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

ORIGINAL RESEARCH

Relative Beiträge von präprandialen und postprandialen Glukoseexpositionen, glykämischer Variabilität und nicht-glykämischen Faktoren zum HbA1c-Wert bei Menschen mit und ohne Diabetes – Eine Überprüfung der Evidenz

Dott. A. Conte[1]

1 Ernährungsbiologe, Italy

1. ABSTRACT

Die analysierte Studie untersuchte, in welchem Maße der Blutzuckerspiegel vor den Mahlzeiten, nach den Mahlzeiten, glykämische Schwankungen sowie bestimmte biologische Faktoren, die nicht direkt mit Glukose zusammenhängen, zum glykierten Hämoglobin (HbA1c) beitragen – einem Indikator für den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel der vorangegangenen zwei bis drei Monate. Die Analyse nutzte Daten von 77 Personen ohne Diabetes und 97 Personen mit Typ-2-Diabetes, die nicht mit Insulin behandelt wurden und sich einem kontinuierlichen Glukosemonitoring unterzogen.Bei Menschen ohne Diabetes trug die Glukoseexposition nach den Mahlzeiten stärker zum HbA1c-Wert bei als der präprandiale Blutzuckerspiegel und die glykämische Variabilität. Bei Typ-2-Diabetes hingegen leisteten der Blutzuckerspiegel vor und nach den Mahlzeiten ähnliche Beiträge, insbesondere bei höheren HbA1c-Werten. Das Ergebnis stützt die Darstellung von „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ von Dr. A. Colonnese und R. Panzironi, wonach HbA1c und der durchschnittliche Blutzuckerspiegel die tägliche Glukosedynamik nicht vollständig beschreiben. Unabhängige Studien bestätigen, dass sich das relative Gewicht von postprandialem und basalem Blutzucker mit der Stoffwechsellage ändert und dass individuelle biologische Merkmale den HbA1c-Wert bei gleichem Glukosespiegel beeinflussen können. Es bestehen jedoch weiterhin Unterschiede zwischen den Studien, insbesondere hinsichtlich des spezifischen Beitrags der glykämischen Variabilität.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Published: November 13, 2026
Updated: November 13, 2026

DOI 10.5281/zenodo.24205790

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 HbA1c-Wert vor allem vom Blutzuckerspiegel vor den Mahlzeiten, von den Anstiegen nach den Mahlzeiten, von den täglichen Schwankungen oder von persönlichen, nicht glykämischen Merkmalen abhängt. Die Hypothese war, dass diese Komponenten bei Menschen ohne Diabetes und bei Menschen mit Typ-2-Diabetes nicht das gleiche Gewicht haben.Die Untersuchung ist für Abschnitt 3.1 relevant, da sie das kontinuierliche Glukosemonitoring, kurz CGM (eine Technologie, die den Glukosespiegel wiederholt über Tag und Nacht aufzeichnet), nutzt, um Elemente aufzuzeigen, die ein einzelner HbA1c-Wert nicht darstellen kann: die Belastung nach den Mahlzeiten, nächtliche Werte und das Ausmaß der Schwankungen. Der spezifische Punkt, der hier vertreten wird, ist, dass sich das Verhältnis zwischen HbA1c und dem glykämischen Profil je nach Stoffwechsellage ändert und dass bei normoglykämischen Personen ein relevanter Teil der Unterschiede im HbA1c-Wert nicht durch die beobachteten Glukosewerte erklärt werden kann.Da es sich um eine Beobachtungsstudie handelt, kann die Forschung Assoziationen beschreiben und den Anteil der statistischen Variabilität schätzen, der durch die aufgezeichneten Messungen erklärt wird. Sie kann weder beweisen, dass eine einzelne glykämische Exkursion einen bestimmten HbA1c-Wert verursacht, noch dass die Reduzierung von Spitzenwerten nach den Mahlzeiten Diabetes oder kardiovaskuläre Komplikationen verhindert.

