

Blutglukosewerte im Krankenhaus

Zweck

Sicherstellung einer optimalen Stoffwechselkontrolle und Vermeidung von Komplikationen bei Patienten mit Diabetes mellitus während elektiver und akuter Krankenhausaufenthalte.

Blutglukoseziele bei hospitalisierten Patienten

Für alle hospitalisierten Patienten einschließlich kritisch Kranker

wird ein Zielbereich von 140-180 mg/dl (7,8-10,0 mmol/l) angestrebt.

Bestehende Blutglukosewerte unterhalb der Zielbereiche müssen bei fehlender Neigung zu Hypoglykämien nicht korrigiert werden.

Für ausgewählte Patienten

können niedrigere Zielwerte (100-180 mg/dl / 5,6-10,0 mmol/l) festgelegt werden, vorausgesetzt, Hypoglykämien werden vermieden.

Hypoglykämien unter 70 mg/dl (< 3,9 mmol/l) sind streng zu vermeiden. Level-1-Hypoglykämien (< 70 mg/dl / < 3,9 mmol/l) müssen sofort behandelt werden, um die Verschlechterung zu schwereren Hypoglykämien (Level-2/3) zu verhindern.

Präoperative und perioperative Blutglukose-Optimierung

Vor elektiven Eingriffen sollte eine Optimierung der Blutglukosewerte erfolgen.

Eingriffe bei HbA1c-Werten > 10 % (86 mmol/mol) oder akuten Blutglukoseentgleisungen (> 300 mg/dl / 16,7 mmol/l) sind zu verschieben, bis eine bessere Stoffwechselkontrolle erreicht ist.

Der HbA1c-Wert sollte idealerweise unter 7,0 % (53 mmol/mol Hb) liegen, mindestens jedoch unter 8 % (64 mmol/mol Hb).

Vier Stunden vor und während chirurgischer Eingriffe müssen Blutglukosewerte im Bereich von 100-180 mg/dl (5,6-10,0 mmol/l) gehalten werden.

Maßnahmen bei Zielabweichungen

Wird der Zielbereich nicht erreicht, ist unverzüglich Rücksprache mit der behandelnden Ärztin bzw. dem behandelnden Arzt zu halten. Sofern verfügbar, sollte das Diabetesteam bzw. ein diabetologischer Konsildienst hinzugezogen werden.

Häufigkeit der Blutglukosemessungen im Krankenhaus

Zweck

Sicherstellung einer adäquaten Blutglukosekontrolle und Vermeidung von Komplikationen bei stationären Patienten mit Diabetes mellitus durch regelmäßige und zielgerichtete Messungen.

Allgemein

Bei stationärer Aufnahme sind bei allen Patienten mit Diabetes eine Blutglukose- und HbA1c-Bestimmung durchzuführen.

Während der Nüchternphase vor operativen Eingriffen erfolgt eine Blutglukosemessung mindestens alle 2 bis 4 Stunden.

Routine-Blutglukosemessungen bei hospitalisierten Patienten

Bei allen hospitalisierten Patienten mit Diabetes wird die Blutglukose vor den Mahlzeiten gemessen.

Bei Patienten, die keine orale Nahrung aufnehmen können, ist alle 4-6 Stunden ein Blutglukosewert zu bestimmen.

Einsatz kontinuierlicher Glukosemesssysteme (CGM)

Zur Beurteilung der Stoffwechselkontrolle können mit Time-in-Range (TiR) und Time-below-Range (TbR) Werte aus CGM-Systemen herangezogen werden:

- Ziel: Glukosewerte mindestens 70 % der Zeit zwischen 70-180 mg/dl (3,9-10,0 mmol/l).
- Zeit unter 70 mg/dl (3,9 mmol/l) sollte weniger als 4 % betragen.

CGM-Systeme sind nützlich zur Detektion von Hypo- und Hyperglykämien, gelten jedoch nicht als alleinige Grundlage für Therapieentscheidungen im Krankenhaus. Zusätzliche Blutglukosemessungen sind je nach klinischer Situation erforderlich (siehe "Einsatz von Glukosesensoren im Krankenhaus").

Blutglukosemessung bei intravenöser Insulintherapie

Bei Patienten unter intravenöser Insulintherapie erfolgen Blutglukosemessungen in Abständen von 30 Minuten bis 2 Stunden.

Einsatz von Glukosesensoren und Insulinpumpen im Krankenhaus

Einsatz von Glukosesensoren im Krankenhaus:

Menschen mit Diabetes mit nicht kritischen Erkrankungen und bestehendem kontinuierlichen Glukosemonitoring (CGM) sollen dieses fortführen.

Kapilläre Glukosemessungen sind erforderlich bei:

- » Akuter Erkrankung (ein- bis zweimal täglich).
- » Diskrepanzen zwischen CGM-Daten und Symptomen.
- » bei Zweifeln an der Messgenauigkeit (z. B. nach Operationen) oder zur Bestätigung einer Hypoglykämie.

CGM-Werte können von Blutglukosewerten abweichen (zulässige Abweichung: 20 mg/dl [1,1 mmol/l] bei Werten < 100 mg/dl [< 5,6 mmol/l] bzw. 20 % bei Werten ≥ 100 mg/dl [≥ 5,6 mmol/l]).

Herausforderungen

CGM-Daten sind nicht direkt mit der elektronischen Patientenakte verknüpfbar.

Es kann zu Interferenzen nach Gabe bestimmter Medikamente kommen, wie:

Paracetamol
Maltose
Ascorbinsäure
Dopamin
Mannitol
Heparin
Harnsäure
Hydroxyharnstoff
Salicylsäure

Technische Einschränkungen von CGM

Nicht nutzbar bei Ödemen, Hautinfektionen, kritisch Kranken oder auf Intensivstationen.

