



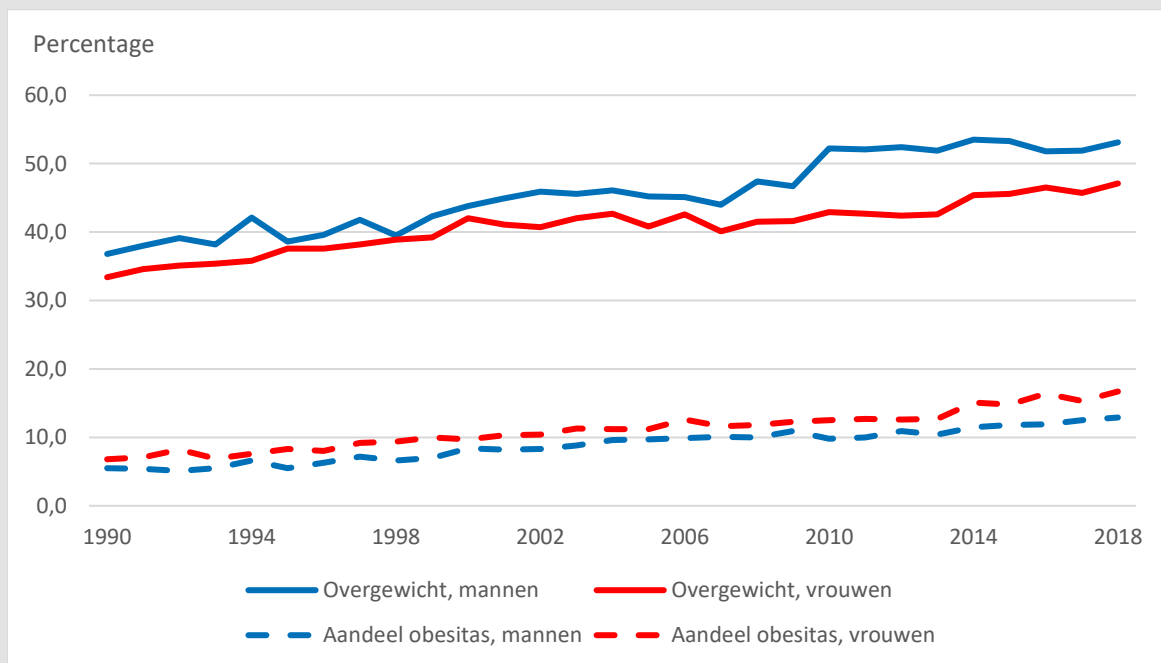
Suiker en overgewicht

Overgewicht ontstaat als iemand gedurende een langere periode via voedingsmiddelen en dranken meer energie binnenkrijgt dan dat zijn lichaam verbrandt. Daarnaast spelen ook omgevingsfactoren een belangrijke rol en individuele factoren, zoals genetische aanleg. Wereldwijd is overgewicht een belangrijk volksgezondheidsprobleem. Overgewicht hangt samen met tal van chronische aandoeningen. Wanneer het overgewicht verder toeneemt, wordt de kans op gezondheidsproblemen ook groter en ernstiger. In deze position paper verschaft Kenniscentrum suiker & voeding informatie over overgewicht op basis van (recente) wetenschappelijke inzichten en beschrijft haar standpunt over de relatie tussen suiker en overgewicht.

De prevalentie van overgewicht

Overgewicht en obesitas komen veel voor in Nederland. In 2019 had ongeveer de helft (50,1%) van de volwassen Nederlanders overgewicht. In de afgelopen jaren is het aantal volwassenen met overgewicht in Nederland flink gestegen (zie Figuur 1). In 1981 had 29,8% van de vrouwen van 20 jaar of ouder overgewicht, waarvan 6,4% obesitas. Voor mannen was dit respectievelijk 37,2% en 4,1%. In 2019 had 45,7% van de vrouwen van 20 jaar of ouder overgewicht, waarvan 16,5% obesitas. Voor mannen was dit respectievelijk 56,3% en 13,5%^{3,4}.

Van de kinderen van 4 tot 20 jaar, had 9,3% van de meisjes in 1981 overgewicht, waarvan 1,8% obesitas. Voor jongens was dit respectievelijk 10,8% en 2,4%. In 2019 had 13,9% van de kinderen van 4 tot 20 jaar overgewicht, waarvan 2,2% obesitas.



Figuur 1: Percentage mannen en vrouwen (18 jaar en ouder) met overgewicht en obesitas in de periode 1990-2018.

- Tot en met 2013, gebaseerd op de gezondheidsenquête van het Centraal Bureau voor de Statistiek, daarna op de Gezondheidsenquête/Leefstijlmonitor van het CBS i.s.m. RIVM^{3,4}.
- De gegevens zijn gestandaardiseerd naar de Nederlandse bevolking van 2018

De prevalentie van overgewicht en obesitas bij jongeren is stabiel over de afgelopen jaren (zie Figuur 2). Uit de gegevens van 2019 blijkt dat overgewicht vaker voor komt in de leeftijdsgroep 12 tot 17 jaar, dan in de leeftijdsgroep 4 tot 11 jaar^{3,4}.

Uit toekomstprojecties van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) blijkt dat wanneer

Wanneer heb je overgewicht?

Bij volwassenen spreken we van overgewicht wanneer de Body Mass Index (BMI) hoger dan 25 kg/m² is. Bij een BMI hoger dan 30 kg/m² heeft iemand ernstig overgewicht, oftewel obesitas. De BMI bereken je door het lichaamsgewicht in kg te delen door de lengte in meters in het kwadraat. Stel iemand weegt 75 kg en is 1,80 meter lang, dan heeft deze persoon een BMI van 23 kg/m². Voor kinderen geldt het anders. Voor jongens en meisjes in de leeftijdscategorie 2 tot en met 18 jaar zijn internationale afkapwaarden vastgesteld. Deze zijn te vinden op de [website](#) van het Voedingscentrum¹.

Een nadeel van BMI is dat er geen rekening wordt gehouden met de verhouding tussen vet- en spierweefsel en met de vetverdeling over het lichaam. De meting van de buikomtrek geeft een indicatie van de hoeveelheid abdominaal (buik) vet en totaal lichaamsvet. Zeker in de relatie tussen overgewicht en het risico op ziekte wordt vaak de buikomtrek gebruikt. Tabel 1 laat zien bij welke buikomtrek sprake is van een gezond gewicht of van overgewicht of obesitas².

Tabel 1: De buikomtrek (cm) bij gezond gewicht, overgewicht en obesitas voor mannen en vrouwen².

GEZOND GEWICHT	
Mannen	Vrouwen
Omtrek tussen 79 en 94 cm	Omtrek tussen 68 en 80 cm
OVERGEWICHT	
Mannen	Vrouwen
Omtrek tussen 94 en 102 cm	Omtrek tussen 80 en 88 cm
OBESITAS	
Mannen	Vrouwen
Omtrek groter dan 102 cm	Omtrek groter dan 88 cm

historische trends zich onveranderd doorzetten maar liefst 62% van de volwassen Nederlanders overgewicht zal hebben in 2040⁵. Het vergrijzen van de bevolking is één van de redenen waarom het aantal mensen met overgewicht stijgt. Bij ouderen komt vaker overgewicht voor omdat veroudering gepaard gaat met veranderingen in de lichaamssamenstelling. De vetvrije massa neemt af en de vetmassa neemt toe. Daarnaast is er een afname van de stofwisseling in rust en neemt de lichamelijke activiteit af⁶. In 2019 had 57,9% van de 65-plussers overgewicht, tegenover 33,6% van de volwassenen tussen 18 en 34 jaar (zie figuur 3)⁴.

