

Empfehlungen zur Ernährungsprävention des Typ-2-Diabetes mellitus

Autorinnen/Autoren

Thomas Skurk¹, Arthur Grünerbel², Sandra Hummel^{3*}, Stefan Kabisch⁴, Winfried Keuthage⁵, Karsten Müssig⁶, Helmut Nussbaumer⁷, Diana Rubin^{8,9}, Marie-Christine Simon¹⁰, Astrid Tombek¹¹, Katharina S. Weber¹²,
für den Ausschuss Ernährung der DDG

Institute

- 1 ZIEL – Institute for Food & Health, Core Facility Humanstudien, Technische Universität München, Freising, Deutschland
- 2 Diabeteszentrum München Süd, München, Deutschland
- 3 Institut für Diabetesforschung, Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, München-Neuherberg, Deutschland
- 4 Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, Potsdam, Deutschland
- 5 Schwerpunktpaxis für Diabetes und Ernährungsmedizin, Münster, Deutschland
- 6 Klinik für Innere Medizin, Gastroenterologie und Diabetologie, Niels-Stensen-Kliniken, Franziskus-Hospital Harderberg, Georgsmarienhütte, Deutschland
- 7 Diabetologikum Burghausen, Burghausen, Deutschland
- 8 Vivantes Klinikum Spandau, Berlin, Deutschland
- 9 Vivantes Humboldt Klinikum, Berlin, Deutschland
- 10 Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn, Deutschland

11 Diabetes-Klinik Bad Mergentheim, Bad Mergentheim, Deutschland

12 Institut für Epidemiologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland

Bibliografie

Diabetol Stoffwechs 2023; 18: 1–17

DOI 10.1055/a-2109-9410

ISSN 1861-9002

© 2023. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Zitierweise für diesen Artikel Diabetol Stoffwechs 2023; 18 (Suppl 2): S98–S110. DOI: 10.1055/a-1789–5615

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Thomas Skurk

ZIEL – Institute for Food & Health, Technische Universität München, Gregor-Mendel-Straße, 85354 Freising, Deutschland
skurk@tum.de

Aktualisierungshinweis

Die DDG-Praxisempfehlungen werden regelmäßig zur zweiten Jahreshälfte aktualisiert. Bitte stellen Sie sicher, dass Sie jeweils die neueste Version lesen und zitieren.

Präambel

Diese Praxisempfehlungen sollen sich als Handreichung an alle richten, die der Prävention von Stoffwechselstörungen wie dem Typ-2-Diabetes mellitus (T2Dm) ein besonderes Augenmerk schenken. Das können Betroffene sein, die ein familiär erhöhtes Risiko mit sich tragen oder Therapeuten, die Menschen mit einem besonderen Risiko betreuen und letztendlich all diejenigen, die sich möglichst evidenzbasierte Informationen für ein gesünderes Älterwerden beschaffen möchten. Nicht zuletzt für das Funktionieren und die Finanzierbarkeit unseres Gesundheitswesens müssen wir gemeinsam auf eine wirksame Prävention hinarbeiten. Gerade im Rahmen der Prävention müssen wir eine Aufmerksamkeit entwickeln, die uns über eine frühzeitige Risikoeinschätzung

hin zu einer adäquaten Testung eines Risikos führt [1], ohne dass wir bei einem negativen Testergebnis ablassen, die risikobehafteten Lebensumstände weiter im Blick zu haben.

Die vorliegenden Praxisempfehlungen befassen sich nahezu ausschließlich mit Ernährungsthemen. Bei der Komplexität möglicher Ernährungsweisen, welche unterschiedliche Biografien, Vorlieben und Aversionen abbilden, ist die möglichst individuelle Beratung, wie sie vom Ausschuss für Ernährung der DDG in den Praxisempfehlungen zur Ernährungstherapie des T2Dm gefordert wird [2], eine besondere Herausforderung. Die Schwierigkeit, möglichst hochgradig evidenzbasierte Empfehlungen in der Literatur zu finden, wird durch die Breite der Symptome, auf die diese Empfehlungen abzielen sollen, noch verstärkt. Eben an dieser Mannigfaltigkeit zeigt sich beispielhaft, dass Ernährung ein Querschnittsthema ist, das viele Disziplinen vereint und die interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig macht. Die Empfehlungen zur Prävention des Gestationsdiabetes zeigen exemplarisch die intersektorale Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Diabetes und Schwangerschaft.

* Für die Arbeitsgruppe Diabetes & Schwangerschaft der DDG.

Ziel der Arbeit ist die Primärprävention. Wir müssen uns dabei vor Augen halten, dass wir auf gesunde Menschen abzielen, die meist noch keinerlei Symptome verspüren. Eine besondere Einschränkung der Ernährungsgewohnheiten scheint vor diesem Hintergrund zunächst kaum gerechtfertigt und muss auf das Bewusstsein abzielen, für sein zukünftiges Wohlbefinden selbst verantwortlich zu sein. Die Aufklärung, dass Übergewicht und Adipositas zu den Hauptursachen einer glykämischen Stoffwechselstörung führen, scheint zunächst abstrakt und nur eine kontinuierliche Vermittlung der wissenschaftlichen Faktenlage kann zum Erfolg führen. Somit rechtfertigt das Wissen über den vielfach belegten Zusammenhang einer unangepassten Ernährung und einer Diabeteserkrankung ein mögliches therapeutisches Vorgehen [3]

Diese Praxisempfehlungen fassen die umfangreiche, teils heterogene Datenlage zu den unterschiedlichsten Aspekten der Ernährung zusammen, die im Kontext einer Diabetesprävention in der internationalen Literatur zu finden sind und sind dennoch unvollständig. Die jährliche Aktualisierung ermöglicht es, die publizierte Literatur im Auge zu behalten und kontinuierlich weitere Themen aufzugreifen.

Lebensstilintervention

Ernährung allgemein

Empfehlung

- Empfehlungen zu Veränderungen im Lebensstil sind dann angezeigt, wenn ein Ernährungsmuster ein erhöhtes Risiko für T2Dm vermuten lässt
- Empfehlungen zu Veränderungen hinsichtlich des Ernährungsverhaltens sind dann angezeigt, wenn ein familiäres Risiko für T2Dm vorliegt
- Ernährungsumstellung allein hat bereits ohne strukturiertes Bewegungsprogramm einen positiven Effekt auf das Diabetesrisiko

Kommentar

Es besteht allgemeiner Konsens, dass sich Änderungen im Lebensstil positiv auf die Krankheitslast auswirken können [4]. Insbesondere das T2Dm-Risiko ist einer solchen Veränderung zugänglich und verzögert das Auftreten eines T2Dm [5]. Eine aktive Intervention führt auch nach Absetzen der Maßnahmen zu einem nachhaltig verzögerten Eintritt einer Diabeteserkrankung, dabei wurde eine number needed to treat (NNT) von 25 errechnet, um einen Diabetes zu verhindern. Kontrovers bleibt derzeit die Einordnung einer Bewegungstherapie, die ohne begleitende Ernährungstherapie nur in vereinzelten Studien einen signifikanten Effekt auf die Risikoreduktion zu erbringen scheint [6]. Während eine Ernährungsintervention einen Diabetes bereits zu 32 % verringern kann, ist die Kombination beider Strategien mit 41 % deutlich effektiver [6]. Dennoch erhalten Kalorien in der Diskussion um die Prävention der Adipositas einen besonderen Stellenwert, da verschiedene Untersuchungen einzelnen Makronährstoffen jenseits des Kaloriengehalts keinen besonderen Krankheitswert zuschreiben [7]. Somit stellt sich generell die Frage, ob spezielle

Ernährungsformen, welche bestimmte Makronährstoffe bevorzugen, notwendig sind und nicht Aspekte z. B. der Nachhaltigkeit ohne gesundheitliche Einbußen Beachtung finden können.

Im Januar 2019 publizierte die EAT-Lancet Commission mit der „Planetary Health Diet (PHD)“ eine gesundheitsförderliche Referenzernährung für die gesamte Weltbevölkerung mit dem Ziel, die globalen Nahrungssysteme neu auszurichten, die ökologische Nachhaltigkeit zu verbessern und die menschliche Gesundheit zu fördern [8]. Hintergrund der Initiative ist zum einen der Wandel der traditionellen Ernährungsgewohnheiten, die meist einen höheren Anteil hochwertiger pflanzlicher Nahrungsmittel aufweisen, hin zu einem westlichen Ernährungsmuster, das durch kalorienreiche, stark verarbeitete Lebensmittel (LM) und große Mengen an tierischen Produkten gekennzeichnet ist. Darüber hinaus ist dieses Ernährungsmuster nicht nachhaltig, da die derzeitige Lebensmittelproduktion Klimawandel, Verlust der biologischen Vielfalt, Umweltverschmutzung und drastische Veränderungen in der Land- und Wassernutzung bedingt [9]. Hingegen zeichnet sich das von der EAT-Lancet Commission empfohlene Ernährungsmuster aus durch eine Vielzahl hochwertiger pflanzlicher Lebensmittel und geringen Mengen an tierischen Lebensmitteln, raffiniertem Getreide, zugesetztem Zucker und ungünstigen Fetten. Die konsequente Umsetzung dieser Vorgaben würde nicht allein die Bereitstellung einer qualitativ hochwertigen Ernährung, sondern auch eine Kostenersparnis ermöglichen [10, 11]. Zudem ist die PHD so konzipiert, dass sie flexibel an lokale und individuelle Begebenheiten, Traditionen und Ernährungsvorlieben angepasst werden kann [8]. Damit ähnelt die PHD den Orientierungswerten der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Unterschiede bestehen allerdings in der globalen versus deutschlandspezifischen Ausrichtung sowie in den empfohlenen Mengen an Milch und Milchprodukten sowie der Kalorienzufuhr. Die PHD umfasst eine Kalorienzufuhr von 2500 kcal/Tag. Hingegen empfiehlt die DGE einen Bereich von 1600 bis 2400 kcal/Tag in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. Während die PHD maximal 500 g Milchäquivalent pro Tag vorsieht, geben die Orientierungswerte der DGE eine Spanne von 596–728 g/Tag an, infolge der Verwendung unterschiedlicher Grundlagen für eine ausreichende Kalziumzufuhr [12]. Tatsächlich könnte es zu einem Mangel an Kalzium, Vitamin B12, Eisen und Zink kommen, dem durch eine Modifikation der ursprünglich vorgeschlagenen PHD zu begegnen ist [13]. Die PHD stellt eine radikale Änderung aktuell vorherrschender Ernährungsgewohnheiten dar und ihre Umsetzung erfordert in den meisten Ländern eine Verminderung des Konsums von rotem Fleisch und Zucker um etwa 50 % und eine Steigerung der Aufnahme von Obst, Gemüse, Hülsenfrüchten und Nüssen um mehr als 100 % [14–17].

In einer Querschnittsstudie an mehr als 14 000 Teilnehmern ergaben sich Assoziationen zwischen der Adhärenz gegenüber der PHD und niedrigen Werten von Blutdruck sowie Gesamt-, LDL- und Non-HDL-Cholesterin, ohne dass sich jedoch eine Assoziation mit HOMA-IR (Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance) als Marker für Insulinresistenz zeigte [18]. Zudem waren Teilnehmer, die sich an die PHD-Vorgaben hielten, seltener übergewichtig oder adipös und wiesen einen geringeren Hüftumfang auf [18]. Auch führt das Befolgen der PHD-Empfehlungen zu einer Modifikation des Darmmikrobioms mit Zunahme Probiotika-asso-

ziierter Bakterien [19]. In der multizentrischen, prospektiven European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Studie mit nahezu 500 000 Teilnehmern ergaben sich Assoziationen von Treibhausgasemissionen und Landnutzung sowohl mit Gesamt mortalität als auch Krebsinzidenzraten. Abhängig von dem Grad der Adhärenz gegenüber der PHD könnte in einem Zeitraum von 20 Jahren 19 bis 63 % der Todesfälle und 10 bis 39 % der Krebserkrankungen verhindert werden [20]. Zudem zeigten sich in der spanischen EPIC-Kohorte mit mehr als 40 000 Teilnehmern Assoziationen zwischen Treibhausgasemissionen und dem Risiko für koronare Herzerkrankung und T2Dm [21]. Somit könnte sich eine Reduktion der Treibhausgasemissionen nicht nur günstig auf die klimatischen Veränderungen, sondern auch auf die menschliche Gesundheit auswirken. Allerdings ergaben sich in einer prospektiven Kohortenstudie aus Frankreich mit mehr als 60 000 Teilnehmern Assoziationen zwischen Adhärenz gegenüber PHD und Krebsinzidenz nur in einigen Subgruppen und keine Assoziationen mit kardiovaskulären Erkrankungen [22]. In einer prospektiven Untersuchung an nahezu 75 000 mexikanischen Frauen war eine höhere PHD-Adhärenz mit einer geringeren T2Dm-Inzidenz vergesellschaftet [23]. Dies bestätigte sich auch in einer Metaanalyse von sieben Studien [17].