Laut Herstellerangaben erlaubt derzeit kein CGM-Gerät eine Exposition gegenüber Röntgenstrahlen, Computertomografie (CT), Magnetresonanztomografie (MRT), Diathermie, Strahlentherapie oder anderen Arten von Strahlung.

Eine Abschirmung der CGM-Geräte kann jedoch unerwünschten Ereignissen bei Strahlenexposition entgegenwirken. Während MRT-Untersuchungen sind CGM-Geräte allerdings zu entfernen.

Einsatz von Glukosesensoren und Insulinpumpen im Krankenhaus

Einsatz der Insulinpumpentherapie (CSII)

- » Sicher fortführbar bei stabilen, selbstversorgungsfähigen Patienten.
- » Wenn hingegen der Patient nicht in der Lage oder nicht willens ist, die Insulinpumpe zu bedienen und/oder die Pumpeneinstellungen nicht sicher demonstrieren kann, sollte die Insulinpumpe entfernt und abhängig vom Schweregrad der Erkrankung eine subkutane intensivierte konventionelle Insulintherapie (ICT) oder eine intravenöse Insulininfusion begonnen werden.

Bedienung und praktische Hinweise

Zubehörteile für Pumpen müssen vom Patienten oder seiner Familie bereitgestellt werden.

Beschriftung und sichere Lagerung entfernter Geräte.

Bei den meisten Geburten (einschließlich elektiver Kaiserschnittentbindungen) ist eine Fortsetzung der CSII möglich.

Die Insulinpumpe sollte

» vor einer MRT und vor einer CT entfernt werden (oder mit einer Bleischürze abgedeckt werden).

» nicht für konventionelle Röntgenaufnahmen entfernen.

» für Positronen-Emissions-Tomografien (PET) muss die Pumpe mindestens 1 Stunde vor der Untersuchung ausgeschaltet werden (kein Bolusinsulin < 4 Stunden vorher).

Die Pumpen können bis zu einer Stunde am Stück ausgesetzt werden, ohne dass ein alternatives Insulin benötigt wird.

Beim Wiederanschießen der Pumpe kann allerdings ein Korrekturbolus erforderlich werden. Eine länger andauernde Unterbrechung der Insulinzufuhr über die Insulinpumpe erfordert die zeitnahe Einleitung einer alternativen Insulinapplikation.

Einsatz von Glukosesensoren und Insulinpumpen im Krankenhaus

Einsatz von Hybrid-closed-loop-Systemen

Begrenzte Datenlage: Studien und Fallserien deuten auf gute Wirksamkeit und sichere Anwendung von Hybrid-Closed-Loop-Systemen im Krankenhaus hin.

Einsatz bei stabilen Patienten: Bei weniger schwer beeinträchtigten Patienten, z. B. vor kurzen Eingriffen, kann die Steuerung der Blutglukose durch den hybriden Regelkreis fortgeführt werden.

Anpassung bei schwer beeinträchtigten Patienten:

Bei rasch wechselndem Insulinbedarf sollte auf manuelle Steuerung umgeschaltet werden.

Einstellungen der Insulinpumpe wie Zielbereiche, Kohlenhydratfaktoren und Basalraten sollten mit Unterstützung des Diabetesteam angepasst werden.

Herausfordernde Szenarien

Umstellung des Insulinmanagements:

Bei technischen Problemen oder fehlender Möglichkeit zur weiteren Nutzung von CGM, Katheter oder Insulinpumpe ist ein alternatives Insulinregime erforderlich.

Hybrid-Systeme sind problematisch bei

- » Medikamenten, die Insulinresistenz fördern, wie Glukokortikoiden
- » Übelkeit, Erbrechen
- » Enteraler oder parenteraler Ernährung (z. B. PEG-Sonde).

Algorithmusdeaktivierung

In den genannten Fällen sollten Algorithmen deaktiviert werden, um manuelle Steuerung zu ermöglichen.

Hypoglykämie – Symptome

Kategorie der Symptome	Symptome
Autonome Symptome	Schwitzen, Zittern, Heißhunger, Herzklopfen
Neuroglykopenische Symptome	Gedankenflucht, Logorrhö, Wortfindungsstörungen, Reizbarkeit, Doppelbilder und andere Sehstörungen, Kopfschmerzen, Ängstlichkeit, Schläfrigkeit, Koordinationsschwierigkeiten, Bewusstseins- und Handlungseinschränkungen, Bewusstlosigkeit, Krämpfe, Hemiplegie, Aphasie
Allgemeines Unwohlsein	Übelkeit

Zusätzlich führen Hypoglykämien regelmäßig zu einer Zunahme der QTc-Zeit im EKG und bei 50 % der Patienten mit Typ-1-Diabetes zu verschiedenen Herzrhythmusstörungen.

Blutglukose/Beschreibung

Level 1

Glukose < 70 mg/dl (3,9 mmol/l) und $\geq$ 54 mg/dl (3,0 mmol/l) - auch ohne Symptome wie bei einer Hypoglykämie-Wahrnehmungsstörung.

Level 2

Glukose < 54 mg/dl (3,0 mmol/l) Schwellenwert, ab dem neuroglykopenische und autonome Symptome auftreten.

Level 3

Schwerwiegendes Ereignis, bei dem der Patient infolge einer Beeinträchtigung geistiger und/oder körperlicher Funktionen Fremdhilfe benötigt, unabhängig von der gemessenen Blutglukosekonzentration.

Hypoglykämie – Besonderheit und Ursachen

Besonderheit: Hypoglykämie bei Typ-2-Diabetes:

- » Schwere Hypoglykämien treten speziell bei Therapie mit Sulfonylharnstoffen (SU) oder Gliniden auf.
- » Eine Glukosegabe kann eine erneute Insulinsekretion auslösen, was das Risiko für wiederholte Hypoglykämien erhöht.
- » Betroffene Patienten müssen daher für 24 bis 72 Stunden stationär überwacht werden.
- » Während dieser Zeit wird eine Dauerinfusion mit 5-10%iger Glukoselösung empfohlen, begleitet von einem EKG-Monitoring.