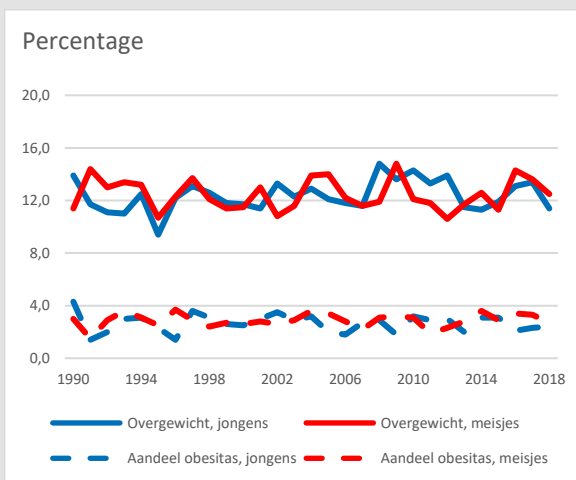
Overgewicht en obesitas zijn in de rest van de wereld ook een groot probleem. De World Health Organization (WHO) constateerde dat er in 2016 meer dan 1,9 miljard mensen ouder dan 18 jaar in de wereld overgewicht hadden, waarvan 650 miljoen obesitas⁷. Sinds 1975 is het aantal mensen met obesitas in de wereld bijna verdrievoudigd⁷. In vergelijking met andere Europese landen, komt overgewicht en obesitas minder vaak voor in Nederland. Er zijn maar een aantal landen waar de prevalentie overgewicht lager ligt (Frankrijk, Luxemburg, België). In Malta en Tsjechië komt overgewicht het vaakste voor⁸.

Hoe zit het met ondergewicht?

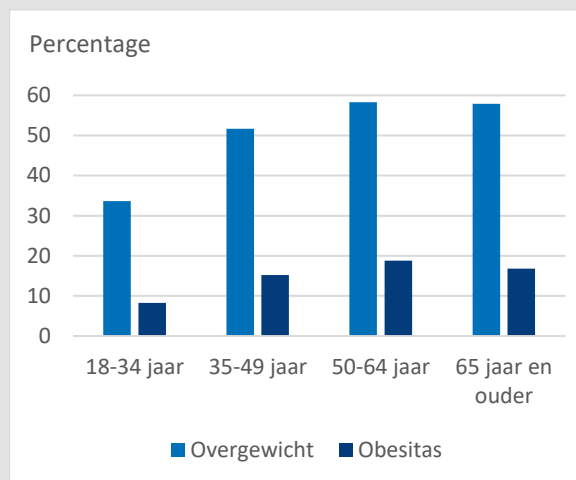
Er is ook een klein percentage in Nederland dat ondergewicht heeft. Je hebt ondergewicht wanneer je BMI lager is dan 18,5 kg/m². Bij vrouwen (3,1%) komt dit vaker voor dan bij mannen (1,9%). Ook een gezond gewicht (BMI van 18,5 tot 25 kg/m²) komt bij vrouwen vaker voor. Gemiddeld heeft 56,7% van de vrouwen een gezond gewicht tegenover 50,0% van de mannen⁴. In Tabel 2 zijn de percentages ondergewicht en gezond gewicht voor verschillende leeftijdsgroepen weergegeven.

Tabel 2: Percentage ondergewicht en gezond gewicht voor verschillende leeftijdsgroepen in 2019⁴.

Leeftijd	Ondergewicht (%)	Gezond gewicht (%)
4 t/m 17	5,9	80,9
18 t/m 34	3,7	62,7
35 t/m 49	1,4	46,9
50 t/m 64	0,7	41,0
65 en ouder	1,5	40,7



Figuur 2: Percentage jongens en meisjes (4 tot 18 jaar) met overgewicht en obesitas in de periode 1990-2018^{3,4}.



Figuur 3: Percentage overgewicht en obesitas voor verschillende leeftijdsgroepen⁴.

Hoe ontstaat overgewicht?

Overgewicht ontstaat als iemand gedurende een langere periode meer energie binnenkrijgt dan dat zijn lichaam verbrandt. Dit betekent dat iemand langdurig meer calorieën inneemt (via voedingsmiddelen en dranken) dan gebruikt (met name door fysieke activiteit). Het overschot aan calorieën slaat het lichaam op als vet. Daarnaast spelen een groot aantal individuele factoren een rol bij het ontstaan van overgewicht, zoals genetische aanleg, zwangerschap, de overgang, stoppen met roken, hypothyreoïdie (trage schildklier), medicijngebruik, stress of sociale veranderingen⁹. Op basis van eerdere studies liet Saris een drievoudig verschil zit in energetische efficiëntie (een reikwijdte van 33-102% in toename van het lichaamsgewicht op bevolkingsniveau)¹⁰. Dit verklaart echter niet de enorme toename in lichaamsgewicht op bevolkingsniveau. Dat kan alleen aan externe factoren toegeschreven worden.

De omgeving is ten opzichte van vroeger flink veranderd. Wetenschappers spreken van een zogenaamde “obesogene” omgeving, die mensen ertoe aanzet om relatief veel te eten en weinig te bewegen. Zo'n omgeving maakt het mensen makkelijk om calorierijk voedsel te verkrijgen; eten is overal verkrijgbaar en bereikbaar en de grootte van de porties zijn toegenomen¹¹. Daarnaast wordt beweging vaak minder gestimuleerd; met de introductie van tv/tablet/smartphone kun je bijvoorbeeld eten thuis laten bezorgen zonder dat je van de bank af hoeft.

Er is ook interactie tussen diverse factoren, bijvoorbeeld tussen genetische factoren en omgevingsfactoren¹². Personen met een genetische aanleg voor hogere gevoeligheid voor externe voedselprikkelers hebben meer kans om te veel te eten als reactie op een “obesogene” omgeving. Dit zelfde geldt voor personen met een genetische aanleg op lagere gevoeligheid voor verzadiging. Hierdoor krijgen ze makkelijk te veel energie binnen. Gewichtstoename kan dan het gevolg zijn van een combinatie van genetische gevoeligheid voor te veel eten én blootstelling aan een “obesogene” omgeving¹².

