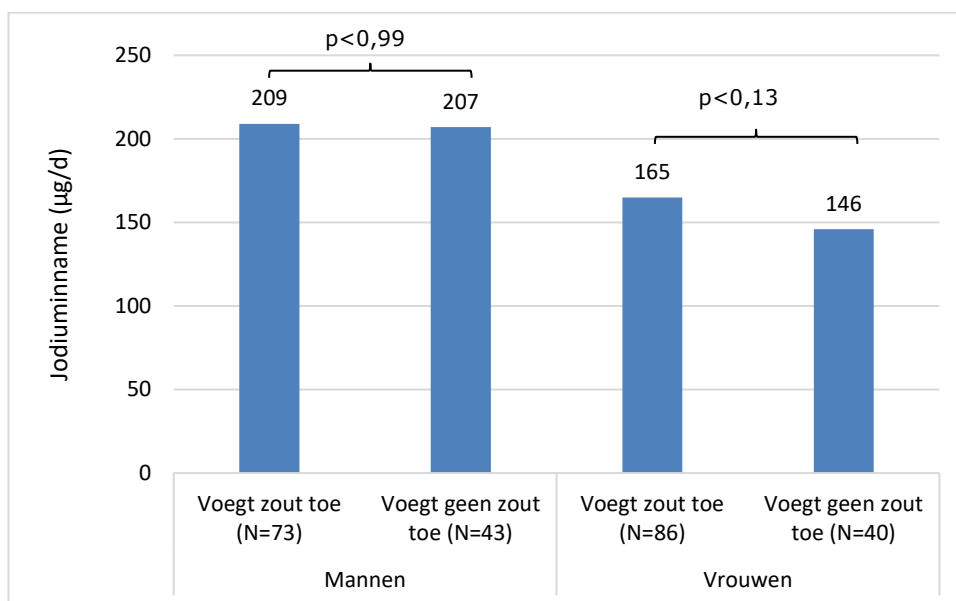
	P25	P50	P75
Mannen (N=137)			
Jodiumexcretie 24 uurs-urine(µg/d)	149	190	253
Jodiuminname (µg/d)	161	207	275
Vrouwen (N=144)			
Jodiumexcretie 24 uurs-urine (µg/d)	115	147	179
Jodiuminname (µg/d)	125	159	194



Figuur 3 Mediane jodiuminname (in µg/d) in 2020/2021 in het Lifelines cohort, opgesplitst voor geslacht en leeftijd (geselecteerd op leeftijd, BMI categorie en opleidingsniveau).

3.2.1 Jodiuminname naar zout gebruikt

Mannen die in de vragenlijst hebben aangegeven zelf (of degene die de maaltijd bereidt) zout toe te hebben gevoegd bij de bereiding van de maaltijd en/of aan tafel in de afgelopen 12 maanden hadden een mediane jodiuminname van 209 $\mu\text{g}/\text{d}$ en mannen die aangegeven geen zout toe te voegen hadden een mediane jodiuminname van 207 $\mu\text{g}/\text{d}$. De mediane jodiuminname voor vrouwen die zout toevoegen was 165 $\mu\text{g}/\text{d}$ en voor vrouwen die dat niet doen lag de mediane jodiuminname op 146 $\mu\text{g}/\text{d}$ (Figuur 4).