Ursachen einer Hypoglykämie unter Insulintherapie

Kategorie	Ursachen
Insulinüberdosierung	Zu hohe Insulindosierung, Injektion zur falschen Zeit oder in falsche Injektionsorte.
Verringerte Glukosezufuhr	Erniedrigte exogene Glukosezufuhr, z. B. vergessene Mahlzeiten.
Erhöhter Glukoseverbrauch	Erhöhte Glukoseverwertung, z.B. nach körperlicher Aktivität (z. B. Sport).
Verminderte endogene Glukoseproduktion	Alkoholkonsum, Niereninsuffizienz.
Erhöhte Insulinsensitivität	Während der Nacht, nach verbesserter glykämischer Kontrolle oder verbessertem körperlichen Trainingszustand.
Erniedrigte Insulinclearance	Niereninsuffizienz.

Hypoglykämie – Behandlung

Level-2-Hypoglykämie	Level-3-Hypoglykämie	
Therapie durch Patienten möglich	Patient ist bei Bewusstsein, aber Therapie ist nicht mehr durch Patienten möglich	Bei Bewusstlosigkeit
		Ohne i.v. Zugang
		Mit i.v. Zugang
		1 mg Glukagon i. m. oder s. c. (z. B. durch Familie, Fremde) 3 mg Glukagon intranasal als Nasenpulver (empfohlen ab einem Alter von 4 Jahren) (Cave: Erbrechen und Aspirationsgefahr) 50 ml 40 %ige Glukose im Bolus i.v.
20 g Kohlenhydrate (vorzugsweise Glukose, aber auch z. B. 200 ml Fruchtsaft möglich)	30 g Kohlenhydrate (Glukose)	
Nach 15 Minuten Blutglukose messen und bei weiterhin geringer (50-60 mg/dl; 2,8-3,3 mmol/l) Blutglukosekonzentration Therapie wiederholen. Nach erfolgreicher Therapie Mahlzeit oder Snack einnehmen, um wiederkehrende Hypoglykämie zu vermeiden.		Bei fehlendem Ansprechen nach spätestens 5 Minuten Therapie wiederholen. Nach erfolgreicher Therapie Mahlzeit oder Snack einnehmen, um wiederkehrende Hypoglykämie zu vermeiden.

Weitere Unterstützung

» Spezifische strukturierte Schulung für Menschen mit Hypoglykämie-Wahrnehmungsstörung

Hyperglykämisches hyperosmolares Syndrom (HHS)

Unterscheidungsmerkmale zur Diabetischen Ketoazidose (DKA)

- » Keine signifikante Hyperketonämie ($< 54 \text{ mg/dl}$ oder 3 mmol/l)
- » Lebensbedrohliche Hypovolämie und Hyperosmolarität ($> 320 \text{ mOsm/kg}$)
- » Ausgeprägtere Hyperglykämie ($> 600 \text{ mg/dl}$ oder $33,3 \text{ mmol/l}$)

Betroffene

- » Häufiger bei Typ-2-Diabetes (T2D).
- » Kann auch bei Typ-1-Diabetes (T1D) vorkommen.
- » Mischbild: Kombination von HHS und DKA ist möglich.

Labora auffälligkeiten:

Fehlende oder gering ausgeprägte Ketonurie und Ketoanämie

Serum-Beta-Hydroxybutyrat $< 3,0 \text{ mmol/l}$
oder Urin-Ketonstreifen $< 2+$

pH $> 7,3$

Plasmaglukose $> 600 \text{ mg/dl}$ ($33,3 \text{ mmol/l}$)

Serumbikarbonat $> 15 \text{ mmol/l}$.

Serumosmolarität $> 320 \text{ mOsm/kg}$

Therapieziele

- » **Normalisierung der Osmolarität**
Ersetzen des Flüssigkeits- und Elektrolytmangels.
- » **Normalisierung der Blutglukose**
Verhinderung thromboembolischer Komplikationen, Hirnödeme und zentraler pontiner Myelinolyse.

Hyperglykämisches hyperosmolares Syndrom (HHS)

Unterschiede zur Therapie der DKA

- » Kein Insulin bei fehlender Ketonämie ($< 18 \text{ mg/dl}$ oder 1 mmol/l) zu Beginn
- » Hypotone Flüssigkeitsersatzlösung (0,45 % Kochsalzlösung) nur bei ausbleibender Osmolaritätsreduktion
- » Der Volumenersatz mit balancierter Vollelektrolytlösung allein führt in der Regel zu einer langsamen Blutglukosesenkung.

Wichtige Therapieparameter

- » **Blutglukose** maximal um 90 mg/dl (5 mmol/l) pro Stunde senken.
- » **Insulininfusion** ($0,05 \text{ IE/kg}$ Körpergewicht pro Stunde) bei nicht ausreichender Glukosesenkung oder Ketonämie $> 18 \text{ mg/dl}$ (1 mmol/l)
- » **Natriumkonzentration** nicht schneller als 10 mmol/l in 24 Stunden senken
- » **Kaliumsubstitution**: Entspricht der bei DKA.

