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

ORIGINAL RESEARCH

Reihenfolge der Lebensmittel und Kohlenhydratverteilung: Auswirkungen auf den Blutzuckerspiegel bei gesunden jungen Frauen

M. Moscati[1]

1 Italy

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Published: November 15, 2026
Updated: November 15, 2026

DOI 10.5281/zenodo.24256875

1. ABSTRACT

Die analysierte Studie verglich bei 18 gesunden jungen japanischen Frauen zwei Tage mit denselben Lebensmitteln und identischen Gesamtnährstoffmengen: drei traditionelle Mischmahlzeiten oder fünf Essgelegenheiten, bei denen die Kohlenhydrate in kleineren Portionen verteilt und nach Gemüse und Proteinen verzehrt wurden. Das Crossover-Design, bei dem jede Teilnehmerin beide Bedingungen durchlief, zeigte beim Fünf-Mahlzeiten-Modell eine Verringerung der Schwankungsbreite des Blutzuckerspiegels, der postprandialen Spitzenwerte, der inkrementellen Fläche unter der Blutzuckerkurve sowie der Zeit, in der der Wert über 7,8 mmol/L lag.Im Abschnitt 3.1 von „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ von Dr. A. Colonnese und R. Panzironi trägt die Publikation zu der Erkenntnis bei, dass die Verteilung von Kohlenhydraten und die Reihenfolge der Lebensmittel die postprandialen Blutzuckerschwankungen abschwächen können. Unabhängige Crossover-Studien und systematische Übersichten bestätigen vor allem den akuten Effekt des Kohlenhydratverzehrs nach Gemüse und Proteinen. Zudem gibt es Daten, die auf einen Effekt der vorangegangenen Mahlzeit auf die nachfolgende glykämische Reaktion hindeuten. Der spezifische Beitrag der Aufteilung in fünf Mahlzeiten lässt sich jedoch nicht von dem der Reihenfolge der Lebensmittel trennen, und ein Nachweis für die Prävention von Diabetes oder Langzeitkomplikationen liegt nicht vor.

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 bei gleicher Kalorien- und Nährstoffzufuhr die Verteilung der Kohlenhydrate auf fünf Mahlzeiten sowie deren Verzehr nach Gemüse und Proteinen die Glukoseschwankungen im Vergleich zu drei Mahlzeiten, bei denen alle Lebensmittel zusammen aufgenommen wurden, reduziert. Die Hypothese war relevant, da postprandiale Blutzuckerspitzen einen wesentlichen Teil der glykämischen Variabilität ausmachen, also des Ausmaßes, in dem der Glukosespiegel im Tagesverlauf steigt und fällt.Der Bezug zum Buchabschnitt ist präzise: Die Untersuchung belegt, dass eine Strategie aus kleineren Kohlenhydratportionen, kürzeren Essensabständen und der Reihenfolge Gemüse Proteine Kohlenhydrate mit geringeren akuten Blutzuckerschwankungen einhergeht. Es lässt sich jedoch nicht feststellen, welche Komponente der Strategie für den Effekt verantwortlich ist, da die Änderungen gemeinsam angewendet wurden. Zudem kann nicht nachgewiesen werden, dass diese Vorgehensweise Diabetes oder dessen Komplikationen vorbeugt.

