LIFE Science Hub
JOURNAL OF SCIENCE
EXPANDING KNOWLEDGE ABOUT NUTRITION AND HEALTH

ORIGINAL RESEARCH

Die Aufnahme einer gemischten Mahlzeit reduziert den Blutzuckeranstieg im Vergleich zur reinen Glukoseaufnahme durch verschiedene adaptive Mechanismen bei Menschen mit und ohne Typ-2-Diabetes – Eine Überprüfung der Evidenz

Dott. A. Conte[1]

1 Ernährungsbiologe, Italy

1. ABSTRACT

Die analysierte Publikation verglich die Stoffwechselreaktion auf isoliert aufgenommene Glukose mit derjenigen, die beobachtet wurde, wenn Glukose, Proteine und Fette gemeinsam konsumiert wurden. Bei 18 gesunden Personen und 18 Personen mit unbehandeltem Typ-2-Diabetes führte die gemischte Mahlzeit zu einem geringeren Anstieg des Blutzuckerspiegels als das reine Glukosegetränk. Die Autoren stellten zudem Veränderungen der Funktion der pankreatischen Betazellen, der Insulin-Clearance aus dem Blut, der Magenentleerung sowie einiger Darmhormone fest.Im Abschnitt 2.3 „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ nutzen Dr. A. Colonnese und R. Panzironi diese Studie, um zu verdeutlichen, dass der Blutzuckerspiegel nach einer Mahlzeit von einem Netzwerk an Signalen abhängt und nicht allein von der Menge der Kohlenhydrate. Unabhängige Studien bestätigen, dass Proteine und Fette, insbesondere wenn sie vor oder zusammen mit Kohlenhydraten verzehrt werden, die Magenentleerung verlangsamen und den Blutzuckeranstieg abschwächen können. Die Richtung der Reaktion von GIP und GLP-1 ist jedoch nicht in allen Protokollen identisch, und die verfügbaren Studien sind größtenteils kurzfristig angelegt und weisen eine geringe Teilnehmerzahl auf.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Published: November 11, 2026
Updated: November 11, 2026

DOI 10.5281/zenodo.24140930

MISSION

LIFE Science Hub – Journal of Science entstand mit dem Ziel, wissenschaftliches Wissen zugänglich zu machen, ohne auf methodische Strenge, Qualität der Quellen und Verlässlichkeit der Inhalte zu verzichten. Die Zeitschrift fördert die Verbreitung von Wissen in den Gesundheits-, Ernährungs-, Medizin- und Langlebigkeitswissenschaften und schlägt so eine Brücke zwischen der Welt der Forschung und der Gesellschaft.

Durch Artikel, Übersichtsarbeiten, vertiefende Beiträge und Expertenbeiträge stärkt das Journal die evidenzbasierte Medizin und Wissenschaft, fördert eine korrekte Interpretation wissenschaftlicher Daten und tritt Fehlinformationen entgegen. Jeder Inhalt wird mit dem Ziel entwickelt, die Komplexität der Forschung in verständliche, nützliche und anwendbare Informationen zu übersetzen, wobei die Grundsätze von Genauigkeit, Transparenz und wissenschaftlicher Unabhängigkeit unangetastet bleiben.

Frei von politischen, industriellen und kommerziellen Einflüssen versteht sich die Zeitschrift als maßgeblicher und unabhängiger redaktioneller Raum, der der Förderung der wissenschaftlichen Kultur, der beruflichen Weiterbildung und dem Wachstum des Gesundheitsbewusstseins in der Bevölkerung gewidmet ist.

