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

ORIGINAL RESEARCH

Glykämische Variabilität: Klinische Anwendungen und neue Forschungsperspektiven

M. Moscati[1]

1 Italy

1. ABSTRACT

Die analysierte Studie ist ein narrativer Review zum Thema glykämische Variabilität, also den Schwankungen des Blutzuckerspiegels im Tagesverlauf und zwischen verschiedenen Tagen. Ziel war es, die Indikatoren zu beschreiben, die durch kontinuierliche Glukosemessung gewonnen werden können, sowie deren mögliche klinische und wissenschaftliche Anwendung. Im verfügbaren Material, das lediglich aus dem Abstract besteht, berichten die Autoren, dass die Variabilität vom Prädiabetes bis zum Typ-2-Diabetes zunimmt und bei Typ-1-Diabetes noch ausgeprägter ist; zudem weisen sie auf einen Zusammenhang zwischen dem Variationskoeffizienten und dem Hypoglykämierisiko hin.Im Abschnitt 3.1 „La variabilità glicemica“ aus dem Werk „Die Wahl zu leben in Gesundheit oder Krankheit“ von Dr. A. Colonnese und R. Panzironi trägt die Publikation vor allem dazu bei, zu verdeutlichen, dass der HbA1c-Wert und der durchschnittliche Blutzuckerspiegel nicht alle täglichen Glukoseschwankungen erfassen und dass die kontinuierliche Überwachung die Berechnung verschiedener Parameter ermöglicht, wie etwa Standardabweichung, Variationskoeffizient, MAGE, MODD, CONGA und HBGI. Unabhängige Studien bestätigen, dass der HbA1c-Wert das individuelle glykämische Profil möglicherweise nicht adäquat widerspiegelt und dass der Variationskoeffizient mit einer höheren Häufigkeit von Hypoglykämien assoziiert ist. Es bleibt jedoch wichtig, die Werte im klinischen Kontext und mit vergleichbaren Messinstrumenten zu interpretieren.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

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

DOI 10.5281/zenodo.24256892

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, wie sich die glykämische Variabilität mithilfe von Daten aus der kontinuierlichen Glukosemessung sinnvoll definieren und messen lässt. Die zugrunde liegende Hypothese ist, dass der durchschnittliche Blutzuckerspiegel – und damit auch der glykierte Hämoglobinwert bzw. HbA1c – allein nicht ausreicht, um den täglichen Glukoseverlauf abzubilden: Zwei Personen können einen ähnlichen Durchschnittswert aufweisen, aber sehr unterschiedliche Schwankungen zeigen.Die Publikation ist für den entsprechenden Abschnitt des Buches relevant, da sie die Rolle der kontinuierlichen Glukosemessung beschreibt, um Spitzenwerte, schnelle Abfälle, Hypoglykämie-Episoden und Unterschiede zwischen einzelnen Tagen sichtbar zu machen, die eine Einzelmessung oder ein Durchschnittswert nicht erfassen können. Zudem werden die wichtigsten mathematischen Metriken untersucht, die zur Zusammenfassung dieser Daten verwendet werden.Da es sich um eine Übersichtsarbeit handelt, überprüft die Studie keine neue Hypothese an einer einzelnen Teilnehmerkohorte und kann nicht belegen, dass eine spezifische Metrik die klinischen Ergebnisse verbessert. Ihr Hauptbeitrag ist konzeptioneller und methodischer Natur: Sie verdeutlicht, welche Aspekte der Blutzuckerschwankungen durch die verschiedenen Indikatoren beschrieben werden und warum ihre Interpretation einen angemessenen klinischen Kontext erfordert.

3. MATERIALIEN UND METHODEN DER ORIGINALSTUDIE

Bei der Publikation handelt es sich um ein Review, also eine Übersicht der wissenschaftlichen Literatur und nicht um eine experimentelle Studie, die an einer neuen Personengruppe durchgeführt wurde. Im vorliegenden Abstract erörtern die Autoren Metriken zur glykämischen Variabilität, die vor allem aus Aufzeichnungen des kontinuierlichen Glukosemonitorings gewonnen wurden.Zu den beschriebenen Indikatoren gehören die Standardabweichung (SD), die angibt, wie stark die Werte um ihren Mittelwert streuen, sowie der Variationskoeffizient (CV), der diese Streuung ins Verhältnis zum durchschnittlichen Blutzuckerspiegel setzt. Zudem werden MAGE, ein Indikator für das Ausmaß der wichtigsten Blutzuckerschwankungen; MODD, ein Maß für die Differenzen zwischen Werten, die an aufeinanderfolgenden Tagen zur gleichen Uhrzeit gemessen wurden; CONGA, ein Index für Schwankungen in festgelegten Zeitintervallen; sowie HBGI, ein Index zur Zusammenfassung der Exposition gegenüber hohen Glukosewerten, aufgeführt.Die folgenden Informationen sind im verfügbaren Material nicht enthalten: bibliografische Suchstrategie, konsultierte Datenbanken, Zeitraum der einbezogenen Publikationen, Auswahlkriterien für die Studien, Methode zur Bewertung der Qualität der Evidenz sowie der Prozess der Datenextraktion. Aus diesem Grund lässt sich anhand des vorliegenden Materials weder feststellen, ob es sich um ein systematisches Review handelt, noch lässt sich die Anzahl der untersuchten Studien quantifizieren.