Rolle der Gewichtsreduktion

Empfehlung

- Bei Vorliegen von Übergewicht/Adipositas und Prädiabetes ist eine Gewichtsreduktion anzustreben
- Eine Gewichtsabnahme von 10 % bei Hochrisikopersonen mit Prädiabetes beugt einem späteren Diabetes vor
- Geeignete Ernährungsinterventionen der Gewichtskontrolle umfassen eine Reduktion von Kalorien, Kohlenhydraten und gesättigten Fetten sowie eine Steigerung von Ballaststoffen (BM) und pflanzlichen Proteinen

Kommentar

Etwa 60 % der Erwachsenen in Deutschland sind laut einer Auswertung der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) aus dem Jahre 2021 übergewichtig und adipös [24]. mehr als die Hälfte der Frauen und zwei Drittel der Männer in Deutschland sind, wie die Basispublikation der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) zwischen 2008 und 2011 ergab, von Übergewicht betroffen. Bei etwa einem Viertel der erwachsenen Deutschen besteht eine Adipositas [24]. Adipositas ist eine chronische Erkrankung, die mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko, einer verminderten Lebensqualität und zahlreichen Komorbiditäten und Komplikationen assoziiert ist, darunter kardiovaskuläre Erkrankungen, arterielle Hypertonie, nicht-alkoholische Fettlebererkrankung, Schlafapnoesyndrom und T2Dm [25]. Mit Lebensstilveränderungen, medikamentösen Therapien und bariatrischen chirurgischen Eingriffen stehen verschiedene Therapieoptionen bei der Behandlung der Adipositas zur Verfügung. Unabhängig vom therapeutischen Ansatz beugt eine Gewichtsabnahme von 10 % bei Hochrisikopersonen mit Prädiabetes [26, 27] oder metabolischem Syndrom [28] einem späteren Diabetes vor. Dabei geht die Verbesserung der Nüchtern glukose direkt mit dem Ausmaß des Gewichtsverlusts einher [29]. Der in

Folge der Gewichtsabnahme verbesserten Insulinsensitivität liegen unter anderem eine Verbesserung der Insulin-vermittelten Suppression der Fettoxidation [30] sowie der metabolischen Flexibilität, also der Fähigkeit, die Fettoxidation bei erhöhter Verfügbarkeit von Fettsäuren zu steigern und zwischen Fett und Glukose als primärer Brennstoffquelle nach einer Mahlzeit zu wechseln, zugrunde. Drei große randomisierte klinische Studien, das Diabetes Prevention Program (DPP) [27], die Finnish Diabetes Study [26] und die Da Qing IGT and Diabetes Study [31] haben eindrucksvoll die Wirksamkeit einer Lebensstil-/Verhaltenstherapie zur Prävention des T2Dm belegt. In diesen Studien beinhalteten die Änderungen des Lebensstils im Allgemeinen eine Reduzierung der Kalorienzufuhr (um 500 bis 1000 Kilokalorien [kcal]/Tag), Verhaltensmaßnahmen und eine Steigerung der körperlichen Aktivität. Die Lebensstilintervention im Rahmen des DPP, die mit einem Gewichtsverlust von 7 % im ersten Jahr einherging, verringerte die 4-Jahres-Inzidenz des T2Dm um 58 % bei Männern und Frauen mit eingeschränkter Glukosetoleranz [27]. Im Einklang mit diesen Ergebnissen konnte auch in der Finnish Diabetes Study in der Lebensstilinterventionsgruppe das Diabetesrisiko nach 4 Jahren um 58 % reduziert werden [26]. Damit waren die Lebensstiländerungen fast doppelt so effektiv hinsichtlich der T2Dm-Prävention wie eine Metformin-Therapie, die zu einer 31 %igen Verringerung der T2Dm-Inzidenz führte [27]. Die Da Qing IGT and Diabetes Study ergab, dass nicht nur die Kombination aus einer Ernährungs- und Bewegungsintervention, sondern auch die einzelnen Komponenten das Diabetesrisiko um bis zu 46 % nach sechs Jahren senken konnten [31]. In dem DPP reduzierte jedes verlorene Kilogramm (bis zu 10 kg) das T2Dm-Risiko um 16 % unabhängig von Ethnizität, Geschlecht, Alter oder initialer Ausprägung der Adipositas [32]. In einer Metaanalyse von 63 Studien, die die Auswirkungen einer Lebensstilmodifikation hinsichtlich der Diabetesprävention untersuchten, ging jede Kilogrammabnahme der Teilnehmer (TN) sogar mit einem 43 %igen geringeren Diabetesrisiko einher [33]. Im 10-Jahres-Follow-up des DPP war die kumulative T2Dm-Inzidenz in der Lebensstil-Behandlungsgruppe immer noch um 34 % reduziert, trotz der Tatsache, dass sich die BMI-Werte in den Behandlungsgruppen angeglichen hatten [34]. Auch nach 15 Jahren wies die mit einer intensiven Lebensstilintervention behandelte Gruppe eine um 27 % verminderte T2Dm-Inzidenz auf [35]. Zusätzlich zu den positiven Auswirkungen auf die T2Dm-Manifestation gab es in der Da Qing IGT and Diabetes Study auch Hinweise darauf, dass kardiovaskuläre Ereignisse und die Sterblichkeit 23 Jahre nach Beendigung der Studie in der Lebensstilinterventionsgruppe im Vergleich zu den Kontrollgruppen reduziert waren [36]. Bei Hochrisiko-Personen mit Prädiabetes lassen sich die glykämischen und kardiometabolischen Ergebnisse durch Intensivierung der Lebensstilintervention im Vergleich zu einer herkömmlichen weiter verbessern [37].

Auf der Grundlage dieser Studienergebnisse empfiehlt ein Konsensus-Report der American Diabetes Association (ADA) eine Reduktion von 7 bis 10 % des initialen Körpergewichts und dessen Erhalt, um eine Progression vom Prädiabetes zum T2Dm zu verhindern [38]. Ein solcher Gewichtsverlust lässt sich nach sechs Monaten durch ein Kaloriendefizit von 500 bis 1000 kcal pro Tag erreichen [39]. Besonders kalorienarme Diäten (engl. very low-calorie diets, VLCD) mit weniger als 800 kcal pro Tag werden im

Allgemeinen nicht empfohlen, da sie zwar mit einem Gewichtsverlust von 15 bis 20 % innerhalb von 4 Monaten einhergehen können, allerdings nicht zu einem größeren Gewichtsverlust im längerfristigen Verlauf führen und ein höheres Risiko für Komplikationen, wie etwa Gallensteine, aufweisen im Vergleich zu kalorienarmen Diäten (engl. low-calorie diets, LCD) [40]. Ein Gewichtsverlust kann durch verschiedene Ernährungsformen, wie z. B. low-carb, low-fat oder mediterrane Kost erzielt werden, wobei kein Ansatz den anderen im längerfristigen Verlauf überlegen zu sein scheint [41]. Erfolgsversprechende Diätansätze haben eine verminderte Aufnahme von Kalorien, Kohlenhydraten und gesättigten Fetten und eine gesteigerte Aufnahme von Ballaststoffen und insbesondere pflanzlichen Proteinen gemeinsam [38]. Insgesamt sollte die Wahl des Ernährungsmusters und der Zusammensetzung der Makronährstoffe individuell auf die Patientenpräferenzen und seine Lebensbedingungen zugeschnitten werden, unter Berücksichtigung seines Lebensstils, (Ernährungs-)Gewohnheiten, Vorlieben und Stoffwechselzielen.

Bedeutung der Ernährung in der Telemedizin für die Prävention

Empfehlung

- Telemedizin kann die Adhärenz für Gewichtsreduktionsprogramme und die Erreichbarkeit erhöhen
- Telemedizinische Anwendungen können die Umsetzung von Verhaltensmodifikationen unterstützen, die bei der Prävention des T2Dm empfohlen werden

Kommentar

Aufgrund der COVID-19-Pandemie ist der Bedarf an digitalen Beratungsmethoden in der Therapie der Prävention von Diabetes mellitus angestiegen. Telemedizin bezeichnet den Einsatz audiovisueller Kommunikationstechnologien zum Zweck von Diagnostik, Konsultation und medizinischen Notfalldiensten [42]. Die telemedizinische Betreuung wurde bereits vor der COVID-19-Pandemie bei Diabetespatienten eingesetzt und hat sich als eine bewährte Therapieform etabliert. Auch im DMP (Disease Management Program) für Adipositas-Patienten kann sich die Telemedizin als positiv erweisen.

Im Rahmen eines telemedizinischen Programms werden therapierelevante Daten (z. B. Blutglukosespiegel, Körpergewicht, Blutdruck, Lipidparameter) dem Fachpersonal übermittelt, woraufhin der Patient eine Rückmeldung erhält. Dabei wird zwischen einer telemedizinischen Therapie via Textnachrichten/E-Mail und per Telefon/Videokonferenz unterschieden.

Für Deutschland wurden in einer randomisierten, kontrollierten Studie von Kempf et al. beim 1-Jahres-Follow-up in der telemedizinisch betreuten Gruppe vs. Standardtherapie ein um 0,6 % niedrigerer HbA1c-Wert und eine um 5 kg größere Gewichtsreduktion berichtet [43].

Telemedizinische Anwendungen können von Ärzten und Psychotherapeuten verordnet und von den gesetzlichen Krankenkassen erstattet werden, wenn sie als sog. Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) in das BfArM-Verzeichnis aufgenommen sind. Geregelt ist dies im Digitalen Versorgungsgesetz (DVG), das

im Dezember 2019 in Kraft getreten ist. DiGA werden in der Regel vom Patienten allein genutzt. Es ist aber auch möglich, dass Patienten und Leistungserbringer die DiGA, z. B. in Form von Telekonsilen oder Chats, gemeinsam nutzen. Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es verschiedene DiGAs, die im BfArM-Verzeichnis aufgelistet sind und sich an Menschen mit Übergewicht richten. Dies ist ein Risikofaktor für Diabetes und die DiGAs können auch genutzt werden, wenn die Diagnose Prädiabetes oder Diabetes bereits gestellt ist. Weitere DiGAs, welche Diabetes-Risikofaktoren zum Ziel haben sollen, helfen beispielsweise Stress, Depressionen oder Rauchen zu reduzieren. Der Markt der DiGAs ist derzeit sehr dynamisch und manche werden von der Plattform genommen, während andere hinzukommen. Einen guten Überblick kann man direkt über die Seite des BfArM erhalten (<https://diga.bfarm.de/de>).

Die DiGA Zandio mit der Indikation Adipositas ist bereits dauerhaft in das BfArM-Verzeichnis aufgenommen. Zandio arbeitet auf der Basis der Leitlinienempfehlungen zur Therapie der Adipositas und unterstützt eine konservative Adipositas-therapie bestehend aus Bewegung, Ernährung und Verhaltensänderung. Zandio enthält telemedizinische Elemente, indem die Nutzer mittels Chat-Funktion durch eine Ernährungsberaterin betreut werden. Eine weitere DiGA Oviva Direkt zielt ebenfalls auf Patienten mit Adipositas ab. Weitere DiGAs im Bereich der Ernährungsmedizin stehen im Zulassungsverfahren.

Ein Beispiel für eine telemedizinische Anwendung – allerdings nicht als DiGA zugelassen – ist das Telemedizinische Lebensstil-Interventions-Programm TeLiPro. Bei diesem Programm wird den Patienten eine App zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe Lebensstilaktivitäten beobachtet und überwacht (Monitoring) werden. Dazu werden Bluetooth-kompatible Blutglukosemessgeräte, Waagen, RR-Geräte und Schrittzähler genutzt. Über eine Cloud ist es dem Diabetescoach (Diabetesberater) möglich, die Daten einzusehen und über eine Chatfunktion bzw. übers Telefon direkt mit den Patienten zu interagieren. In der TeLiPro-Studie erhielten beide Gruppen die App, Waagen, Schrittzähler, Blutglukose- und RR-Messgeräte. Jedoch unterschieden sich die Gruppen insofern, als ein Diabetescoach nur den Patienten der Interventionsgruppe zur Verfügung stand [44]. Als Ergebnis ist erkennbar, dass die Interventionsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe eine deutliche Senkung des HbA1c-Werts aufwies (mean \pm SD $-1,1 \pm 1,2$ % vs. $-0,2 \pm 0,8$ %; $P < 0,0001$). Außerdem konnte eine Reduktion des Gewichts verzeichnet werden (TeLiPro $-6,2 \pm 4,6$ kg vs. control $-1,0 \pm 3,4$ kg, BMI ($-2,1 \pm 1,5$ kg/m² vs. $-0,3 \pm 1,1$ kg/m²). Des Weiteren berichtete die Interventionsgruppe von einer grundsätzlich besseren Lebensqualität sowie einem besseren Ernährungszustand [43].

Erkenntnisse über Lebensmittelgruppen

Früchte und Gemüse

Empfehlung

- Eine regelmäßige Zufuhr von 200 bis 300 g Obst und Gemüse pro Tag senkt das Typ-2-Diabetes-Risiko deutlich

Kommentar

In einer systematischen Übersichtsarbeit prospektiver Studien zur Dosis-Wirkungs-Beziehung einer Obst- und Gemüseaufnahme und dem Risiko für T2Dm haben Halvorsen et al. [45] von 23 prospektive Kohortenstudien einbezogen. Demnach war das relative Risiko (RR) für einen hohen gegenüber niedrigem Verzehr von Obst und Gemüse und 200 g/Tag 0,93 (95 % CI: 0,89 bis 0,98, I² = 0 %, n = 10 Studien) und 0,98 (95 % CI: 0,95 bis 1,01, I² = 37,8 %, n = 7) für Obst und Gemüse zusammen, 0,93 (95 % CI: 0,90 bis 0,97, I² = 9,3 %, n = 20) und 0,96 (95 % CI: 0,92 bis 1,00, I² = 68,4 %, n = 19) für Obst bzw. 0,95 (95 % CI: 0,88 bis 1,02, I² = 60,4 %, n = 17) und 0,97 (95 % CI: 0,94 bis 1,01, I² = 39,2 %, n = 16) für Gemüse. Bei einer Zufuhr von 300 g/Tag wurde eine Risikoreduktion von 14 % beobachtet, wobei bei einer Zufuhr oberhalb dieses Niveaus keine weitere Risikoreduktion zu verzeichnen war. Obstsorten wie Äpfel, Birnen, Blaubeeren, Weintrauben und Rosinen sind besonders geeignet, das Risiko zu vermindern.

Eine der bislang größten systematischen Reviews zum Thema Obst und Gemüse fasst internationale Studien aus dem EPIC-InterAct (European Prospective Investigation into Cancer)-Datensatz mit 24 013 Fällen von T2Dm zusammen. Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurde eine Standardportionsgröße von 106 g definiert. 9 Studien lieferten einen Zusammenhang zwischen Obst- und Gemüsekonsum und dem Risiko für T2Dm. Für Obst zeigte sich bei einer zusätzlichen Portion täglich ein RR von 0,93 (95 % CI 0,88–0,99) und für Gemüse von 0,90 (CI 0,80–1,01). Grünes Blattgemüse/Salat ergab bereits bei einer Steigerung von 0,2 Portionen/d ein RR von 0,87 (95 % CI 0,81–0,93). Schon frühere Metaanalysen berechneten für grünes Blattgemüse besondere Vorteile in Bezug auf T2Dm. Pro verzehrter Portion Obst/Gemüse am Tag zeigte sich eine Risikoreduktion von 4 % [46].