Diabetische Ketoazidose (DKA)

Allgemein

- » Schwerwiegende Stoffwechselstörung, die durch absoluten oder relativen Insulinmangel entsteht.
- » Führt zur Verstoffwechselung von Fettsäuren und verursacht eine gefährliche Übersäuerung des Blutes (metabolische Azidose).
- » Führt zu einem erhöhten Blutglukosespiegel.
- » Hauptursachen
 - unerkannter Typ-1-Diabetes,
 - Unterbrechung der Insulintherapie
 - akute Erkrankungen, die den Insulinbedarf erhöhen

Therapie allgemein

- » **Leichtere Formen** können durch Patienten mit Insulinerhöhung, Flüssigkeitszufuhr und Selbstüberwachung der Ketone behandelt werden.
- » **Mittlere bis schwere Fälle** erfordern intensivmedizinische Maßnahmen wie Flüssigkeitszufuhr und Insulingabe. Unbehandelt kann DKA tödlich verlaufen.

Diagnosekriterien

- » Blutglukosewerte über 250 mg/dl (13,9 mmol/l)
- » Arterieller pH-Wert unter 7,35
- » Ketonämie oder Ketonurie
- » Symptome sind unspezifisch, wie Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerzen, Bewusstseinsstörungen bis hin zur Bewusstlosigkeit

Parameter	Schweregrade der diabetischen Ketoazidose		
	Leicht	Mittel	Schwer
„D“: Diabetes in der Vorgeschichte oder erhöhter Glukosespiegel	Glukose ≥ 200 mg/dl (11,1 mmol/l)	Glukose ≥ 200 mg/dl (11,1 mmol/l)	Glukose ≥ 200 mg/dl (11,1 mmol/l)
„K“: Ketonämie	β -Hydroxybutyrat 3,0–6,0 mmol/l	β -Hydroxybutyrat 3,0–6,0 mmol/l	β -Hydroxybutyrat $> 6,0$ mmol/l
„A“: Azidose	pH $> 7,25$ bis $< 7,30$ Bikarbonat 15–18 mmol/l	pH 7,0–7,25 Bikarbonat 10 bis < 15 mmol/l	pH $< 7,0$ Bikarbonat < 10 mmol/l
Mentaler Status	Wach	Wach/schläfrig	Stupor/Koma
Vorgeschlagenes Maß der Überwachung	Normalstation	Überwachungsstation (Intermediate Care Station, IMC)	Intensivstation

Diabetische Ketoazidose (DKA)

Vorgehen*

Flüssigkeitszufuhr	Kaliumkontrolle
Beispiel: » 1000 ml in der ersten Stunde » 500 ml/h in den nächsten 4 Stunden, » anschließend 250 ml/h.	» Bei Serumkalium > 4,5 mmol/l: Keine Zugabe » Bei Serumkalium 3,5-4,5 mmol/l: 40 mmol Kalium pro Liter Infusionslösung » Bei Serumkalium < 3,5 mmol/l: Zusätzliche orale Kaliumgabe erforderlich

*Die Kaliumspiegel sollten aus Heparinplasma und nicht aus Serum bestimmt werden, um artifiziell erhöhte Kaliumwerte zu vermeiden.

Insulintherapie

- » **Dosierung:** Low-dose Insulin: 0,05 (bis 0,1) I.E./kg Körpergewicht (KG) i. v. über Perfusor
- » **Blutglukoseziel:** Absenkung der Blutglukose um 50-100 mg/dl (2,8-5,6 mmol/l) pro Stunde
- » **Wichtig:** Blutglukose in den ersten 24 Stunden nicht unter 250 mg/dl (14 mmol/l) senken. Bei Bedarf mit 10%iger Glukoselösung gegensteuern.

Zusätzliche Maßnahmen

- » **Thromboseprophylaxe:** Heparin intravenös oder subkutan.
- » **Bikarbonatgabe:** Nur bei pH < 7,0 und vitaler Bedrohung (50 mmol in 1 Stunde).
- » **Komplikationsmanagement:** Risiko für Hirnödem und Hypokaliämie minimieren.
- » **Andere Überlegungen:** Zentralvenöse und arterielle Zugänge vermeiden, falls nicht absolut notwendig. Wegen exsikkosebedingter Thrombosegefahr und hoher Komplikationsrate während der Applikation durch leeres Gefäßbett. Magensonde ggf. bei Gastroparese oder Erbrechen einsetzen.

Weiteres Vorgehen

- » Nach Ausgleich der Azidose und Stabilisierung der Stoffwechsellage kann auf subkutane Insulingaben umgestellt werden.
- » Ursachenanalyse für die Stoffwechselentgleisung durchführen und entsprechend behandeln.

Perioperatives Diabetes-Management

Erhöhte perioperative Mortalität bei Menschen mit Diabetes mellitus

- » Bis zu 50 % erhöht durch Folge- und Begleiterkrankungen sowie akute Stoffwechseleränderungen.
- » Risiken: Hypoglykämie (durch präoperative Nüchternphasen oder glukosesenkende Medikamente) diabetische Ketoazidose (DKA).

Faktoren, die Risiken zusätzlich erhöhen

- » Kardiovaskuläre Instabilität, Gastroparese durch autonome Neuropathie.
- » Infektionen und Wundheilungsstörungen.

Empfehlungen zur Risikominderung

- » Standardisiertes und dokumentiertes Vorgehen für perioperative Diabetesbehandlung.
- » Betreuung durch diabetesgeschulte Pflegekräfte.
- » Frühzeitige Einbindung in die OP-Planung.
- » Präoperative anästhesiologische Visite zur Identifikation von Hochrisikopatienten.

HbA1c-Wert

- » Hohe präoperative HbA1c-Werte verschlechtern die OP-Ergebnisse.
- » Ziel: HbA1c < 8,0 % (64 mmol/mol Hb) vor elektiven Eingriffen.

Perioperative Blutglukoseziele

- » 100-180 mg/dl (5,6-10,0 mmol/l) ab 4 Stunden vor OP.
- » Bei Blutglukosewerten > 300 mg/dl (16,7 mmol/l) Verschiebung elektiver Eingriffe empfohlen.

