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

ORIGINAL RESEARCH

Zusammenhang zwischen Glukosevariabilität, glykiertem Hämoglobin und durchschnittlichem täglichen Blutzuckerspiegel: Post-hoc-Analyse der Daten aus 5 Phase-3-Studien – Überprüfung der Evidenz

D.ssa D. Iodice[1]

1 Biologin, Italy

1. ABSTRACT

Die ursprüngliche Studie fasste Daten aus fünf klinischen Phase-III-Studien zusammen, um zu prüfen, ob die glykämische Variabilität – also das Ausmaß der Glukoseschwankungen im Tagesverlauf oder zwischen verschiedenen Tagen – mit den wichtigsten Indikatoren der Stoffwechselkontrolle zusammenhängt: glykiertes Hämoglobin und durchschnittlicher täglicher Blutzuckerspiegel. Die Post-hoc-Analyse ergab, dass eine geringere Variabilität innerhalb eines Tages bei den untersuchten Gruppen mit Typ-1- und Typ-2-Diabetes mit besseren Werten beider Indikatoren assoziiert war.Im Abschnitt über die postprandiale glykämische Variabilität verwendet das Werk „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ von Dr. A. Colonnese und R. Panzironi diese Forschungsergebnisse, um zu argumentieren, dass eine Dämpfung der Blutzuckerschwankungen mit einer besseren Stoffwechselkontrolle und weniger Hypoglykämien einhergeht. Der erste Teil steht in direktem Einklang mit der Studie; der Zusammenhang mit einem geringeren Hypoglykämierisiko erfordert hingegen externe Nachweise. Meta-Analysen und randomisierte Studien mit kontinuierlichem Glukosemonitoring zeigen, dass Interventionen, die in der Lage sind, Variabilität, Hyperglykämie und die Zeit in niedrigen Wertebereichen zu reduzieren, diese Parameter gleichzeitig verbessern können. Sie belegen jedoch nicht, dass jede einzelne reduzierte postprandiale Schwankung allein solche Effekte bewirkt, noch dass das Verhältnis bei allen Menschen mit Diabetes identisch ist.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

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

DOI 10.5281/zenodo.24202211

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 Glukoseschwankungen mit den beiden gängigsten Indikatoren für die allgemeine glykämische Kontrolle zusammenhängen: dem glykierten Hämoglobin, das die durchschnittliche Glukoseexposition der vorangegangenen Monate widerspiegelt, und dem durchschnittlichen täglichen Blutzuckerspiegel. Die Hypothese war, dass eine höhere glykämische Variabilität zu weniger günstigen Werten dieser Parameter beitragen könnte.Die Relevanz in Bezug auf den Buchabschnitt betrifft daher einen präzisen Teil der Darstellung: Blutzuckerschwankungen innerhalb desselben Tages, einschließlich derer nach den Mahlzeiten, können mit einer weniger stabilen Stoffwechselkontrolle einhergehen. Die Publikation hat die postprandiale Variabilität nicht separat als einzigen kausalen Faktor gemessen und nicht überprüft, ob deren Reduzierung durch eine spezifische Behandlung direkt die Hypoglykämien verringert. Sie kann statistische Zusammenhänge zwischen Variabilitätsmaßen und glykämischer Kontrolle dokumentieren, jedoch keine eigenständige kausale Beziehung zwischen jedem einzelnen Anstieg nach einer Mahlzeit und den klinischen Ergebnissen.

3. MATERIAL UND METHODEN DER ORIGINALSTUDIE

Es handelt sich um eine Post-hoc-Analyse, also eine nachträgliche Auswertung bereits erhobener Daten aus fünf klinischen Studien der Phase III. Die Daten wurden in drei Gruppen unterteilt: Menschen mit Typ-2-Diabetes, die ausschließlich mit Basalinsulin behandelt wurden; Menschen mit Typ-2-Diabetes, die mit einem Basal-Bolus-Schema (d. h. Basalinsulin plus Mahlzeiteninsulin) behandelt wurden; sowie Menschen mit Typ-1-Diabetes.Die Autoren bewerteten die Variabilität innerhalb eines Tages sowie zwischen verschiedenen Tagen. Die Schwankungen wurden hauptsächlich mittels Standardabweichung, einem Maß für die Streuung der Werte um ihren Mittelwert, sowie dem Variationskoeffizienten, einem Maß für das Verhältnis der Streuung zum Mittelwert, berechnet. Zudem wurden die Variabilität des Nüchternblutzuckers, die Rate an Hypoglykämien sowie einige Ausgangsmerkmale der Teilnehmer berücksichtigt.Um das relative Gewicht der verschiedenen Variablen auf die Ergebnisse zu schätzen, wurde ein generalisiertes verstärktes Modell (Generalized Boosted Model) verwendet – ein statistisches Verfahren, das viele Entscheidungsbäume kombiniert, um zu ermitteln, welche Faktoren am stärksten zur Vorhersage eines Ergebnisses beitragen. Die Gesamtzahl der Teilnehmer, die detaillierten Ein- und Ausschlusskriterien, die Dauer der einzelnen Studien, die spezifischen Behandlungen, die Ausgangswerte sowie die numerischen Schätzungen des Modells sind in dem verfügbaren Material, das lediglich aus dem Abstract besteht, nicht aufgeführt.

4. ERGEBNISSE

Das zentrale Ergebnis ist, dass die mittels Standardabweichung berechnete Variabilität innerhalb eines Tages in allen drei untersuchten Gruppen einen statistisch signifikanten Einfluss sowohl auf das glykierte Hämoglobin als auch auf den durchschnittlichen täglichen Blutzuckerspiegel hatte. Einfach ausgedrückt: Menschen mit stärker schwankenden Blutzuckerwerten im Tagesverlauf neigten zu weniger günstigen Durchschnittswerten bei der Blutzuckerkontrolle.In der Gruppe mit Typ-2-Diabetes, die ausschließlich mit Basalinsulin behandelt wurde, beeinflussten auch die Variabilität des Nüchternblutzuckers zwischen den Tagen, die mittels Variationskoeffizient berechnete Variabilität innerhalb eines Tages sowie die Hypoglykämierate das glykierte Hämoglobin signifikant. Das Abstract enthält weder detaillierte Angaben zur Richtung der Effekte für die einzelnen Variablen noch Koeffizienten, Konfidenzintervalle, P-Werte, Fallzahlen oder Prozentsätze der erklärten Varianz. Es ist daher nicht möglich zu quantifizieren, wie stark die einzelnen Faktoren im Vergleich zueinander gewichtet sind.Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass eine geringere Variabilität innerhalb eines Tages mit einer Verbesserung des durchschnittlichen täglichen Blutzuckerspiegels und des glykierten Hämoglobins assoziiert war. Dies stützt die Passage im Buch bezüglich der besseren Stoffwechselkontrolle. Das Abstract berichtet jedoch nicht, dass die Verringerung der Variabilität direkt das Risiko für Hypoglykämien gesenkt hat; es berichtet vielmehr, dass die Hypoglykämierate zur Vorhersage des

glykierten Hämoglobins in einer spezifischen Untergruppe beitrug.

5. INTERPRETATION

Ein durchschnittlicher Glukosewert kann akzeptabel erscheinen, selbst wenn er häufige Wechsel zwischen hohen und niedrigen Werten verbirgt. Aus diesem Grund liefert die glykämische Variabilität eine andere Information als der HbA1c-Wert: Sie beschreibt, wie stabil der Glukosespiegel im Laufe des Tages ist. Die analysierte Publikation zeigt, dass diese Schwankungen eng sowohl mit dem täglichen Glukosedurchschnitt als auch mit dem HbA1c-Wert verknüpft sind.Der durch die Forschung dokumentierte Teil der Kette lautet: höhere tägliche Variabilität ungünstigere durchschnittliche glykämische Kontrolle. Der Bezug auf postprandiale Schwankungen ist plausibel, da Mahlzeiten maßgeblich zu den täglichen Schwankungen beitragen können, doch die Studie hat weder die Spitzenwerte nach den Mahlzeiten isoliert noch nachgewiesen, dass diese bei jeder Person oder Therapie die vorherrschende Komponente darstellen.Die zusätzliche Passage im Buch, wonach die Stabilisierung der Schwankungen mit weniger Hypoglykämien einhergeht, ist biologisch konsistent, wird jedoch durch diese Analyse nicht direkt belegt. Um dies zu überprüfen, sind Studien erforderlich, die im selben Vergleich sowohl die Variabilität als auch die Zeit unterhalb der hypoglykämischen Schwelle messen, vorzugsweise durch zufällige Zuweisung zu unterschiedlichen Therapiestrategien.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE NACHWEISE

Eine Meta-Analyse von 15 randomisierten Studien mit insgesamt 2.461 Teilnehmern mit Typ-1- oder Typ-2-Diabetes verglich das kontinuierliche Glukosemonitoring mit der üblichen Standardversorgung. Im Vergleich zur Kontrollgruppe war das kontinuierliche Monitoring mit einer durchschnittlichen Senkung des HbA1c-Wertes um 0,17 Prozentpunkte, einer Zunahme der Zeit im angestrebten Glukosebereich um 70,74 Minuten pro Tag sowie einer Verringerung der Variabilität, der Zeit über dem Zielbereich und der Zeit unter dem Zielbereich verbunden. Diese Evidenz bestätigt das gleichzeitige Auftreten einer verbesserten durchschnittlichen Kontrolle, geringerer Schwankungen und einer reduzierten Exposition gegenüber Hypoglykämien, unterscheidet jedoch nicht zwischen dem Effekt der reinen Variabilität und dem der gesamten sensorbasierten Intervention. Die Heterogenität zwischen den Studien war hoch und die Nachbeobachtungszeit mit 12 bis 36 Wochen kurz [1].Die GOLD-3-Studie, eine randomisierte Crossover-Studie an Personen mit Typ-1-Diabetes unter intensivierter Insulintherapie, bietet eine Bestätigung, die der Formulierung im Buch näherkommt. Während der Nutzung des kontinuierlichen Monitorings sank der Variationskoeffizient der Glukose im Vergleich zur konventionellen Therapie von 0,40 auf 0,37, was einer Differenz von –0,03 entspricht; auch die Standardabweichung und die mittlere Amplitude der Glukoseschwankungen verringerten sich. Im gleichen Vergleich sank die tägliche Zeit unter 70 mg/dL von 4,79 % auf 2,79 %, während das relative Risiko für die Zeit unter diesem Schwellenwert bei 0,58 lag. Dies deutet auf eine Reduktion der Zeit in der Hypoglykämie um 42 % während der Intervention hin. Das Ergebnis ist experimentell und steht im Einklang mit einer höheren glykämischen Stabilität, jedoch beeinflusst das kontinuierliche Monitoring auch die therapeutischen Entscheidungen; es beweist daher nicht, dass die geringere Variabilität isoliert die Ursache für diesen Effekt ist [2].

7. WIDERSPRÜCHLICHE NACHWEISE

Die Nachweise deuten nicht darauf hin, dass eine Verbesserung aller glykämischen Messwerte immer einhergeht. In einer sechsmonatigen randomisierten Studie an 224 Personen mit Typ-2-Diabetes unter intensiver Insulintherapie reduzierte das Flash-Glukose-Monitoring die Zeit in der Hypoglykämie unter 70 mg/dL um 0,47 Stunden pro Tag, was 43 % entspricht, und unter 55 mg/dL um 0,22 Stunden pro Tag, was 53 % entspricht. Die Veränderung des glykierten Hämoglobins unterschied sich jedoch nicht zwischen der Sensorgruppe und der Kontrollgruppe: –0,29 % gegenüber –0,31 %, mit P=0,8222. Diese Daten zeigen, dass eine geringere Zeit in der Hypoglykämie auch ohne einen durchschnittlichen Vorteil beim glykierten Hämoglobin in der gesamten untersuchten Population auftreten kann [3].Eine kleine Beobachtungsstudie an

108 Personen mit Typ-2-Diabetes ergab zudem, dass die Gruppe mit einem glykierten Hämoglobin unter 7 % eine geringere glykämische Variabilität aufwies als die Gruppe mit Werten von mindestens 7 %, jedoch dazu neigte, häufiger und länger stille Hypoglykämien zu zeigen; die Unterschiede bei den Hypoglykämien waren statistisch nicht signifikant. Diese Beobachtung widerspricht nicht dem möglichen Nutzen einer Reduzierung der Schwankungen, weist aber darauf hin, dass ein niedriges glykiertes Hämoglobin und eine geringere Variabilität allein keine Garantie für die Abwesenheit von Hypoglykämien sind [4].Diese Erkenntnisse definieren die wesentliche interpretative Grenze: Durchschnittliche Kontrolle, Variabilität und Hypoglykämie sind miteinander verbunden, aber nicht synonym. Ihr Verhältnis hängt von der Art des Diabetes, der Insulinbehandlung, der Monitoring-Technologie, dem therapeutischen Verhalten und dem verwendeten Maß für die Variabilität ab.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die Tabelle unterscheidet zwischen der Publikation, die Gegenstand der Beweisprüfung ist, und unabhängigen Forschungsarbeiten, die den narrativen Verlauf des Buches bestätigen oder eingrenzen.

Quadro comparativo

Referenz	Studientyp	Population oder Modell	Hauptergebnis	Richtung der Evidenz	Stärke der Evidenz
Originalstudie	Post-hoc-Analyse von fünf Phase-III-Studien	Typ-1- und Typ-2-Diabetes in drei Therapiegruppen	Geringere Variabilität innerhalb des Tages assoziiert mit günstigerem HbA1c-Wert und durchschnittlichem Tagesblutzucker	direkte Bestätigung	moderat
[1]	Systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse von RCTs	2.461 Personen mit Typ-1- oder Typ-2-Diabetes	Reduktion von HbA1c, Variabilität und Zeit unter dem Zielbereich bei kontinuierlichem Monitoring	direkte Bestätigung	moderat
[2]	Crossover-RCT	Erwachsene mit Typ-1-Diabetes unter intensivierter Insulintherapie	Reduktion der Variabilität und der Zeit in Hypoglykämie während kontinuierlichem Monitoring	direkte Bestätigung	moderat
[3]	Multizentrische, offene RCT	224 Erwachsene mit Typ-2-Diabetes unter intensivierter Insulintherapie	Reduktion der Hypoglykämie ohne Gesamtunterschied bei der Veränderung des HbA1c-Wertes	diskordante Evidenz	moderat

[4]	Querschnitts-Beobachtungsstudie	108 Personen mit Typ-2-Diabetes, 72 Stunden lang überwacht	Geringere Variabilität in der Gruppe mit niedrigerem HbA1c-Wert, aber Tendenz zu mehr stummen Hypoglykämien	diskordante Evidenz	niedrig

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die analysierte Studie stützt direkt den Zusammenhang zwischen einer geringeren täglichen glykämischen Variabilität und günstigeren Werten für das glykierte Hämoglobin sowie den durchschnittlichen täglichen Blutzuckerspiegel. Unabhängige Belege deuten darauf hin, dass Strategien zur Stabilisierung des glykämischen Profils auch die Exposition gegenüber Hypoglykämien verringern können. Diese Schlussfolgerung ist moderat gestützt, beweist jedoch nicht, dass allein die Reduzierung von Blutzuckerspitzen nach den Mahlzeiten bei jeder Person oder in jedem Therapieschema zu solchen Vorteilen führt.

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] **Effects of Continuous Glucose Monitoring on Metrics of Glycemic Control in Diabetes: A Systematic Review With Meta-analysis of Randomized Controlled Trials**
Maiorino et al., 2020
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/dc19-1459

[2] **A Randomized Clinical Trial of the Effect of Continuous Glucose Monitoring on Nocturnal Hypoglycemia, Daytime Hypoglycemia, Glycemic Variability, and Hypoglycemia Confidence in Persons with Type 1 Diabetes Treated with Multiple Daily Insulin Injections (GOLD-3)**
Ólafsdóttir et al., 2018
Diabetes Technology & Therapeutics
DOI: https://doi.org/10.1089/dia.2017.0363

[3] **Flash Glucose-Sensing Technology as a Replacement for Blood Glucose Monitoring for the Management of Insulin-Treated Type 2 Diabetes: a Multicenter, Open-Label Randomized Controlled Trial**
Haak et al., 2017
Diabetes Therapy
DOI: https://doi.org/10.1007/s13300-016-0223-6

[4] **Relationship Between HbA1c on Target, Risk of Silent Hypoglycemia and Glycemic Variability in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus**
Engler et al., 2011
Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes
DOI: https://doi.org/10.1055/s-0030-1262874