Ein geringer Verzehr von Obst und Gemüse trägt erheblich zur globalen Krankheitslast bei [47]. Längsschnittdaten von 14 718 Männern und 20 589 Frauen im Alter von 25 bis 84 Jahren aus der Stockholmer Public Health Cohort in Schweden aus den Jahren 2010 und 2014 zeigten (der Verzehr von Obst und Gemüse, einzeln <2 Portionen/Tag oder zusammen <4 Portionen (100 g)/Tag, wurde als Grenzwert für eine geringe Aufnahme festgelegt), dass Männer im Vergleich zu Frauen signifikant weniger Obst und Gemüse konsumierten. Fast drei Viertel der Befragten verzehrten weniger als zwei Portionen Gemüse pro Tag. Der Anteil der Männer und Frauen, die weniger als zwei Portionen Gemüse pro Tag verzehrten, betrug 79,0 % zu Beginn der Studie und 62,6 % bei der Nachuntersuchung. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich für den Obstverzehr in der Gesamtstichprobe sowie für Männer und Frauen getrennt. Nur 20,3 % der Probanden verzehrten vier oder mehr Portionen pro Tag, wobei der Unterschied zwischen Männern (10,3 %) und Frauen (27,6 %) etwa dreimal so groß war und der Anteil bei der Nachuntersuchung etwas geringer ausfiel. Der durchschnittliche Gesamtverzehr von Obst betrug 1,2 (sd 0,8) Portionen/d, von Gemüse 1,2 (sd 0,9) Portionen/d und von Obst und Gemüse zusammen 2,4 (sd 1,4) Portionen/d. Eine signifikant niedrigere Aufnahme von Obst und Gemüse wurde bei Männern im Vergleich zu Frauen zu Beginn der Studie beobachtet. In der älteren Altersgruppe war der Gemüsekonsum am geringsten, während der Obstkonsum in der jüngsten Altersgruppe am niedrigsten war. Auch der Obst- und Gemüsekonsum war bei Personen

mit niedrigem Bildungsstand und Übergewicht am niedrigsten. Ein 62 % höheres Risiko für die Entwicklung einer T2Dm über den 4-Jahres-Zeitraum wurde bei Männern mit niedrigem Gemüseverzehr im Vergleich zu Männern mit hohem Verzehr nach Anpassung für Alter, Bildung, BMI, Rauchen, Alkohol und körperliche Aktivität beobachtet (OR 1,62; 95 % CI 1,00, 2,63). Bei Frauen wurde ebenfalls ein signifikant höheres T2Dm-Risiko bei niedrigem Gemüsekonsum beobachtet, allerdings nicht nach Adjustierung. Die vorliegende Studie deutet darauf hin, dass ein höherer Gemüseverzehr vor dem Auftreten von T2Dm bei Männern zu schützen scheint. Daher sollte die Erhöhung des Gemüseverzehrs bei Männern eine Priorität der öffentlichen Gesundheit sein, so das Autorenteam.

Um zu untersuchen, ob eine pflanzliche Ernährung auch bei T2Dm vorteilhaft sein kann, wurden von Satija et al. [48] die Daten der Nurses' Health Study (69 949 TN/w), Nurses' Health Study 2 (90 239 TN/w) und die Health Profession Follow-up Study (40 539 TN/m) ausgewertet. Insgesamt ergaben sich somit Daten für 16 162 T2Dm-Fälle und 4102 369 Personenjahre. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über 20 Jahre. Über diesen Studienzeitraum kann eine vegetarische Ernährung das T2Dm-Risiko um bis zu 20 % mindern. Handelt es sich um eine vegetarische Ernährung mit „gesunden“ pflanzlichen LM (z. B. Gemüse), so war der Effekt bei 34 % vs. einer „ungesunden“ pflanzlichen Ernährung mit 16 % RR. Als „ungesund“ vegetarisch wurden Fruchtsäfte, Limonaden, Weißmehlprodukte, Kartoffeln und Süßigkeiten eingestuft. Nach Adjustierung zeigte eine „gesunde“ Pflanzenkost einen inversen Zusammenhang zu T2Dm auf, wohingegen eine auf tierischen LM basierende Ernährung mit einem erhöhten Risiko einherging. Um zu zeigen, ob eine pflanzliche Kost in Kombination mit „gesunden“ tierischen LM wie Joghurt oder Fisch wirkt, wurden die LM abermals unterteilt. Für Fisch war der positive Effekt etwas abgeschwächt. Für Joghurt ergaben sich keine relevanten Änderungen. Diese Studie zeigt, dass es nicht nötig ist, eine rein vegetarische Ernährung einzuhalten, obwohl dies viele Vorteile birgt. Die Kombination „gesunder“ pflanzlicher LM mit kleinen Mengen „gesunder“ tierischer Nahrungsmittel wie z. B. Joghurt scheint ebenfalls empfehlenswert zu sein.

Die Ergebnisse der EPIC-InterAct-Studie [49, 50] zeigten auf, dass ein geringerer Zusammenhang zu T2Dm besteht, wenn der Ballaststoffgehalt durch Getreide und Gemüse erhöht wird (HR Q₁ vs Q₁ 0,82; 95 % CI 0,69, 0,97). Für Ballaststoffe (BS) aus Obst konnte dieser Effekt nicht nachgewiesen werden. Das RR (CI 95 %) per 10 g/d Ballaststoffsteigerung lag bei 0,75 für Getreide-BS; 0,93 bei Gemüse-BS und 0,95 für BS aus Früchten. Die EPIC-InterAct-Daten zeigten eine 18 % Risikoreduktion für T2Dm bei hoher BS-Aufnahme, im Vergleich zu geringerem BS-Verzehr. Dieses Resultat ergab sich vor allem durch BS aus Getreide und Gemüse, nicht aber aus Obst. Gesamtballaststoffe reduzierten das T2Dm-Risiko um 9 % und Getreide-BS um 25 %, unabhängig vom BMI.

Leguminosen

Empfehlung

- Der regelmäßige Verzehr von Hülsenfrüchten wie Bohnen, Linsen und Erbsen kann das Risiko für T2Dm signifikant senken

- Die ballaststoffreiche Ernährung durch den Verzehr von Leguminosen kann die Blutzuckerkontrolle verbessern und das Risiko von Insulinresistenz reduzieren

Kommentar

Trotz des bekannten gesundheitlichen Nutzens von Hülsenfrüchten ist ihr Verzehr oft gering. Ziel der Übersichtsarbeit von Hughes et al. [51] war es, die Aufnahme von Hülsenfrüchten in globale Ernährungsrichtlinien zu bewerten und die Verzehrdaten für Hülsenfrüchte zu überprüfen. Bei der Erhebung aus 94 Ländern wurden die wichtigsten Botschaften zu Hülsenfrüchten wie folgt ermittelt. Der mittlere Verzehr von Bohnen und Hülsenfrüchten in Ländern reichte von 1,2 g/d (Norwegen) bis 122,7 g/d (Afghanistan). In Europa (33 Länder) war der Verzehr von Hülsenfrüchten bei weitem am niedrigsten, denn mehr als ein Drittel der Länder (36 %) meldete eine Aufnahme von weniger als 10 g/Tag. Die Autoren berichten, um den Verzehr von Hülsenfrüchten aus gesundheitlichen, ökologischen und wirtschaftlichen Gründen zu fördern, müssen sie in den Ernährungsrichtlinien stärker hervorgehoben und möglicherweise neu positioniert werden.

In der Übersichtsarbeit von Bielefeld et al. [52] sollte untersucht werden, ob der mittel- bis langfristige Verzehr von Hülsenfrüchten einen Einfluss auf die Marker der glykämischen Kontrolle hat. Insgesamt wurden 18 RCTs eingeschlossen, von denen sich 5 auf Personen mit Diabetes mellitus, 12 auf Personen ohne Diabetes mellitus und eine auf Personen mit Prädiabetes konzentrierten. Alle Interventionen mit Hülsenfrüchten entsprachen den akzeptablen Makronährstoffverteilungsbereichen und umfassten eine Vielzahl von Hülsenfruchtarten. Nur Studien von Personen mit T2Dm berichteten über signifikante Effekte von Hülsenfrucht-Interventionen, drei über eine Senkung der Nüchternblutglukose, zwei über eine Senkung des HbA1c, eine über eine Senkung des Nüchterninsulins und eine über eine Senkung des 2-h-Plasmaglukose ($P < 0,05$); allerdings war die Qualität der Evidenz insgesamt gering. Ein möglicher Mechanismus, durch den Hülsenfrüchte bei der Behandlung von T2Dm helfen können, ist der hohe Gehalt an Ballaststoffen und resistenter Stärke.

Die Auswertung zu Hülsenfrüchten/Soja und T2Dm erfolgte von Pearce et al. [53] mittels 27 prospektiven Kohorten aus verschiedenen Regionen (807 785 Personen). Die meisten TN stammten aus der westpazifischen Region (62 %), gefolgt von Nord- und Südamerika (22 %), Europa (14 %) und dem östlichen Mittelmeerraum (1 %). Der mittlere Gesamtverzehr von Hülsenfrüchten lag zwischen 0 und 140 g/d, wobei er in Nord- und Südamerika und Asien tendenziell höher war als in Europa. Der mittlere Sojakonsum lag bei null, außer in China (34 g/d) und der Republik Korea (22 und 39 g/d). Während der Nachbeobachtungszeit von 3,8 bis 25,0 Jahren wurden insgesamt 36 750 klinisch auftretende T2Dm-Fälle (primäres Ergebnis) und 42 473 auftretende T2Dm-Fälle (sekundäres Ergebnis) erfasst. Der Median der Gesamtaufnahme von Hülsenfrüchten reichte von 0 bis 140 g/d über alle Kohorten hinweg. Eine schwache positive Assoziation zwischen dem Gesamtverzehr von Hülsenfrüchten und T2Dm wurde beobachtet. Der positive Zusammenhang in Europa wurde hauptsächlich durch Studien aus Deutschland, dem Vereinigten Königreich und Schweden verursacht. Es lässt sich argumentieren, dass der Verzehr von Hülsenfrüchten im Gesamtkon-

text eines gesunden Ernährungsmusters wichtig ist. So wurden beispielsweise an Orten, an denen Hülsenfrüchte Grundnahrungsmittel sind (z. B. Brasilien, Mexiko und Puerto Rico), keine Assoziationen beobachtet, während im Gegensatz dazu die stärksten positiven Zusammenhänge in Kohorten mit geringem Verzehr beobachtet wurden (z. B. Deutschland, Großbritannien und Schweden).

Die Ergebnisse der Untersuchung zur postprandialen blutzuckersenkenden Wirkung von Linsen von Papakonstantinou et al. [54] kommt zu dem Schluss, dass der Verzehr von Linsen die akute Blutzucker- und Insulinreaktionen im Vergleich zu stärkehaltigen Kontrollnahrungsmitteln konsequent senkt, der genaue Mechanismus ist noch unklar. Es wurde diskutiert, dass die kleinste wirksame Portion Linsen etwa 110 g (gekocht) beträgt, um die postprandiale Blutzuckerkonzentration um 20 % zu senken. Die Senkung des postprandialen Blutzuckerspiegels wurde mit folgenden Faktoren in Verbindung gebracht: Protein- (45 bis 57 g) und Ballaststoffgehalt (22 bis 30 g) der Linsen aber nur schwach mit dem Gehalt an verfügbaren Kohlenhydratgehalt. Sowohl hohe (> 100 g) als auch niedrige (< 100 g) Portionsgrößen von Linsen hatten eine günstige postprandiale blutzucker- und insulinsenkende Wirkung, was es schwierig macht, die optimale Portionsgröße von Linsen für günstige Dosis-Wirkungs-Effekte zu ermitteln. In einer randomisierten Cross-over-Studie wurde der Glykämische Index (GI) und die glykämische Reaktion auf drei traditionelle griechische Mischmahlzeiten, Linsen, Trahana und Halva untersucht. Zwölf gesunde, nüchterne Personen erhielten Testmahlzeiten (jeweils 25 g verfügbare Kohlenhydrate) und 25 g Glukose als Referenz in zufälliger Reihenfolge. Alle drei getesteten Mahlzeiten wiesen niedrige GI-Werte auf. Der GI von Linsen lag bei 27 ± 5 , der von Trahana bei 42 ± 6 und der von Halva bei 52 ± 7 . Die BZ-Spitzenwerte waren bei Linsen am niedrigsten. Weitere Studien haben berichtet, dass die günstige glykämische Wirkung von Linsen möglicherweise auf den Gehalt an resistenter Stärke zurückzuführen ist.

Die Auswirkung von Hülsenfrüchten und Nüssen auf das T2Dm-Risiko wurde in einer systematischen Analyse [55] von 27 Arbeiten mit insgesamt 501 791 TN (davon 14 449 T2Dm Fälle) mit einem Durchschnittsalter von 53 Jahren und 13-jähriger Studiendauer untersucht. Nüsse, regelmäßig konsumiert, reduzierten das Risiko um 13 %, wohingegen Hülsenfrüchte (geringere Studienzahl) neutraler abschnitten. Die Daten waren für koronare Herzkrankheit (KHK) in beiden LM-Gruppen eindeutig protektiv. Die Portionsgröße für Nüsse war mit 28 g und die für Hülsenfrüchte mit 100 g definiert. Die Aufnahme von Nüssen variierte zwischen 0 und 213 g/Woche, für Hülsenfrüchte zwischen 0 und 938 g/Wo. Zu Hülsenfrüchten und T2Dm-Risiko wurden 100 179 TN – davon 2746 T2Dm-Fälle – erforscht. Hierbei zeigte sich eine RR von 0,78 (95 % CI 0,50–1,24).