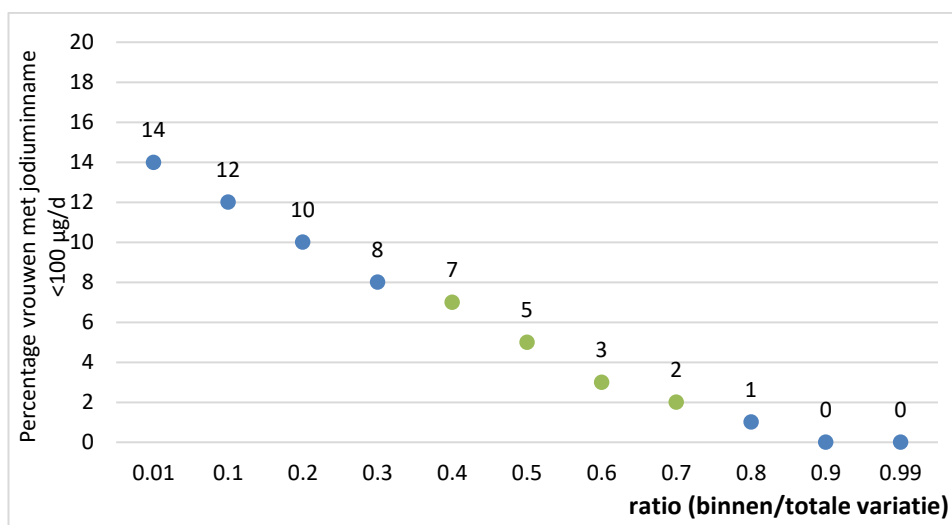


Figuur 4 Mediane jodiuminname (in $\mu\text{g}/\text{d}$) in 2020/2021 in het Lifelines cohort, opgesplitst voor geslacht en gebruikers van toegevoegd zout (geselecteerd op leeftijd, BMI categorie en opleidingsniveau)

3.3 Toetsen aan de norm voor jodiuminname

De mediane jodiuminname van mannen lag boven de AI van 150 $\mu\text{g}/\text{d}$. Voor vrouwen lag de mediane inname voor alle leeftijden samen net boven de AI, voor de 18-40 jarige vrouwen was dit net onder de AI.

Het percentage vrouwen met een jodiuminname onder de gemiddelde behoefte (100 $\mu\text{g}/\text{d}$) is geschat voor 144 vrouwen uit 2020/2021 (Tabel 2), omdat hun mediane inname rondom de AI lag. Het percentage met een jodiuminname onder de gemiddelde behoefte varieerde van 0-14%, afhankelijk van de aangenomen ratio binnenpersoonsvariatie /totale variatie (Figuur 5). Bij de ratio's van 0,4 tot 0,7, die voorkomen bij andere voedingsstoffen, lag dit percentage tussen de 2% en 7% (groene stippen, Figuur 5).



Figuur 5 Geschat percentage vrouwen met een gebruikelijke jodiuminname onder de norm (100 µg/d) in 2020/2021 per ratio (binnenpersoonsvariatie /totale variatie) tussen de 0,01-0,99 (groene stippen bij een ratio van 0,4 tot 0,7) op basis van 24-uur urineverzameling in het Lifelines cohort.

3.4 Vergelijking jodiuminname tussen 2006/2007 en 2020/2021

De jodiuminname uit 2020/2021 is vergeleken met de jodiuminname uit 2006/2007. Hiervoor waren gegevens van 297 deelnemers beschikbaar uit de eerste ronde van het Lifelines cohort uit 2006/2007 in de leeftijd 31-51 jaar en 198 andere deelnemers uit 2020/2021. In Tabel 4 staan de karakteristieken van de deelnemers uit 2006/2007 en 2020/2021. Met behulp van een Mann-Whitney U toets is bepaald dat deelnemers uit 2020/2021 vergelijkbaar zijn met deelnemers uit 2006/2007 op basis van geslacht, BMI categorie en opleidingsniveau. In beide rondes hebben mannen vaker overgewicht vergeleken met vrouwen en ook vaker een hoog opleidingsniveau.

Tabel 4 Karakteristieken van de deelnemers uit 2006/2007 (N=297) en uit 2020/2021 (N=198) in het Lifelines cohort, in de leeftijd van 31-50 jaar.

