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

ORIGINAL RESEARCH

Glykämische Variabilität: Klinisch unerwünschte Ergebnisse und wie man sie verbessert? – Eine Überprüfung der Nachweise

D.ssa D. Iodice[1]

1 Biologin, Italy

1. ABSTRACT

Die analysierte Publikation ist ein narrativer Review, der die glykämische Variabilität untersucht, also das Ausmaß und die Häufigkeit von Blutzuckerschwankungen sowohl im Tagesverlauf als auch zwischen verschiedenen Arztbesuchen. Die Autoren beschreiben Beobachtungs- und experimentelle Studien, in denen eine stärkere glykämische Instabilität mit Hypoglykämie, mikrovaskulären und makrovaskulären Komplikationen, Mortalität und anderen ungünstigen Ergebnissen in Verbindung gebracht wurde. Der Review erörtert zudem den Beitrag der kontinuierlichen Glukosemessung, von Medikamenten, der Ernährung und körperlicher Bewegung zur Verringerung dieser Schwankungen.Im Abschnitt 3.1 von „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ von Dr. A. Colonnese und R. Panzironi leistet die Studie einen Beitrag zu zwei spezifischen Punkten: der Hypothese, dass schnelle Schwankungen oxidativen Stress begünstigen können, und der Tatsache, dass die glykämische Variabilität dabei helfen kann, ein höheres Risiko für schwere Hypoglykämien zu identifizieren, das über die Aussagekraft des HbA1c-Wertes hinausgeht. Unabhängige Belege bestätigen direkt den Zusammenhang zwischen einer höheren Variabilität und einem erhöhten Hypoglykämierisiko bei Typ-1-Diabetes; eine Studie am Menschen stellt zudem eine Korrelation zwischen akuten Schwankungen und einem Urinmarker für oxidativen Stress fest. Diese Daten belegen jedoch nicht, dass die Variabilität allein alle diabetischen Komplikationen verursacht. Eine Analyse des Diabetes Control and Complications Trial konnte nach Bereinigung um den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel keinen unabhängigen Beitrag der täglichen Variabilität zu mikrovaskulären Komplikationen feststellen. Insgesamt ist die Darstellung moderat gestützt, insbesondere im Hinblick auf die Bewertung des Hypoglykämierisikos.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

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

DOI 10.5281/zenodo.24202483

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 – zusätzlich zum durchschnittlichen Blutzuckerspiegel und dem glykierten Hämoglobin bzw. HbAIc (ein Index für den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel der letzten zwei bis drei Monate) – mit ungünstigen klinischen Ergebnissen in Verbindung steht und welche Instrumente zu ihrer Verringerung beitragen können. Die grundlegende Hypothese ist, dass nicht nur die Höhe des durchschnittlichen Blutzuckerspiegels entscheidend ist, sondern auch, wie häufig und wie schnell dieser ansteigt oder abfällt.Der Bezug zu Abschnitt 3.1 ist präzise. Die Publikation wurde verwendet, um zu belegen, dass ausgeprägte Schwankungen biologisch relevant sein können und dass Variabilitätsindizes dabei helfen, das Hypoglykämierisiko einzuschätzen, oft in ergänzender Weise zum HbAIc. Da es sich um eine narrative Übersichtsarbeit handelt, fasst die analysierte Studie die Ergebnisse früherer Untersuchungen zusammen, produziert jedoch keinen neuen experimentellen Vergleich und keine neue Patientenkohorte. Sie kann daher die Übereinstimmung der verfügbaren Literatur beschreiben, jedoch nicht allein einen kausalen Zusammenhang zwischen glykämischer Variabilität und einzelnen Komplikationen beweisen.