4. ERGEBNISSE

Das zentrale Ergebnis ist, dass die glykämische Variabilität nicht mit dem durchschnittlichen Blutzuckerspiegel übereinstimmt. Einfach ausgedrückt: Ein Durchschnittswert kann akzeptabel erscheinen, selbst wenn die tatsächlichen Werte zwischen starken Anstiegen und schnellen Abfällen schwanken. Laut dem Abstract nimmt die Variabilität vom Prädiabetes bis zum fortgeschrittenen Typ-2-Diabetes progressiv zu und ist bei Typ-1-Diabetes am höchsten.Die Autoren berichten, dass der Variationskoeffizient mit dem Risiko für Hypoglykämien, also zu niedrigen Glukosewerten, korreliert. Die Richtung des aufgezeigten Zusammenhangs ist somit eindeutig: Eine höhere Variabilität, ausgedrückt durch einen höheren CV, geht mit einem größeren Risiko für Hypoglykämien einher. Das Abstract enthält keine numerischen Korrelationswerte, Konfidenzintervalle, P-Werte oder Merkmale der Populationen, aus denen diese Beobachtungen stammen.Die Standardabweichung wird als stark korreliert mit zahlreichen anderen Indikatoren beschrieben, darunter der Interquartilsabstand, MAGE, MODD und die Average Daily Risk Range. Die praktische Bedeutung besteht darin, dass verschiedene Formeln zumindest teilweise dasselbe allgemeine Phänomen der Glukoseinstabilität erfassen können, wobei sie den

Fokus auf unterschiedliche Aspekte legen: die Amplitude der Spitzen, die Geschwindigkeit der Schwankungen oder die Wiederholbarkeit des Profils an aufeinanderfolgenden Tagen.Die Arbeit weist zudem darauf hin, dass grafische Darstellungen nach Tageszeit, Wochentag und dem prozentualen Anteil der Zeit in bestimmten glykämischen Bereichen klinisch nützliche Informationen liefern. Aus dem Abstract allein lässt sich jedoch nicht ableiten, welche Ergebnisse aus einzelnen Studien stammen, noch lassen sich die Leistungen der verschiedenen Metriken quantitativ vergleichen.

5. INTERPRETATION

Für den Leser ist die wesentliche Botschaft, dass HbA1c und der durchschnittliche Blutzuckerspiegel vor allem das mittlere Ausmaß der Glukoseexposition beschreiben, während das kontinuierliche Glukosemonitoring zusätzliche Informationen über die Stabilität oder Instabilität dieses Niveaus liefert. Dieser Unterschied ist relevant, da sich Episoden von Hyperglykämie und Hypoglykämie im Durchschnitt gegenseitig aufheben können, obwohl sie im Alltag der betroffenen Person sehr unterschiedlich wahrgenommen werden.Der Erzählstrang, der direkt durch die Publikation belegt wird, die Gegenstand der Evidenzprüfung ist, lautet: kontinuierliches Glukosemonitoring Berechnung verschiedener Metriken Beschreibung von Schwankungen, die weder aus dem durchschnittlichen Blutzuckerwert noch aus dem HbA1c-Wert allein hervorgehen. Insbesondere beschreiben SD und CV die Gesamtstreuung der Werte; MAGE konzentriert sich auf die größten Ausschläge; MODD bewertet, wie stark sich das Profil zwischen aufeinanderfolgenden Tagen verändert; CONGA berücksichtigt die Schwankungen innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls; HBGI ist auf die Risikokomponente im Zusammenhang mit erhöhten Werten ausgerichtet.Der berichtete Zusammenhang zwischen einem höheren CV und einem erhöhten Risiko für Hypoglykämien ist biologisch und klinisch plausibel, bedeutet jedoch nicht, dass der CV eine Ursache für Hypoglykämien ist. Der Variationskoeffizient ist ein Indikator für die Instabilität des glykämischen Profils und kann dabei helfen, Situationen zu identifizieren, in denen niedrige Werte häufiger auftreten. Da es sich bei der Publikation um eine narrative Übersichtsarbeit und nicht um eine klinische Intervention handelt, beweist sie nicht, dass die Reduzierung einer einzelnen Metrik automatisch die individuelle Prognose verbessert.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE EVIDENZ