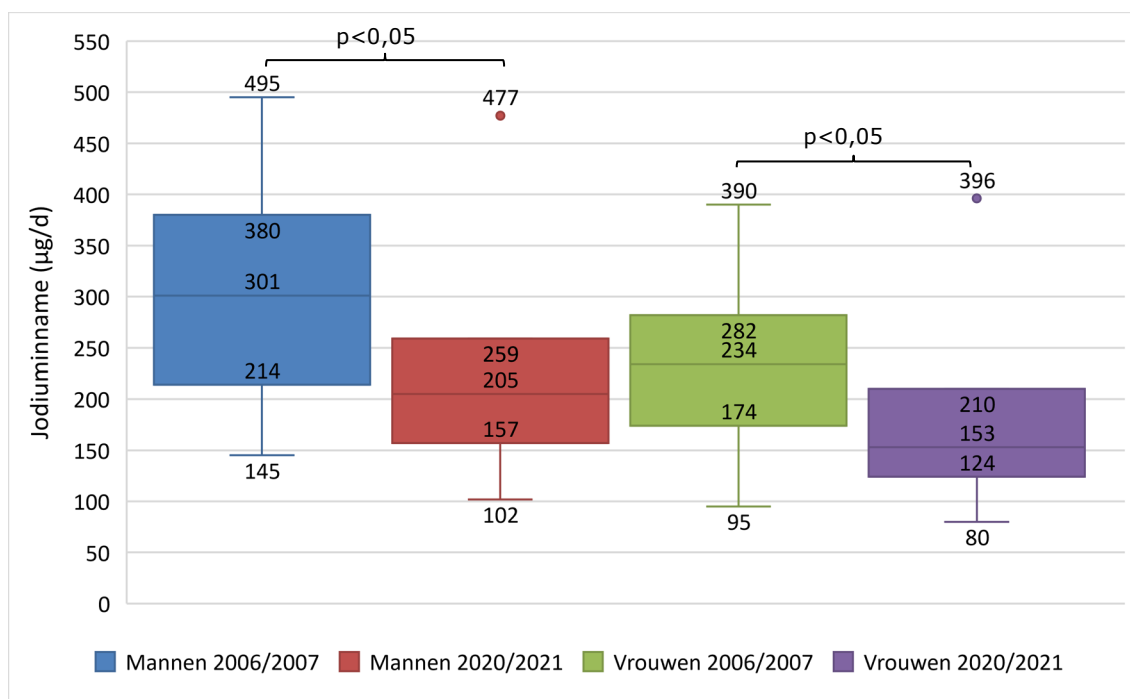
	2006/2007				2020/2021			
	vrouw (N=148)	%	Man (N=149)	%	Vrouw (N=99)	%	Man (N=99)	%
BMI categorie*								
Normaal gewicht	84	57	61	41	56	57	41	41
Overgewicht	64	43	87	58	43	43	58	59
Onbekend	0	0	1	1	0	0	0	0
Opleidingsniveau[±]								
Laag	59	40	47	32	41	41	31	31
Midden	57	39	61	41	35	35	42	42
Hoog	32	22	40	27	23	23	26	26
Onbekend	0	0	1	1	0	0	0	0

* Normaal gewicht is gedefinieerd als BMI ≤ 25 kg/m² en overgewicht is gedefinieerd als BMI > 25 kg/m²

[±] Opleidingsniveau is gedefinieerd als: laag (geen opleiding, lager onderwijs lager of voorbereidend beroepsonderwijs en middelbaar algemeen voortgezet onderwijs), midden (middelbaar beroepsonderwijs of beroepsbegeleidend onderwijs en hoger algemeen en

voorbereidend wetenschappelijk onderwijs), hoog (hoger beroepsonderwijs en wetenschappelijk onderwijs).

De mediane jodiuminname in 2020/2021 is significant lager dan in 2006/2007 zowel voor mannen (301 $\mu\text{g}/\text{d}$ vs. 205 $\mu\text{g}/\text{d}$) als vrouwen (234 $\mu\text{g}/\text{d}$ vs. 153 $\mu\text{g}/\text{d}$; Figuur 6). Ook de interkwartielafstand (afstand tussen het 25^{ste} en 75^{ste} percentiel) was kleiner in 2020/2021 vergeleken met 2006/2007. Dit betekent dat de spreiding in jodiuminname is afgenomen.



Figuur 6 Trend in jodiuminname voor 31-50 jarigen tussen 2006/2007 en 2020/2021 in het Lifelines cohort, opgesplitst voor geslacht. Box-en-whisker grafiek waar de onderste en bovenste whiskers respectievelijk de 5de en 95ste percentielen voorstellen (P5 en P95); de onderkant en de bovenkant van de box stellen respectievelijk de 25ste en 75ste percentielen voor (P25 en P75; interkwartielafstand); en de horizontale lijn in de box is het 50ste percentiel (P50; mediaan).

4 Beschouwing van de resultaten

4.1 Jodium

De helft van de mannelijke deelnemers in het Lifelines cohort in 2020/2021 had een jodiuminname van meer dan 207 µg/d en de helft van de vrouwelijke deelnemers had een jodiuminname van meer dan 159 µg/d. De mediane inname ligt boven 150 µg/d, dit is de EFSA-norm van adequate inname waarop de Gezondheidsraad zich momenteel baseert. Uit vergelijking met de norm lijkt het risico op een te lage inname bij mannen klein. Voor vrouwen is dit minder duidelijk, omdat de mediaan van de jonge vrouwen net onder en van de oudere vrouwen boven de AI ligt.