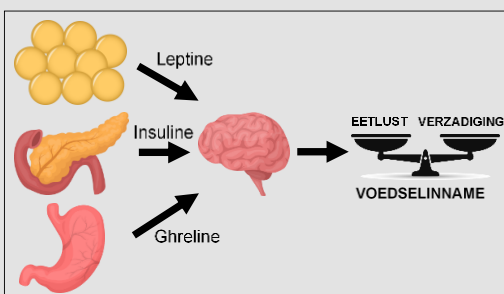
Geconcludeerd kan worden dat overgewicht een multifactorieel probleem is. Een integrale aanpak is daardoor van belang voor zowel het voorkomen van als de bestrijding van overgewicht. Zo'n integrale aanpak houdt in dat er onder andere gefocust wordt op de omgeving, regelgeving, voorlichting en ondersteuning vanuit de zorg. In 2018 is het Nationaal Preventieakkoord opgesteld, wat zich richt op het terugdringen van roken, overgewicht en problematisch alcoholgebruik. Dit akkoord is gesloten met meer dan 70 relevante partijen, zoals patiëntenorganisaties, zorgaanbieders, zorgverzekeraars, gemeenten, sportbonden, bedrijven, fondsen, onderwijs, maatschappelijke organisaties en de Rijksoverheid. De ambitie met betrekking tot overgewicht is om in 2040 overgewicht terug te hebben gedrongen tot het niveau van 1995: 9,1% voor 4-20 jarigen en 38% voor 20 jaar en ouder¹³. In het Nationaal Preventieakkoord staan maatregelen tegen overgewicht (zie kader).

Nationaal Preventieakkoord

In het Nationaal Preventieakkoord staan maatregelen tegen overgewicht en obesitas, bijvoorbeeld¹³:

- Vanaf 2020 bieden minimaal 2.500 sportclubs hun leden en bezoekers gezondere voeding aan in de kantine.
- Vanaf 2020 bieden minimaal 950 scholen hun leerlingen en personeel gezonde voeding aan in de kantine.
- Vanaf 2025 biedt de helft van de ziekenhuizen gezondere voeding aan patiënten, personeel en bezoekers.
- Fabrikanten gaan suikerhoudende frisdranken, snoep en melkproducten gezonder maken. Bijvoorbeeld door er minder suiker in te doen.
- Vanaf 2019 gaan de Rijksoverheid, supermarkten en horecabedrijven de Schijf van Vijf bekender maken in Nederland. Zodat mensen zelf nog beter voor gezonde voeding kunnen kiezen.
- De Rijksoverheid voert een nieuw voedselkeuzelogo in, de Nutri-Score. Hiermee kunnen mensen zelf nog beter voor gezonde voeding kiezen.
- Mensen en gezinnen met overgewichtproblemen krijgen zorg en ondersteuning op maat. Vanaf 1 januari 2019 is de vergoeding voor deze Gecombineerde Leefstijlinterventie in de basisverzekering gekomen.
- Sportclubs en sportscholen willen hun aanbod nog beter toegankelijk maken voor mensen die niet genoeg sporten of bewegen.

Controle van voedselinname



Figuur 4: Controle van voedselinname. Menselijke hormonen (leptine, insuline en ghreline) en de regulering van de energiebalans.

Regulatie van energie-inname

Het lichaam reguleert eetlust en verzadiging via een complexe interactie tussen diverse metabole, sensorische en cognitieve factoren. Metabole processen die zorgen voor honger en gevoel van verzadiging hebben de functie om het lichaam in energiebalans te houden. Verschillende hormonen en andere regulerende stoffen zijn betrokken bij de regulering van eetlust. Ghreline is het enige bekende hormoon dat de eetlust stimuleert, terwijl hormonen als cholecystokinine (CCK), glucagon-achtig peptide 1 (GLP 1) en peptide YY een gevoel van verzadiging geven.

De maagwand scheidt het hormoon ghreline af, waardoor eetlust wordt gestimuleerd. Wanneer men eet, komt er voedsel in de maag. In de maagwand zitten receptoren die de toenemende hoeveelheid voedsel in de maag registreren en dit signaal doorgeven aan de hersenen. De hersenen geven door dat je kan stoppen met eten. Tegelijkertijd daalt het ghrelinegehalte in het bloed. Op een gegeven moment is de toevoer van energie op, raakt de maag leeg en stijgt het ghrelinegehalte weer. De eetlust wordt weer gestimuleerd en de cyclus begint opnieuw¹⁴.

Leptine is juist een hormoon dat de eetlust remt. Leptine wordt hoofdzakelijk afgescheiden door vetweefsel en wanneer het in je bloed circuleert, zorgt het voor een verzadigend gevoel. Een ander hormoon is insuline. Insuline wordt gemaakt in de alvleesklier en verlaagt het glucosegehalte in het bloed door de opname van glucose te stimuleren.

Deze regulatie speelt zich af op korte termijn. Daarnaast zijn er ook langetermijnprocessen die de energie-inname reguleren. Wanneer de hoeveelheid vetweefsel stijgt, stijgen de gehalten van de hormonen leptine en insuline en daalt het ghrelinegehalte. De hypothalamus verwerkt deze signalen en dit leidt tot een stijging in het energiegebruik en een daling van de mate van trek en daarmee de voedselinname (Figuur 4). Het omgekeerde proces vindt plaats bij een afname van de hoeveelheid vetweefsel. Dit regelmechanisme is nog maar een gedeelte van het complexe systeem dat zowel perifeer (vetweefsel, spierweefsel en darm) als centraal in de hersenen (onder andere de hypothalamus) het lichaamsgewicht in evenwicht moet houden. Daarnaast zijn er diverse factoren (zoals stress, verveling, de omgeving en sociale invloeden) die dit, slechts ten dele bekende, complexe systeem beïnvloeden¹⁴.

Beweging

Fysieke activiteit zorgt voor een hoger energiegebruik van het lichaam. Daarnaast zorgt fysiek actief zijn – ongeacht of het lichaamsgewicht daalt – voor gunstige effecten op de gezondheid. Bij volwassenen verlaagt bewegen het risico op hart- en vaatziekten, diabetes type 2 en depressieve symptomen¹⁵. Daarnaast hangt meer bewegen samen met een lager risico op borst- en darmkanker en vroegtijdig overlijden¹⁵. Uit onderzoek blijkt dat de gunstige effecten toenemen naarmate de hoeveelheid beweging toeneemt¹⁵. Het lijkt waarschijnlijk dat matige intensieve inspanning van ongeveer 45 tot 60 minuten per dag nodig is om de overgang naar overgewicht te voorkomen¹⁶. In 2017 heeft de Gezondheidsraad beweegrichtlijnen uitgebracht (zie kader). Deze richtlijnen zijn gebaseerd op een uitgebreide analyse van bestaand onderzoek naar de gezondheidseffecten van bewegen. De richtlijnen zijn bedoeld om de gezondheid van de algemene bevolking te bevorderen¹⁵.



Beweegrichtlijnen 2017 van de Gezondheidsraad

De beweegrichtlijnen voor volwassenen en ouderen luiden als volgt¹⁵:

- Bewegen is goed, meer bewegen is beter.
- Doe minstens 150 minuten per week aan matig intensieve inspanning, zoals wandelen en fietsen, verspreid over diverse dagen. Langer, vaker en/of intensiever bewegen geeft extra gezondheidsvoordeel.
- Doe minstens tweemaal per week spier- en botversterkende activiteiten, voor ouderen gecombineerd met balansoefeningen.
- En: voorkom veel stilzitten.