2. ANALYSIERTE STUDIE

Die Forschungsfrage lautete, ob der Organismus unterschiedlich auf Kohlenhydrate, Proteine und Fette reagiert, je nachdem, ob sie getrennt oder kombiniert in derselben Mahlzeit aufgenommen werden. Die Hypothese war, dass eine gemischte Mahlzeit den postprandialen Glukoseanstieg – also den Gesamtanstieg des Blutzuckerspiegels nach dem Essen – durch mehrere gleichzeitige Mechanismen verringern könnte.Der Bezug zum entsprechenden Buchabschnitt betrifft daher einen sehr spezifischen Punkt: Die Bauchspeicheldrüse und das Verdauungssystem reagieren nicht nur auf die aufgenommene Glukosemenge. Die Zusammensetzung der Mahlzeit beeinflusst die Geschwindigkeit, mit der die Nährstoffe den Darm erreichen, die Ausschüttung von Darmhormonen, die Verfügbarkeit von Insulin im Blut sowie die Reaktion der Betazellen, also jener Zellen der Bauchspeicheldrüse, die Insulin produzieren.Die Studie kann akute metabolische Unterschiede nach spezifischen Ernährungstests belegen. Sie kann jedoch nicht nachweisen, dass jede gemischte Mahlzeit bei jedem Menschen metabolisch überlegen ist, noch kann sie langfristige klinische Auswirkungen auf den HbA1c-Wert, Diabetes-Komplikationen, das Körpergewicht oder die Notwendigkeit einer medikamentösen Therapie feststellen.

3. MATERIALIEN UND METHODEN DER ORIGINALSTUDIE

Das verfügbare Material besteht lediglich aus dem Abstract. Die Studie umfasste 18 gesunde Probanden und 18 Probanden mit unbehandeltem Typ-2-Diabetes. Die Teilnehmer nahmen entweder Glukose allein, Proteine allein, Fette allein oder alle drei Makronährstoffe zusammen in einer gemischten Mahlzeit zu sich.Die Glukosebelastung lieferte 330 kcal. Die Versuche mit reinen Proteinen oder reinen Fetten lieferten jeweils 110 kcal. Die gemischte Mahlzeit lieferte insgesamt 550 kcal. Dieser Energieunterschied ist wichtig: Der Hauptvergleich bestand nicht zwischen kalorisch perfekt äquivalenten Zubereitungen, sondern zwischen isolierter Glukose und Glukose in Kombination mit Proteinen und Fetten.Die Autoren maßen Glukose, Insulin, C-Peptid, Glukagon, GIP und GLP-1. Das C-Peptid ist eine Substanz, die zusammen mit Insulin freigesetzt wird und dabei hilft, die tatsächlich vom Pankreas ausgeschüttete Insulinmenge abzuschätzen. GIP und GLP-1 sind Inkretine, also Darmhormone, die an der Regulierung der Insulinausschüttung und der Verdauung beteiligt sind. Die Funktion der Betazellen und die Insulin-Clearance, also die Entfernung von Insulin aus dem Kreislauf, vor allem durch die Leber, wurden mithilfe mathematischer Modelle auf Basis der Daten von Glukose, Insulin und C-Peptid geschätzt.Um die Magenentleerung, also die Geschwindigkeit, mit der der Mageninhalt in den Dünndarm gelangt, zu bestimmen, wurde Paracetamol verabreicht und dessen Erscheinen im Blut gemessen. Der Rekrutierungszeitraum, detaillierte Ein- und Ausschlusskriterien, die Reihenfolge der Versuche, die Zeitpunkte der Blutentnahmen, vollständige statistische Analysen sowie numerische Werte der Endpunkte sind im verfügbaren Material nicht aufgeführt.

4. ERGEBNISSE

In beiden Gruppen, sowohl bei gesunden Personen als auch bei Menschen mit Typ-2-Diabetes, führte die gemischte Mahlzeit zu einem geringeren Blutzuckeranstieg im Vergleich zur alleinigen Glukoseaufnahme. Einfach ausgedrückt: Der Anstieg des Blutzuckerspiegels nach einer Mahlzeit, die auch Proteine und Fette enthielt, war geringer als der nach dem reinen Glukosegetränk.Die Insulinkonzentrationen im Blut stiegen nach der gemischten Mahlzeit stärker an als nach der isolierten Glukoseaufnahme, während das C-Peptid nicht in entsprechendem Maße zunahm. Dieses Profil ist mit einer verringerten Insulin-Clearance vereinbar: Ein Teil des Insulins könnte länger im Kreislauf verblieben sein, ohne dass dies zwangsläufig eine proportionale Erhöhung der vom Pankreas ausgeschütteten Menge bedeutet. Das mathematische Modell schätzte zudem eine verbesserte Betazellfunktion nach der gemischten Mahlzeit.Glukagon, ein Hormon, das vor allem zwischen den Mahlzeiten dazu beiträgt, den Blutzuckerspiegel aufrechtzuerhalten, war nach der gemischten Mahlzeit höher. Auch GIP und GLP-1 stiegen nach allen Tests an; der im Abstract hervorgehobene Befund ist ein besonders ausgeprägter Anstieg von GIP nach der gemischten