3. MATERIALIEN UND METHODEN DER ORIGINALSTUDIE

Bei der Veröffentlichung handelt es sich um eine narrative Literaturübersicht und nicht um eine klinische Studie mit direkt von den Autoren rekrutierten Teilnehmern. Der Text unterscheidet zwischen kurzfristiger Variabilität, die innerhalb eines Tages oder an aufeinanderfolgenden Tagen beobachtbar ist, und langfristiger Variabilität, die durch wiederholte Messungen des Nüchternblutzuckers, des postprandialen Blutzuckers oder des HbAIc-Wertes berechnet wird.Es werden verschiedene Indikatoren beschrieben. Die Standardabweichung gibt an, wie stark die Werte von ihrem Mittelwert abweichen. Der Variationskoeffizient setzt diese Streuung in Bezug zum durchschnittlichen Blutzuckerspiegel. Der MAGE-Wert quantifiziert das Ausmaß der wichtigsten Schwankungen zwischen Spitzen- und Tiefstwerten. Das kontinuierliche Glukosemonitoring (CGM) erfasst häufige Werte in der interstitiellen Flüssigkeit und ermöglicht es, das Tagesprofil detaillierter zu beobachten als durch punktuelle Messungen.Das verfügbare Material enthält keine reproduzierbare Literaturrecherche, keine Angaben zu den konsultierten Datenbanken, keine formalen Ein- oder Ausschlusskriterien für die Studien, keine standardisierte Bewertung des Bias-Risikos und keine quantitative Meta-Analyse. Folglich ist es nicht möglich, präzise festzustellen, wie alle besprochenen Studien ausgewählt wurden, noch die Heterogenität der Ergebnisse formal abzuschätzen.

4. ERGEBNISSE

Die Übersichtsarbeit berichtet, dass eine höhere glykämische Variabilität in verschiedenen Studien mit einer häufigeren Hypoglykämie, ungünstigeren kardiovaskulären und mikrovaskulären Ergebnissen sowie einer höheren Mortalität assoziiert wurde. Die Autoren betonen, dass der HbAIc-Wert einen Durchschnittswert darstellt und möglicherweise keine Wechsel zwischen Blutzuckerspitzen und schnellen Abfällen des Blutzuckerspiegels aufzeigt.Für den relevanten Abschnitt im Buch ist das zentrale Ergebnis, dass Indizes wie die Standardabweichung, der Variationskoeffizient, MAGE und glykämische Risikoindizes wiederholt mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für Hypoglykämien in Verbindung gebracht wurden. Die Übersichtsarbeit hebt zudem hervor, dass das CGM nächtliche und postprandiale Schwankungen erkennen lässt – Phänomene, die bei isolierten Messungen möglicherweise nicht erfasst werden.Der Text untersucht darüber hinaus den möglichen biologischen Zusammenhang zwischen schnellen Glukoseschwankungen und oxidativem Stress, also einem Ungleichgewicht, bei dem die Produktion oxidativer Moleküle die Abwehrmechanismen des Körpers übersteigt. Die Publikation liefert jedoch keine einzelne quantitative Gesamtschätzung des Effekts, da sie Studien mit unterschiedlichen Populationen, Metriken und Beobachtungszeiträumen zusammenfasst. Sie weist keine eigene Fallzahl, kein Follow-up und keine originären statistischen Werte auf, da es sich weder um eine Interventionsstudie noch um eine Meta-Analyse handelt.