Eine weitere Studie [56] untersuchte in ihrem RCT 2 iso-energetische Kostformen (Hülsenfrüchte-reich vs. Hülsenfrüchte-frei) bei 31 TN mit T2Dm über 8 Wochen. An 3 Tagen pro Woche wurden 2 Portionen rotes Fleisch durch Gerichte mit Leguminosen ersetzt. Nach einem Wash-out von 4 Wochen tauschte man die Gruppen. Da sich Soja in den Inhaltsstoffen wesentlich von anderen Hülsenfrüchten unterscheidet, wurde es exkludiert. Die Hülsenfrüchtekost war aus 50 bis 60 % KH, 25 bis 30 g BS, 15 % EW

und 25 bis 35 % Fett, davon <7 % ges. FS, zusammengesetzt. Als Outcome wurden inflammatorische Biomarker festgelegt. In beiden Gruppen sanken die Entzündungsmarker (CRP, Interleukin-6 und TNF- α) – der Effekt war unter Hülsenfrüchten stärker. Das Gewicht blieb in beiden Gruppen vergleichbar. Leguminosen enthalten unverdauliche, fermentierbare Komponenten, reichlich BS, Phytinsäure, Magnesium, Phenolsäure, Flavonoide und Anthocyanine – allesamt Stoffe, denen ein antiinflammatorisches Potenzial zugesprochen wird. Ferner wirkt sich der niedrige GI günstig aus.

Hülsenfrüchte als Komponente der klassischen Mittelmeerküche werden in westlichen Nationen zu selten gegessen, obwohl ihr Vorteil auf das KHK-, Adipositas- und T2Dm-Risiko häufig nachgewiesen wurde. Lösliche BS sowie resistente Stärke wirken sich günstig auf Blutzucker und Insulinspiegel aus. Zudem verbessern sie die Sättigung. Die WHO empfiehlt Hülsenfrüchte, um das Risiko für Zivilisationskrankheiten zu reduzieren. Die US Dietary Guidelines raten, ca. 3 \times 275 g Hülsenfrüchte pro Woche zu essen.

Nüsse

Empfehlung

- Der regelmäßige Verzehr von Nüssen ist nachweislich mit gesundheitlichen Vorteilen verbunden

Kommentar

Potenzielle Mechanismen, die eine schützende Wirkung von Nüssen erklären könnten, sind die Senkung des Cholesterinspiegels, des Blutdrucks, die Verbesserung der Gefäßfunktion, des oxidativen Stresses im Körper sowie die antiinflammatorische Wirkung. Dies lässt sich vermutlich auf den Gehalt an ungesättigten Fetten, Antioxidantien und Polyphenolen in Nüssen zurückführen. Außerdem kann der Verzehr von Nüssen das Körpergewicht regulieren, indem diese den Appetit und die Nahrungsaufnahme bremsen, den postprandialen Energieverbrauch und die Fettoxidation steigern und die Fettaufnahme geringer als erwartet ausfallen lassen. Zudem zeigt eine mit Nüssen angereicherte Ernährung, dass die postprandiale glykämische Reaktion auf kohlenhydrathaltige Mahlzeiten reduziert ausfällt, das Nüchterninsulin sinkt und die Insulinresistenz verringert wird, obwohl keine Auswirkungen auf den Nüchternblutzucker oder das glykierte Hämoglobin A1c (HbA1c) festgestellt wurden [57].

Die Ergebnisse von 56 Interventionsstudien, 9 narrativen und 3 systematischen Übersichten sowie 12 Metaanalysen zur Bewertung der positiven Auswirkungen verschiedener Nussarten auf ausgewählte Stoffwechselmarker zeigten, dass der Verzehr von Nüssen die Stoffwechselmarker, einschließlich der glykämischen Faktoren, des Lipidprofils und der Entzündungs- und oxidativen Stressparameter, sowohl bei Gesunden als auch bei Personen mit Stoffwechselstörungen in einer typ-, dosis- und zeitabhängigen Weise verbessern kann [58].

Die Auswirkung des Nusskonsums auf Parameter des Metabolischen Syndroms wurden von Blanco et al. untersucht. 49 RCTs mit 2226 TN erfüllten die gesetzten Kriterien. Die Nussquellen waren: Mandeln, Cashews, Haselnüsse, Pecannüsse, Pistazien, Walnüsse oder Nussmischungen. Nüsse zeigten einen signifikanten Rückgang der Nü-Glukose. Der Ersatz von Kohlenhydraten mit höherem GI durch Nüsse scheint nicht nur zur BZ-Verbesserung, sondern auch

zur Triglycerid-Senkung beizutragen. Die frühere Annahme, Nüsse würden wegen ihres hohen Fettgehalts das Körpergewicht ansteigen lassen, wurde von den Autoren widerlegt. Es konnte ein gewichtsenkender Effekt ermittelt werden. Zudem reduzierte sich der Bauchumfang, wenn die Nüsse als Ersatz für Kohlenhydrate mit hohem GI verzehrt wurden [59]. Pro Woche 3-mal konsumiert, zeigten Nüsse zudem ein geringeres Adipositas- und T2Dm-Risiko [60].

Sechs Datenbanken hat die Arbeitsgruppe um Wu et al. [61] für ein Review und eine Metaanalyse durchsucht, um Zusammenhänge zwischen Nusskonsum und T2Dm zu erforschen. Es konnten 36 Arbeiten mit 30 708 TN generiert werden. Der Beobachtungszeitraum lag zwischen 4,6 und 30 Jahren. Beim Vergleich zwischen dem geringsten und dem höchsten Nusskonsum zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zu T2Dm. In 3 großen Kohorten mit rund 150 000 TN zeigten 2 ein vermindertes T2Dm-Risiko bei höherem Nusskonsum auf. Die kleinste der 3 Kohorten – die Iowa Women's Health Study (1800 TN) – konnte dies nicht belegen. In ihrer Metaanalyse ergab sich keine Risikoreduktion (RR 0,98, 95 % CI 0,84–1,14), obwohl frühere Studien (z. B. PREDIMED) diese zeigten. Die PREDIMED-Daten flossen in ihre Arbeit nicht mit ein, da es sich dabei um eine mediterrane Kost und nicht primär um Nusskonsum handelte. Mandeln zeigten einen verminderten BZ-Anstieg. Pistazien reduzierten die BZ-Antwort ebenso. Zudem führten Nüsse zu einem Rückgang von inflammatorischen Zytokinen und Adiponektin [61].

Die AHA empfiehlt 5 Portionen Nüsse á 25 g/Woche. Die DASH-Kost (Dietary Approaches to Stop Hypertension) spricht ebenso eine klare Nussempfehlung aus.

Fleisch

Rotes Fleisch

Empfehlung

- Aus Interventionsstudien gibt es keine ausreichende Evidenz zur Überlegenheit von vegetarischer oder veganer Ernährung zur Diabetesprävention. Aus gesundheitlicher Sicht ist eine fleischarme Ernährung wahrscheinlich am besten präventiv für T2Dm wirksam. Aus tierethischen und ökologischen Gründen sollte der Fleischkonsum reduziert werden
- High-Protein-Diäten und Low-carb-Diäten sind hinsichtlich der Glykämie vorteilhaft bis möglicherweise überlegen. Als Eiweißquellen können auch tierische Quellen inkl. Fleisch herangezogen werden
- Derzeit zeigt sich kein klarer Benefit rotes Fleisch durch weißes Fleisch zu ersetzen, obwohl rotes Fleisch in epidemiologischen Studien mit einem erhöhten Diabetesrisiko verknüpft ist

Kommentar

Eine höhere Zufuhr von Fleisch ist epidemiologisch neben einem erhöhten Risiko für T2Dm auch mit bestimmten Krebserkrankungen oder KHK assoziiert. Für rotes Fleisch, vor allem in verarbeiteter Form sind, diese Beziehungen besonders ausgeprägt.

Interventionsstudien zeigen bei Reduktion der täglich aufgenommenen Fleischmenge auf ein geringes Restmaß eine Verbesserung zahlreicher metabolischer Parameter. Diese Studie nutzten aber entweder einen isokalorischen Ausgleich mit anderen poten-

ziell günstigen Lebensmitteln (z. B. Vollkorn, Gemüse, Hülsenfrüchte, Nüsse) oder testen den Fleischverzicht in einem hypokalorischen Setting. Somit ist auch in RCTs die Kausalität für den Nutzen der fleischarmen Ernährung unklar.

Viele RCTs zum Austausch von Fleischsorten (rotes gegen weißes Fleisch) tragen ein ähnliches Confounding wie Beobachtungsstudien, da nur selten eine isolierte Substitution von rotem durch weißes Fleisch erfolgt ist. Es ist fraglich, ob sich durch Verzicht auf rotes Fleisch ein präventiver Effekt ergibt. Etwa 10 randomisierte klinische Studien (RCT) haben bislang rotes und weißes Fleisch in methodisch guter Gegenüberstellung miteinander verglichen; metabolische Unterschiede wurden hier nicht gefunden.

Das NutriRECS-Konsortium hat 2019 im Rahmen von fünf Meta-Analysen eine mangelnde Evidenz zur Empfehlung der Fleischreduktion beklagt. Gleichwohl ist die Bewertung vieler Nahrungskomponenten selbst anhand von RCTs methodisch schwer umsetzbar. Der medizinischen Unsicherheit bezüglich eines gesundheitlichen Nutzens durch den Verzicht auf (rotes) Fleisch stehen eindeutige ökologische und tierethische Vorteile gegenüber [62].

Prozessiertes Fleisch

Empfehlung

- Hochverarbeitete Fleischprodukte sollten möglichst nicht verzehrt werden

Kommentar

Gerade der intensive Verzehr von verarbeiteten Fleischprodukten ist epidemiologisch mit T2Dm, KHK und Krebserkrankungen assoziiert. Residuelle Confounder könnten diese Effekte auch nach umfangreicher Adjustierung noch erklären.

Mechanistische Studien (*in-vitro*, *in-vivo* im Tiermodell und am Menschen) deuten aber daraufhin, dass etliche Komponenten von verarbeiteten Fleischprodukten (Nitrosamine, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), TMAO, Eisen und Ferritin, zugesetztes oder primär enthaltenes gesättigtes Fett und Salz) ein Potenzial besitzen, metabolische und neoplastische Erkrankungen zu begünstigen.

In einem gesunden Ernährungsmuster sind verarbeitete Fleischprodukte entbehrlich, ohne generell auf tierische Produkte und Fleisch verzichten zu müssen. Dem wahrscheinlichen gesundheitlichen Vorteil steht keine relevante Einschränkung der Nahrungsauswahl und Lebensqualität gegenüber.

Getränke

Zuckergesüßte Getränke

Empfehlung

- Der Konsum von zuckergesüßten Getränken, inklusive Fruchtsäfte, sollte zur Prävention von T2Dm weitestgehend minimiert werden
- Zuckergesüßte Getränke sollten durch Wasser ersetzt werden
- Kalorienfrei gesüßte Getränke können als Alternative konsumiert werden

Kommentar

Das Präventionspotenzial von T2Dm über Verhaltensänderungen wie Ernährungsgewohnheiten ist enorm hoch [63] und verschiedene Studien belegen, dass durch Ernährungsumstellung und Gewichtsreduktion eine deutliche Absenkung des Diabetesrisikos erzielt werden kann [27, 31, 64, 124]. Der zentrale Outcome-Parameter ist die Absenkung der Blutglukose, meist postprandial, ggf. auch bei den Nüchternwerten [63], weshalb naheliegend ist, Lebensmittel und Getränke mit hohem Zuckerzusatz und deren Einfluss näher zu betrachten.

Die britische Leitlinie zur Diabetesprävention und -management spricht die klare Empfehlung aus, den Konsum zuckergesüßter Getränke in allen Bevölkerungsgruppen aufgrund eines erhöhten Risikos zu reduzieren. Begründet wird dies mit einer Reduzierung der Gesamtkalorienzufuhr zwecks Gewichtsverlusts als dominantestem Faktor in der Prävention [65]. Zudem erhöht der mit zuckergesüßten Getränken verbundene hohe glykämische Index das Risiko an T2Dm zu erkranken [66].

Die American Diabetes Association empfiehlt für eine Prävention des T2Dm eine Aufteilung der Makronährstoffe entsprechend der individuellen Therapieziele und Ernährungsmuster [67]. Hierfür wird eine Minimierung von verarbeiteten Lebensmitteln sowie der Ersatz von gesüßten Getränken durch Wasser (Evidenzgrad B der Leitlinie) genannt [38].

Die grundsätzliche Empfehlung, zuckergesüßte Getränke durch Wasser oder andere niedrig-kalorische oder nicht nutritiv-gesüßte Getränke zu ersetzen, richtet sich ebenso an Menschen mit T2Dm als auch Personen, die ein Risiko aufweisen, die Erkrankung zu entwickeln und ist also auch zu Präventionsempfehlungen anzuwenden. So wird eine Kontrolle des Blutzuckers ermöglicht und das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen reduziert. Der Einsatz von kalorienfreien Getränken dient der Reduktion der Gesamtkalorien- und Kohlenhydratzufuhr und wird unterstützt, sofern das Kaloriendefizit nicht durch den Konsum anderer Lebensmittel kompensiert wird (Evidenzgrad B). Daher können kalorienfrei gesüßte Getränke gewählt werden, sofern eine Alternative zu Wasser gewünscht wird und um den Verzicht ggf. zu erleichtern [67]. Auch der Ersatz eines zuckergesüßten Getränks durch Kaffee oder Tee senkt das T2Dm-Risiko [58]. Eine ideale prozentuale Angabe zur Reduktion der Kohlenhydrate zur Diabetesprävention kann nicht gemacht werden [67].

In Meta-Analysen mit prospektiven Kohortenstudien erhöhte der Konsum einer Portion zuckergesüßter Getränke pro Tag das Risiko an einem T2Dm zu erkranken um 18 % [66] bzw. 26 % [69]. Mehrere aktuelle Publikationen der letzten fünf Jahre, wie die Mexican Teacher's Cohort [70], die Northern Manhattan Study [71] und die Women's Health Initiative [72] bestätigen eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Aufnahme von zuckergesüßten Getränken und dem T2Dm-Risiko [68].