3. MATERIALIEN UND METHODEN DER ORIGINALSTUDIE

Zwischen Mai und Juli 2025 wurde eine randomisierte, offene Crossover-Studie durchgeführt. Es wurden 18 gesunde japanische Studentinnen mit einem Durchschnittsalter von 21,4 ± 0,8 Jahren, einem Durchschnittsgewicht von 50,1 ± 5,4 kg und einem durchschnittlichen Body-Mass-Index von 20,2 ± 1,9 kg/m² rekrutiert. Ausgeschlossen waren Personen mit Typ-1- oder Typ-2-Diabetes, Personen, die Medikamente einnahmen, welche den Glukosestoffwechsel beeinflussen können, sowie schwangere oder potenziell schwangere Frauen.Jede Teilnehmerin trug sechs Tage lang ein System zur intermittierenden und kontinuierlichen Glukoseüberwachung, das den Glukosespiegel in der interstitiellen Flüssigkeit – also der Flüssigkeit zwischen den Zellen – und nicht direkt im Blut misst. Am vierten und fünften Tag nahmen sie die gleichen Lebensmittel nach zwei in zufälliger Reihenfolge zugewiesenen Schemata zu sich. Das konventionelle Schema sah drei Mahlzeiten vor, bei denen alle Lebensmittel zusammen innerhalb von 15 Minuten verzehrt wurden. Das experimentelle Schema umfasste fünf Gelegenheiten: ein in zwei Teile aufgeteiltes Frühstück, ein in zwei Teile aufgeteiltes Mittagessen sowie ein Abendessen; bei jeder Gelegenheit wurden die Lebensmittel in der Reihenfolge Gemüse, Proteine und Kohlenhydrate verzehrt.Die tägliche Zufuhr war in beiden Schemata identisch: 1.822 kcal, 77,8 g Proteine, 52,6 g Fette, 284,5 g Kohlenhydrate und 27,2 g Ballaststoffe. Das primäre Ergebnis war der MAGE-Wert, also die mittlere Amplitude der glykämischen Exkursionen. Ebenfalls bewertet wurden die Glukosespitzen, die Standardabweichung, der Variationskoeffizient, die inkrementelle Fläche unter der Glukosekurve nach jeder Mahlzeit sowie die Zeit oberhalb, innerhalb oder unterhalb festgelegter Glukosebereiche. Die Fallzahl wurde für den MAGE-Wert berechnet und die Unterschiede wurden mittels t-Test analysiert.

4. ERGEBNISSE

Alle 18 Teilnehmerinnen haben die Studie abgeschlossen. Bei dem Schema mit fünf Mahlzeiten unterschied sich der durchschnittliche Blutzuckerspiegel über 24 Stunden nicht wesentlich von dem Schema mit drei Mahlzeiten: 5,20 ± 0,14 gegenüber 5,25 ± 0,14 mmol/L. Auch die gesamte inkrementelle Fläche über 24 Stunden zeigte keinen nennenswerten Unterschied. Mit anderen Worten: Die Umstellung senkte den durchschnittlichen täglichen Glukosespiegel nicht deutlich, veränderte jedoch dessen Profil, indem sie es weniger anfällig für schnelle und starke Anstiege machte.Der MAGE-Wert sank von 3,49 ± 0,32 mmol/L bei drei Mahlzeiten auf 2,56 ± 0,13 mmol/L bei fünf Mahlzeiten, mit $p < 0,01$. Die Standardabweichung des Glukosewertes verringerte sich von 1,07 ± 0,08 auf 0,84 ± 0,04 mmol/L. Auch der gemessene Maximalwert war niedriger (7,35 ± 0,25 statt 8,96 ± 0,40 mmol/L), und die glykämische Spitze nach dem Frühstück, Mittag- und Abendessen fiel im experimentellen Schema geringer aus.Der Effekt war in den ersten Stunden nach dem Mittag- und Abendessen besonders deutlich. Beispielsweise sank die inkrementelle Fläche unter der Kurve nach dem Abendessen bei 180 Minuten von 314 ± 35 auf 114 ± 19 mmol/L × min, während sie bei 300 Minuten 361 ± 37 gegenüber 148 ± 24 mmol/L × min betrug. Die Zeit über 7,8 mmol/L, einem Schwellenwert, der 140,4

mg/dL entspricht, verringerte sich von 4,2 ± 1,0 % auf 1,4 ± 0,6 % des Tages, mit $p < 0,01$. Die Zeit im Bereich von 3,9–7,8 mmol/L sowie unter 3,9 mmol/L zeigte keine relevanten Unterschiede.