Voor kinderen van vier tot en achttien jaar gelden de volgende beweegrichtlijnen:

- Bewegen is goed, meer bewegen is beter.
- Doe minstens elke dag een uur aan matig intensieve inspanning. Langer, vaker en/of intensiever bewegen geeft extra gezondheidsvoordeel.
- Doe minstens driemaal per week spier- en botversterkende activiteiten.
- En: voorkom veel stilzitten.

Gevolgen van overgewicht

Overgewicht, met name obesitas, hangt samen met tal van chronische aandoeningen, een slechtere kwaliteit van leven en meer arbeidsongeschiktheid. Daarnaast hebben mensen met overgewicht vaak te maken met stigmatisering¹⁷. Overgewicht betekent vaak niet alleen een verlies aan levensjaren maar ook een toename aan ongezonde levensjaren. Het risico op ziekten en aandoeningen wordt groter naarmate de BMI en/of de buikomvang toeneemt. Met name vetophoping in de buikholte, rondom de organen (visceraal vet) is een belangrijke risicofactor voor het ontwikkelen van diabetes type 2 en hart- en vaatziekten. Ook verhoogt overgewicht het krijgen van bepaalde vormen van kanker, zoals dikke darm-, borst- en slokdarm-kanker¹⁷. Overgewicht leidt tot meer belasting van gewrichten waardoor bij mensen met overgewicht vaker artrose van bijvoorbeeld knieën en heupen optreedt¹⁸. Hierdoor neemt de mogelijkheid om te bewegen drastisch af en ontstaat er een vicieuze cirkel die leidt tot steeds meer overgewicht.

Eén van de eerste gevolgen van gewichtstoename is insulineresistentie, waarbij de normale werking van insuline is verstoord. Insulineresistentie, met als gevolg hogere bloedglucosewaarden, maakt deel uit van het zogenoemde metabool syndroom. Het metabool syndroom kenmerkt zich door een samenstelling van metabole afwijkingen, waardoor het risico op de chronische ziekten, diabetes type 2 en hart- en vaatziekten sterk is verhoogd. Men spreekt van het metabool syndroom als tenminste 3 van de volgende risicofactoren zich gelijktijdig voordoen¹⁹:

1. Verhoogde nuchtere bloedglucosewaarden (≥ 100 mg/dL)
2. Verhoogde bloeddruk ($\geq 130/85$ mm Hg);
3. Laag HDL-cholesterol (mannen $< 1,0$ mmol/L; vrouwen $< 1,3$ mmol/L)
4. Verhoogde serum-triglyceriden ($\geq 1,7$ mmol/L)
5. Verhoogde buikomtrek (mannen > 102 cm; vrouwen > 88 cm)

Ter voorkoming van chronische ziekten is het dus belangrijk om op gezond gewicht te blijven en om af te vallen wanneer er sprake is van overgewicht of obesitas. Bij mensen met overgewicht of obesitas die een verhoogd risico lopen op het krijgen van diabetes type 2, vermindert 2,5-5,5 kg gewichtsverlies na 2 jaar of meer, het risico op het ontwikkelen van diabetes type 2 met 30 tot 60%²⁰. Een beperkt gewichtsverlies levert dus al gezondheidsvoordelen op.

Voedingsfactoren van invloed op energie-inname

Er zijn diverse factoren die een rol kunnen spelen bij energie-inname. Een aantal hiervan staan hieronder kort beschreven.

Energiedichtheid

De energiedichtheid is de hoeveelheid calorieën per gram in een voedingsmiddel. De nutriëntsamenstelling van voedingsmiddelen bepaalt de energiedichtheid van het product. Daarbij levert water 0 kcal/gram, eiwitten en koolhydraten (waaronder suikers) 4 kcal/gram, vezels 2 kcal per gram en vetten 9 kcal per gram²¹. Omdat water en vet per gram de minste en respectievelijk de meeste hoeveelheid energie leveren zijn dat de voornaamste determinanten van de energiedichtheid in een voedingsmiddel²². De energiedichtheid van maaltijden kan worden verlaagd door het gehalte energieleverende voedingsstoffen – zoals vet, maar ook koolhydraten/suikers – te verlagen en door toevoeging van vezelrijke voedingsmiddelen zoals groenten, fruit en volkorenproducten. Volgens een review van Rolls heeft energiedichtheid invloed op *ad libitum* energie-inname²³. In een onderzoek kregen de deelnemers twee dagen lang eten dat verschilde in energiedichtheid, maar de verhoudingen van macronutriënten waren hetzelfde gehouden. Alle deelnemers aten hetzelfde gewicht aan voedsel, maar de hoeveelheid energie die ze innamen verschilde 30% tussen de laagste energiedichtheid en de hoogste²⁴. In een meta-analyse van 23 studies kwam ook naar voren dat een voedingspatroon hoog in energiedichtheid direct geassocieerd is met gewichtstoename van 2,3 kg en een verhoogd risico op overmatig lichaamsvet wanneer je het vergelijkt met een voedingspatroon laag in energiedichtheid²⁵.

Portiegrootte

De portiegrootte is van invloed op de energie-inname^{26,27}. Uit meerdere onderzoeken, die keken naar de ontwikkeling van de portiegrootte, blijkt dat de portiegrootte van voedingsmiddelen groter is geworden in de afgelopen decennia^{28–33}. Volgens een meta-analytische review van Zlatevska en collega's leidt het verdubbelen van de portie gemiddeld tot een energie-innameverhoging van 35%. Maar de onderzoekers zetten wel kanttekeningen bij dit effect. Zo is het effect zwakker voor kinderen, vrouwen, mensen met een hogere BMI en bij basisvoedingsmiddelen³⁴. Haynes en collega's keken naar het effect van drie verschillende portiegroottes op energie-inname. De drie porties waren normaal-tot-groot, klein-tot-normaal en kleiner-dan-normaal. Gedurende drie perioden van 5 dagen

werd de dagelijkse energie-inname gemeten, waarbij de portiegrootte voor lunch en avondeten was vastgesteld. Uit hun studie bleek dat mensen die de normaal-tot-grote porties kregen, 95 kcal per dag meer innamen dan de mensen met een klein-tot-normale portie en zelfs 305 meer kcal per dag dan de mensen met de kleiner-dan-normale portie³⁵. Er zijn diverse mechanismes achter het portiegrootte-effect beschreven. Mensen zien een gegeven portie bijvoorbeeld als de 'norm', die grootte zien ze dus als 'een richtlijn' voor de hoeveelheid die normaal is om op een moment te eten. Ook nemen mensen gemiddeld grotere happen wanneer de porties groter zijn²⁶. Uit een ander onderzoek naar portiegroottes blijkt dat mensen minder eten wanneer het voedsel is verdeeld in kleinere eenheden³⁶. Gebaseerd op een beperkt aantal beschikbare onderzoeken lijkt het richten op de portiegrootte een veelbelovende strategie om overgewicht te helpen bestrijden, maar hier is nog meer onderzoek voor nodig²⁶.