Weitere Maßnahmen

- » Minimierung der Nahrungskarenzzeit.
- » Subkutane Insulingabe nur bei kleinen und kurzen Eingriffen.
- » Größere Eingriffe erfordern individuelle Insulin- und Glukosezufuhr.

Perioperatives Diabetes-Management

Empfehlungen für operative Eingriffe

	Patienten mit Typ-1-Diabetes/ Typ-2-Diabetes, mit Insulin behandelt.	Patienten mit Typ-2-Diabetes mit lebensstilmodifizierenden Maßnahmen/ orale Antidiabetika (OAD).
Präoperativ	Am Vortag: • Kurzwirksames Insulin wie üblich. • Basalinsulin am Abend um 25% reduzieren.	» SGLT2-Hemmer 3-4 Tage vor der OP und Metformin spätestens am OP-Tag absetzen. Alle anderen OAD nach der letzten Mahlzeit absetzen
Am OP-Tag	Basalinsulintherapie um 25% reduzieren, ggf. situative Korrektur mit kurzwirksamem Insulin	
Auf Station	7:00 Uhr Blutglukosekontrolle. Kurzwirksames Insulin nach lokalem Korrekturschema subkutan	7:00 Uhr Blutglukosekontrolle. Kurzwirksames Insulin nach lokalem Korrekturschema subkutan
Im OP oder auf Station	Blutglukosekontrollen stündlich und jeweils kurzwirksames Insulin nach Korrekturschema s.c./i.v.: 10:00; 13:00; 17:00 Uhr	Blutglukosekontrollen stündlich und jeweils kurzwirksames Insulin nach Korrekturschema s.c./i.v.: 10:00; 13:00; 17:00 Uhr
Wenn abends keine Nahrungsaufnahme möglich ist	Basalinsulintherapie um 25% reduzieren. Blutglukosekontrollen und jeweils kurzwirksames Insulin nach Korrekturschema s.c./i.v.: 22:00; 3:00 Uhr. Am Folgetag häusliche Therapie wieder aufnehmen	Blutglukosekontrollen und jeweils kurzwirksames Insulin nach Korrekturschema s.c./i.v.: 22:00; 3:00 Uhr. Am Folgetag häusliche Therapie wieder aufnehmen
Wenn abends Nahrungsaufnahme möglich ist	Häusliche Therapie wieder aufnehmen	Häusliche Therapie wieder aufnehmen. Metformin erst wieder nach 48 h beginnen, wenn Nierenfunktion stabil und innerhalb der Zulassung für Metformin

Parenterale Ernährung

Blutglukoseeinstellung bei parenteraler Ernährung (PE)

- » Es wird kontinuierlich eine bestimmte Menge Glukose intravenös verabreicht.
- » Ist dies nicht möglich, ist die direkte Zugabe eines Normalinsulins in den PE-Beutel möglich.
- » Optimale Blutglukoseeinstellung unter PE wird durch den Einsatz eines Insulinperfusors erreicht.
- » Blutglukosezielbereich 140-180 mg/dl (7,8-10,0 mmol/l).

Vorgehen

- » Blutglukosetagesprofil: Bei wiederholt erhöhten Blutglukose-Werten >180 mg/dl (10,0 mmol/l): Beginn einer Insulintherapie.
- » Folgende Menge Normalinsulin in den PE-Beutel geben: 0,5-1 I.E. Normalinsulin/10g Kohlenhydrate.
- » 4-stündliche Blutglukosekontrolle, Werte über 180 mg/dl (10,0 mmol/l) durch subkutane Gabe von schnellwirkendem Analoginsulin nach Schema (siehe unten) korrigieren.
- » Tägliche Anpassung der in der PE-Beutel zugegebenen Insulindosis.

Beispiel Olimel Peri

Olimel Peri 2,5 %	Glukosegehalt	Kurzwirksames Humaninsulin
1 Liter	75 g	4-8 I.E.
2 Liter	150 g	7-15 I.E.

Olimel Peri 4,4 %	Glukosegehalt	Kurzwirksames Humaninsulin
1 Liter	140 g	7-14 I.E.
2 Liter	280 g	14-28 I.E.

Parenterale Ernährung

Durchführung

- » Arbeitsplatz vorbereiten (säubern, Händedesinfektion).
- » Material: Olimellösung, Spritze: Onmifix 100 Solo, Einmalkanüle 21 G, Insulinpen (Kurzwirksames Humaninsulin), Kanüle 0,4-0,6 mm, Desinfektionsmittel.
- » Verordnete Insulinmenge am Pen einstellen und in die Onmifix 100 Solo Spritze geben.
- » 40 mm Kanüle auf die Onmifix 100 Solo Spritze setzen, und nach Desinfektion des Gummis, das Insulin in den Olimel Peri-Beutel spritzen.
- » Damit gewährleistet ist, dass auch das Insulin aus der Kanüle in den Olimel Peri-Beutel gelangt, muss Olimel Peri in die Insulinspritze zurückgezogen werden und wieder hineingegeben werden.

Korrekturschema

Blutglukose [mg/dl]	<180	180-220	221-260	261-300	>300
(mmol/l)	(<10)	(10-12,2)	(12,3-14,4)	(14,5-16,7)	(>16,7)
schnellwirkendes Analoginsulin I.E.	0	2	4	6	8

Besonderheiten

- » Wenn Blutglukose 2x in 24 Stunden bei 80-120 mg/dl (4,4-6,7 mmol): beim nächsten PE-Beutel Reduktion der zugegebenen Insulinmenge um 20 %.
- » Wenn Blutglukose <80 mg/dl (4,4 mmol/l) zusätzliche i.v. Gabe von 250 ml 10% Glukoselösung über eine Stunde. Stündliche Blutglukose-Kontrollen bis wieder >120 mg/dl (>6,7 mmol/l) - beim nächsten PE-Beutel Reduktion der zugegebenen Insulinmenge um 30%.
- » Cave: wird der PE-Beutel, in dem kurzwirkendes Humaninsulin beigemischt wurde, plötzlich gestoppt, kann eine Hypoglykämie provoziert werden. Vorgehen: langsame Reduktion der Infusionsgeschwindigkeit, ggf. Wechsel auf intravenöse Glukoseinfusion oder orale Nahrungszufuhr vor Stopp der PE.
- » Die Menge (Summe der Einheiten) des pro 24 Stunden zur Blutglukose-Einstellung in den Zielbereich benötigten subkutan verabreichten Insulins kann als kurzwirkendes Humaninsulin in den nächsten Beutel zusätzlich zur am Vortag beigefügten Menge beigemischt werden.