5. INTERPRETATION

Einfach ausgedrückt: Das experimentelle Schema hat die durchschnittliche Menge an zirkulierender Glukose im Tagesverlauf nicht deutlich gesenkt, aber es hat die Höhe und Schnelligkeit einiger Blutzuckerspitzen nach den Mahlzeiten reduziert. Dies ist der Teil der Erzählung des Buches, den die Studie direkt belegt: Eine andere Anordnung der Mahlzeiten kann die akute glykämische Variabilität abschwächen.Die vorgeschlagene biologische Erklärung ist plausibel. Kleinere Kohlenhydratportionen können die glykämische Last jeder einzelnen Mahlzeit verringern. Gemüse und Proteine, die vor den Kohlenhydraten verzehrt werden, können die Verfügbarkeit der Kohlenhydrate im Darm verzögern und die Reaktion von Darmhormonen, den sogenannten Inkretinen wie GLP-1 und GIP, verändern, die an der Regulierung des Blutzuckerspiegels und des Insulins beteiligt sind. Der sogenannte „Second-Meal-Effekt“ besagt hingegen, dass eine vorangegangene Mahlzeit oder ein Snack die Reaktion auf die darauffolgende Mahlzeit günstig beeinflussen kann.Diese Mechanismen wurden nicht direkt gemessen: Die Studie hat weder Insulin, GLP-1, GIP, freie Fettsäuren noch die Magenentleerung bestimmt. Zudem kombinierte der Vergleich drei Interventionen, nämlich die Aufteilung der Kohlenhydrate, die Anzahl der Mahlzeiten und die Reihenfolge der Lebensmittel. Aus diesem Grund zeigen die Ergebnisse die Wirkung des Gesamtschemas, nicht den Anteil, der mit Sicherheit jedem einzelnen Schritt zugeschrieben werden kann.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE NACHWEISE

Eine systematische Übersichtsarbeit von 11 akuten Experimenten mit isokalorischen Mahlzeiten, also Mahlzeiten mit gleichem Energiegehalt, untersuchte die Reihenfolge der Nahrungsaufnahme. In allen Studien, in denen Glukose und Insulin gemessen wurden, führte der Verzehr von Kohlenhydraten am Ende der Mahlzeit tendenziell zu einer Verringerung zumindest eines Teils der postprandialen Schwankungen; die konsistenteste Evidenz, die von den Autoren als moderat eingestuft wurde, betraf die akute Reduzierung der Glukose- und Insulinschwankungen. Diese Erkenntnis bestätigt die Aussage zur Reihenfolge, erst Gemüse und/oder Proteine vor den Kohlenhydraten zu essen, überprüft jedoch nicht spezifisch das Modell der fünf Mahlzeiten [1].In der PATTERN-Studie absolvierten 16 gesunde chinesische Erwachsene eine randomisierte Crossover-Studie mit fünf verschiedenen Abfolgen derselben Lebensmittel: Gemüse, Huhn und Reis. Im Vergleich zum Verzehr von Reis als erstem Bestandteil war die glykämische Gesamtantwort signifikant abgeschwächt, wenn Gemüse und Proteine vor dem Reis verzehrt wurden. Die Reihenfolge Gemüse Fleisch Reis führte zudem zu einer stärkeren GLP-1-Sekretion, ohne dass in den ersten 60 Minuten ein erhöhter Insulinbedarf bestand. Dieses Experiment stützt direkt sowohl die Wirkungsrichtung auf den Glukosespiegel als auch die Plausibilität des Zusammenhangs mit Inkretinen, wenngleich es sich um eine kurze Studie an einer kleinen Gruppe gesunder Personen handelt [2].Der mögliche Effekt der vorangegangenen Mahlzeit wird durch ein kleines Crossover-Experiment an 10 Erwachsenen mit Typ-2-Diabetes gestützt, die mit Diät und/oder Metformin behandelt wurden. Ein proteinreicher Snack aus Soja und Joghurt vor dem Frühstück reduzierte die inkrementelle Glukosefläche nach dem Frühstück von 699 ± 99 auf 450 ± 55 mmol·min/L. Das Ergebnis ist mit dem sogenannten „Second-Meal-Effekt“ vereinbar, bezieht sich jedoch auf eine Population mit Diabetes und einen proteinreichen Snack vor dem Frühstück; es beweist nicht, dass derselbe Mechanismus den Effekt erklärt, der bei den jungen gesunden Frauen in der analysierten Studie beobachtet wurde [3].

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2026 untersuchte 18 randomisierte Studien zum Verzehr von Gemüse vor Kohlenhydraten. Sie stellte eine Senkung des postprandialen Blutzuckerspiegels nach 30 Minuten um –1,21 mmol/L und nach 60 Minuten um –0,52 mmol/L fest. Nach 120 Minuten war der Blutzuckerspiegel jedoch um 0,24 mmol/L höher als in der Kontrollgruppe. Dieser Verlauf deutet darauf hin, dass der anfängliche Nutzen auch eine zeitliche