5. INTERPRETATION

Einfach ausgedrückt: Zwei Personen können denselben HbA1c-Wert aufweisen, aber einen sehr unterschiedlichen täglichen Verlauf haben – entweder einen relativ stabilen Blutzuckerspiegel oder häufige Auf- und Abwärtsbewegungen. Die analysierte Publikation legt nahe, dass diese zusätzliche Information klinisch nützlich sein kann, insbesondere wenn es darum geht, Personen zu identifizieren, die einem höheren Risiko für zu niedrige Blutzuckerwerte ausgesetzt sind.Das in der Übersichtsarbeit tatsächlich belegte Segment der wissenschaftlichen Kette lautet: stärkere Blutzuckerschwankungen höhere Exposition gegenüber Extremwerten und stärkere Assoziation mit Hypoglykämien; parallel dazu führen akute Schwankungen zu einer Assoziation mit Markern für oxidativen Stress. Die Übersichtsarbeit schlägt vor, dass oxidativer Stress, Entzündungen und Gefäßveränderungen zu den Komplikationen beitragen könnten, doch ist diese Abfolge beim Menschen nicht kausal und einheitlich nachgewiesen.Der solideste Punkt ist daher nicht die Behauptung, dass eine Verringerung der Variabilität zwangsläufig alle diabetischen Komplikationen verhindert. Vielmehr ist es die Erkenntnis, dass die glykämische Stabilität den reinen Durchschnittswert um wichtige Informationen ergänzt und dass eine hohe Variabilität auf ein erhöhtes Hypoglykämierisiko hinweisen kann. Die Aussagekraft dieser Interpretation hängt vom jeweiligen Kontext ab: Diabetes-Typ, Insulintherapie, verwendeter Indikator und Qualität der Messung.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE NACHWEISE

Eine direkte Bestätigung für den Abschnitt über Hypoglykämien stammt aus einer neuen Analyse der Daten des Diabetes Control and Complications Trial. In dieser Kohorte von Menschen mit Typ-1-Diabetes untersuchten Kilpatrick und Kollegen, ob der durchschnittliche Blutzuckerspiegel und die tägliche Schwankungsbreite zusätzliche Informationen zum HbA1c-Wert bei der Vorhersage schwerer Hypoglykämie-Episoden liefern. Nach Bereinigung um den HbA1c-Wert war jeder Anstieg der glykämischen Standardabweichung um 1 mmol/l mit einem 1,09-fachen Anstieg des Risikos für eine erste schwere Episode verbunden; für die fünfte Episode stieg das Verhältnis auf 1,12. Es handelt sich hierbei um einen prognostischen Zusammenhang, nicht um den Beweis, dass die Variabilität die Hypoglykämie verursacht, aber es bestätigt, dass der HbA1c-Wert allein die Risikobewertung nicht vollständig abdeckt [1].Für den mechanistischen Teil verglichen Monnier und Kollegen 21 Menschen mit Typ-2-Diabetes mit 21 nach Alter und Geschlecht gematchten Kontrollpersonen. Bei den Teilnehmern mit Diabetes war eine größere Amplitude der Blutzuckerschwankungen, gemessen mit MAGE mittels CGM, mit einer erhöhten Urinausscheidung von 8-iso-Prostaglandin F2a verbunden, einem Indikator für oxidativen Stress. Die Korrelation zwischen MAGE und diesem Marker war positiv und stark, mit r=0,86 und P<0,001. Die Studie bestätigt die biologische Plausibilität der Darstellung, doch das Fall-Kontroll-Design und die geringe Stichprobengröße erlauben es nicht, zu beweisen, dass die Schwankungen die Ursache für vaskuläre Komplikationen sind [2].Die beiden Untersuchungen sind unabhängig von der analysierten Publikation und stützen unterschiedliche Aspekte derselben Darstellung: Die erste betrifft die klinische Vorhersage schwerer Hypoglykämien, die zweite einen möglichen biologischen Mechanismus der Blutzuckerschwankungen. Zusammen stärken sie die Auffassung, dass die Überwachung der Blutzuckerstabilität den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel und den HbA1c-Wert ergänzen, aber nicht ersetzen kann.

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Ein wichtiger widersprüchlicher Beleg betrifft den Zusammenhang zwischen Variabilität und mikrovaskulären Komplikationen. Lachin und Kollegen analysierten im Rahmen der Diabetes Control and Complications Trial die täglichen und zwischen den Visiten auftretenden Blutzuckerschwankungen bei Menschen mit Typ-1-Diabetes. Nach Bereinigung um den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel ergab sich für kein Maß der täglichen Variabilität ein Zusammenhang mit der Entstehung oder dem Fortschreiten von Retinopathie, Nephropathie oder kardiovaskulärer autonomer Neuropathie. Die Autoren kamen daher zu dem Schluss, dass die