Anpassung der oralen glukosesenkenden Medikation und der Inkretin-basierten Therapie

Zwecks

Sicherstellung eines sicheren und effektiven Diabetesmanagements bei stationären Patienten durch angemessene Anpassung der glukosesenkenden Medikation.

Allgemein

» **Bestehende Therapien mit oralen Antidiabetika (OAD)** oder Inkretin-basierte Therapien können bei nicht kritisch kranken Patienten während des Krankenhausaufenthalts fortgeführt oder bei Erstdiagnose eines Typ-2-Diabetes (T2D) begonnen werden.

» **Bei Aufnahme eines Patienten mit bekanntem Diabetes mellitus** ist eine HbA1c-Bestimmung durchzuführen, um die Therapie besser anpassen zu können.

» **Therapiebegleitende Hypoglykämien sind strikt zu vermeiden.** Besondere Aufmerksamkeit gilt der Beeinträchtigung der Leber- und Nierenfunktion, da diese die Inaktivierung und Elimination von Medikamenten beeinflussen.

» **Angesichts akuter Krankheitsereignisse**, die die Stoffwechselsituation beeinflussen, ist die Möglichkeit einer passageren Insulintherapie in Erwägung zu ziehen. Diese ist bedarfs- und situationsgerecht steuerbar, insbesondere bei kritisch kranken Patienten.

Entlassungsmanagement

» 1-2 Tage vor der Entlassung sollte, bei fehlenden Kontraindikationen, die Rückkehr zur vorbestehenden glukosesenkenden Therapie angestrebt werden.

» Eine strukturierte Planung der Weiterbehandlung nach Entlassung ist essenziell:

- Festlegung der weiteren Therapieziele und -schritte.
- Sicherstellung der diabetologischen Nachsorge.

Anwendung von Metformin im Krankenhaus

Zwecks

Sicherstellung eines sicheren Umgangs mit Metformin bei stationären Patienten, um das Risiko einer Laktatazidose zu minimieren.

Metformin bei eingeschränkter Nierenfunktion

» Bei einer geschätzten glomerulären Filtrationsrate (eGFR) von 30-45 ml/min./1,73 m² ist eine reduzierte Dosis (maximal 1000 mg täglich) empfohlen.

» Metformin ist bei einer eGFR ≥ 30 ml/min./1,73 m² ohne weitere Risikofaktoren für eine Laktatazidose einsetzbar.

Metformin und jodhaltige Kontrastmittel

eGFR > 60 ml/min/1,73 m²

Metformin kann ohne Unterbrechung fortgeführt werden.

eGFR > 45 ml/min./1,73 m²

- » Metformin kann bei intravenöser Kontrastmittelgabe weitergegeben werden.
- » Metformin sollte bei intraarterieller Kontrastmittelgabe pausiert werden.

eGFR 30-44 ml/min/1,73 m²

Bei intraarterieller oder intravenöser Kontrastmittelgabe sollte Metformin 48 Stunden vor Kontrastmittelgabe pausiert werden.

Wiederaufnahme erst nach Bestätigung einer stabilen Nierenfunktion

Notfälle

- » Metformin ist keine absolute Kontraindikation.
- » Nach Untersuchungen sollte Metformin 48 Stunden pausiert werden, um das Risiko einer Laktatazidose zu reduzieren.

Anwendung von Metformin im Krankenhaus

Metformin muss pausiert werden bei

- » Schweren Infektionen, z. B. Pneumonie, Harnwegsinfekt mit Fieber $> 38,5^{\circ}\text{C}$.
- » Akutem Leber- und Nierenversagen.
- » Instabiler oder dekompensierter Herzinsuffizienz.
- » Schwerer Diarrhö oder Exsikkose.

Metformin-assoziierte Laktatazidose (MALA)

Häufigkeit: Selten; 3-10 Fälle pro 100.000 Patientenjahre.

Risikofaktoren

- » Akutes Nierenversagen
- » Sepsis
- » Herz-Kreislauf-Versagen
- » Alkoholintoxikation
- » Leberzirrhose oder
- » andere hypoxische Zustände

Symptome/Laboraauffälligkeiten

- » Abdominelle Beschwerden
- » Muskelkrämpfe
- » erniedrigter pH-Wert
- » erhöhter Laktatspiegel ($> 5,0 \text{ mmol/l}$)

Therapie

- » Sofortiges Absetzen von Metformin
- » Behandlung der zugrundeliegenden Erkrankung
- » Elimination von Metformin mittels Hämodialyse bei begleitendem Nierenversagen

Umgang mit Sulfonylharnstoffen bei stationären Patienten

Zweck

Minimierung von Hypoglykämien und Sicherstellung der Patientensicherheit bei der Anwendung von Sulfonylharnstoffen (SU) im Krankenhaus.

Risiken und Einsatz von Sulfonylharnstoffen (SU) im Krankenhaus

Studien zeigen eine erhöhte Hypoglykämie-Inzidenz bei stationären Patienten unter SU-Therapie im Vergleich zu ambulanten Kontrollen.

Dies unterstreicht die Notwendigkeit eines besonders vorsichtigen Einsatzes von SU im Krankenhaus.