Weiterhin gibt es Hinweise, dass die erhöhte Zufuhr an zuckergesüßten Getränken, unabhängig von der Art der Saccharide, die Konzentration des FGF21-Hormons erhöht, welches mit einer möglichen FGF21-Resistenz und somit Beeinträchtigung der Stoffwechselfgesundheit in Verbindung stehen könnte. FGF21, welcher mutmaßlich die Zuckeraufnahme mitkontrolliert, spielt im Kohlenhydratstoffwechsel eine Rolle und könnte somit auch mit der Ent-

stehung von T2Dm in Zusammenhang stehen [73]. Eine Limitation dieser Erkenntnisse ist jedoch die geringe Studienpopulation.

Abschließend ist somit eine generelle Empfehlung an die allgemeine Bevölkerung, Personen mit Prädiabetes sowie einem erhöhten Risiko an T2Dm zu erkranken anzusprechen, zuckergesüßte Getränke zu reduzieren.

Alkohol

Empfehlung

- Moderater Alkoholkonsum hat in Beobachtungsstudien einen diabetespräventiven Effekt
- Alkohol sollte grundsätzlich nur in Maßen konsumiert werden, da auch ein moderater Alkoholkonsum mit negativen gesundheitlichen Auswirkungen assoziiert sein kann

Kommentar

In Beobachtungsstudien ist moderater Alkoholkonsum mit einem verminderten Auftreten einzelner von T2Dm und kardiovaskulären Erkrankungen assoziiert, aber er geht vermehrt mit anderen gesundheitlichen Komplikationen (z. B. Krebserkrankungen, chronische Lebererkrankungen) einher. Größere Alkoholmengen können das Risiko für einzelne kardiovaskuläre Komplikationen (Vorhofflimmern) erhöhen und aus Daten von Beobachtungsstudien lassen sich keine individuellen Zufuhrmengen zur Prävention oder Therapie ableiten.

Die maximal tolerierbare Alkoholzufuhr für Gesunde wird mit 10 g/d für Frauen und 20 g/d für Männer angegeben. Der Konsum von Alkohol ist mit diversen gesundheitlichen Folgen assoziiert [74]:

1. J-förmig Assoziation:
 1. ischämische Herzkrankheit
 2. ischämischer Schlaganfall
 3. Diabetes mellitus
2. Positive Assoziation:
 1. Vorhofflimmern
 2. Pankreatitis, Leberzirrhose/chronische Lebererkrankungen
 3. diverse Krebserkrankungen

Folgende Ausführungen wurden aus der DDG-Praxisempfehlung Psychosoziales und Diabetes von Kulzer et al. [75] übernommen: Ein moderater Alkoholkonsum im Vergleich zu einem geringen Konsum oder zu einer Abstinenz scheint auch auf die Entstehung eines T2Dm eine protektive Wirkung zu besitzen (alle EK IIb), ein Effekt, der sich auch für ältere Patienten bestätigt (EK IIb). Die Datenlage zum Risiko eines metabolischen Syndroms ist heterogen. Verschiedene Studien berichten über einen protektiven Effekt eines mäßigen Alkoholkonsums (alle EK IIb), während sich dieser Zusammenhang in anderen Studien nicht bestätigt (EK III), (beide EK IIb).

In einigen Studien ist der Effekt bei Frauen, nicht aber bei Männern beobachtbar (beide EK IIb). Der schützende Effekt mäßigen Alkoholkonsums kann durch eine höhere Insulinsensitivität erklärt werden (beide EK IIb). Das Ausmaß der Insulinresistenz ist bei Menschen mit regelmäßigem moderatem Alkoholkonsum am geringsten, erhöht sich jedoch sowohl bei starken Trinkern wie auch bei Menschen, die abstinent leben (beide EK III), (EK IIb). Allerdings wird dieser Effekt in Bezug auf die Insulinsensitivität durch

andere Faktoren moderiert: Er zeigt sich nicht bei Menschen mit erhöhtem BMI oder mit bestehender Insulinresistenz (EK III) oder bei Rauchern (EK III). Auch der Effekt von Alkohol auf den Blutdruck wird durch das Körpergewicht moderiert (EK III). Bei einer bestehenden chronischen bzw. alkoholbedingten chronischen Pankreatitis erhöht sich bei fortgesetztem Alkoholkonsum das Risiko der Manifestation eines Diabetes mellitus (beide EK III) [75].

Milchprodukte

Empfehlung

- Fettarme Milchprodukte sollten Bestandteil einer diabetespräventiven Ernährung sein

Statement: Der Einfluss von Milchersatzprodukten auf das Diabetesrisiko bedarf weiterer Untersuchungen, auch wenn aus Nachhaltigkeitsaspekten ein verminderter Milchkonsum sinnvoll ist.

Kommentar

Milch und Milchprodukte wurden aufgrund des hohen Gehaltes an gesättigten Fettsäuren in Bezug auf die Entwicklung von Übergewicht und Herz-Kreislauferkrankungen in der Vergangenheit teilweise kritisch gesehen. Epidemiologische Studien konnten jedoch einen negativen Einfluss von Milchprodukten auf die Entstehung dieser Erkrankungen widerlegen [76, 77]. Insbesondere für fettarme Milchprodukte wurde im Gegensatz dazu sogar eine Risikoverminderung für das metabolische Syndrom und Herz-Kreislauferkrankungen gezeigt [78–81]. Ebenso wurde eine Risikoverminderung für einen T2Dm gesehen [81–83].

Die vorteilhafte Wirkung von Milchprodukten auf das T2Dm Risiko kann teilweise durch die Wirkung auf Einflussfaktoren der Krankheit, wie Körpergewicht [84] und Glukose-Homöostase [85] vermittelt werden. Bestimmte Komponenten in Milchprodukten, wie z. B. Calcium, Magnesium, Lactose und Milchprotein können die Gewichtsabnahme fördern und den Blutdruck senken [85].

Erkenntnisse über einzelne (isolierte) Nährstoffe

Süßungsmittel

Empfehlung

- Die Substitution von nutritiven durch nicht-nutritive Süßungsmittel innerhalb der akzeptablen Tagesdosis kann, besonders bei übergewichtigen und adipösen Personen, beim Gewichtsmanagement und der Diabetesprävention von Vorteil sein
- Nicht-nutritive Süßungsmittel könnten im Rahmen einer akzeptablen Tagesdosis sicher verwendet werden
- Der Verzehr von Süßungsmitteln kann nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit mit kardiometabolischen Folgen haben

Kommentar

Der gesundheitliche Nutzen für die Verwendung von nicht-nutritiven Süßungsmitteln wird in der wissenschaftlichen Gemeinschaft kontrovers diskutiert. Systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen zeigen, dass durch die Verwendung von Süßungsmitteln mit niedrigem Energiegehalt, zuckergesüßte Produkte ersetzt werden können, was, vor allem bei Personen mit Übergewicht/Adiposi-

tas, eine vorteilhafte Wirkung im Hinblick auf die Gewichtskontrolle und kardiometabolischen Risikofaktoren und damit auf die Prävention des T2Dm zu haben scheint [86–88]. Einerseits scheinen Süßungsmittel keine Auswirkungen auf den Glukose- oder Insulinspiegel zu haben [89–91]. Andererseits zeigen weitere vorliegende Daten, dass nicht-nutritive Süßungsmittel über verschiedene indirekte Mechanismen unerwünschte Auswirkungen auf Körpergewicht, Glykämie, Adipogenese und das Darmmikrobiota haben können [92]. Somit kann der Konsum von nicht-nutritiven Süßungsmitteln metabolische Veränderungen, insbesondere im Glukosestoffwechsel [93], eine verschlechterte glykämische Reaktion und einen Anstieg der Insulinsekretion begünstigen [94]. Eine kürzlich durchgeführte Meta-Analyse zeigte, dass eine Zunahme des Konsums von Getränken mit nicht-nutritiven Süßungsmitteln um eine Portion/Tag mit einem 13 %igen Anstieg des T2Dm-Risikos verbunden war [95]. Zudem zeigen jüngste Daten, dass Getränke mit nicht-nutritiven Süßungsmitteln als Ersatzstrategie empfohlen werden, obwohl ihre Vorteile noch umstritten sind und zu befürchten ist, dass sie durch Veränderungen des Darmmikrobioms eine Glukoseintoleranz hervorrufen könnten [96]. Süßungsmittel werden wegen ihrer verschiedenen chemischen Eigenschaften unterschiedlich verstoffwechselt, mit diversen Auswirkungen auf die Glukosehomöostase und die zugrundeliegenden Mechanismen, was die Ursache für die Unterschiede im Stoffwechselverhalten von Süßungsmitteln und die widersprüchlichen Ergebnisse sein kann [97].

Ballaststoffe

Empfehlung

- Ballaststoffe aus natürlichen Quellen sollten täglich verzehrt werden
- Trotz geringer Evidenz für die Empfehlung von 30 g Ballaststoffen pro Tag (15 g/1000 kcal), stellt dies für die Beratung eine valide Zielgröße dar
- Kohlenhydrate sollten bevorzugt aus ballaststoffreichen Lebensmitteln, insbesondere Vollkornprodukten, bezogen werden. Supplementation ist bislang nicht als wirksam belegt
- Ballaststoffreiche Lebensmittel aus Getreide, aber auch Gemüse, Hülsenfrüchte und zuckerarmes Obst sind zur T2Dm-Prävention empfehlenswert und vermutlich vorteilhaft. Der Langzeitnutzen einer Supplementation ist trotz belegter Kurzeffekte für Glykämie, Lipidstatus und ggf. Blutdruck nicht erwiesen

Kommentar

In Kohortenstudien ist eine hohe Zufuhr von unlöslichen BS, insbesondere cerealen Ursprungs, mit einem erniedrigten Risiko für T2Dm, KHK, Krebs und weitere Erkrankungen verknüpft. Bei Patienten mit T2Dm sinkt dosisabhängig das Sterblichkeitsrisiko. Vollkornprodukte (Brot, Reis, Nudeln) sind daher eine protektive Lebensmittelgruppe. Ballaststoffreichere Ernährung und Ballaststoffsupplemente wirken sich selbst unter isokalorischen Bedingungen günstig auf Körpergewicht, Glykämie und Insulinresistenz, Lipidprofil und Entzündungsstatus, mitunter auch für den Blutdruck aus.

Der GI ist kein geeigneter Indikator für empfehlenswerte ballaststoffreiche Lebensmittel. Das Label „Vollkorn“ und die tatsäch-

liche Ballaststoffzufuhr haben die beste Aussagekraft. Ausgehend von einem durchschnittlichen Ernährungsmuster mit 20 Gramm BS wird eine Erhöhung um 15 Gramm auf 35 Gramm pro Tag angestrebt.

Die Studienlage zu BS ist methodisch in vielerlei Hinsicht heterogen. Vollkorn-Reis, nicht aber Vollkorn-Weizen- und Roggenprodukte zeigen einen glykämischen Vorteil. Außer einer geringen Gewichtsreduktion sind in Metaanalysen keine kardiometabolischen Benefits eindeutig Vollkornprodukten zuzuschreiben. Gezielte Studien zur Bewertung unlöslicher BS sind Raritäten. Hinweise auf einen diabetes-präventiven Effekt gibt es aber. Für lösliche BS gibt es epidemiologisch nur geringe Hinweise für einen Langzeitnutzen bezüglich Morbidität als auch Mortalität.

Lösliche Fasern werden in Supplementen umfangreich erforscht und vermarktet. Für Beta-Glukane, Inulin und Psyllium (Floh samen) sind kurz- bis mittelfristige (Wochen bis Monate) Vorteile für Blutglukose und Insulinresistenz beschrieben; Langzeit- und Präventionsdaten fehlen aber. Mechanistisch verantwortlich ist die Fermentation hierzu empfindlicher BS zu kurzkettigen Fettsäuren, eher nicht die Gewichtsreduktion.

Psyllium, Konjak-Glucomannan und Beta-Glukane senken ferner das LDL-Cholesterin und die Triglyzeridspiegel, während andere lösliche Fasern (Guar, Pektin) hierzu keine Evidenz liefern.

Antihypertensive Effekte sind für alle viskösen Fasern beschrieben, insbesondere bei Psyllium. Der Effekt ist jedoch klinisch kaum relevant.

Protein

Empfehlung

- Wir empfehlen bei erhöhtem Diabetesrisiko eine Eiweißzufuhr von 10 bis 25 % der Nahrungsenergiemenge (%E) für Patienten unter 60 Jahren und 15 bis 25 % für Menschen über 60 Jahre bei intakter Nierenfunktion (GFR > 60 ml/min/m²) und Gewichtskonstanz
- Bei eingeschränkter Nierenfunktion jeglicher Stadien ist eine Eiweißreduktion auf weniger als 0,8 g/kg Körpergewicht (KG) wahrscheinlich nicht von Vorteil und sollte aufgrund des Risikos für eine Malnutrition insbesondere bei höhergradiger Niereninsuffizienz vermieden werden

Kommentar

Zur Empfehlung der Eiweißzufuhr bei T2Dm existiert eine ausführliche AWMF-S3-Leitlinie; eine analoge Arbeit zu Prädiabetes/Diabetesrisikopatienten gibt es nicht.

Der minimale Eiweißbedarf zur Verhinderung von Mangelernährung und Sarkopenie liegt bei etwa 0,8 g/kg Körpergewicht oder 10 E%. Für ältere Menschen wird eine höhere Eiweißzufuhr von mindestens 1 g/kg KG/Tag empfohlen, um die altersbedingte schwächere Proteinverwertung auszugleichen.

Epidemiologisch ist eine hohe Eiweißzufuhr mit erhöhter Sterblichkeit und Diabetesinzidenz verknüpft, allerdings durch starke Confounder überlagert.