verfügbaren Blutzuckerprofile keine starken und konsistenten Beweise für einen unabhängigen Effekt der Variabilität auf mikrovaskuläre Komplikationen lieferten [3].Dieses Ergebnis widerspricht nicht dem Zusammenhang zwischen Variabilität und dem Risiko für Hypoglykämien, da es sich um unterschiedliche Endpunkte handelt. Es verringert jedoch die Gewissheit der weiter gefassten Annahme, dass starke Schwankungen direkt alle Diabetes-Komplikationen verursachen würden. Zudem verwendete die Studie vierteljährliche 7-Punkte-Blutzuckerprofile und kein modernes CGM: Dies kann die Fähigkeit einschränken, kurze Exkursionen zu erfassen, rechtfertigt es jedoch nicht, das negative Ergebnis zu ignorieren.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die Tabelle unterscheidet zwischen der in der Übersichtsarbeit behandelten Publikation und den unabhängigen Untersuchungen, die zur Bestätigung oder Eingrenzung der narrativen Passage des Buches herangezogen wurden.

Quadro comparativo

Referenz	Studientyp	Population oder Modell	Hauptergebnis	Richtung der Evidenz	Stärke der Evidenz
Originalstudie	Narrative Übersichtsarbeit	Literatur zu Diabetes, CGM und glykämischer Variabilität	Fasst Zusammenhänge zwischen hoher Variabilität, Hypoglykämie, Komplikationen und Mortalität zusammen; diskutiert mögliche Strategien zur Reduzierung.	biologisch konsistente Evidenz	moderat
[1]	Beobachtungsstudie, neue Kohortenanalyse	Menschen mit Typ-1-Diabetes aus dem Diabetes Control and Complications Trial	Höhere glykämische Standardabweichung assoziiert mit einem höheren Risiko für wiederholte Episoden schwerer Hypoglykämie, auch nach Anpassung für HbA1c.	direkte Bestätigung	moderat
[2]	Fall-Kontroll-Studie	21 Menschen mit Typ-2-Diabetes und 21 Kontrollpersonen	Höherer MAGE-Wert assoziiert mit einer höheren Urinausscheidung eines Markers für oxidativen Stress.	indirekte Bestätigung	vorläufig

[3]	Beobachtungsstudie, Längsschnittanalyse	Menschen mit Typ-1-Diabetes aus dem Diabetes Control and Complications Trial	Nach Anpassung für den mittleren Blutzuckerspiegel war die tägliche Variabilität nicht mit den untersuchten mikrovaskulären Komplikationen assoziiert.	widersprüchliche Evidenz	moderat

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die analysierte Publikation stützt konsistent die Auffassung, dass der durchschnittliche Blutzuckerspiegel den Stoffwechselstatus nicht vollständig beschreibt. Der am besten belegte Teil der Darstellung betrifft den Zusammenhang zwischen einer höheren glykämischen Instabilität und einem erhöhten Risiko für schwere Hypoglykämien, insbesondere bei Personen, die mit Insulin behandelt werden. Die Verbindung zwischen akuten Schwankungen und oxidativem Stress ist auf beobachtender und mechanistischer Ebene gestützt, erfordert jedoch eine Validierung in größeren Studien. Es ist hingegen nicht einheitlich belegt, dass eine Verringerung der Variabilität, unabhängig vom durchschnittlichen Blutzuckerspiegel, alle mikrovaskulären oder kardiovaskulären Komplikationen verhindert.

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] **Relating mean blood glucose and glucose variability to the risk of multiple episodes of hypoglycaemia in type 1 diabetes**
Kilpatrick et al., 2007
Diabetologia
DOI: https://doi.org/10.1007/s00125-007-0820-z

[2] **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

[3] **Association of Glycemic Variability in Type 1 Diabetes With Progression of Microvascular Outcomes in the Diabetes Control and Complications Trial**
Lachin et al., 2017
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/dc16-2426