Verschiebung der glykämischen Reaktion widerspiegeln könnte und nicht zwangsläufig eine gleichmäßige Verringerung der gesamten Glukoseexposition bedeutet [4].Die Autoren bewerteten die Sicherheit der Schätzungen als sehr gering und stellten in zehn Studien ein moderates sowie in acht Studien ein hohes Risiko für Bias fest. Diese Erkenntnisse widersprechen zwar nicht der in der analysierten Studie beobachteten Abschwächung der frühen Blutzuckerspitzen, mahnen jedoch dazu, einen niedrigeren Spitzenwert nicht automatisch als Verbesserung aller glykämischen Indikatoren oder als langfristigen klinischen Nutzen zu interpretieren. Es wurden keine direkt widersprüchlichen Belege gefunden, die für das kombinierte Schema von fünf Mahlzeiten mit fraktionierten Kohlenhydraten ausreichend relevant wären; dies beweist jedoch nicht das Fehlen gegenteiliger Ergebnisse.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die Tabelle unterscheidet zwischen der Studie, die Gegenstand der Evidenzprüfung ist, und unabhängigen Publikationen, die die Darstellung im Text bestätigen oder eingrenzen.

Quadro comparativo

Referenz	Studientyp	Population oder Modell	Hauptergebnis	Richtung der Evidenz	Stärke der Evidenz
Originalstudie	Offene Crossover-RCT	18 gesunde junge japanische Frauen	Fünf Mahlzeiten mit fraktionierten Kohlenhydraten und der Reihenfolge Gemüse → Protein → Kohlenhydrate reduzierten MAGE, Spitzenwerte und die Zeit über 7,8 mmol/l im Vergleich zu drei gemischten Mahlzeiten.	direkte Bestätigung	moderat
[1]	Systematische Übersichtsarbeit	11 akute Experimente, gemischte Populationen	Der Verzehr von Kohlenhydraten als letzte Komponente führte tendenziell zu einer Verringerung der postprandialen Glukose- und Insulinschwankungen .	direkte Bestätigung	moderat
[2]	Crossover-RCT	16 gesunde chinesische Erwachsene	Gemüse und Proteine vor dem Reis dämpften die glykämische Reaktion; die Reihenfolge Gemüse → Fleisch → Reis erhöhte GLP-1 ohne erhöhten frühen Insulinbedarf.	direkte Bestätigung	moderat

[3]	Crossover-Studie	10 Erwachsene mit Typ-2-Diabetes	Ein proteinreicher Snack vor dem Frühstück reduzierte die inkrementelle Glukosefläche nach dem Frühstück.	indirekte Bestätigung	vorläufig
[4]	Systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse	18 RCTs bei Erwachsenen mit und ohne klinische Erkrankungen	Senkung des Blutzuckers nach 30 und 60 Minuten, jedoch höherer Wert nach 120 Minuten; sehr geringe Sicherheit.	widersprüchliche Evidenz	moderat

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die untersuchte Studie zeigt, dass bei den untersuchten gesunden jungen Frauen fünf Mahlzeiten mit fraktionierten Kohlenhydraten, die nach Gemüse und Proteinen verzehrt wurden, die postprandialen Spitzenwerte und die glykämische Variabilität im Vergleich zu drei gemischten Mahlzeiten mit identischem Nährstoffgehalt reduzierten. Das Ergebnis wird durch die unabhängige Literatur in Bezug auf die Reihenfolge der Lebensmittel moderat gestützt. Die spezifische Rolle der Mahlzeitenfrequentierung, der Inkretine, der Magenentleerung und des Effekts der zweiten Mahlzeit erfordert eine gezielte Validierung. Es ist nicht erwiesen, dass diese Strategie Diabetes vorbeugt oder individualisierte klinische Interventionen ersetzt.

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] **Ordered Eating and Its Effects on Various Postprandial Health Markers: A Systematic Review**
Ferguson et al., 2023
Journal of the American Nutrition Association
DOI: https://doi.org/10.1080/27697061.2022.2161664

[2] **Postprandial glucose, insulin and incretin responses differ by test meal macronutrient ingestion sequence (PATTERN study)**
Sun et al., 2020
Clinical Nutrition
DOI: https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.001

[3] **Utilizing the Second-Meal Effect in Type 2 Diabetes: Practical Use of a Soya-Yogurt Snack**
Chen et al., 2010
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/dc10-0552

[4] **Effect of eating vegetables before carbohydrates on glucose, insulin and glycemic control – A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials**
Kampmann-Gongoll et al., 2026
Clinical Nutrition
DOI: https://doi.org/10.1016/j.clnu.2026.106775