Mahlzeit im Vergleich zur reinen Glukose. Das Abstract enthält keinen spezifischen quantitativen Vergleich, der einen stärkeren Anstieg von GLP-1 bei der gemischten Mahlzeit gegenüber dem reinen Glukosetest belegt.Das Auftreten von Paracetamol war nach der gemischten Mahlzeit verzögert. Dieses Ergebnis deutet auf eine langsamere Magenentleerung hin: Die Glukose gelangte somit möglicherweise schrittweiser in den Darm und ins Blut. Das Abstract enthält keine absoluten Werte, Konfidenzintervalle oder P-Werte für diese Ergebnisse; solche Informationen sind im verfügbaren Material nicht enthalten.

5. INTERPRETATION

Die zentrale Bedeutung der Arbeit liegt darin, dass eine Mahlzeit nicht einfach nur die Summe ihrer Kalorien oder Kohlenhydratgramm ist. Proteine und Fette können das Tempo, mit dem Glukose aufgenommen wird, sowie die damit einhergehende hormonelle Reaktion verändern. Aus dieser Perspektive kann ein niedrigerer postprandialer Blutzuckerspiegel sowohl aus einer langsameren Glukoseaufnahme im Darm als auch aus einer veränderten Insulinregulation resultieren.Der in der Studie direkt dokumentierte Teil der Kette ist: gleichzeitiges Vorhandensein von Glukose, Proteinen und Fetten langsamere Magenentleerung und endokrine Veränderungen geringere Blutzuckerschwankungen. Die Studie beobachtet zudem eine geringere Insulin-Clearance und eine höher eingeschätzte Betazellfunktion, belegt jedoch nicht, dass diese Veränderungen einzeln für die Senkung des Blutzuckerspiegels verantwortlich sind.Das Zitat im Buch ist daher angemessen, um die Idee eines koordinierten Netzwerks aus endokrinen und gastrointestinalen Anpassungen zu stützen. Es sind jedoch zwei Vorsichtsmaßnahmen zu beachten. Erstens enthielt die gemischte Mahlzeit mehr Kalorien als die reine Glukose. Zweitens identifiziert der zeitliche Zusammenhang zwischen hormonellen Schwankungen und dem Blutzuckerspiegel nicht mit Sicherheit das kausale Gewicht der einzelnen Mechanismen.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE EVIDENZ

Eine Bestätigung, die der Darstellung im Buch besonders nahekommt, stammt aus einer randomisierten Crossover-Studie mit 12 Personen mit Typ-2-Diabetes und 10 gesunden Freiwilligen. Fisch oder Fleisch, die vor dem Reis verzehrt wurden, reduzierten die Fläche unter der Glukosekurve bei Menschen mit Diabetes im Vergleich zu Reis, der vor den Proteinquellen verzehrt wurde. In derselben Studie stieg die Zeit, die benötigt wurde, um die Hälfte des Mageninhalts zu entleeren, von etwa 30 Minuten auf über 80 Minuten, wenn Fisch oder Fleisch dem Reis vorausgingen. Die Magenentleerungsverzögerung war mit geringeren Blutzuckerschwankungen und einer stärkeren GLP-1-Sekretion assoziiert, ohne jedoch allein einen vollständigen Kausalzusammenhang zu belegen [1].Eine zweite Crossover-Studie untersuchte acht Personen mit Typ-2-Diabetes, die ausschließlich diätetisch kontrolliert wurden. Die Zugabe von 55 g Molkenprotein zu einer Suppe, die 30 Minuten vor einer Kartoffelmahlzeit verzehrt wurde, verlangsamte die Magenentleerung stärker als ohne Proteinzusatz. Die inkrementelle Fläche des Blutzuckers war sowohl bei der Proteineinnahme vor der Mahlzeit als auch bei der Zugabe zur Mahlzeit geringer. Insulin, GIP und Cholecystokinin stiegen an, während GLP-1 nach der Protein-Vorbelastung höher ausfiel [2]. Diese Studie stützt direkt die Abfolge Proteine Darmhormone und langsamere Magenentleerung geringerer Blutzuckeranstieg.In einer aktuelleren Crossover-Studie nahmen 10 ältere Männer mit Typ-2-Diabetes und 10 Personen ohne Diabetes 30 g Glukose, 30 g Molkenprotein oder deren Kombination zu sich. Die Kombination reduzierte den Blutzuckerspitzenwert im Vergleich zu Glukose allein, sowohl bei Menschen mit Diabetes als auch bei den Kontrollpersonen, und steigerte den Insulinspiegel stärker. Die Magenentleerung des kombinierten Getränks verlief langsamer als bei Getränken, die nur Glukose oder nur Proteine enthielten [3]. Das Modell basiert zwar auf einem Getränk und nicht auf einer üblichen Mahlzeit, bestärkt jedoch die Beobachtung, dass Proteine und Kohlenhydrate zusammen gleichzeitig den Blutzuckerspiegel, das Insulin und die Magenmotilität beeinflussen können.Insgesamt bestätigen diese unabhängigen Untersuchungen, dass die Zusammensetzung und auch die Reihenfolge der