3. MATERIALIEN UND METHODEN DER ORIGINALSTUDIE

Die Analyse nutzte Daten der multizentrischen ADAG-Studie, die zwischen Januar 2006 und März 2008 an 11 Zentren in den USA, Europa, Afrika und Asien durchgeführt wurde. Nach den vorgesehenen Ausschlüssen wurden 77 Teilnehmer ohne Diabetes und 97 Personen mit Typ-2-Diabetes, die nicht mit Insulin behandelt wurden, in die Studie aufgenommen. Letztere wurden weiter unterteilt in 63 Personen mit einem HbA1c-Wert von unter 6,5 % und 34 Personen mit einem HbA1c-Wert von 6,5 % oder höher.Die Teilnehmer ohne Diabetes hatten keine familiäre Vorbelastung für Diabetes und einen Nüchternplasmaglukosewert von nicht mehr als 5,4 mmol/l. Die Personen mit Diabetes mussten in den vorangegangenen sechs Monaten eine stabile Stoffwechsellage aufweisen. Personen, die mit Insulin behandelt wurden, waren ausgeschlossen; der Text berichtet zudem, dass Anämie sowie schwere Leber- oder Nierenerkrankungen Ausschlusskriterien der ADAG-Studie waren, um Bedingungen zu begrenzen, die den HbA1c-Wert unabhängig vom Glukosespiegel beeinflussen können.Das verblindete CGM zeichnete den Glukosespiegel über mindestens zwei Tage zu Studienbeginn und danach alle vier Wochen für mindestens zwei Tage über einen Zeitraum von zwölf Wochen alle fünf Minuten auf. Während der Überwachungszeiträume führten die Teilnehmer täglich acht kapillare Messungen durch: vor und 90 Minuten nach dem Frühstück, Mittag- und Abendessen, vor dem Schlafengehen sowie um 3 Uhr morgens. Der Median der Tage mit validen CGM-Daten lag bei 13, mit einer Spanne von 3 bis 19 Tagen.Die Forscher berechneten den Glukosespiegel vor dem Frühstück, den nächtlichen Glukosespiegel, die Fläche unter der Glukosekurve in den zwei Stunden nach den Mahlzeiten, den maximalen Spitzenwert sowie verschiedene Variabilitätsindizes. Unter diesen misst die Standardabweichung, wie stark die Werte vom Mittelwert abweichen; der Variationskoeffizient setzt diese Streuung in Bezug zum mittleren Glukosespiegel; der MAGE-Wert quantifiziert das Ausmaß der wichtigsten glykämischen Schwankungen. Das primäre Ergebnis war der nach zwölf Wochen gemessene HbA1c-Wert als Durchschnitt aus vier standardisierten analytischen Methoden. Die Zusammenhänge wurden mittels linearer Regressionen geschätzt, zunächst einfach und anschließend bereinigt um Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index und ethnische Zugehörigkeit.

4. ERGEBNISSE

Das erste für den Leser nützliche Ergebnis ist, dass die Blutzuckerwerte und deren Schwankungen von Personen ohne Diabetes hin zu Personen mit Typ-2-Diabetes und höherem HbA1c-Wert zunahmen. Der Nüchternblutzucker vor dem Frühstück lag bei Personen ohne Diabetes im Durchschnitt bei 5,8 mmol/L, bei der Gruppe mit einem HbA1c-Wert unter 6,5 % bei 7,2 mmol/L und bei der Gruppe mit einem HbA1c-Wert von 6,5 % oder höher bei 8,6 mmol/L.

Auch der maximale Glukosespitzenwert stieg an: auf 8,9, 12,0 bzw. 16,3 mmol/L.Die acht berücksichtigten Blutzuckermessgrößen waren bei der Gesamtheit der Teilnehmer mit dem HbAIc-Wert assoziiert, bei einem P-Wert von unter 0,001. Die Bedeutung des Zusammenhangs unterschied sich jedoch zwischen den Gruppen. Bei Personen ohne Diabetes blieb nach der Korrektur für Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index und ethnische Zugehörigkeit nur die gesamte Fläche unter der Glukosekurve nach den Mahlzeiten statistisch signifikant mit dem HbAIc-Wert assoziiert. Ein Anstieg dieser postprandialen Exposition um eine Standardabweichung entsprach etwa 2 mmol/mol, also 0,2 Prozentpunkten, mehr HbAIc.Bei Typ-2-Diabetes mit einem HbAIc-Wert unter 6,5 % blieben mehrere Blutzuckerindikatoren mit dem HbAIc-Wert assoziiert; die stärksten Zusammenhänge zeigten sich beim nächtlichen Blutzucker und der gesamten Fläche nach den Mahlzeiten. In der Gruppe mit einem HbAIc-Wert von 6,5 % oder höher blieben der Blutzucker vor dem Frühstück, der nächtliche Blutzucker, die postprandiale Fläche, der Glukosespitzenwert und die Standardabweichung des Glukosewertes auch nach der Korrektur mit dem HbAIc-Wert assoziiert. In dieser Gruppe konnte ein Anstieg einer Standardabweichung der Blutzuckermesswerte einem Anstieg des HbAIc-Wertes um bis zu 9 mmol/mol entsprechen.Die Schätzung der erklärten Variabilitätsanteile verdeutlicht die im Buch zitierte Passage. Ohne Diabetes erklärten alle einbezogenen Variablen 35 % der Variabilität des HbAIc-Wertes; der Blutzucker vor den Mahlzeiten, der postprandiale Blutzucker und die Variabilität erklärten jeweils 4 %, 8 % bzw. 7 %, während nicht-glukosebezogene Faktoren etwa die Hälfte des erklärten Anteils ausmachten. Bei Typ-2-Diabetes mit einem HbAIc-Wert unter 6,5 % erklärte das Modell 49 % der Variabilität: 13 % waren auf den präprandialen Blutzucker zurückzuführen, 17 % auf den postprandialen und 13 % auf die Variabilität. Bei einem HbAIc-Wert von 6,5 % oder höher erklärte das Modell 78 %; der präprandiale und der postprandiale Blutzucker trugen jeweils etwa 27 % bei, während die Variabilität 20 % beitrug.

5. INTERPRETATION

Einfach ausgedrückt ist der HbAIc-Wert keine exakte Aufzeichnung jedes einzelnen Glukoseanstiegs oder -abfalls. Er ist ein zusammenfassendes Maß für die Glukoseexposition über einen längeren Zeitraum. Zwei Personen mit einem ähnlichen HbAIc-Wert können daher unterschiedliche tägliche Verläufe aufweisen, da die eine Person relativ stabile Werte haben kann, während die andere zwischen Anstiegen nach den Mahlzeiten und schnelleren Abfällen schwankt.Das in der analysierten Studie untersuchte Segment zeigt Folgendes: Bei Menschen ohne Diabetes war die gesamte Glukoseexposition in den zwei Stunden nach den Mahlzeiten der glykämische Faktor, der am engsten mit dem HbAIc-Wert korrelierte; bei Typ-2-Diabetes trugen der Nüchternblutzucker und der Blutzucker nach den Mahlzeiten in ähnlichem Maße dazu bei, insbesondere bei höheren HbAIc-Werten. Die Arbeit belegt zudem, dass Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index und ethnische Zugehörigkeit einen relativ größeren Anteil an der Variabilität des HbAIc-Wertes bei Menschen ohne Diabetes erklärten.Dies bedeutet nicht, dass der postprandiale Blutzucker die einzige Ursache für den HbAIc-Wert bei Menschen ohne Diabetes ist, noch dass die glykämische Variabilität klinisch bedeutungslos wäre. Die glykämischen Messwerte korrelierten untereinander; zudem wurden körperliche Aktivität und Ernährung während der CGM-Zeiträume nicht erfasst. Die Autoren weisen auch darauf hin, dass die Verwendung des Blutzuckerspiegels vor dem Frühstück als Referenzwert die tatsächliche postprandiale Exposition unterschätzen und die präprandiale Exposition überschätzen könnte.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE EVIDENZ

Eine unabhängige Analyse an 290 Personen mit Typ-2-Diabetes, die nicht mit Insulin behandelt wurden, bestätigt das Konzept, dass der relative Beitrag des Blutzuckerspiegels nach den Mahlzeiten entlang des Kontinuums der Stoffwechseleinstellung nicht konstant ist. In den Quintilen mit dem niedrigsten HbAIc-Wert trug der postprandiale Anstieg zu 69,7 % zur geschätzten Hyperglykämie am Tag bei, während er im Quintil mit dem höchsten HbAIc-Wert 30,5 % ausmachte; umgekehrt stieg der

Anteil, der dem Nüchternblutzucker zugeschrieben wurde, von 30,3 % auf 69,5 %. Diese Beobachtungsstudie misst zwar nicht dieselben Metriken wie die analysierte Arbeit, bestätigt jedoch, dass die postprandiale Komponente bei besserer Einstellung relativ relevanter ist und die basale Komponente mit zunehmender Verschlechterung der Hyperglykämie zunimmt [1].Die Passage des Buches zu den biologischen Faktoren, die nicht direkt auf Glukosewerte zurückzuführen sind, wird durch eine Studie an gesunden Zwillingen und Zwillingen mit Typ-1-Diabetes gestützt. Bei den gesunden Probanden führte ein genetisches Modell 62 % der Variabilität des HbA1c-Wertes auf additive genetische Effekte zurück, mit einem 95%-Konfidenzintervall von 47 % bis 75 %. Die Autoren stellten fest, dass diese Erblichkeit nicht durch die Gene erklärt wurde, die mit dem Nüchternblutzucker geteilt werden. Dies ist eine beobachtungsbasierte Bestätigung für das Vorhandensein nicht-glykämischer Komponenten, beweist jedoch nicht, welche Gene oder Mechanismen bei der jeweiligen Person verantwortlich sind [2].Eine zweite unabhängige Studie lieferte eine konkrete biologische Erklärung: die Lebensdauer der roten Blutkörperchen. Bei sechs Personen mit Diabetes und sechs Kontrollpersonen ohne Diabetes wurde die Lebensdauer der roten Blutkörperchen mittels Biotin-Markierung gemessen. Das Durchschnittsalter der Zellen variierte bei den Teilnehmern mit Diabetes zwischen 39 und 56 Tagen und bei den Kontrollpersonen zwischen 38 und 60 Tagen. Diese Heterogenität reichte aus, um bei gleichem durchschnittlichem Blutzuckerspiegel klinisch relevante Unterschiede beim HbA1c-Wert zu erzeugen. Das Ergebnis bestätigt, dass HbA1c zwar die Glukose widerspiegelt, aber auch die Zeit, während der das Hämoglobin in den roten Blutkörperchen der Glukose ausgesetzt ist [3].Zusammengenommen wiederholen diese Publikationen nicht das ADAG-Protokoll, konvergieren jedoch bei den zwei zentralen Elementen der Darstellung: Das Gewicht der präprandialen und postprandialen Komponenten ändert sich mit dem Grad der glykämischen Kontrolle, und HbA1c enthält eine individuelle biologische Komponente, die nicht perfekt mit dem durch CGM erfassten glykämischen Profil übereinstimmt.

7. WIDERSPRÜCHLICHE ERKENNTNISSE

Eine Untersuchung an 63 Personen mit gut eingestelltem Typ-2-Diabetes (HbA1c unter 7,0 %) zeigt eine wichtige Einschränkung auf. Unter Verwendung von CGM und einer standardisierten Mahlzeit beobachteten die Autoren, dass der HbA1c-Wert zwar mit dem Gesamtausmaß der Hyperglykämie assoziiert war, jedoch nicht mit dem MAGE-Wert oder der Standardabweichung korrelierte. Im multivariaten Modell war lediglich der Nüchternblutzucker ein Prädiktor für den HbA1c-Wert (R^2 = 0,24); der postprandiale Blutzucker nach der standardisierten Mahlzeit, die Dauer der Hyperglykämie sowie Variabilitätsindizes lieferten keinen statistisch signifikanten zusätzlichen Vorhersagewert [4].Dieses Ergebnis hebt die Übereinstimmung zwischen der ursprünglichen Studie und dem Abschnitt im Buch nicht auf. Es zeigt vielmehr, dass das Verhältnis zwischen HbA1c, postprandialen Spitzenwerten und Variabilität von der Messmethode, der Dauer des Monitorings, der Definition von „postprandial“ sowie der untersuchten Population abhängt. Die widersprüchliche Arbeit war kleiner, schloss ausschließlich Personen mit gut eingestelltem Typ-2-Diabetes ein und kann nicht belegen, dass Variabilitätsindizes biologisch irrelevant sind; sie deutet jedoch darauf hin, dass der HbA1c-Wert solche Schwankungen möglicherweise nicht zuverlässig erfasst.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die Tabelle unterscheidet zwischen der untersuchten Publikation und den unabhängigen Erkenntnissen, die zur Bestätigung oder Abgrenzung der Darstellung im Abschnitt herangezogen wurden.