4.1.1 *Percentage onder de gemiddelde behoefte*

De Gezondheidsraad heeft aangegeven dat voor onderzoek naar de jodiuminname op basis van een 24-uurs urineverzameling ook gebruik gemaakt kan worden van de voedingsnorm voor een gemiddelde behoefte van 100 µg/d (9, 10). Omdat alleen voor vrouwen de mediane inname kleiner dan of vlakbij de AI lag, is er voor vrouwen een aanvullende analyse gedaan. Het percentage vrouwen met een jodiuminname onder de gemiddelde behoefte van 100 µg/d ligt in het Lifelines cohort in 2020/2021 tussen de 0% en 14% afhankelijk van de aangenomen ratio (binnenpersoonsvariatie /totale variatie). Bij voor voedingsstoffen veel voorkomende en meest waarschijnlijke ratio's van 0,4 tot 0,7 lag dit percentage tussen de 2% en 7%.

Een potentieel volksgezondheidsprobleem wordt verwacht wanneer meer dan 10% van de deelnemers een inname heeft die onder de gemiddelde behoefte valt. Aangezien het geschatte percentage onder de 10% ligt bij de meest voorkomende ratio's, lijkt het risico op een volksgezondheidsprobleem klein. Op individueel niveau kan er wel sprake zijn van een te lage inname, wat kan leiden tot gezondheidsklachten zoals een traag werkende schildklier.

4.1.2 *Daling van de jodiuminname*

De mediane jodiuminname in 2020/2021 is significant lager vergeleken met 2006/2007. De jodiuminname is bij mannen en vrouwen in de leeftijd 31-50 jaar gedaald met respectievelijk 31% en 35%. De bevindingen uit huidige studie komen overeen met de resultaten van Verkaik-Kloosterman *et al.*, waar binnen de Nederlandse Voedselconsumptiepeiling gezien wordt dat er een daling in de jodiuminname is van 20-25% tussen 2008 en 2010 (16). Uit de vergelijking van de laatste voedselconsumptiepeiling uit 2012-2016 met de VCP uit 2007-2010 blijkt dat de jodiuminname met ongeveer 10-15% is gedaald (3). De Doetinchem studie vond een daling in jodiuminname tussen 2006 tot 2015 van 33-37% (6). De grootste daling van de jodiuminname vond plaats tussen 2006 en 2010 en de inname is over de periode van 2010 en 2015 gelijk gebleven (5). Dit is waarschijnlijk te verklaren door de verandering in de Warenwet in 2008. Vanaf dat moment is het jodiumgehalte in bakkerszout verlaagd en mocht aan vrijwel alle levensmiddelen gejodeerd zout worden toegevoegd. Daarnaast kan ook de vermindering van het gejodeerd zout in

levensmiddelen, en een verandering in het voedingspatroon een rol hebben gespeeld bij de lagere jodiuminname.

4.1.3 *Risico's op een te lage jodiuminname*

Op dit moment is de jodiuminname van de Nederlandse bevolking voldoende en lijkt het risico op een te lage inname klein bij volwassen mannen en vrouwen (niet-zwanger en niet-lacterend). Een verdere verlaging van de zoutinname of een veranderend eetpatroon zouden (o.a.) kunnen leiden tot een risico op een te lage jodiuminname. Een verlaging van de zoutinname is al ingezet, maar het gewenste resultaat is nog niet bereikt (17). Via de Nationale Aanpak Productverbetering (NAPV) wordt verder gewerkt aan verlaging van zoutgehalten in voedingsmiddelen (18). Het is daarom van belang om de jodiuminname te blijven monitoren, en mogelijk aanpassingen in de regelgeving te doen wanneer de jodiuminname verder naar beneden gaat. Dit geldt voornamelijk bij zwangere en/of lacterende vrouwen. Zij hebben tijdens de zwangerschap en tijdens de lactatie een hogere jodiumbehoefte, omdat een voldoende jodiuminname tijdens de zwangerschap essentieel is voor de ontwikkeling van het kind. Wanneer de jodiuminname bij vrouwen in de vruchtbare leeftijd precies voldoende is, is deze mogelijk tijdens de zwangerschap te laag. Onderzoek naar het nTSH-gehalte (een hormoon bij pasgeborenen dat een goede indicator lijkt voor het beoordelen van de jodiumstatus bij pasgeborenen) liet zien dat de jodiumstatus voldoende was op basis van de criteria van de WHO (19). Er was wel een toename te zien tussen 2007 en 2015 van het aantal pasgeborenen met een onvoldoende jodiumstatus. Maar het was niet duidelijk waardoor dit kwam; mogelijk werd dit veroorzaakt door verschillen van analysemethoden tussen laboratoria en veranderde analysemethoden van nTSH. Nader onderzoek naar de jodiuminname tijdens de zwangerschap is daarom noodzakelijk om deze stijging te kunnen duiden.