Interventionsstudien zeigen günstige Effekte einer High-Protein-Diät bei Übergewichtigen ohne Diabetes. Die PREVIEW-Studie beobachtete keine Steigerung der Diabetesinzidenz oder

anderer harter Outcomes unter dreijähriger proteinreicher (> 20 E%) vs. konventioneller Ernährung

Eine höhere Eiweißzufuhr verbessert die Sättigung und den Energieverbrauch durch postprandiale Thermogenese; beides fördert die Gewichtskontrolle. Ältere Menschen haben ein erhöhtes Risiko für Sarkopenie, weshalb für die Personengruppe – sofern nicht kontraindiziert – eine höhere Eiweißzufuhr angeraten ist

Ernährungsstrategien zur Prävention

Pflanzenbasierte, vegetarische und vegane Ernährung

Empfehlung

- Eine pflanzenbasierte Ernährung, insbesondere, wenn sie gesunde pflanzenbasierte Lebensmittel wie Früchte, Gemüse, Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte und Nüsse inkludiert, zeigt in Beobachtungsstudien einen diabetespräventiven Effekt
- Auch vegane und vegetarische Ernährungsweisen sind mit einem reduzierten Risiko für die Entwicklung eines T2Dm assoziiert
- Insgesamt ist die Evidenz gering und zeigt keine Überlegenheit einer pflanzenbasierten (inklusive vegetarisch/vegan) Ernährungsform hinsichtlich ihres diabetespräventiven Effektes

► **Tab. 1** Definitionen der einzelnen pflanzenbasierten Ernährungsweisen. Daten nach [98].

Ernährungsweise	Beschreibung
pflanzenbasiert	hohe Zufuhr an pflanzenbasierten Produkten geringe Zufuhr an Fleisch und/oder Produkten tierischer Herkunft
Pesco-vegetarisch	Verzicht auf Fleisch sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Ovo-lakto-vegetarisch	Verzicht auf Fleisch, Fisch und andere Meerestiere sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Lakto-vegetarisch	Verzicht auf Fleisch, Fisch und andere Meerestiere, Eier sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Ovo-vegetarisch	Verzicht auf Fleisch, Fisch und andere Meerestiere, Milch und Milchprodukte sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Semi-vegetarisch	Stark eingeschränkter Konsum von Fleisch, Fisch und anderen Meerestieren, aber kein vollständiger Verzicht auf diese Lebensmittel
vegan	Verzicht auf alle tierischen Lebensmittel

Kommentar

Für Lebensmittel und Nahrungsbestandteile pflanzlicher Herkunft wie Vollkornprodukte, BS, pflanzliche Fette und pflanzliches Protein besteht eine überzeugende Evidenz, dass deren Zufuhr invers mit dem Risiko für T2Dm assoziiert ist [99–102], während eine höhere Zufuhr an tierischen Lebensmitteln wie Fleisch (insbesondere rotes und prozessiertes Fleisch) und tierische Fette mit einem erhöhten Risiko für T2Dm assoziiert sind [99–102] (s. hierzu Kapitel „Erkenntnisse über Lebensmittelgruppen“ und „Erkenntnisse über einzelne (isolierte) Nährstoffe“). Bisher gibt es allerdings nur wenige Studien mit begrenzter Beweissicherheit ihrer Erkenntnisse, die beide Aspekte zusammenbringen und statt isolierter Lebensmittel(gruppen) oder Nährstoffe pflanzlicher oder tierischer Herkunft ein pflanzenbasiertes Ernährungsmuster im Zusammenhang mit der Inzidenz des T2Dm untersuchen [102]. Ein Kommentar in der Arbeit von Schlesinger [102] fasst diese Evidenz übersichtlich zusammen und ergibt ergänzt um die Übersichtsarbeit von Ley et al. [103] folgende Studienlage:

Pflanzenbasierte Ernährungsmuster

Ein systematischer Review und eine Meta-Analyse von neun prospektiven Kohortenstudien zeigt ein um 23 % reduziertes Risiko für die Entstehung eines T2Dm mit einer höheren vs. einer geringeren Adhärenz zu einem pflanzenbasierten Ernährungsmuster. Dieser inverse Zusammenhang wurde stärker, wenn gesunde pflanzenbasierte Lebensmittel wie Früchte, Gemüse, Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte und Nüsse im Ernährungsmuster inkludiert waren [104].

Vegetarische Ernährungsmuster

Ein systematischer Review und eine Meta-Analyse basierend auf 14 prospektiven Beobachtungs- und Querschnittsstudien untersuchte speziell den Zusammenhang von vegetarischen Ernährungsmustern und der Inzidenz des T2Dm. Eine vegetarische Ernährung im Vergleich zu Omnivoren war hier mit einem um 27 % geringeren Risiko für einen T2Dm assoziiert [105]. Die Beweiskraft der Ergebnisse wurde jedoch nur als gering eingestuft [99]. Eine große prospektive Beobachtungsstudie aus den USA und Kanada gruppierte die insgesamt 41 387 TN der Adventist Health Study-2 als vegan, ovo-lakto-vegetarisch, pesco-vegetarisch, semi-vegetarisch oder nicht vegetarisch (Referenzgruppe) ein. Im Vergleich zu den Omnivoren waren eine ovo-lakto- und semi-vegetarische Ernährung mit einer geringeren Inzidenz des T2Dm assoziiert [106].

Vegane Ernährungsmuster

Zusätzlich zu der ovo-lakto- und semi-vegetarischen Ernährung war auch eine vegane Ernährung im Vergleich zu den Omnivoren in der Adventist Health Study-2 mit einem geringeren Risiko für einen T2Dm assoziiert und schien die größten protektiven Effekte zu haben. Allerdings zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Ernährungsformen und aufgrund der nur sehr geringen Anzahl an Personen mit veganer Ernährung, die einen T2Dm entwickelten, sollten diese Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden [106]. Weiterhin identifizierte ein Umbrella-

Review vier Querschnittsstudien, die den Zusammenhang zwischen einer veganen Ernährung und der Inzidenz des T2DM untersuchten. Hier war eine vegane Ernährung im Vergleich zu Omnivoren mit einem um 21 % geringeren Risiko für einen T2DM assoziiert [107].

Mealtiming/Intervallfasten

Empfehlung

- Intervallfasten unterstützt die Gewichtskontrolle
- Intervallfasten übt einen positiven Einfluss auf glykämische Parameter aus
- Das Auslassen von Mahlzeiten (Meal skipping) kann nicht grundsätzlich zur Gewichtskontrolle und Diabetesprävention empfohlen werden

Kommentar

Unter dem Begriff des Intervall- oder auch intermittierendem Fasten werden eine Reihe von Methoden zusammengefasst, die alle zum Ziel haben, die Kalorienaufnahme zu begrenzen. Die Einschränkungen der zeitlichen Nahrungsaufnahme unterstützt dabei, sich an feste Zeiten zu halten und dabei das individuelle Ernährungsverhalten weitgehend beizubehalten. ► **Tab. 1** fasst einige der am häufigsten verwendeten Intervallfastenmethoden zusammen.

Bezeichnung	Intervention
16/8	Nahrung wird nur in einem Zeitfenster von 8 Stunden aufgenommen, die restlichen 16 Stunden des Tages wird gefastet
5:2	Hierbei isst man an fünf Tagen der Woche normal und reduziert an den verbleibenden zwei Tagen die Kalorienzufuhr auf etwa 500–600 Kalorien pro Tag
Alternate-Day-Fasten	Hier wechseln sich Fastentage mit normalen Tagen ab. An Fastentagen wird entweder kein Essen oder nur eine sehr geringe Kalorienmenge zu sich genommen
24-Stunden-Fasten/Eat-stop-eat	Bei dieser Methode wird ein- oder zweimal pro Woche für 24 Stunden gefastet

Ernährung vor und während der Schwangerschaft zur Prävention des Gestationsdiabetes

Empfehlung

- Maßnahmen zur Risikoreduktion des Gestationsdiabetes (GDM) durch Ernährung, körperliche Aktivität bzw. Lebensstilberatung sollten bereits vor der Schwangerschaft bzw. im ersten Trimester durchgeführt werden
- Geeignete Maßnahmen zur Reduktion des GDM-Risikos sollten darauf ausgerichtet sein, eine exzessive Gewichtszunahme während der Schwangerschaft zu vermeiden. Eine kombinierte Ernährungs- und Bewegungsintervention scheint den größten Effekt zu haben

- Frauen mit einem erhöhten Risiko für GDM (definiert durch die präpartal zu erhebenden Variablen BMI, Ethnizität, Alter, Parität, GDM und/oder Makrosomie in einer vorhergehenden Schwangerschaft) scheinen am meisten von einer Lebensstilintervention zu profitieren

Kommentar

Obwohl die Studienlage zum Einfluss von Ernährung und körperlicher Aktivität auf das Risiko für GDM sehr heterogen ist, weisen einige Beobachtungsstudien, RCTs und Cochrane Reviews darauf hin, dass das Risiko für GDM durch Ernährung, körperliche Aktivität und Lebensstilberatung beeinflusst werden kann [108–110], insbesondere, wenn die Interventionsmaßnahmen bereits vor der Schwangerschaft stattfinden [111, 112]. Die Nurses Health Study zeigte, dass eine „gesunde“ pflanzenbasierte Ernährung vor der Schwangerschaft (reich an Früchten, Gemüse, Vollkornprodukten, Nüssen, Hülsenfrüchten, pflanzliche Ölen, Tee und Kaffee und geringer Verzehr von rotem, verarbeitetem Fleisch) mit einem geringeren Risiko für GDM assoziiert war, nicht jedoch der Verzehr einer „ungesunden“ pflanzenbasierten Ernährung (reich an Fruchtsäften, Weißmehlprodukten, Kartoffeln, zuckerhaltigen Getränken, Süßigkeiten und Süßspeisen) [113]. Diese Ergebnisse sind konsistent mit den Empfehlungen zur Prävention des T2DM.

Ein Übersichtsarbeit zu bereits publizierten Cochrane Reviews zum Thema „Interventionen zur Prävention des Gestationsdiabetes“ kam zu der Schlussfolgerung, dass eine kombinierte Ernährungs- und Bewegungsintervention während der Schwangerschaft im Vergleich zur Standard-Care das Risiko für GDM möglicherweise reduzieren kann (RR 0,85, 95 % CI 0,71 bis 1,01) [110]. Die Qualität der Evidenz wurde als moderat bewertet. Das systematische Review umfasste 19 RCTs mit einer gesamten Fallzahl von 6633 Frauen, die Interventionen umfassten alle Arten der Ernährungs- bzw. Bewegungsintervention. Dahingegen war eine isolierte Ernährungs- oder Bewegungsintervention nicht mit dem Risiko für Gestationsdiabetes assoziiert [110].

Ursächlich für die teilweise widersprüchlichen Aussagen der bereits publizierten Studien zur Effektivität von Lebensstilmaßnahmen könnte die große Heterogenität der untersuchten Studienkollektive sein. Diesen Hinweis lieferte eine Subgruppen-Analyse, die im Rahmen eines Cochrane-Reviews durchgeführt wurde, und einen größeren protektiven Effekt einer Ernährungsberatung während der Schwangerschaft vs. Standard Care bei Frauen mit Übergewicht bzw. Adipositas beschrieb [114]. Dies wurde auch durch eine Meta-Analyse bestärkt, die vier Schlüssel-Aspekte identifizierte, die den Effekt von Lebensstilmaßnahmen modifizieren bzw. verbessern: 1. Einschluss von Frauen mit deutlich erhöhtem GDM-Risiko, 2. Beginn der Intervention bereits vor bzw. in der Frühschwangerschaft, 3. Intensität der Interventionsmaßnahme (in Bezug auf eine Reduktion der Energiezufuhr und Intensität der körperlichen Aktivität) und 4. Vermeidung einer exzessiven Gewichtszunahme während der Schwangerschaft [112]. Diese Studie zeigte des Weiteren, dass die Verwendung des BMIs allein keine geeignete Maßnahme darstellt, um das GDM-Risiko zu klassifizieren. Durch den Einschluss weiterer, nicht invasiver Variablen (Ethnizität, Alter, Parität, GDM und/oder Makrosomie in einer vorhergehenden Schwangerschaft) und unter Verwendung bereits

publizierter Prädiktionsmodelle [115] konnte die Risikoprädiktion deutlich verbessert werden. Wenngleich international kein Konsens zur optimalen Gewichtszunahme während der Schwangerschaft in Abhängigkeit des präkonzeptionellen BMIs besteht, scheint die Gewichtszunahme während der Schwangerschaft mit dem Risiko für GDM assoziiert zu sein (OR 1,42, 95 %CI 1,20–1,68) [116] und bei Frauen mit GDM war eine exzessive Gewichtszunahme während der Schwangerschaft (definiert nach IOM Kriterien) [123] mit einer häufigeren Insulinpflichtigkeit, einer höheren Insulindosis und einem höheren Risiko für eine Large-for-gestational age-Geburt assoziiert [117].

Einige RCTs untersuchten den Einfluss einer Vitamin- bzw. Mineralstoffsupplementierung während der Schwangerschaft auf das GDM-Risiko. Der Effekt dieser Interventionen wurde in einem Cochrane-Review zusammengefasst [110]. Während eine Supplementierung mit Omega-3-Fettsäuren nachweislich keinen Effekt auf das GDM-Risiko zeigte, ist die Datenlage für weitere Supplemente wie Vitamin D, Myo-Inositol und Probiotika weniger homogen und zur Formulierung von Empfehlungen sind weitere Studien notwendig. Generell sollten Ernährungsempfehlungen während der Schwangerschaft zur Prävention eines GDM immer unter Berücksichtigung des erhöhten Bedarfs an einigen Mineralstoffen und Vitaminen formuliert werden (Referenzwerte der DGE) [118].