Mahlzeit den postprandialen Blutzuckerspiegel durch gastrointestinale und hormonelle Mechanismen beeinflussen. Die Bestätigung ist am solidesten für die Verlangsamung der Magenentleerung und die Reduzierung des Blutzuckeranstiegs; sie ist weniger einheitlich hinsichtlich der Richtung jedes einzelnen Inkretins und der Insulin-Clearance.

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Es wurden keine direkt widersprüchlichen Belege gefunden, die für das allgemeine Ergebnis, dass die Zugabe von Makronährstoffen zu Kohlenhydraten den postprandialen Blutzuckeranstieg abschwächen oder verzögern kann, hinreichend relevant wären; dies beweist jedoch nicht das Fehlen gegenteiliger Ergebnisse.Es besteht jedoch ein relevanter Unterschied in der hormonellen Reaktion. In einer kleinen Crossover-Studie an sechs Männern mit Typ-2-Diabetes verlangsamten 30 ml Olivenöl, die vor einer Kartoffelmahlzeit eingenommen wurden, die Magenentleerung deutlich und verzögerten den Anstieg des Blutzuckerspiegels. Gleichzeitig schwächten sie im Vergleich zur Kontrolle mit Wasser den Anstieg von Insulin und GIP ab, während sie das GLP-1 erhöhten [4]. Dieser Befund widerspricht nicht der Rolle des im Buch beschriebenen Magen-Darm-Netzwerks, zeigt aber, dass GIP nicht zwangsläufig in jeder Situation ansteigt, in der Fette und Kohlenhydrate den Blutzuckerspiegelanstieg reduzieren oder verzögern.Der Unterschied kann vom vorherrschenden Makronährstoff abhängen, davon, ob das Öl vor oder zusammen mit dem Kohlenhydrat eingenommen wurde, von der festen oder flüssigen Form der Mahlzeit, der Dosis und den Merkmalen der Teilnehmer. Daher ist es nicht korrekt, eine spezifische Veränderung von GIP oder GLP-1 als universellen Mechanismus für alle gemischten Mahlzeiten zu betrachten.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die Tabelle unterscheidet zwischen der Publikation, die Gegenstand der Überprüfung ist, und unabhängigen Forschungen, die die einzelnen Abschnitte der Darstellung bestätigen oder kontextualisieren.