4.2 **Methodologische beschouwing**

4.2.1 *Representativiteit voor Nederlandse bevolking*

Deze studie is uitgevoerd met de data die zijn verzameld in het Lifelines cohort. Het Lifelines cohort beschikt over 24-uurs urineverzamelingen verzameld in 2006/2007 (vóór de wijziging van de warenwet voor jodium) en 24-uurs urine verzameld in 2020/2021, van inwoners in het noorden van Nederland. De achtergrondkenmerken van de Lifelines populatie zijn deels vergelijkbaar met de bevolking van Nederland. Deelnemers zijn gematched om de te onderzoeken groep veel mogelijk overeen te laten komen met de samenstelling van de Nederlandse populatie in 2020 gemeten door CBS, op basis van leeftijd, geslacht, BMI en opleidingsniveau. Opgemerkt moet worden dat het Lifelines cohort niet geheel representatief is voor de gehele Nederlandse bevolking omdat er bijvoorbeeld vrijwel geen mensen in zitten met een migratieachtergrond en alleen mensen uit Noord Nederland zijn

meegenomen. Hierdoor zijn de uitkomsten niet geheel representatief voor de Nederlandse bevolking.

De jodiuminname in dit onderzoek ligt lager voor mannen en iets hoger voor vrouwen vergeleken met voedingsstatusonderzoek uitgevoerd in Doetinchem in dezelfde leeftijdsgroepen (6). Hoewel voedingsstatusonderzoek de voorkeur heeft bij het vaststellen van de jodiuminname, is de studie in Doetinchem uitgevoerd in een groep gezonde deelnemers uit een klein deel van Nederland, waarmee de resultaten niet direct vertaalbaar zijn naar de Nederlandse populatie. De VCP wordt uitgevoerd in een representatieve steekproef, maar kan de hoeveelheid zout (een belangrijke bron van jodium) die tijdens bereiding wordt toegevoegd minder goed meten, en er is niet bekend aan welke producten door de fabrikant gejodeerd zout is toegevoegd. Jodiuminname uit voedingsmiddelen in VCP is daarmee gebaseerd op een modelberekening (3). Wel kan met de VCP inzicht verkregen worden in de bronnen van jodium. Alleen herhaald 24 uurs urineonderzoek in een representatieve steekproef kan een nauwkeuriger beeld geven over de jodiuminname in Nederland.

4.2.2 *Representativiteit voor vergelijking trend*

De vergelijking van de inname tussen 2006/2006 en 2020/2021 was alleen mogelijk voor deelnemers in de leeftijd van 31-50 jaar, aangezien in deze leeftijdscategorie in 2020/2021 én in 2006/2007 een 24 uurs urineverzameling beschikbaar was. Bij mannen en vrouwen was de procentuele daling in deze leeftijdscategorie ongeveer gelijk, respectievelijk 32% en 35%. Onduidelijk is of deze lagere innames ook gelden voor de andere leeftijdscategorieën.

Onderzoek van VCP laat zien dat de gemiddelde consumptie van de verschillende productgroepen in grammen per dag per leeftijdscategorie niet veel verschilt tussen 2006/2006 en 2020/2021 (3). Op basis daarvan kan verwacht worden dat daling in jodiuminname ook in andere leeftijdsgroepen te zien zal zijn. Vervolg onderzoek is nodig om een trend in meerdere leeftijdscategorieën daadwerkelijk vast te stellen.

4.2.3 *Schatting percentage onder de gemiddelde behoefte*

Dit huidig onderzoek is het eerste onderzoek waarin het percentage deelnemers onder de gemiddelde behoefte voor jodium is geschat is op basis van een eenmalige 24 uurs urineverzameling. Dit is alleen gedaan voor vrouwen, omdat binnen deze groep de inname nog maar net boven de adequate inname lag. In 2018 adviseerde de Gezondheidsraad om voor een 24 uurs urineverzameling de inname te toetsen aan de gemiddelde behoefte van 100 µg/d. Dit is een andere manier om de jodiuminname te beoordelen naast de adequate inname.