Eine erste Bestätigung für den Anfang der Darstellung betrifft die Einschränkung, HbA1c als vollständiges Abbild der individuellen glykämischen Kontrolle zu interpretieren. Beck und Kollegen analysierten Daten aus kontinuierlichen Glukosemessungen sowie Laborwerte des HbA1c von 387 Teilnehmenden aus drei randomisierten Studien. Bei ein und demselben HbA1c-Wert beobachteten sie eine große Bandbreite an geschätzten durchschnittlichen Glukosewerten: So lag der geschätzte Bereich bei einem HbA1c von 7 % beispielsweise zwischen 128 und 190 mg/dL. Dieses Ergebnis misst zwar nicht direkt alle Metriken der Variabilität, bestätigt jedoch, dass ein einzelner HbA1c-Wert das glykämische Profil einer Person nicht eindeutig identifiziert [1].Der Zusammenhang zwischen glykämischen Schwankungen und Hypoglykämie wurde von Monnier und Kollegen bei 376 Menschen mit Diabetes, die sich einer kontinuierlichen Glukosemessung unterzogen, direkt bewertet. Der Variationskoeffizient (CV), berechnet als Standardabweichung geteilt durch den durchschnittlichen Glukosewert und multipliziert mit 100, stieg von der Gruppe, die mit Diät und/oder insulinsensitiven Medikamenten behandelt wurde, bis hin zu Patienten mit Typ-1-Diabetes an. In den Gruppen, die mit Sulfonylharnstoffen oder Insulin behandelt wurden, sowie bei Typ-1-Diabetes war die Häufigkeit von Hypoglykämien höher, wenn der CV über 36 % lag, im Vergleich zu Werten von 36 % oder darunter. Die Beobachtungsstudie stützt somit die im Review genannte Tendenz: Ein höherer CV ist mit mehr Hypoglykämien assoziiert, ohne jedoch zu beweisen, dass der CV deren Ursache ist [2].Eine zweite retrospektive Studie untersuchte 60 Menschen mit Typ-1-Diabetes und 100 mit Typ-2-Diabetes, die sich 3 bis 6 Tage lang einer kontinuierlichen Glukosemessung sowie kapillaren Blutzuckermessungen unterzogen. Bei Typ-1-Diabetes war die Häufigkeit von Hypoglykämien höher als bei Typ-2-Diabetes (53,3 % gegenüber 24 %), und der aus der kontinuierlichen Messung ermittelte CV war mit 40,1 % gegenüber 29,4 % ebenfalls höher. HbA1c war

ein schwacher Prädiktor für Hypoglykämien, während der CV aus der kontinuierlichen Messung das Risiko bei Typ-1-Diabetes gut differenzieren konnte, mit einer Fläche unter der Kurve von 0,88. Die Fläche unter der Kurve gibt hier eine gute Fähigkeit des Index an, zwischen Personen mit und ohne Hypoglykämie in der untersuchten Stichprobe zu unterscheiden [3].Insgesamt stützen diese unabhängigen Publikationen die Entscheidung, das HbA1c durch dynamische Informationen aus der kontinuierlichen Glukosemessung zu ergänzen. Die Bestätigung ist für den deskriptiven Wert der Messung und für den Zusammenhang zwischen hoher Variabilität und Hypoglykämie solider, während sie für jede einzelne im Buchkapitel zitierte Formel weniger direkt ist. SD, CV, MAGE, MODD, CONGA und HBGI sind in der Tat keine perfekt deckungsgleichen Maße und müssen je nach klinischer oder wissenschaftlicher Fragestellung ausgewählt werden.

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Es wurden keine direkt widersprüchlichen Belege von ausreichender Relevanz identifiziert; dies beweist jedoch nicht das Fehlen gegenteiliger Ergebnisse. Es liegt jedoch ein wichtiger Hinweis auf methodische Einschränkungen vor: Die aus dem kontinuierlichen Monitoring abgeleiteten Werte können vom Gerät und sogar vom verwendeten Einzelsensor abhängen.In einer Analyse an 20 Personen mit Typ-1-Diabetes, von denen jede 14 Tage lang parallel zwei Dexcom G5-Sensoren und zwei FreeStyle Libre-Sensoren trug, verglichen Pleus und Kollegen die Zeit in den verschiedenen glykämischen Bereichen, den Glukosemanagement-Indikator und den Variationskoeffizienten (CV). Es zeigten sich relevante Unterschiede sowohl zwischen verschiedenen Systemen als auch zwischen Sensoren desselben Modells. Zwischen verschiedenen Systemen lag das 75. Perzentil der absoluten Differenzen bei 5,0 Prozentpunkten für die Zeit unter 70 mg/dL, bei 9,2 Prozentpunkten für die Zeit über 180 mg/dL und bei 0,42 Prozentpunkten für den Glukosemanagement-Indikator [4].Diese Beobachtung bestreitet nicht, dass das kontinuierliche Monitoring glykämische Schwankungen sichtbar macht. Sie weist jedoch darauf hin, dass ein Wert für den CV, die Zeit im Zielbereich oder andere Metriken nicht als absolute und perfekt austauschbare Messgröße zwischen verschiedenen Geräten interpretiert werden sollte. Die Stichprobe war klein, umfasste ausschließlich Personen mit Typ-1-Diabetes und die Dauer war auf 14 Tage begrenzt; das Ergebnis mahnt daher zur Vorsicht, zur Kontinuität des verwendeten Instruments bei Längsschnittvergleichen und zur Standardisierung der Methoden.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die Tabelle unterscheidet zwischen der Publikation, die Gegenstand der Evidenzprüfung ist, und den unabhängigen Studien, die dazu dienen, die Darstellung im Text zu bestätigen oder in einen Kontext zu setzen.