Quadro comparativo

Referenz	Studientyp	Population oder Modell	Hauptergebnis	Evidenzrichtung	Evidenzstärke
Originalstudie	Akute experimentelle Studie am Menschen	18 gesunde Probanden und 18 mit unbehandeltem Typ-2-Diabetes	Die gemischte Mahlzeit reduzierte die glykämische Schwankung im Vergleich zu reinem Glukosekonsum; assoziiert mit verlangsamter Magenentleerung und endokrinen Veränderungen	direkte Bestätigung	moderat
[1]	Explorative Crossover-RCT	12 Personen mit Typ-2-Diabetes und 10 gesunde Kontrollpersonen	Fisch oder Fleisch vor dem Reis reduzierten die glykämische Schwankung und verlangsamten die Magenentleerung	direkte Bestätigung	moderat

[2]	Crossover-Studie	8 Personen mit diätetisch kontrolliertem Typ-2-Diabetes	Die Vorbelastung mit Molkenprotein reduzierte die inkrementelle glykämische Fläche, verlangsamte die Magenentleerung und erhöhte die Inkretinwerte	direkte Bestätigung	moderat
[3]	Crossover-Studie	10 ältere Männer mit Typ-2-Diabetes und 10 ohne Diabetes	Glukose plus Molkenprotein reduzierte den Blutzuckerspiegel-Peak und verlangsamte die Magenentleerung im Vergleich zu Glukose allein	direkte Bestätigung	moderat
[4]	Randomisierte Crossover-Studie	6 Männer mit Typ-2-Diabetes	Öl vor den Kartoffeln verlangsamte die Magenentleerung und verzögerte den Blutzuckeranstieg, reduzierte jedoch GIP und erhöhte GLP-1	widersprüchliche Evidenz	niedrig

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die analysierte Studie stützt direkt das Konzept, dass eine gemischte Mahlzeit einen geringeren Blutzuckeranstieg verursachen kann als die Aufnahme von Glukose allein. Dieses Ergebnis ist biologisch konsistent mit einer graduelleren Verdauung und Resorption, begleitet von Veränderungen der Insulinantwort und der Darmhormone.Unabhängige Untersuchungen bestätigen vor allem den Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein oder der Reihenfolge von Proteinen und Fetten, der Verlangsamung der Magenentleerung und der Abschwächung des postprandialen Blutzuckeranstiegs. Die wissenschaftliche Argumentation ist daher beim Menschen kurzfristig gut belegt. Die genaue Funktion von GIP, GLP-1, Glukagon und der Insulinclearance variiert jedoch je nach Art des Nährstoffs, der Dosis, der Reihenfolge und der Zusammensetzung der Mahlzeit. Es sind umfangreichere und länger angelegte Studien erforderlich, um die klinischen Auswirkungen langfristig zu definieren.

Aggiornato al 17/11/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

10. TRANSPARENZ UND WISSENSCHAFTLICHE VERANTWORTUNG

Künstliche Intelligenz wurde ausschließlich als Hilfsmittel zur redaktionellen und dokumentarischen Unterstützung eingesetzt. Sämtliche Inhalte, Interpretationen, Literaturangaben und Schlussfolgerungen wurden vom Autor geprüft, überarbeitet und freigegeben, der die volle wissenschaftliche Verantwortung dafür übernimmt.

Das Manuskript wurde zudem vor der Veröffentlichung einem unabhängigen Peer-Review-Verfahren unterzogen.

Um größtmögliche Transparenz zu gewährleisten, ist die vollständige Chronologie des Artikels, einschließlich der Daten von Einreichung, Überarbeitung, Annahme und Veröffentlichung sowie der Angaben zum Peer-Review-Verfahren, auf der eigenen Seite zur Artikelhistorie verfügbar.

11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] **Meal sequence and glucose excursion, gastric emptying and incretin secretion in type 2 diabetes: a randomised, controlled crossover, exploratory trial**
Kuwata et al., 2016
Diabetologia
DOI: https://doi.org/10.1007/s00125-015-3841-z

[2] **Effects of a Protein Preload on Gastric Emptying, Glycemia, and Gut Hormones After a Carbohydrate Meal in Diet-Controlled Type 2 Diabetes**
Ma et al., 2009
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/dc09-0723

[3] **Effects of co ingesting glucose and whey protein on blood glucose, plasma insulin and glucagon concentrations, and gastric emptying, in older men with and without type 2 diabetes**
Oberoi et al., 2023
Diabetes, Obesity and Metabolism
DOI: https://doi.org/10.1111/dom.14983

[4] **Effects of Fat on Gastric Emptying of and the Glycemic, Insulin, and Incretin Responses to a Carbohydrate Meal in Type 2 Diabetes**
Gentilcore et al., 2006
The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism
DOI: https://doi.org/10.1210/jc.2005-2644