Een evaluatie met de gemiddelde behoefte kan alleen uitgevoerd op basis van een gebruikelijke innameverdeling en die kan in deze studie niet worden berekend omdat per persoon slechts één enkele 24uurs urine verzameling beschikbaar is. In de afgelopen jaren zijn er methoden ontwikkeld om op basis van een eenmalige dataverzameling een gebruikelijke inname te schatten (20). Het is van belang een ratio te kiezen die zoveel mogelijk overeen komt met werkelijke ratio van de onderzoekspopulatie, omdat anders het percentage onder de

gemiddelde behoefte kan worden over- of onderschat, en daarmee verkeerde conclusies getrokken kunnen worden (20).

Voor jodium is deze binnenpersoonsvariatie helaas onbekend. In deze studie is de aanname gedaan dat de ratio tussen de 0,4 en 0,7 ligt, de meest voorkomende ratio voor andere micronutriënten. Voor de volledigheid zijn ook ratio's buiten deze range meegenomen in een gevoeligheidsanalyse. Hieruit blijkt dat alleen in een extreme situatie, met een ratio van 0,2 of lager, de conclusie getrokken zou worden dat er potentieel een volksgezondheidsprobleem wordt verwacht. Het is aan te bevelen om in het vervolg meerdere 24 uren urine verzamelingen van een persoon uit te voeren, bij minimaal een deel van de studiepopulatie, zodat er geen aannames gedaan hoeven te worden voor de binnenpersoonsvariatie.

4.2.4 *Kwaliteit van de dataverzamelingen*

Een volledige 24 uren urineverzameling is essentieel voor een goede weergave van de dagelijkse inname. De urine mag dus niet onder- of overcompleet zijn. Bij het Lifelines cohort is uitvraag gedaan of de deelnemer een plas heeft gemist. Deelnemers die hierop positief hebben geantwoord, zijn uitgesloten van de huidige analyses. Ook zijn er enkele kwaliteitscontroles uitgevoerd om te toetsen of alle urine over 24 uur is opgevangen, zoals het toepassen van een afkapwaarde. Ook is vastgesteld dat het volume van de urine in het Lifelines cohort ongeveer gelijk is aan het volume verzameld in het onderzoek in Doetinchem. Hiermee lijkt de dataverzameling van voldoende kwaliteit.

5 Conclusie

De mediane jodiuminname lag bij volwassen mannen en vrouwen in het Lifelines cohort in 2020/2021 boven de aanbevolen adequate inname van 150 µg/d. De helft van de mannen heeft een jodiuminname boven de dan 207 µg/d, en bij de vrouwen heeft de helft een inname hoger dan 159 µg/d. Het percentage vrouwen met een gebruikelijke jodiuminname onder de gemiddelde behoefte van 100 µg/d lag tussen de 2% en 7%.

Voor mannen en vrouwen in de leeftijd van 31-50 jaar ligt de inname in 2020/2021 respectievelijk 32% en 35% lager vergeleken met 2006/2007.

Vergeleken met de norm lijkt het risico op een te lage inname bij mannen klein. Voor vrouwen is dit minder duidelijk, omdat de mediane jodiuminname van de vrouwen in de leeftijd 18-40 jaar net onder de adequate inname (AI) ligt en van de rest van de vrouwen net boven de AI ligt. Aangezien het geschatte percentage vrouwen met een gebruikelijke jodiuminname onder de gemiddelde behoefte minder dan 10% is, lijkt ook bij vrouwen het risico op een potentieel volksgezondheidsprobleem klein.

De daling van de jodiuminname komt voornamelijk door de verandering in het verrijgingsbeleid en de toegestane verrijking van gejodeerd bakkerszout. Aangezien er nog steeds initiatieven zijn om de zoutinname te verlagen is het van belang om de jodiuminname te blijven monitoren om een verdere daling van jodiuminname te signaleren bij een verlaging, van de zoutinname of veranderende eetpatroon. Hiervoor is het monitoren van de totale jodiuminname door middel van meerdere 24 uren urineverzamelingen in een representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking onmisbaar. Ook is het belangrijk om de jodiuminname van zwangere en lacterende vrouwen te monitoren aangezien zij een hogere behoefte hebben.