Quadro comparativo

Referenz	Studientyp	Population oder Modell	Hauptergebnis	Richtung der Evidenz	Stärke der Evidenz
Originalstudie	Narratives Review	Literatur zum kontinuierlichen Glukosemonitoring	Beschreibt Metriken der glykämischen Variabilität und berichtet, dass ein höherer VK mit einem größeren Hypoglykämierisiko korreliert.	biologisch konsistente Evidenz	moderat
[1]	Deskriptive Analyse von Daten aus randomisierten Studien	387 Teilnehmende aus drei randomisierten Studien	Einem gleichen HbA1c-Wert entsprach ein breiter Bereich der geschätzten durchschnittlichen Glukosewerte.	indirekte Bestätigung	moderat
[2]	Beobachtungsstudie	376 Menschen mit Diabetes unter kontinuierlichem Monitoring	Ein VK von über 36 % ist mit einer höheren Häufigkeit von Hypoglykämien assoziiert, insbesondere in den mit Insulin behandelten Gruppen.	direkte Bestätigung	moderat
[3]	Retrospektive Beobachtungsstudie	60 Menschen mit Typ-1-Diabetes und 100 mit Typ-2-Diabetes	Bei Typ-1-Diabetes konnte der VK aus dem kontinuierlichen Monitoring das Vorliegen einer Hypoglykämie gut unterscheiden; der HbA1c-Wert war ein schwacher Prädiktor.	direkte Bestätigung	moderat
[4]	Post-hoc-Analyse eines technischen Vergleichs	20 Menschen mit Typ-1-Diabetes; vier Sensoren wurden 14 Tage lang parallel getragen	Metriken des kontinuierlichen Monitorings, einschließlich des VK, variierten zwischen den Geräten und zwischen Sensoren desselben Modells.	widersprüchliche Evidenz	niedrig

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die analysierte Publikation stützt konsistent die Auffassung, dass die glykämische Variabilität eine eigenständige Dimension darstellt, die über den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel und den reinen HbA1c-Wert hinausgeht. Ihr wichtigster Beitrag für den entsprechenden Buchabschnitt betrifft den Nutzen des kontinuierlichen Monitorings, um Schwankungen sichtbar zu machen und zu quantifizieren, die durch Durchschnittswerte nicht erfasst werden. Unabhängige Belege bestätigen moderat, dass der HbA1c-Wert das individuelle glykämische Profil nicht immer vollständig widerspiegelt und dass ein höherer Variationskoeffizient (CV) mit einer häufigeren Hypoglykämie assoziiert ist. Eine vorsichtige Interpretation der Werte bleibt erforderlich, da die Messgrößen unterschiedliche Funktionen haben und je nach verwendetem Gerät variieren können.

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] **The Fallacy of Average: How Using HbA1c Alone to Assess Glycemic Control Can Be Misleading**
Beck et al., 2017
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/dc17-0636

[2] **Toward Defining the Threshold Between Low and High Glucose Variability in Diabetes**
Monnier et al., 2017
Diabetes Care
DOI: https://doi.org/10.2337/dc16-1769

[3] **Beyond HbA1c: Comparing Glycemic Variability and Glycemic Indices in Predicting Hypoglycemia in Type 1 and Type 2 Diabetes**
Rama Chandran et al., 2018
Diabetes Technology & Therapeutics
DOI: https://doi.org/10.1089/dia.2017.0388

[4] **Time in Specific Glucose Ranges, Glucose Management Indicator, and Glycemic Variability: Impact of Continuous Glucose Monitoring (CGM) System Model and Sensor on CGM Metrics**
Pleus et al., 2021
Journal of Diabetes Science and Technology
DOI: https://doi.org/10.1177/19322968209318 25