Vast versus vloeibaar

Calorieën uit dranken verzadigen minder goed dan calorieën uit 'vaste' voedingsmiddelen. Eén van de redenen hiervoor is dat dranken weinig verwerking in de mond nodig hebben. Ze worden dan korter blootgesteld aan de verzadigingsmechanismen in het lichaam (met name de smaakwaarneming in de mondholte)³⁷. Daarnaast draagt kauwen ook bij aan de verzadiging, wat bij vloeibare voedingsmiddelen niet gebeurt³⁸. De verklaring voor het verschil in verzadiging tussen vloeibaar en vast komt vooral door de snelheid waarmee de calorieën het lichaam binnenkomen^{38,39}. Uit een studie blijkt dat wanneer de consumptiesnelheid van dranken wordt verlaagd, door het gebruik van kleinere slokjes, de consumptie vermindert met ongeveer 30%⁴⁰. Mensen consumeren vaste voedingsmiddelen gemiddeld met een snelheid van 10 tot 120 gram per minuut. Vloeibare voedingsmiddelen en semi-vaste voeding, zoals gepureerde voedingsmiddelen en soep, consumeren we tot 600 gram per minuut⁴¹.

Uit een onderzoek van Flood-Obbagy en Rolls kwam naar voren dat de vorm van voedingsmiddelen (vast, gepureerd of vloeibaar) een invloed heeft op verzadiging en energie-inname. In het onderzoek aten deelnemers een appel, appelmoes of appelsap (met of zonder vezels), gevolgd door een lunch die *ad libitum* werd genuttigd. De verschillende vormen van de appel waren gelijk gesteld op gewicht (266 gram) en hoeveelheid calorieën (~125 kcal). De eetsnelheid van de appelvormen was gelijk gesteld. De deelnemers die de appel aten, aten 91 kcal minder tijdens de lunch dan de deelnemers met de

appelmoes. En de appel-eters aten zelfs 152 en 178 kcal minder dan de appelsap-conditie met vezels en zonder vezels, respectievelijk. De resultaten laten zien dat het eten van fruit in vaste vorm een grotere effect heeft op verzadiging dan appelmoes en appelsap en dat het eten van fruit aan het begin van een maaltijd de energie-inname kan verminderen⁴².

Uit een systematisch review, van 30 studies, bleek dat er een positieve associatie was tussen inname van (suikerhoudende) dranken en overgewicht⁴³. Door de sterke bewijskracht tussen de inname van suikerhoudende dranken en overgewicht, adviseert de Gezondheidsraad in de Richtlijnen goede voeding 2015 om zo min mogelijk suikerhoudende dranken te drinken⁴⁴. Onder het kopje 'Suikerhoudende dranken' is hier meer over te lezen.

Bewerkte voedingsmiddelen

De laatste jaren brengen verschillende onderzoekers sterk bewerkte voedingsmiddelen (*ultra processed foods*) in verband met overeten en overgewicht, zonder dat duidelijk is hoe deze samenhang ontstaat. Kevin Hall onderzocht het effect van de consumptie van sterk bewerkt en onbewerkt voedsel op de energie-inname gedurende twee weken. De aangeboden hoeveelheden kilocalorieën, suikers, koolhydraten, zout en vet waren gelijk, en de maaltijden werden ook even lekker gevonden. De consumptie van sterk bewerkte voedingsmiddelen resulteerde in een hogere energie-inname van zo'n 500 kcal/dag en in gewichtstoename (circa 1 kg). De oorzaak volgens Hall: de bewerking zelf, maar tegelijkertijd geeft hij aan dat de onderliggende factoren zoals eetsnelheid, eiwitgehalte en effecten op verzadigingshormonen een rol hierbij spelen. Sterk bewerkt voedsel heeft vaker een zachte textuur. Mensen eten gemakkelijker meer van voedsel met een zachte textuur. De textuur is medebepalend voor de eetsnelheid en door sneller te eten krijgt iemand meer energie binnen. Dit was ook te zien in het onderzoek van Hall: de gemiddelde eetsnelheid in kcal/min was ruim twee keer zo hoog bij bewerkt voedsel dan bij onbewerkt voedsel⁴⁵. Meer onderzoek is echter nodig om te achterhalen welk invloed bewerkte voedingsmiddelen hebben op energie-inname.

Koolhydraten, vetten en eiwitten

Zoals hierboven vermeld leveren vetten 9 kcal per gram en koolhydraten en eiwitten beide 4 kcal per gram.

Hall en Guo onderzochten het verschil in energiegebruik en vetmassaverlies bij verschillende

vet- en koolhydraatgehaltes in combinatie met een gelijk eiwitgehalte onder isocalorische (met eenzelfde hoeveelheid calorieën) omstandigheden. Uit hun meta-analyse van 32 gecontroleerde studies bleek dat het verschil in energie-inname zo klein was tussen de voedingspatronen laag in vet en laag in koolhydraten (verschil van 26 kcal per dag meer bij het laag-in-vet dieet), dat het fysiologisch niet relevant was. Een calorie is energetisch gezien dus een calorie⁴⁶.

Een ander onderzoek van Kevin Hall onderzocht het verschil in energie-inname van een *Animal Based Low Carbohydrates* (ABLC) en *Plant-Based Low-Fat* (PBLF) voedingspatroon. Het PBLF voedingspatroon leidde tot een lagere energie-inname (689 kcal/dag) dan bij het ABLC voedingspatroon. Daarentegen resulteerde het ABLC voedingspatroon in een sneller gewichtsverlies tijdens de eerste week en een totaal gewichtsverlies van 1,8 (±0,32) kg na twee weken. Het PBLF voedingspatroon resulteerde in een langzamer gewichtsverlies in de eerste week, en een gemiddeld gewichtsverlies van 1,1 (±0,32) kg na twee weken. Dit uiteindelijke gewichtsverlies verschilde niet significant van het ABLC voedingspatroon. De onderzoekers gaven aan dat de resultaten suggereren dat de regulatie van energie-inname en lichaamsgewicht complexer is dan alleen je koolhydraat- of vetinname verlagen⁴⁷.

Gewichtsverlies kun je met zowel een voedingspatroon hoog in vet en laag in koolhydraten als een voedingspatroon hoog in koolhydraten en laag in vet realiseren. Zolang de energie-inname maar lager is dan het gebruik. Een meta-analyse van 33 gerandomiseerde, gecontroleerde trials (RCT's) van Hooper en collega's concluderen dat het gewichtsverlies primair wordt veroorzaakt door een lagere energie-inname: mensen eten van voedingen met een hoger koolhydraat- en een lager vetgehalte gemiddeld iets minder dan van voedingen met een hoger vet- en lager koolhydraatgehalte⁴⁸. De Gezondheidsraad baseert zich op deze meta-analyse wanneer ze in haar achtergronddocument "Uitwisseling van eiwit, vet en koolhydraten" concludeert: het verminderen van de vetinname van 30 tot 40 energieprocent naar 15 tot 30 energieprocent in combinatie met het verhogen van de inname van koolhydraten (inclusief vezel) gedurende een half tot vijf jaar verlaagt onder *ad libitum* omstandigheden het lichaamsgewicht met ongeveer 1,5 kg⁴⁹. De commissie vindt dat er grote bewijskracht is voor deze conclusie. Het effect van voedingsvezels op het behoud van een gezond lichaamsgewicht is nog onduidelijk,

omdat er te weinig onderzoek naar gedaan is. Wel weten we dat bepaalde type voedingsvezels bijdragen aan verzadiging, maar of dit ook leidt tot minder energie-inname gedurende de dag, is nog onduidelijk⁵⁰.