Ausblick „Precision nutrition“ und Diabetesprävention

Empfehlung

- Auf Grund der fehlenden Datengrundlage für eine Ernährung in Abhängigkeit des Genotyps kann dafür derzeit keine Empfehlung abgegeben werden

Kommentar

Eine Ernährung zur Prävention eines T2Dm muss für eine bessere Adhärenz individuell sein. Dieses leitet sich jedoch lediglich von den jeweiligen Präferenzen und Möglichkeiten der Patienten ab. Die Nutrigenomik befasst sich mit Auswirkungen des Genotyps auf die Verstoffwechslung der Nahrungsmittel. Bislang wurden eine Reihe von SNPs (single nucleotide polymorphisms) identifiziert, welche die metabolische Diversität der Antworten auf bestimmte Ernährungsinterventionen erklären könnten [119–121]. Diese genetischen Modifikationen können aber auch den Erfolg gewichtsreduzierender Therapien erklären und so das T2Dm-Risiko senken. Insbesondere bestimmte Varianten in SGLT-1, dem wichtigsten Monosaccharidtransporter des Darms, zeigen eine Assoziation bezüglich einer verminderten Diabetes- und Adipositasrate, auch war bei den Varianten mit verminderter Glukose/Galaktoseresorption das Herz-Kreislaufisiko rechnerisch über einen 25-Jahreszeitraum bis zu 50 % reduziert [122]. Auswirkungen auf Ernährungsempfehlungen haben diese Ergebnisse aktuell nicht, da genetische Informationen außerhalb von Studien derzeit nicht vorliegen.

Interessenkonflikt

Thomas Skurk: Honorar Vortragstätigkeit: Novo Nordisk
 Arthur Grünerbel: Honorare KV Bayern, Forschungsförderung durch BMG, Honorare Lilly,
 Sandra Hummel: keine
 Stefan Kabisch: Honorare und Reisekosten durch Sanofi, Berlin Chemie, Boehringer Ingelheim und Lilly; Reisekosten und Forschungsförderung durch J. Rettenmaier & Söhne, Holzmühle; weitere Forschungsförderung durch Beneo Südzucker und California Walnut Commission
 Winfried Keuthage: keine
 Karsten Müssig: keine
 Helmut Nussbaumer: keine
 Diana Rubin: Honorar Vortragstätigkeit: DGVS und Kaiserin-Friedrich-Stiftung
 Marie-Christine Simon: keine
 Astrid Tombek: keine
 Katharina S. Weber: keine

Literatur

- [1] Lindström J, Neumann A, Sheppard KE et al. Take action to prevent diabetes – the IMAGE toolkit for the prevention of type 2 diabetes in Europe. Hormone and metabolic research = Hormon- und Stoffwechselforschung = Hormones et metabolism 2010; 42 (Suppl. 1): S37–S55
- [2] Skurk T, Bosy-Westphal A, Grünerbel A et al. Dietary recommendations for persons with type 2 diabetes mellitus. ECED 2022; 130 (Suppl. 1): S151–S184
- [3] McNaughton SA, Mishra GD, Brunner EJ. Dietary patterns, insulin resistance, and incidence of type 2 diabetes in the Whitehall II Study. Diabetes Care 2008; 31: 1343–1348
- [4] Benziger CP, Roth GA, Moran AE. The Global Burden of Disease Study and the Preventable Burden of NCD. Global heart 2016; 11: 393–397
- [5] Uusitupa M, Khan TA, Vigiuliuok E et al. Prevention of Type 2 Diabetes by Lifestyle Changes: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients 2019; 11: 2611
- [6] Haw JS, Galaviz KI, Straus AN et al. Long-term Sustainability of Diabetes Prevention Approaches: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. JAMA internal medicine 2017; 177: 1808–1817
- [7] Howell S, Kones R. “Calories in, calories out” and macronutrient intake: the hope, hype, and science of calories. In: American journal of physiology. Endocrinology and metabolism 2017; 313: E608–E612
- [8] Willett W, Rockström J, Loken B et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet (London, England) 2019; 393: 447–492
- [9] Nelson ME, Hamm MW, Hu FB et al. Alignment of Healthy Dietary Patterns and Environmental Sustainability: A Systematic Review. Advances in Nutrition 2016; 7: 1005–1025
- [10] Poole MK, Musicus AA, Kenney EL. Alignment Of US School Lunches With The EAT-Lancet Healthy Reference Diet’s Standards For Planetary Health. Health affairs (Project Hope) 2020; 39: 2144–2152
- [11] Goulding T, Lindberg R, Russell CG. The affordability of a healthy and sustainable diet: an Australian case study. Nutrition Journal 2020; 19: 109
- [12] Breidenassel C, Schäfer AC, Micka M et al. The Planetary Health Diet in contrast to the food-based dietary guidelines of the German Nutrition Society (DGE). A DGE statement. Ernährungs Umschau 2022; 59: 56–72.e1-3
- [13] Beal T, Ortenzi F, Fanzo J. Estimated micronutrient shortfalls of the EAT-Lancet planetary health diet. The Lancet. Planetary health 2023; 7: e233–e237

- [14] Delgermaa D, Yamaguchi M, Nomura M. Assessment of Mongolian dietary intake for planetary and human health. *PLOS global public health* 2023; 3: e0001229
- [15] Marchion DM, Cacau LT, Carli de E et al. Low Adherence to the EAT-Lancet Sustainable Reference Diet in the Brazilian Population: Findings from the National Dietary Survey 2017-2018. *Nutrients* 2022; 14: 1187
- [16] Nomura M, Yamaguchi M, Inada Y et al. Current dietary intake of the Japanese population in reference to the planetary health diet-preliminary assessment. *Frontiers in nutrition* 2023; 10: 1116105
- [17] Ojo O, Jiang Y, Ojo O et al. The Association of Planetary Health Diet with the Risk of Type 2 Diabetes and Related Complications: A Systematic Review. *Healthcare* 2023; 11: 1120
- [18] Cacau LT, Benseñor IM, Goulart AC et al. Adherence to the Planetary Health Diet Index and Obesity Indicators in the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Nutrients* 2021; 13: 3691
- [19] Rehner J, Schmartz GP, Kramer T et al. The Effect of a Planetary Health Diet on the Human Gut Microbiome: A Descriptive Analysis. *Nutrients* 2023; 15: 1924
- [20] Laine JE, Huybrechts I, Gunter MJ et al. Co-benefits from sustainable dietary shifts for population and environmental health: an assessment from a large European cohort study. *The Lancet. Planetary health* 2021; 5: e786–e796
- [21] González CA, Bonet C, Huerta JM et al. Dietary greenhouse gas emissions and the risk of coronary heart disease and type 2 diabetes. *The Lancet. Planetary health* 2022; 6: e299
- [22] Berthy F, Brunin J, Allès B et al. Higher adherence to the EAT-Lancet reference diet is associated with higher nutrient adequacy in the NutriNet-Santé cohort: a cross-sectional study. *The American journal of clinical nutrition* 2023; 117: 1174–1185
- [23] López GE, Batis C, González C et al. EAT-Lancet Healthy Reference Diet score and diabetes incidence in a cohort of Mexican women. *European journal of clinical nutrition* 2023; 77 (3): S348–S355
- [24] Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M et al. Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 2013; 56: 786–794
- [25] Yuen MMA. Health Complications of Obesity: 224 Obesity-Associated Comorbidities from a Mechanistic Perspective. *Gastroenterology clinics of North America* 2023; 52: 363–380
- [26] Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *The New England journal of medicine* 2001; 344: 1343–1350
- [27] Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *The New England journal of medicine* 2002; 346: 393–403
- [28] Deedwania PC, Volkova N. Current Treatment Options for the Metabolic Syndrome. *Current treatment options in cardiovascular medicine* 2005; 7: 61–74
- [29] UK Prospective Diabetes Study 7: response of fasting plasma glucose to diet therapy in newly presenting type II diabetic patients, UKPDS Group. *Metabolism: clinical and experimental* 1990; 39: 905–912
- [30] Goodpaster BH, Krishnaswami S, Resnick H et al. Association between regional adipose tissue distribution and both type 2 diabetes and impaired glucose tolerance in elderly men and women. *Diabetes Care* 2003; 26: 372–379
- [31] Pan XR, Li GW, Hu YH et al. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 1997; 20: 537–544
- [32] Hamman RF, Wing RR, Edelstein SL et al. Effect of weight loss with lifestyle intervention on risk of diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29: 2102–2107
- [33] Galaviz KI, Weber MB, Straus A et al. Global Diabetes Prevention Interventions: A Systematic Review and Network Meta-analysis of the Real-World Impact on Incidence, Weight, and Glucose. *Diabetes Care* 2018; 41: 1526–1534
- [34] Diabetes Prevention Program Research Group: Knowler WC, Fowler SE, Hamman RF et al. 10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet* 2009; 374: 1677–1686
- [35] Diabetes Prevention Program Research Group. Long-term effects of lifestyle intervention or metformin on diabetes development and microvascular complications over 15-year follow-up: the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology* 2015; 3: 866–875
- [36] Chen Y, Zhang P, Wang J et al. Associations of progression to diabetes and regression to normal glucose tolerance with development of cardiovascular and microvascular disease among people with impaired glucose tolerance: a secondary analysis of the 30 year Da Qing Diabetes Prevention Outcome Study. *Diabetologia* 2021; 64: 1279–1287
- [37] Fritsche A, Wagner R, Heni M et al. Different Effects of Lifestyle Intervention in High- and Low-Risk Prediabetes: Results of the Randomized Controlled Prediabetes Lifestyle Intervention Study (PLIS). *Diabetes* 2021; 70: 2785–2795
- [38] Evert AB, Dennison M, Gardner CD et al. Nutrition Therapy for Adults With Diabetes or Prediabetes: A Consensus Report. *Diabetes Care* 2019; 42: 731–754
- [39] Klein S, Sheard NF, Pi-Sunyer X et al. Weight management through lifestyle modification for the prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. A statement of the American Diabetes Association, the North American Association for the Study of Obesity, and the American Society for Clinical Nutrition. *The American journal of clinical nutrition* 2004; 80: 257–263
- [40] National Task Force on the Prevention and Treatment of Obesity, National Institutes of Health. Very low-calorie diets. *JAMA* 1993; 270: 967–974
- [41] Churuangsu C, Hall J, Reynolds A et al. Diets for weight management in adults with type 2 diabetes: an umbrella review of published meta-analyses and systematic review of trials of diets for diabetes remission. *Diabetologia* 2022; 65: 14–36
- [42] Bundesärztekammer. Telemmedizinische Methoden in der Patientenversorgung – Begriffliche Verortung 2015. Im Internet (Stand: 06.06.2023): https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin_Telematik/Telemedizin/Telemmedizinische_Methoden_in_der_Patientenversorgung_Begriffliche_Verortung.pdf
- [43] Kempf K, Altpeter B, Berger J et al. Efficacy of the Telemedical Lifestyle intervention Program TeliPro in Advanced Stages of Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care* 2017; 40: 863–871
- [44] Su D, McBride C, Zhou J et al. Does nutritional counseling in telemedicine improve treatment outcomes for diabetes? A systematic review and meta-analysis of results from 92 studies. *Journal of telemedicine and telecare* 2016; 22: 333–347
- [45] Halvorsen RE, Elvestad M, Molin M et al. Fruit and vegetable consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ nutrition, prevention & health* 2021; 4: 519–531
- [46] Li M, Fan Y, Zhang X et al. Fruit and vegetable intake and risk of type 2 diabetes mellitus: meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ open* 2014; 4: e005497
- [47] Ahmed A, Lager A, Fredlund P et al. Consumption of fruit and vegetables and the risk of type 2 diabetes: a 4-year longitudinal study among Swedish adults. *Journal of nutritional science* 2020; 9: e14
- [48] Satija A, Bhupathiraju SN, Rimm EB et al. Plant-Based Dietary Patterns and Incidence of Type 2 Diabetes in US Men and Women: Results from Three Prospective Cohort Studies. *PLoS medicine* 2016; 13: e1002039