Hypoglykämierisiko:

- » SU stimulieren die Insulinsekretion unabhängig von der Glukosestoffwechsellage.
- » Ein besonderes Risiko besteht bei eingeschränkter Nierenfunktion, da die verminderte renale Elimination der meisten SU das Risiko für Hypoglykämien erhöht.

» Aufgrund des erhöhten Hypoglykämierisikos sollten SU im stationären Setting äußerst zurückhaltend eingesetzt werden.

Einsatz im Krankenhaus

Handhabung bei periinterventionellen und krankheitsbedingten Nüchternphasen:

- » Bei längeren Nüchternphasen sind Dosisreduktionen oder ein Pausieren der SU-Therapie notwendig.
- » Eine Umstellung auf eine passagere Insulintherapie ist in diesen Fällen zu erwägen.

Besondere Vorsicht bei eingeschränkter Leberfunktion

- » Bei Patienten mit eingeschränkter Leberfunktion ist das Hypoglykämierisiko aufgrund einer gestörten hepatischen Glukoneogenese deutlich erhöht.
- » Eine individuelle Therapieanpassung ist notwendig, um Hypoglykämien zu vermeiden.

Umgang mit SGLT2-Inhibitoren bei stationären Patienten

Zweck

Sicherstellung der Patientensicherheit bei der Anwendung von SGLT2-Inhibitoren (SGLT2i) im Krankenhaus und Vermeidung potenzieller Nebenwirkungen wie euglykämischer diabetischer Ketoazidose.

Sick-Day-Regelung für SGLT2-Inhibitoren

SGLT2i-Therapie muss pausiert werden bei:

- » Schweren Infektionen
- » Längeren Fastenperioden, insbesondere vor Operationen
- » Schwerwiegenden Akuterkrankungen
- » Vorliegen von Ketonkörpern

Hypoglykämierisiko

- » Intrinsisches Hypoglykämierisiko von SGLT2i ist gering.
- » Dennoch sollten Patienten bei akuten Krankheitsbildern überwacht werden.

Risiko der euglykämischen Ketoazidose

Ursachen:

- » Plötzlich erhöhter Insulinbedarf (z.B. bei Infektionen)
- » Akute Verschlechterung der Nierenfunktion

Diagnose:

Venöse Blutgasanalyse bei klinischen Symptomen einer Ketoazidose.

Therapie:

- » Sofortiges Pausieren der SGLT2i bei Verdacht auf Ketoazidose.
- » Intravenöse Vollelektrolyt-Lösung 1-1,5 l in den ersten 1-2 Stunden.
- » Kalium im Normalbereich halten.
- » Insulinperfusor (0,05-0,1 I.E./kg Körpergewicht).
- » 5%ige Glukoselösung, ggf. steigern auf 10%ige Glukoselösung, wenn DKA fortbesteht.

Fortführung bei kardiovaskulär und renal erkrankten Patienten

Empfehlung:

Therapie mit SGLT2i sollte bei kardiovaskulär erkrankten oder chronisch niereninsuffizienten Patienten fortgeführt werden.

Ausnahmen:

Therapie muss pausiert werden, wenn schwerwiegende interkurrente Erkrankungen oder operative Eingriffe vorliegen.

Umgang mit Inkretin-basierten Therapien bei stationären Patienten

Zweck

Sicherstellung der sicheren und effektiven Anwendung von Inkretin-basierten Therapien im stationären Krankenhaussetting.

Hypoglykämierisiko

- » Inkretin-basierte Therapien haben ein sehr geringes intrinsisches Hypoglykämierisiko.
- » Hypoglykämien sind bei alleiniger Anwendung von Inkretin-basierten Therapien selten zu erwarten.

Fortführung der Therapie

Eine bestehende Inkretin-basierte Therapie sollte nicht unterbrochen werden bei Patienten mit:

- » Kardiovaskulären Erkrankungen,
- » Chronischer Nierenfunktionsstörung.

Ausnahmen

Bei hospitalisierten Patienten mit gastrointestinalen Beschwerden wie Übelkeit oder Erbrechen sollte die Inkretin-basierte Therapie pausiert oder angepasst werden.

Gastrointestinale Nebenwirkungen

Inkretin-basierte Therapien können zu verzögerter Magenentleerung führen, was in einigen Fällen gastrointestinale Beschwerden (z.B. Übelkeit, Erbrechen) verursachen kann. Dies ist bei der individuellen Therapieplanung und -fortführung zu berücksichtigen.

Umgang mit Glukokortikoiden (GC)

Auswirkungen von Glukokortikoiden

- » Können Insulinresistenz verstärken und Betazellfunktionsstörungen verursachen, was zu einer Hyperglykämie führen kann
- » Bis zu 86% der Patienten mit systemischer GC-Therapie im Krankenhaus entwickeln eine Hyperglykämie.

Risikofaktoren für hyperglykämie Dekompensation

- » Alter über 65 Jahre
- » Erhöhter Body-Mass-Index (BMI)
- » Positive Familienanamnese für Diabetes mellitus
- » Hohe GC-Dosis

Therapieoptionen

Kürzer wirksame GC (z. B. Prednisolon)

- » Wirkmaximum nach 4–8 Stunden
- » Geeignet: Therapie mit NPH-Insulin (siehe Tabelle 1)

Länger wirksame GC (z. B. Dexamethason)

- » Praktikabel: Basalinsulinanaloge (z. B. Insulin degludec, Insulin glargin)
- » Bei höheren GC-Dosen: Zusätzliche prandiale Insulinapplikation erforderlich

Insulinbedarf und Anpassungen

- » Bei insulinbehandeltem Diabetes mellitus steigt der Insulinbedarf um ca. 20% unter GC-Therapie.
- » Regelmäßige Blutglukosekontrollen und entsprechende Dosisanpassungen sind essenziell.