De rol van suiker(s)

Suikers komen van nature voor in fruit, groenten, graanproducten, melk en honing. Daarnaast worden ze toegevoegd in bijvoorbeeld koekjes, frisdrank en zuivelproducten. Toegevoegde suikers hebben dezelfde chemische structuur als van nature aanwezige suikers en worden op dezelfde manier door het lichaam verwerkt. Net als alle andere koolhydraten leveren toegevoegde suikers 4 kcal per gram. Te Morenga en collega's onderzochten in hun systematische review en meta-analyse de rol van suikers op het lichaamsgewicht. Op basis van cohortonderzoeken concluderen zij dat een hogere inname van vrije suikers (toegevoegde suikers en suikers van nature aanwezig in vruchtensappen) geassocieerd is met een hoger lichaamsgewicht. Ze geven aan dat dit komt door een verschil in de energiebalans: mensen die meer vrije suikers eten, hebben gemiddeld een hogere calorie-inname⁵¹.

Dit wordt ondersteund door resultaten uit dezelfde meta-analyse. Op basis van 12 gecontroleerde isocalorische onderzoeken concludeerde Te Morenga en collega's dat isocalorisch uitwisselen van suikers met andere koolhydraten niet geassocieerd was met gewichtsverandering. De onderzoekers concluderen dat obesitas ontstaat door verschillende factoren en dat het niet allemaal aan de inname van suikers te verwijten valt⁵¹.

Suikerhoudende dranken

Zoals eerder genoemd verzadigen suikers (calorieën) in vloeibare vorm minder dan suikers in vaste vorm. Een glas sinaasappelsap drink je gemakkelijk op, maar 3 sinaasappels eten is lastig (zie ook het kopje 'vast versus vloeibaar'). Het aantal suikerhoudende dranken dat een onderdeel vormt van ons eetpatroon is erg groot. Zo halen we in Nederland gemiddeld 21,5% van al onze suikers uit niet-alcoholische dranken. Hier vallen de suikerhoudende dranken onder⁵².

De Gezondheidsraad concludeert in haar achtergronddocument 'Dranken met toegevoegd suiker' het volgende:

1. Het vervangen van dranken met toegevoegd suiker (100-250 kcal/dag) door dranken zonder calorieën vermindert onder *ad libitum* omstandigheden binnen een half tot anderhalf

jaar de stijging van de BMI met 0,3 kg/m² bij kinderen en adolescenten.

2. Het dagelijkse gebruik van ongeveer één liter dranken met toegevoegd suiker (circa 430 kcal/dag) onder *ad libitum* omstandigheden verhoogt bij volwassenen het lichaamsgewicht met ongeveer één kg op de korte termijn (1 maand) ten opzichte van dranken zonder toegevoegd suiker⁵³.

De Gezondheidsraad vindt de bewijskracht voor beide conclusies groot en baseert zich hiervoor op vijf interventiestudies uit de systematische review en meta-analyse van Malik en collega's⁵⁴. Mede om de conclusies uit deze studie adviseert de Gezondheidsraad in de Richtlijnen goede voeding 2015 om zo min mogelijk suikerhoudende dranken te drinken⁴⁴. Onder suikerhoudende dranken vallen niet alleen dranken met toegevoegde suikers, maar ook vruchtensappen. Het suikergehalte in beide dranken is immers vergelijkbaar. Onder dranken met toegevoegde suikers worden koude dranken waaraan sacharose (tafelsuiker), fructose of glucose is toegevoegd verstaan. Voorbeelden zijn vruchtendrank, vruchtnectar, frisdranken, ijsthee, gevitamineerd water en sportdranken waaraan suikers zijn toegevoegd. Goede alternatieven zijn dranken zonder suikers, zoals thee, gefilterde koffie en water⁴⁴.

Suikers versus intensieve zoetstoffen

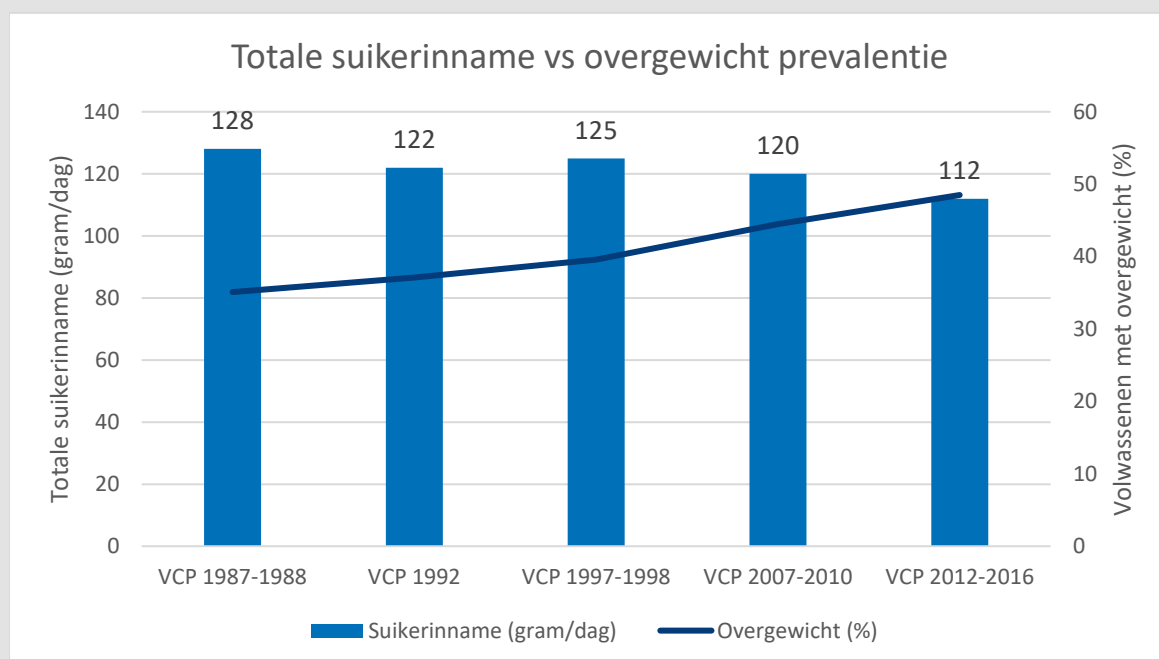
Intensieve zoetstoffen hebben een heel grote zoetkracht, vaak honderden malen zoeter dan suiker. Intensieve zoetstoffen leveren geen tot een verwaarloosbare hoeveelheid energie. Voorbeelden zijn: acesulfaam-K (E950), aspartaam (E951), sacharine (E954), cyclamaat (E952), sucralose (E955) en steviolglycosiden (stevia) (E960)⁵⁵. Wanneer energieleverende zoetstoffen (zoals suiker) vervangen worden door calorieeloze zoetstoffen, wordt het totaal caloriegehalte van het product verlaagd. Hierdoor kan het gebruik van intensieve zoetstoffen bijdragen aan gewichtsverlies, maar alleen wanneer dit daadwerkelijk zorgt voor een beperking van de totale energie-inname. Omdat intensieve zoetstoffen vele malen zoeter zijn dan suiker, heb je minder nodig om dezelfde zoetkracht te krijgen. Hierdoor neemt je volume ook af. Bij frisdrank is dat geen probleem, want het water zorgt voor de volume, maar bij cake is dit bijvoorbeeld lastiger. Naast de zoetstof moet dan nog een ander voedingsmiddel worden toegevoegd om het volume van suiker te vervangen. Calorieeloze zoetstoffen kunnen in potentie helpen bij gewichtsbeheersing, maar of ze in de praktijk ook zo worden gebruikt is

Consumptie van suikers in Nederland

In opdracht van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu wordt regelmatig de voedselconsumptie van Nederlanders geïnventariseerd. Zo weten we dat de gemiddelde inname van suikers in Nederland 110 gram per dag is. Het gaat hierbij om alle soorten suikers (mono- en disachariden) samen, zowel de toegevoegde suikers in bijvoorbeeld frisdrank en cake, als de van nature aanwezige suikers in bijvoorbeeld fruit en melk.

In de periode dat het aantal mensen met overgewicht in Nederland fors steeg, is de consumptie van suiker licht gedaald. Figuur 5 laat zien dat de gedachte dat suiker dé oorzaak is van het ontstaan van overgewicht, niet per definitie klopt. Overgewicht of obesitas is een complex probleem, waarbij veel verschillende factoren een rol spelen.

Meer informatie over de consumptie van suikers vindt u in de volgende factsheet 'Consumptie van suikers in Nederland'. Kijk hiervoor op <https://www.kenniscentrumsuiker.nl/publicaties>.



Figuur 5: Suikerinname en de prevalentie van overgewicht

- Suikerinname: de leeftijdsrange is hier gelijk gesteld met die van VCP 2007-2010 (7-69 jaar). Hierdoor wijken de waarden af van de 110 gram mono- en disachariden die gelden voor de volledige steekproef van VCP 2012-2016 (1-79 jarigen)⁵²
- De gegevens zijn gestandaardiseerd naar de Nederlandse bevolking van 2018

nog onzeker. Als het gebruik van zoetstoffen gecompenseerd wordt met een extra stukje chocolade, zal de inname van zoetstoffen niet helpen met gewichtsverlies. Diverse cohortonderzoeken laten ook een verband zien tussen zoetstoffen en een hoger lichaamsgewicht^{56,57}. Mogelijk komt dit door omgekeerde causaliteit: mensen met een te hoog lichaamsgewicht gebruiken vaker zoetstoffen.

Standpunt Kenniscentrum suiker & voeding

Overgewicht ontstaat als iemand gedurende een langere periode via de voeding meer energie binnenkrijgt dan dat zijn of haar lichaam verbrandt. Het maakt wat betreft het lichaamsgewicht niet uit of het teveel aan energie afkomstig is van koolhydraten, waaronder suikers, of van andere macronutriënten die calorieën bevatten. Suiker is geen specifieke dikmaker, het gaat om de totale hoeveelheid calorieën.

De Gezondheidsraad heeft in de Richtlijnen goede voeding 2015 geen maximum gesteld aan de inname van (toegevoegde) suikers. Wel adviseert de Gezondheidsraad om zo min mogelijk suikerhoudende dranken te drinken. Deze verzadigen minder, waardoor het risico op overgewicht op den duur groter is. Ook is er een verband gevonden tussen de inname van suikerhoudende dranken en een verhoogd risico op diabetes type 2. Een verantwoorde consumptie van suiker, al dan niet toegevoegd, past in een gevarieerd voedingspatroon, gebaseerd op de Richtlijnen goede voeding. In Nederland is er geen aanbeveling voor de hoeveelheid suiker per dag. Wel is het beter om niet te veel producten te eten met toegevoegde suikers, en je suikers voornamelijk uit fruit, groente en zuivel te halen. Overconsumptie van suiker – net als overconsumptie van andere voedingsmiddelen – is niet goed en kan op den duur leiden tot overgewicht en daarmee samenhangende chronische ziekten. Overgewicht en obesitas moeten we terugdringen. Alle calorieën tellen daarbij mee, ook die van suiker.

Kenniscentrum suiker & voeding is zijn Wetenschappelijk Raad zeer erkentelijk voor de kritische stellingname en bijdrage aan deze position paper.

Hilversum, januari 2021

Referenties

- [1] **Voedingscentrum.** BMI jongens en meisjes. (2019).
- [2] **Voedingscentrum.** Heb ik een gezond gewicht? <https://www.voedingscentrum.nl/nl/afvallen/gezond-afvallen-de-start/heb-ik-een-gezond-gewicht.aspx>.
- [3] **Centraal Bureau voor de Statistiek.** Gezondheidsenquête. <https://www.volksgezondheidenzorg.info/onderwerp/overgewicht> (2013).
- [4] **Centraal Bureau voor de Statistiek i.s.m. RIVM.** Gezondheidsenquête/Leefstijlmonitor. <https://www.volksgezondheidenzorg.info/onderwerp/overgewicht> (2020).
- [5] **RIVM.** Volksgezondheid Toekomst Verkenning. <https://www.vtv2018.nl/leefstijl> (2018).
- [6] **McKee, A. & Morley, J. E.** Obesity in the Elderly. In: *Endotext [Internet]*. MDText.com, Inc., (2018).
- [7] **World Health Organization.** Obesity and overweight - Fact sheet. (2020).
- [8] **Eurostat.** Overweight and obesity - BMI statistics. (2017).
- [9] **Voedingscentrum.** Overgewicht. Gezondheidseffecten <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/overgewicht>.
- [10] **Saris, W. H. M.** Focus on the fire of life. (Gegevens mede gebaseerd op Bouchard et al. 1990 en Levine et al. 1999). *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* **7**, 595–597 (2004).
- [11] **Voedingscentrum.** Invloed fysieke omgeving op eetgedrag. <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/invloed-omgeving-op-eetgedrag.aspx>.
- [12] **Llewellyn, C. H. & Fildes, A.** Behavioural susceptibility theory: Professor Jane Wardle and the role of appetite in genetic risk of obesity. *Curr. Obes. Rep.* **6**, 38–45 (2017).
- [13] **Ministerie van Volksgezondheid, W. en S. (VWS).** Nationaal Preventieakkoord. www.nationaalpreventieakkoord.nl (2018).
- [14] **Whitney, E. N. & Rolfes, S. R.** Understanding nutrition. (Cengage Learning, 2018).
- [15] **Saris, W. H. M. et al.** How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes. Rev.* **4**, 101–114 (2003).
- [16] **Gezondheidsraad.** Beweegrichtlijnen 2017. (2017).
- [17] **Voedingscentrum.** Overgewicht - Wat zijn gezondheidsrisico's bij overgewicht? <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/overgewicht.aspx#blok-wat-zijn-gezondheidsrisico's-bij-overgewicht>
- [18] **ReumaNederland.** Hoe ontstaat artrose? <https://reumanederland.nl/reuma/vormen-van-reuma/artrose/> (2020).
- [19] **Alberti, K. et al.** Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the international diabetes federation task force on epidemiology and prevention; national heart, lung, and blood institute; American heart association; world heart federation; international . *Circulation* **120**, 1640–1645 (2009).
- [20] **Jensen, M. D. et al.** 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation* **129**, S139–S140 (2014).
- [21] **Voedingscentrum.** Energie (calorieën). <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/energie.aspx>.
- [22] **Karl, J. P. & Roberts, S. B.** Energy Density, Energy Intake, and Body Weight Regulation in Adults. *Am. Soc. Nutr.* 835–850 (2014)
- [23] **Rolls, B. J.** The relationship between dietary energy density and energy intake. *Physiol. Behav.* **97**, 609–615 (2009).
- [24] **Bell, E. A., Castellanos, V. H., Pelkman, C. L., Thorwart, M. L. & Rolls, B. J.** Energy density of foods affects energy intake in normal-weight women. *Am. J. Clin. Nutr.* **67**, 412–420 (1998).
- [25] **Rouhani, M. H., Haghghatdoost, F., Surkan, P. J. & Azadbakht, L.** Associations between dietary energy density and obesity: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrition* **32**, 1037–1047 (2016).