- [49] InterAct Consortium 2015. Dietary fibre and incidence of type 2 diabetes in eight European countries: the EPIC-InterAct Study and a meta-analysis of prospective studies. *Diabetologia* 2015; 58: 1394–1408
- [50] Cooper AJ, Forouhi NG, Ye Z et al. Fruit and vegetable intake and type 2 diabetes: EPIC-InterAct prospective study and meta-analysis. *European journal of clinical nutrition* 2012; 66: 1082–1092
- [51] Hughes J, Pearson E, Grafenauer S. Legumes – A Comprehensive Exploration of Global Food-Based Dietary Guidelines and Consumption. *Nutrients* 2022; 14: 3080
- [52] Bielefeld D, Grafenauer S, Rangan A. The Effects of Legume Consumption on Markers of Glycaemic Control in Individuals with and without Diabetes Mellitus: A Systematic Literature Review of Randomised Controlled Trials. *Nutrients* 2020; 12: 2123
- [53] Pearce M, Fanidi A, Bishop TRP et al. Associations of Total Legume, Pulse, and Soy Consumption with Incident Type 2 Diabetes: Federated Meta-Analysis of 27 Studies from Diverse World Regions. *The Journal of nutrition* 2021; 151: 1231–1240
- [54] Papakonstantinou E, Galanopoulos K, Kapetanakou AE et al. Short-Term Effects of Traditional Greek Meals: Lentils with Lupins, Trahana with Tomato Sauce and Halva with Currants and Dried Figs on Postprandial Glycemic Responses-A Randomized Clinical Trial in Healthy Humans. *International journal of environmental research and public health* 2022; 19: 11502
- [55] Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S et al. Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition* 2014; 100: 278–288
- [56] Hosseinpour-Niazi S, Mirmiran P, Fallah-Ghohroudi A et al. Non-soya legume-based therapeutic lifestyle change diet reduces inflammatory status in diabetic patients: a randomised cross-over clinical trial. *The British journal of nutrition* 2015; 114: 213–219
- [57] George ES, Daly RM, Tey SL et al. Perspective: Is it Time to Expand Research on “Nuts” to Include “Seeds”? Justifications and Key Considerations. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)* 2022; 13: 1016–1027
- [58] Khalili L, A-Elgadir TME, Mallick AK et al. Nuts as a Part of Dietary Strategy to Improve Metabolic Biomarkers: A Narrative Review. *Frontiers in nutrition* 2022; 9: 881843
- [59] Blanco Mejia S, Kendall CWC, Viguiliouk E et al. Effect of tree nuts on metabolic syndrome criteria: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ open* 2014; 4: e004660
- [60] Martínez-González MA, García-Arellano A, Toledo E et al. A 14-item Mediterranean diet assessment tool and obesity indexes among high-risk subjects: the PREDIMED trial. *PLoS one* 2012; 7: e43134
- [61] Wu L, Wang Z, Zhu J et al. Nut consumption and risk of cancer and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition reviews* 2015; 73: 409–425
- [62] Johnston BC, Zeraatkar D, Han MA et al. Unprocessed Red Meat and Processed Meat Consumption: Dietary Guideline Recommendations From the Nutritional Recommendations (NutriRECS) Consortium. *Annals of internal medicine* 2019; 171: 756–764
- [63] Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) und diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe Hrsg. Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2021. Die Bestandsaufnahme. https://www.diabetesde.org/system/files/documents/20201107_gesundheitsbericht2021.pdf
- [64] Ramachandran A, Snehalatha C, Mary S et al. The Indian Diabetes Prevention Programme shows that lifestyle modification and metformin prevent type 2 diabetes in Asian Indian subjects with impaired glucose tolerance (IDPP-1). *Diabetologia* 2006; 49: 289–297
- [65] Dyson PA, Twenefour D, Breen C et al. Diabetes UK evidence-based nutrition guidelines for the prevention and management of diabetes. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association* 2018; 35: 541–547
- [66] Imamura F, O’Connor L, Ye Z et al. Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *BMJ (Clinical research ed.)* 2015; 351: h3576
- [67] ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR et al. Summary of Revisions: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care* 2023; 46 (Suppl. 1): S5–S9
- [68] Malik VS, Hu FB. The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases. *Nature reviews. Endocrinology* 2022; 18: 205–218
- [69] Malik VS, Hu FB. Fructose and Cardiometabolic Health: What the Evidence From Sugar-Sweetened Beverages Tells Us. *Journal of the American College of Cardiology* 2015; 66: 1615–1624
- [70] Stern D, Mazariegos M, Ortiz-Panoso E et al. Sugar-Sweetened Soda Consumption Increases Diabetes Risk Among Mexican Women. *The Journal of nutrition* 2019; 149: 795–803
- [71] Gardener H, Rundek T, Wright CB et al. Dietary sodium and risk of stroke in the Northern Manhattan study. *Stroke* 2012; 43: 1200–1205
- [72] Huang M, Quddus A, Stinson L et al. Artificially sweetened beverages, sugar-sweetened beverages, plain water, and incident diabetes mellitus in postmenopausal women: the prospective Women’s Health Initiative observational study. *The American journal of clinical nutrition* 2017; 106: 614–622
- [73] Geidl-Flueck B, Hochuli M, Németh Á et al. Fructose- and sucrose- but not glucose-sweetened beverages promote hepatic de novo lipogenesis: A randomized controlled trial. *Journal of hepatology* 2021; 75: 46–54
- [74] GBD 2016 Alcohol Collaborators. Alcohol use and burden for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet (London, England)* 2018; 392: 1015–1035
- [75] Kulzer B, Albus C, Herpertz S et al. Psychosoziales und Diabetes. *Diabetol Stoffwechs* 2020; 15 (Suppl. 1): S232–S248
- [76] Snijder MB, van der Heijden AA, van Dam RM et al. Is higher dairy consumption associated with lower body weight and fewer metabolic disturbances? The Hoorn Study. *The American journal of clinical nutrition* 2007; 85: 989–995
- [77] Soedamah-Muthu SS, Ding EL, Al-Delaimy WK et al. Milk and dairy consumption and incidence of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *The American journal of clinical nutrition* 2011; 93: 158–171
- [78] Pereira MA, Jacobs DR, van Horn L et al. Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA Study. *JAMA* 2022; 287: 2081–2089
- [79] Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A et al. Dairy consumption is inversely associated with the prevalence of the metabolic syndrome in Tehranian adults. *The American journal of clinical nutrition* 2005; 82: 523–530
- [80] Elwood PC, Givens DI, Beswick AD et al. The survival advantage of milk and dairy consumption: an overview of evidence from cohort studies of vascular diseases, diabetes and cancer. *Journal of the American College of Nutrition* 2008; 27: 723S–734S
- [81] Ferland A, Lamarche B, Châteaudegat ML et al. Dairy product intake and its association with body weight and cardiovascular disease risk factors in a population in dietary transition. *Journal of the American College of Nutrition* 2011; 30: 92–99
- [82] Margolis KL, Wei F, de Boer ICH et al. A diet high in low-fat dairy products lowers diabetes risk in postmenopausal women. *The Journal of nutrition* 2011; 141: 1969–1974
- [83] Wennersberg MH, Smedman A, Turpeinen AM et al. Dairy products and metabolic effects in overweight men and women: results from a 6-mo intervention study. *The American journal of clinical nutrition* 2009; 90: 960–968

- [84] Wannamethee SG, Hu FB. Obesity Epidemiology. *International Journal of Epidemiology* 2009; 38: 325–326
- [85] Tremblay A, Gilbert JA. Milk products, insulin resistance syndrome and type 2 diabetes. *Journal of the American College of Nutrition* 2009; 28 (Suppl. 1): 91S–102S
- [86] McGlynn ND, Khan TA, Wang L et al. Association of Low- and No-Calorie Sweetened Beverages as a Replacement for Sugar-Sweetened Beverages With Body Weight and Cardiometabolic Risk: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA network open* 2022; 5: e222092
- [87] Lee JJ, Khan TA, McGlynn N et al. Relation of Change or Substitution of Low- and No-Calorie Sweetened Beverages With Cardiometabolic Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *Diabetes Care* 2022; 45: 1917–1930
- [88] Rogers PJ, Appleton KM. The effects of low-calorie sweeteners on energy intake and body weight: a systematic review and meta-analyses of sustained intervention studies. *International journal of obesity (2005)* 2021; 45: 464–478
- [89] Mazi TA, Stanhope KL. Erythritol. An In-Depth Discussion of Its Potential to Be a Beneficial Dietary Component. *Nutrients* 2023; 15: 204
- [90] Tiwaskar M, Mohan V. Clearing the Myths around non-nutritive/non-caloric Sweeteners: An Efficacy and Safety Evaluation. *The Journal of the Association of Physicians of India* 2022; 70: 11–12
- [91] Daher MI, Matta JM, Abdel N et al. Non-nutritive sweeteners and type 2 diabetes: Should we ring the bell? *Diabetes research and clinical practice* 2019; 155: 107786
- [92] O'Connor D, Pang M, Castelnovo G et al. A rational review on the effects of sweeteners and sweetener enhancers on appetite, food reward and metabolic/adiposity outcomes in adults. *Food & function* 2021; 12: 442–465
- [93] Suez J, Cohen Y, Valdés-Mas R et al. Personalized microbiome-driven effects of non-nutritive sweeteners on human glucose tolerance. *Cell* 2022; 185: 3307–3328.e19
- [94] Bayındır Gümüş A, Keser A, Tunçer E et al. Effect of saccharin, a non-nutritive sweeteners, on insulin and blood glucose levels in healthy young men: A crossover trial. *Diabetes & metabolic syndrome* 2022; 16: 102500
- [95] Meng Y, Li S, Khan J et al. Sugar- and Artificially Sweetened Beverages Consumption Linked to Type 2 Diabetes, Cardiovascular Diseases, and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Nutrients* 2021; 13: 2636
- [96] Ayoub-Charette S, McGlynn ND, Lee D et al. Rationale, Design and Participants Baseline Characteristics of a Crossover Randomized Controlled Trial of the Effect of Replacing SSBs with NSBs versus Water on Glucose Tolerance, Gut Microbiome and Cardiometabolic Risk in Overweight or Obese Adult SSB Consumer: Strategies to Oppose SUGARS with Non-Nutritive Sweeteners or Water (STOP Sugars NOW) Trial and Ectopic Fat Sub-Study. *Nutrients* 2023; 15: 1238
- [97] Pang MD, Goossens GH, Blaak EE. The Impact of Artificial Sweeteners on Body Weight Control and Glucose Homeostasis. *Frontiers in nutrition* 2020; 7: 598340
- [98] Verbraucherzentrale. Hrsg. Vegetarisch, vegan oder flexitarisch – was steckt dahinter? Im Internet (Stand: 11.05.2023): 2022 <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/gesund-ernaehren/vegetarisch-vegan-oder-flexitarisch-was-steckt-dahinter-67508>
- [99] Neuenschwander M, Ballon A, Weber K et al. Role of diet in type 2 diabetes incidence: umbrella review of meta-analyses of prospective observational studies. *BMJ (Clinical research ed.)* 2019; 366: l2368
- [100] Neuenschwander M, Barbaresko J, Pischke CR et al. Intake of dietary fats and fatty acids and the incidence of type 2 diabetes: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective observational studies. *PLoS medicine* 2020; 17: e1003347
- [101] Li J, Glenn AJ, Yang Q et al. Dietary Protein Sources, Mediating Biomarkers, and Incidence of Type 2 Diabetes: Findings From the Women's Health Initiative and the UK Biobank. *Diabetes care* 2022; 45: 1742–1753
- [102] Schlesinger S. Diet and Diabetes Prevention: Is a Plant-Based Diet the Solution? *Diabetes Care* 2023; 46: 6–8
- [103] Ley SH, Hamdy O, Mohan V et al. Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies. *Lancet (London, England)* 2014; 383: 1999–2007
- [104] Qian F, Liu G, Hu FB et al. Association Between Plant-Based Dietary Patterns and Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA internal medicine* 2019; 179: 1335–1344
- [105] Lee Y, Park K. Adherence to a Vegetarian Diet and Diabetes Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Nutrients* 2017; 9: 603
- [106] Tonstad S, Stewart K, Oda K et al. Vegetarian diets and incidence of diabetes in the Adventist Health Study-2. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD* 2011; 23: 292–299
- [107] Selinger E, Neuenschwander M, Koller A et al. Evidence of a vegan diet for health benefits and risks – an umbrella review of meta-analyses of observational and clinical studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2022, ePub. Im Internet: Full article: Evidence of a vegan diet for health benefits and risks – an umbrella review of meta-analyses of observational and clinical studies (tandfonline.com), Stand: 22.06.2023.
- [108] Koivusalo SB, Rönö K, Klemetti MM et al. Gestational Diabetes Mellitus Can Be Prevented by Lifestyle Intervention: The Finnish Gestational Diabetes Prevention Study (RADIEL): A Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care* 2016; 39: 24–30
- [109] Wang C, Wei Y, Zhang X et al. A randomized clinical trial of exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes mellitus and improve pregnancy outcome in overweight and obese pregnant women. *American journal of obstetrics and gynecology* 2017; 216: 340–351
- [110] Griffith RJ, Alsweiler J, Moore AE et al. Interventions to prevent women from developing gestational diabetes mellitus: an overview of Cochrane Reviews. *The Cochrane database of systematic reviews* 2020; 6: CD012394
- [111] Tobias DK, Zhang C, van Dam RM et al. Physical activity before and during pregnancy and risk of gestational diabetes mellitus: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2011; 34: 223–229
- [112] Guo XY, Shu J, Fu XH et al. Improving the effectiveness of lifestyle interventions for gestational diabetes prevention: a meta-analysis and meta-regression. *BJOG: an international journal of obstetrics and gynaecology* 2019; 126: 311–320
- [113] Chen Z, Qian F, Liu G et al. Prepregnancy plant-based diets and the risk of gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study of 14,926 women. *The American journal of clinical nutrition* 2021; 114: 1997–2005
- [114] Tieu J, Shepherd E, Middleton P et al. Dietary advice interventions in pregnancy for preventing gestational diabetes mellitus. *The Cochrane database of systematic reviews* 2017; 1: CD006674
- [115] Lamain-de Ruiter M, Kwee A, Naaktgeboren CA et al. External validation of prognostic models to predict risk of gestational diabetes mellitus in one Dutch cohort: prospective multicentre cohort study. *BMJ (Clinical research ed.)* 2016; 354: i4338
- [116] Brunner S, Stecher L, Ziebarth S et al. Excessive gestational weight gain prior to glucose screening and the risk of gestational diabetes: a meta-analysis. *Diabetologia* 2015; 58: 2229–2237
- [117] Barnes RA, Wong T, Ross GP et al. Excessive Weight Gain Before and During Gestational Diabetes Mellitus Management: What Is the Impact? *Diabetes Care* 2020; 43: 74–81

- [118] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (7. aktualisierte Ausgabe 2021): Referenzwerteübersicht. Im Internet (Stand: 05.06.2023): <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/>
- [119] Ouellette C, Rudkowska I, Lemieux S et al. Gene-diet interactions with polymorphisms of the MGLL gene on plasma low-density lipoprotein cholesterol and size following an omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation: a clinical trial. *Lipids in health and disease* 2014; 13: 86
- [120] Vallée Marcotte B, Cormier H, Guénard F et al. Novel Genetic Loci Associated with the Plasma Triglyceride Response to an Omega-3 Fatty Acid Supplementation. *Journal of nutrigenetics and nutrigenomics* 2016; 9: 1–11
- [121] Rudkowska I, Pérusse L, Bellis C et al. Interaction between Common Genetic Variants and Total Fat Intake on Low-Density Lipoprotein Peak Particle Diameter: A Genome-Wide Association Study. *Journal of nutrigenetics and nutrigenomics* 2015; 8: 44–53
- [122] Seidelmann SB, Feofanova E, Yu B et al. Genetic Variants in SGLT1, Glucose Tolerance, an Cardiometabolic Risk. *JACC* 2018; 72: 1763–1773
- [123] Rasmussen KM, Yaktine AL Hrsg. *Weight gain during pregnancy. Re-examining the guidelines.* National Academies Press (US). Washington, DC: National Academies Press; 2009
- [124] Uusitupa M, Louheranta A, Lindström J et al. The Finnish Diabetes Prevention Study. *The British journal of nutrition* 2000; 83 (Suppl. 1): S137–S142
- [125] OECD: Health at a Glance 2021: OECD Indicators. Im Internet (Stand: 06.06.2023): <https://www.oecd.org/health/health-at-a-glance/>