Tabelle 1: Mögliche NPH-Insulindosierung (1-mal täglich morgens) je nach Prednisolonäquivalenzdosis

Äquivalenzdosis zu Prednisolon [mg/d]	Körpergewichtsangepasste Insulindosis (I. E./kg Körpergewicht [KG])
10	0,1
20	0,2
30	0,3
>40	0,4

Diabetesmanagement während der Darmvorbereitung zur Koloskopie

Diabetes als Risikofaktor

- » Erhöhtes Risiko für unzureichende Darmvorbereitung durch langsame Darmpassage und verzögerte Magenentleerung.
- » Folgen: Geringere Erkennbarkeit präneoplastischer Läsionen, längere Verfahrensdauer, höheres Risiko für Komplikationen.

Empfehlung für Patienten

- » Ausführliche Aufklärung über Vorbereitung und schriftliche Ernährungsempfehlungen (ballaststoffarme, kohlenhydrat-bilanzierte Kost).
- » Maßnahmen zur Hypoglykämie-Therapie während der Kolonlavage.

Stoffwechselrisiken während der Vorbereitung

- » Hypoglykämie, diabetische Ketoazidose (DKA), Laktatazidose, Flüssigkeits-/ Elektrolytungleichgewichte, akute Nierenschädigung.
- » Anpassung der glukosesenkenden Medikation notwendig: Absetzen aller oralen Medikamente (einen Tag vorher bei Sulfonylharnstoffen, drei Tage vorher bei SGLT2i).

Flüssigkeits- und Kalorienzufuhr

- » Vermeidung von Flüssigkeits- und Elektrolytverschiebungen.
- » Zuckerfreie Getränke nur bei Blutglukose $> 180 \text{ mg/dl}$ (10 mmol/l).
- » Zusätzliche flüssige Glukosezufuhr, wenn Blutglukose $< 90 \text{ mg/dl}$ (5 mmol/l).

Maßnahmen bei Abweichungen

Messung der Blutketonspiegel bei verspätetem Absetzen von SGLT2i

Ketose ohne metabolische Azidose (base excess [BE] > -5): Koloskopie möglich unter Beteiligung des Diabetesteam. Regelmäßige Kontrollen der Blutglukose und der Ketone sowie Applikation von Insulin und einer Glukoseinfusion.

Ketose mit Azidose (BE < -5): Eingriff verschieben und Therapie anpassen.

Insulin-Management

Kurzwirksames Insulin am Tag der Koloskopie absetzen, Korrekturen nur bei Blutglukose $> 200 \text{ mg/dl}$ (11 mmol/l).

Reduktion des Basalinsulins abhängig vom Diabetestyp.

Blutglukosekontrollen mindestens alle vier Stunden.

Typ-1-Diabetes-Patienten sollten Zugang zu ihrem Diabetesteam haben.

Diabetesmanagement während der Darmvorbereitung zur Koloskopie

Behandlungsart	Am Tag vor der Koloskopie	Am Tag der Koloskopie
Sulfonylharnstoffe und SGLT2-Inhibitoren	Pausieren (Cave: SGLT2-Inhibitoren 3 Tage vor Koloskopie pausieren)	Erst nach Wiederaufnahme regelmäßiger Mahlzeiten einnehmen.
Metformin Acarbose DPP₄-Hemmer Glitazone GLP-1-Rezeptoragonisten	So lange einnehmen, wie feste Nahrung zu sich genommen wird.	Erst nach Wiederaufnahme regelmäßiger Mahlzeiten einnehmen.
Basalinsulin	Übliche Dosis bis 24 Stunden vor der Koloskopie geben. In den 24 Stunden vor der Koloskopie: » Typ-1-Diabetes: Auf 50-80 % der üblichen Dosis reduzieren (Rücksprache mit Diabetesteam). » Typ-2-Diabetes: Auf 50 % der üblichen Dosis reduzieren.	» Typ-1-Diabetes: morgendliches Basalinsulin auf 50-80 % reduzieren (Rücksprache mit Diabetesteam) » Typ-2-Diabetes: Nicht injizieren, bevor regelmäßige Mahlzeiten wieder aufgenommen worden sind Erst nach Wiederaufnahme regelmäßiger Mahlzeiten geben.
Mischinsulin	In den 24 Stunden vor der Koloskopie Umstellung auf NPH-Insulin entsprechend dem bisherigen langwirksamen Insulanteil. NPH-Dosis gemäß den Empfehlungen für Basalinsulin reduzieren (Typ 1: 50–80 %, Typ 2: 50 %).	NPH-Insulin gemäß den Vorgaben für Basalinsulin fortführen (Typ 1: 50–80 %; Typ 2: keine Gabe bis zur Wiederaufnahme regelmäßiger Mahlzeiten)
Kurzwirksames Insulin	Fortführen der üblichen Dosis, solange feste Nahrung zu sich genommen wird. Danach, falls die Blutglukose mehr als 200 mg/dl (11 mmol/l) beträgt, nur noch Korrekturen geben, wie sie der Patient in anderen Nüchtern-Situationen vornimmt.	
Insulinpumpe	Wenn keine feste Nahrung mehr zu sich genommen wird, Basalrate reduzieren. Typ-1-Diabetes: Auf 50-80% der üblichen Dosis reduzieren (Rücksprache mit Diabetesteam). Typ-2-Diabetes: Auf 50% der üblichen Dosis reduzieren.	Reduzierte Dosis bis zur Wiederaufnahme regelmäßiger Mahlzeiten beibehalten. Insulinpumpe während der Koloskopie eingeschaltet lassen. Intravenöse Glukose sollte bei Bedarf verabreicht werden. Übliche Dosis erst wieder bei Wiederaufnahme regelmäßiger Mahlzeiten geben.