- [26] **Steenhuis, I. & Poelman, M.** Portion Size: Latest Developments and Interventions. *Curr. Obes. Rep.* 10–17 (2017)
- [27] **Higgins, K. et al.** Systematic Review and Meta-analysis of the Effect of Portion Size and Ingestive Frequency on Energy Intake and Body Weight Among Adults in Randomized Controlled Trials (P08-007-19). *Curr. Dev. Nutr.* 3, nzz044-P08 (2019).
- [28] **Young, L. R., & Nestle, M.** The contribution of expanding portion sizes to the US obesity epidemic. *American journal of public health*, 92(2), 246-249 (2002).
- [29] **Nielsen, S. J., & Popkin, B. M.** Patterns and trends in food portion sizes, 1977-1998. *Jama*, 289(4), 450-45 (2003).
- [30] **Smiciklas-Wright, H. et al.** Foods commonly eaten in the United States, 1989-1991 and 1994-1996: are portion sizes changing?. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(1), 41-47 (2003).
- [31] **Wrieden, W., Gregor, A., & Barton, K.** Have food portion sizes increased in the UK over the last 20 years?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 67(OCE6) (2008).
- [32] **Benson, C.** Increasing portion size in Britain. *Society, biology and human affairs*, 74(2), 4-20 (2009).
- [33] **Steenhuis, I. H., Leeuwis, F. H., & Vermeer, W. M.** Small, medium, large or supersize: trends in food portion sizes in The Netherlands. *Public health nutrition*, 13(6), 852-857 (2010).
- [34] **Zlatevska, N., Dubelaar, C. & Holden, S. S.** Sizing Up the Effect of Portion Size on Consumption: A Meta-Analytic Review. *J. Mark.* 78, 140–154 (2014).
- [35] **Haynes, A. et al.** Reductions to main meal portion sizes reduce daily energy intake regardless of perceived normality of portion size: a 5 day cross-over laboratory experiment. *Int. J. Behav. Nutr. Phys.* 17, 21 (2020).
- [36] **Kerameas, K., Vartanian, L. R., Herman, C. P. & Polivy, J.** The effect of portion size and unit size on food intake: Unit bias or segmentation effect? *Heal. Psychol.* 34, 670 (2015).
- [37] **De Graaf, C.** Texture and satiation: The role of oro-sensory exposure time. *Physiol. Behav.* 107, 496–501 (2012).
- [38] **Hollis, J. H.** Beverages, satiation, satiety, and energy balance. *Beverage Impacts on Health and Nutrition* 181–192 (Springer, 2016).
- [39] **Teo, P. S. & Forde, C. G.** The Impact of Eating Rate on Energy Intake, Body Composition, and Health. *Handb. Eat. Drink. Interdiscip. Perspect.* 715–740 (2020).
- [40] **Weijzen, P. L., Smeets, P. A., & de Graaf, C.** Sip size of orangeade: effects on intake and sensory-specific satiation. *British Journal of Nutrition*, 102(7), 1091-1097 (2009).
- [41] **Forde, C. G.** From perception to ingestion; the role of sensory properties in energy selection, eating behaviour and food intake. *Food Qual. Prefer.* 66, 171–177 (2018).
- [42] **Flood-Obbagy, J. E. & Rolls, B. J.** The effect of fruit in different forms on energy intake and satiety at a meal. *Appetite* 52, 416–422 (2009).
- [43] **Luger, M. et al.** Sugar-Sweetened Beverages and Weight Gain in Children and Adults: A Systematic Review from 2013 to 2015 and a Comparison with Previous Studies. *Obes. Facts* 10, 674–693 (2017).
- [44] **Gezondheidsraad.** Richtlijnen goede voeding 2015. https://www.gezondheidsraad.nl/binaries/gezondheidsraad/documenten/adviezen/2015/11/04/richtlijnen-goede-voeding-2015/201524_Richtlijnen+goede+voeding+2015.pdf (2015).
- [45] **Hall, K. D. et al.** Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: an inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. *Cell Metab.* 30, 67–77 (2019).
- [46] **Hall, K. D. & Guo, J.** Obesity energetics: body weight regulation and the effects of diet composition. *Gastroenterology* 152, 1718–1727 (2017).
- [47] **Hall, K. D. et al.** A plant-based, low-fat diet decreases ad libitum energy intake compared to an animal-based, ketogenic diet: An inpatient randomized controlled trial. (2020).
- [48] **Hooper, L. et al.** Effect of reducing total fat intake on body weight: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and cohort studies. *Bmj* 345, e7666 (2012).
- [49] **Gezondheidsraad.** Achtergronddocument Richtlijnen goede voeding 2015. Uitwisseling van eiwit, vet en koolhydraten. (concept). (2015).
- [50] **Voedingscentrum.** Vezels - Gezondheidseffecten. <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/vezels.aspx#blok3>
- [51] **Te Morenga, L., Mallard, S. & Mann, J.** Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *Bmj* 346, e7492 (2013).
- [52] **Gezondheidsraad.** Dranken met toegevoegd suiker - Achtergronddocument. (2015).
- [53] **Malik, V. S., Pan, A., Willett, W. C. & Hu, F. B.** Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Am. Journal Clin. Nutr.* 98, 1084–102 (2013).
- [54] **RIVM.** Voedselconsumptiepeiling 2012-2016. <https://www.waateetnederland.nl/> (2018).
- [55] **Europese Commissie.** Verordening (EU) Nr. 231/2012. (2012).
- [56] **Miller, P. E. & Perez, V.** Low-calorie sweeteners and body weight and composition: a meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 1–13 (2014)
- [57] **Rogers, P. J. et al.** Does low-energy sweetener consumption affect energy intake and body weight? A systematic review, including meta-analyses, of the evidence from human and animal studies. *Int. J. Obes.* 40, 1–58 (2015).