6 Referenties

1. Andersson M, Benoist B, Darnton-Hill I, Delange F. Iodine Deficiency in Europe: A continuing public health problem, A WHO/UNICEF Report. Organización Mundial de la Salud, Ginebra; 2004.
2. Rohner F, Zimmermann M, Jooste P, Pandav C, Caldwell K, Raghavan R, et al. Biomarkers of nutrition for development--iodine review. *J Nutr.* 2014;144(8):1322S-42S.
3. van Rossum C, Buurma-Rethans E, Dinnissen C, Beukers M, Brants H, Ocké M. The diet of the Dutch : Results of the Dutch National Food Consumption Survey 2012-2016. RIVM rapport 2020-0083. Bilthoven: RIVM; 2020.
4. Minister van Volksgezondheid Welzijn en Sport. Wijzigingsbesluit Warenwetbesluit Toevoeging micro-voedingsstoffen aan levensmiddelen (toevoegen jodium). 2008.
5. de Jong MH, Nawijn EL, Verkaik-Kloosterman J. Contribution of voluntary fortified foods to micronutrient intake in The Netherlands. *European Journal of Nutrition.* 2022.
6. Hendriksen M, Etemad Z, van den Bogaard C, van der A D. Zout-, jodium-en kaliuminname 2015: Voedingsstatusonderzoek bij volwassenen uit Doetinchem. RIVM Briefrapport 2016-0081. Bilthoven: RIVM; 2016.
7. Scholtens S, Smidt N, Swertz MA, Bakker SJ, Dotinga A, Vonk JM, et al. Cohort Profile: LifeLines, a three-generation cohort study and biobank. *International Journal of Epidemiology.* 2014;44(4):1172-80.
8. Gibson RS. Principles of nutritional assessment: Oxford university press, USA; 2005.
9. Gezondheidsraad. Voedingsnormen voor vitamines en mineralen voor volwassenen. The Hague: Gezondheidsraad; 2018.
10. Gezondheidsraad. An evaluation of the EFSA's dietary reference values (DRVs), Part 1, Dietary reference values for vitamins and minerals for adults. The Hague: Gezondheidsraad; 2018.
11. Carriquiry AL. Assessing the prevalence of nutrient inadequacy. *Public Health Nutr.* 1999;2(1):23-33.
12. French CD, Arsenault JE, Arnold CD, Haile D, Luo H, Dodd KW, et al. Within-Person Variation in Nutrient Intakes across Populations and Settings: Implications for the Use of External Estimates in Modeling Usual Nutrient Intake Distributions. *Adv Nutr.* 2021;12(2):429-51.
13. Verkaik-Kloosterman J, Dekkers ALM, de Borst MH, Bakker SJL. Estimation of the salt intake distribution of Dutch kidney transplant recipients using 24-h urinary sodium excretion: the potential of external within-person variance. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2019;110(3):641-51.
14. Tooze JA, Kipnis V, Buckman DW, Carroll RJ, Freedman LS, Guenther PM, et al. A mixed-effects model approach for estimating the distribution of usual intake of nutrients: the NCI method. *Stat Med.* 2010;29(27):2857-68.

15. Tooze JA, Kipnis V, Buckman DW, Carroll RJ, Freedman LS, Guenther PM, et al. A mixed-effects model approach for estimating the distribution of usual intake of nutrients: the NCI method. *Stat Med.* 2010;29(27):2857-68.
16. Verkaik-Kloosterman J, Buurma-Rethans EJM, Dekkers ALM. The iodine intake of children and adults in the Netherlands: Results from the Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. RIVM rapport 350090012. 2012(rapport 350090012).
17. Dinnissen C, Hendriksen M. Zout- en kaliuminname 2020/2021 en trend in inname voor volwassenen in Noord- Nederland. Bilthoven: RIVM; 2022.
18. Akkoord Verbetering Productsamenstelling. Akkoord Verbetering Productsamenstelling zout, verzadigd vet, suiker (calorieën). Den Haag. 2014.
19. Verkaik-Kloosterman J. Neonatal heel prick screening TSH concentration in the Netherlands as indicator of iodine status. *Nutr J.* 2021;20(1):63.
20. Jahns L, Arab L, Carriquiry A, Popkin BM. The use of external within-person variance estimates to adjust nutrient intake distributions over time and across populations. *Public Health Nutr.* 2005;8(1):69-76.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag