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

ORIGINAL RESEARCH

Glykämische Variabilität: Wie messen wir sie und warum ist sie wichtig? – Eine Überprüfung der Evidenz

Dott. A. Conte[1]

1 Ernährungsbiologe, Italy

1. ABSTRACT

Die analysierte Publikation ist eine narrative Übersichtsarbeit zur glykämischen Variabilität, also zu den Schwankungen des Blutzuckerspiegels im Tagesverlauf und zwischen verschiedenen Tagen. Ziel war es zu erläutern, wie diese Schwankungen gemessen werden können, warum das HbA1c (ein Indikator für den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel der vorangegangenen Monate) diese nicht vollständig abbildet und welche klinische Bedeutung sie haben könnten. Die Autoren erörtern insbesondere den Zusammenhang zwischen glykämischen Spitzen, Hypoglykämie, oxidativem Stress und Diabetes-Komplikationen.Im Abschnitt 3.1 von „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ von Dr. A. Colonnese und R. Panzironi trägt die Studie zu der Darstellung bei, dass ein instabiler Blutzuckerspiegel eigene biologische Auswirkungen haben kann und dabei helfen kann, das Risiko für Hypoglykämien über das HbA1c hinaus zu identifizieren. Unabhängige Studien bestätigen, dass stärkere akute Schwankungen mit höheren Markern für oxidativen Stress assoziiert sind und dass eine größere Variabilität mit häufigeren schweren hypoglykämischen Episoden einhergeht. Die Zusammenhänge mit Gefäßkomplikationen und Mortalität werden vor allem durch Beobachtungsstudien gestützt; sie belegen jedoch nicht allein, dass eine Verringerung der Variabilität kardiovaskuläre Ereignisse verhindert.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

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

DOI 10.5281/zenodo.24205780

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 die glykämische Variabilität eine zusätzliche klinische Bedeutung gegenüber dem durchschnittlichen Blutzuckerspiegel und dem HbA1c-Wert hat. Die von den Autoren diskutierte Hypothese ist, dass schnelle Schwankungen zwischen hohen und niedrigen Glukosewerten zum Risiko für Hypoglykämien und Gefäßschäden beitragen können, selbst wenn der durchschnittliche Blutzuckerspiegel ähnlich erscheint.Der Bezug zu Abschnitt 3.1 von „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ von Dr. A. Colonnese und R. Panzironi betrifft zwei Aspekte der Darstellung: die Hypothese, dass Schwankungen oxidativen Stress und Gefäßveränderungen begünstigen, sowie die Beobachtung, dass die Variabilität das Risiko für Hypoglykämien besser einschätzen kann als der HbA1c-Wert allein. Die Publikation, die Gegenstand der Überprüfung der Nachweise ist, ist ein narrativer Review und keine neue experimentelle oder klinische Studie. Sie kann daher bereits veröffentlichte Ergebnisse ergänzen und interpretieren, jedoch weder direkt einen Kausalzusammenhang nachweisen noch eine wirksame Behandlung zur Verringerung von Komplikationen etablieren.

3. MATERIALIEN UND METHODEN DER ORIGINALSTUDIE

Die Arbeit ist eine narrative Literaturübersicht zur glykämischen Variabilität bei Typ-1- und Typ-2-Diabetes. Die Autoren beschreiben Messgrößen aus dem kontinuierlichen Glukosemonitoring, kurz CGM (ein System, das den Glukosespiegel rund um die Uhr wiederholt aufzeichnet), darunter die Standardabweichung, den Variationskoeffizienten und MAGE, also die mittlere Amplitude der glykämischen Exkursionen.Die Publikation fasst zelluläre, tierexperimentelle, beobachtende und klinische Studien zu oxidativem Stress, Hypoglykämie sowie mikrovaskulären und kardiovaskulären Komplikationen zusammen. Sie enthält keine systematische Literaturrecherche, keine Angaben zu den konsultierten Datenbanken, den verwendeten Suchbegriffen, dem Suchzeitraum, formalen Ein- oder Ausschlusskriterien, einer standardisierten Bewertung des Bias-Risikos oder einer Meta-Analyse. Da die Arbeit weder eine neue Kohorte noch eine eigene Intervention vorstellt, sind Angaben zu Fallzahlen, Nachbeobachtungszeiträumen, Kontrollgruppen und Endpunkten der ursprünglichen Studie nicht anwendbar.

4. ERGEBNISSE

Das zentrale Ergebnis der Übersichtsarbeit ist konzeptioneller Natur: Zwei Personen mit einem ähnlichen durchschnittlichen Blutzuckerspiegel können sehr unterschiedliche Profile aufweisen. Die eine Person kann relativ stabile Werte beibehalten; die andere kann zwischen Spitzenwerten nach den Mahlzeiten und schnellen Abfällen, einschließlich Hypoglykämien, schwanken. Der HbA1c-Wert beschreibt vor allem die durchschnittliche Glukoseexposition über die Zeit und identifiziert diese Unterschiede nicht zwangsläufig.Die Autoren berichten, dass die verfügbaren Experimente auf eine ungünstigere biologische Wirkung einer intermittierenden hohen Glukoseexposition im Vergleich zu einer hohen, aber konstanten Exposition hindeuteten. Der vorgeschlagene Mechanismus umfasst oxidativen Stress, d. h. einen Überschuss an reaktiven Sauerstoffmolekülen, der Zellen und Blutgefäße schädigen kann, sowie eine endotheliale Dysfunktion, d. h. eine verminderte Fähigkeit der inneren Gefäßauskleidung, den Blutfluss angemessen zu regulieren.Die Übersichtsarbeit hebt zudem hervor, dass eine höhere glykämische Variabilität häufiger mit Hypoglykämien einhergeht. Dies ist besonders relevant für Personen, die mit Insulin oder Medikamenten behandelt werden, welche die Insulinausschüttung erhöhen. Die Autoren berichten, dass die Variabilität einen größeren Anteil des zukünftigen Hypoglykämierisikos erklären könnte als der HbA1c-Wert, räumen jedoch ein, dass die Variabilitätsindizes damals nicht mit einer einheitlichen und allgemein anerkannten Methode gemessen wurden.Bei mikrovaskulären Komplikationen wie Retinopathie, Nephropathie und Neuropathie spricht das zusammengefasste Bild für einen Zusammenhang mit einer höheren Variabilität. Bei schwerwiegenden kardiovaskulären Ereignissen und der Mortalität bewertet dieselbe Übersichtsarbeit die Beweise hingegen als weniger schlüssig. Diese Erkenntnis ist wichtig: Die Autoren stellen die Verringerung der Variabilität nicht als eine bereits

bewiesene Strategie zur Vorbeugung von Herzinfarkt, Schlaganfall oder Tod dar.

5. INTERPRETATION

Einfach ausgedrückt kann ein sehr unregelmäßiger Blutzuckerspiegel den Körper wiederholten Wechseln zwischen Glukoseüberschuss und -mangel aussetzen. Diese Instabilität kann es schwieriger machen, Hypoglykämien zu vermeiden, und kann der diskutierten biologischen Hypothese zufolge Schädigungssignale in den Gefäßen begünstigen. Das in der Publikation, die Gegenstand der Evidenzprüfung ist, dokumentierte Glied der Kette lautet daher: starke Blutzuckerschwankungen oxidativer Stress und eine höhere Wahrscheinlichkeit für Hypoglykämien.Das technische Detail erfordert Vorsicht. Oxidativer Stress, Entzündungen, Thrombozytenaktivierung und endotheliale Dysfunktion sind plausible und biologisch konsistente Mechanismen, sie sind jedoch nicht gleichbedeutend mit dem Beweis, dass die Variabilität jede Diabetes-Komplikation verursacht. Zudem hängt die Bedeutung eines Messwerts vom Kontext ab: Die Standardabweichung und der Variationskoeffizient messen unterschiedliche Aspekte, während die MAGE (Mean Amplitude of Glycemic Excursions) die größten Schwankungen hervorhebt. Auch der durchschnittliche Blutzuckerspiegel kann viele Indizes beeinflussen.Die Darstellung im Buch ist somit auf mechanistischer und prognostischer Ebene fundiert: Die Blutzuckerstabilität liefert zusätzliche Informationen gegenüber dem reinen Durchschnittswert und kann nützlich sein, um das Risiko für Hypoglykämien zu erkennen. Es bleibt jedoch notwendig, zwischen einem Risikoindikator und einer nachgewiesenen Ursache für kardiovaskuläre Komplikationen zu unterscheiden.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGUNGSNACHWEISE

Eine direkte Bestätigung des biologischen Zusammenhangs zwischen Schwankungen und oxidativem Stress stammt aus einer Fall-Kontroll-Studie mit 21 Personen mit Typ-2-Diabetes und 21 nach Alter und Geschlecht gematchten Kontrollpersonen. Bei den Teilnehmern mit Diabetes war ein höherer MAGE-Wert, gemessen mittels CGM, stark mit einer erhöhten Urinausscheidung von 8-iso-Prostaglandin F2α, einem Marker für oxidativen Stress, assoziiert. Der Zusammenhang mit dem MAGE-Wert blieb auch nach Bereinigung um andere glykämische Indikatoren signifikant. Diese Studie bestätigt die Annahme, dass größere Schwankungen mit einem stärkeren oxidativen Stress einhergehen können; das beobachtende Studiendesign und die kleine Stichprobengröße erlauben jedoch nicht den Schluss, dass die Schwankungen die alleinige Ursache für Gefäßschäden sind [1].Zum zweiten Punkt des Buches, dem Zusammenhang zwischen glykämischer Instabilität und schwerer Hypoglykämie: Eine große Bevölkerungsstudie untersuchte 32.117 Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene mit Typ-1-Diabetes. Eine Variabilität, gemessen als Variationskoeffizient von 36 % oder mehr, war mit einer höheren Rate an schwerer Hypoglykämie assoziiert als ein Koeffizient von unter 36 %: Inzidenzratenverhältnis 1,52, mit einem 95%-Konfidenzintervall von 1,06 bis 2,17. Zudem war die kontinuierliche Glukosemessung mit einer niedrigeren Rate an schwerer Hypoglykämie verbunden als die intermittierende kapilläre Messung. Es handelt sich hierbei um eine beobachtete Assoziation, nicht um den Beweis, dass der Sensor oder die geringere Variabilität allein die Reduktion der Ereignisse verursachen, aber es bestätigt, dass die Variabilität klinisch relevante Informationen liefert [2].Eine systematische Übersichtsarbeit mit Meta-Analyse von 75 Kohortenstudien und 2.051.701 Teilnehmern erweiterte das Bild auf Schwankungen zwischen aufeinanderfolgenden Visiten, die anhand des HbA1c-Wertes oder des Nüchternblutzuckers bewertet wurden. Beim Vergleich der höchsten mit den niedrigsten Quartilen der HbA1c-Variabilität war das relative Risiko für die Gesamtmortalität höher und lag bei 1,63 unter Verwendung des Variationskoeffizienten. Ebenso waren die relativen Risiken für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Nierenerkrankungen und periphere Neuropathie erhöht. Diese Daten bestätigen einen prognostischen Zusammenhang zwischen glykämischer Instabilität und schlechteren Ergebnissen, beziehen sich jedoch hauptsächlich auf langfristige Schwankungen, nicht auf die täglichen Exkursionen, die durch CGM aufgezeichnet werden, und unterliegen weiterhin der für Beobachtungsstudien typischen Verzerrung durch

Störfaktoren [3].

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Die größte Vorsicht ist beim Übergang von der Assoziation zur klinischen Prävention geboten. In der randomisierten HEART2D-Studie wurden 1.115 Menschen mit Typ-2-Diabetes nach einem Herzinfarkt entweder einer Insulintherapie, die primär auf den postprandialen Blutzuckerspiegel abzielte, oder einer Strategie, die sich vor allem auf den Nüchternblutzucker konzentrierte, zugewiesen. Die postprandiale Strategie führte zwar zu geringeren Blutzuckerschwankungen nach den Mahlzeiten, reduzierte jedoch im Vergleich zur Nüchtern-Strategie nicht das Risiko für das erste kombinierte kardiovaskuläre Ereignis: Hazard Ratio 0,98, 95%-Konfidenzintervall von 0,80 bis 1,21.Dieses Ergebnis widerlegt nicht die Tatsache, dass Blutzuckerschwankungen mit oxidativem Stress oder Hypoglykämie assoziiert sind. Es zeigt jedoch, dass die Reduzierung einer mit der Variabilität zusammenhängenden Komponente, nämlich des postprandialen Blutzuckerspiegels, in diesem Kontext keine Verringerung kardiovaskulärer Ereignisse bewirken konnte. Zudem sind postprandialer Blutzucker und glykämische Variabilität nicht dasselbe, und der im Rahmen der Studie erreichte Unterschied zwischen den Strategien war möglicherweise nicht ausreichend, um die kardiovaskulären Ergebnisse zu beeinflussen [4].

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die Tabelle unterscheidet zwischen der Publikation, die Gegenstand der Evidenzprüfung ist, und den unabhängigen Forschungsarbeiten, die ausgewählt wurden, um die spezifischen Abschnitte des Buches zu bestätigen oder einzugrenzen.

Quadro comparativo

Referenz	Studientyp	Population oder Modell	Hauptergebnis	Evidenzrichtung	Evidenzstärke
Originalstudie	Narrativer Review	Literatur zu Diabetes, CGM und glykämischer Variabilität	Die Variabilität liefert zusätzliche Informationen zum durchschnittlichen Blutzuckerspiegel und steht in Zusammenhang mit Hypoglykämie, oxidativem Stress und möglichen Komplikationen.	biologisch konsistente Evidenz	moderat
[1]	Fall-Kontroll-Studie	21 Personen mit Typ-2-Diabetes und 21 Kontrollpersonen	Ein höherer MAGE-Wert ist mit einer erhöhten Urinausscheidung von 8-Iso-Prostaglandin F2a, einem Marker für oxidativen Stress, assoziiert.	direkte Bestätigung	moderat

[2]	Bevölkerungsbezogene Beobachtungsstudie	32.117 junge Menschen mit Typ-1-Diabetes	Ein Variationskoeffizient von ≥36 % ist mit einer höheren Rate an schweren Hypoglykämien assoziiert; CGM ist mit niedrigeren Raten schwerer Hypoglykämien verbunden.	direkte Bestätigung	moderat
[3]	Systematischer Review und Meta-Analyse von Kohortenstudien	75 Studien; 2.051.701 Teilnehmende mit Diabetes	Eine höhere Variabilität des HbA1c-Wertes oder des Nüchternblutzuckers ist mit Mortalität sowie bestimmten vaskulären und mikrovaskulären Ergebnissen assoziiert.	indirekte Bestätigung	moderat
[4]	RCT	1.115 Personen mit Typ-2-Diabetes nach Myokardinfarkt	Reduzierte postprandiale Schwankungen ohne Verringerung des kombinierten kardiovaskulären Risikos.	diskordante Evidenz	moderat

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

FAZIT

Die analysierte Publikation stützt konsistent die Auffassung, dass der durchschnittliche Blutzuckerspiegel allein keine ausreichende Beschreibung der Stoffwechselkontrolle liefert. Die glykämische Variabilität wird überzeugend als ergänzender Indikator zur Identifizierung von Schwankungen, Spitzen, schnellen Abfällen und dem Risiko für Hypoglykämien angeführt. Der Zusammenhang mit oxidativem Stress ist auf biologischer Ebene beim Menschen bestätigt, erfordert jedoch umfangreichere Studien. Assoziationen mit vaskulären Komplikationen werden durch Kohortenstudien und Meta-Analysen moderat gestützt, ohne dass bewiesen wäre, dass die Variabilität eine unabhängige Ursache hierfür darstellt. Die Reduzierung von Schwankungen bleibt ein vielversprechendes Ziel für die Überwachung und individualisierte Behandlung, doch der direkte kardiovaskuläre Nutzen bedarf weiterer klinischer Validierung.

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] **Activation of Oxidative Stress by Acute Glucose Fluctuations Compared With Sustained Chronic Hyperglycemia in Patients With Type 2 Diabetes**
Monnier et al., 2006
JAMA
DOI: https://doi.org/10.1001/jama.295.14.1681

[2] **Continuous glucose monitoring versus blood glucose monitoring for risk of severe hypoglycaemia and diabetic ketoacidosis in children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes: a population-based study**
Karges et al., 2023
The Lancet Diabetes & Endocrinology
DOI: https://doi.org/10.1016/S2213-8587(23)00061-X

[3] **Long-term glycemic variability and risk of adverse health outcomes in patients with diabetes: A systematic review and meta-analysis of cohort studies**
Chen et al., 2022
Diabetes Research and Clinical Practice
DOI: https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.110085

[4] **Effects of Prandial Versus Fasting Glycemia on Cardiovascular Outcomes in Type 2 Diabetes: The HEART2D trial**
Raz et al., 2009
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/dc08-1671