Quadro comparativo

Referenz	Studientyp	Population oder Modell	Hauptergebnis	Evidenzrichtung	Evidenzstärke
Originalstudie	Multizentrische Beobachtungsstudie mit wiederholtem CGM	77 Personen ohne Diabetes und 97 mit Typ-2-Diabetes ohne Insulintherapie	Bei Personen ohne Diabetes erklärte die postprandiale Glukoseexposition einen größeren Teil der HbA1c-Variabilität als die präprandiale Glukose und die Variabilität; bei Typ-2-Diabetes waren die prä- und postprandialen Beiträge ähnlich.	direkte Bestätigung	moderat
[1]	Querschnitts-Beobachtungsstudie	290 Personen mit Typ-2-Diabetes ohne Insulin- oder Acarbosebehandlung	Bei niedrigerem HbA1c war der relative postprandiale Anteil höher; bei höherem HbA1c nahm der relative Anteil des Nüchternblutzuckers zu.	direkte Bestätigung	moderat
[2]	Beobachtungsstudie an Zwillingen	Gesunde Zwillingsschwestern ohne Diabetes und Zwillingspaare mit Typ-1-Diabetes	Additive genetische Effekte erklärten 62 % der HbA1c-Variabilität bei gesunden Zwillingsschwestern und deckten sich nicht mit denen des Nüchternblutzuckers.	indirekte Bestätigung	moderat
[3]	Experimentelle physiologische Studie am Menschen	6 Personen mit Diabetes und 6 Kontrollpersonen ohne Diabetes	Unterschiede in der Lebensdauer der roten Blutkörperchen könnten bei gleichem mittlerem Blutzuckerspiegel klinisch relevante Unterschiede im HbA1c-Wert verursachen.	biologisch konsistente Evidenz	moderat

[4]	Beobachtungsstudie mit CGM und standardisierter Mahlzeit	63 Personen mit gut eingestelltem Typ-2-Diabetes	Der HbA1c-Wert wurde durch den Nüchternblutzucker vorhergesagt, jedoch nicht durch MAGE, Standardabweichung oder den postprandialen Blutzucker des Tests.	widersprüchliche Evidenz	niedrig

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die analysierte Studie unterstützt direkt den Einsatz von CGM zur Unterscheidung der glykämischen Exposition vor und nach den Mahlzeiten, der täglichen Schwankungen sowie des HbAIc-Wertes. Bei Menschen ohne Diabetes war die postprandiale Exposition die wichtigste glykämische Determinante des HbAIc; bei Typ-2-Diabetes trugen die präprandiale und postprandiale Glukose in ähnlichem Maße dazu bei.Die Darstellung im Buch wird durch unabhängige Belege bestätigt: Der relative Beitrag des postprandialen Blutzuckers ist bei niedrigerem HbAIc tendenziell höher, während das Gewicht des Nüchternblutzuckers mit einer Verschlechterung der Stoffwechsellage zunimmt. Es ist zudem gut belegt, dass der HbAIc-Wert durch nicht-glykämische biologische Faktoren beeinflusst werden kann, einschließlich der Lebensdauer der roten Blutkörperchen. Die quantitative Rolle der glykämischen Variabilität im Verhältnis zum HbAIc bleibt hingegen kontextabhängig und erfordert eine vorsichtige Interpretation.

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] **Contributions of Fasting and Postprandial Plasma Glucose Increments to the Overall Diurnal Hyperglycemia of Type 2 Diabetic Patients**
Monnier et al., 2003
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/diacare.26.3.881

[2] **HbAIc Levels Are Genetically Determined Even in Type 1 Diabetes**
Snieder et al., 2001
Diabetes
DOI: https://doi.org/10.2337/diabetes.50.12.2858

[3] **Red cell life span heterogeneity in hematologically normal people is sufficient to alter HbAIc**
Cohen et al., 2008
Blood
DOI: https://doi.org/10.1182/blood-2008-04-154112

[4] **Chronic hyperglycemia but not glucose variability determines HbAIc levels in well-controlled patients with type 2 diabetes**
Kohnert et al., 2007
Diabetes Research and Clinical Practice
DOI: https://doi.org/10.1016/j.diabres.2007.01.021