Insulintherapie bei enteraler und parenteraler Ernährung

Konsensbericht der SGED/SSED

Autoren

Léo König[1], Beckey Trinh[2], Barbara Lucchini[3], Noela Vontobel[4], Sarah Sigrist[5], Lia Bally[6], Philipp Schuetz[7,8], Sandrina Bervini[9], Tinh-Hai Collet[10,11*], Claudia Cavelti-Weder[4*]

Zugehörigkeiten

[1]Service d'endocrinologie, diabète et métabolisme, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV), Lausanne, Suisse
[2]Abteilung für Endokrinologie, Diabetes und Stoffwechsel, Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz
[3]Servizio di Endocrinologia e Diabetologia, Ente Ospedaliero Cantonale (EOC), Ospedale Regionale di Locarno
[4]Abteilung für Endokrinologie, Diabetologie und klinische Ernährung, Universitätsspital Zürich (USZ) und Universität Zürich (UZH), Zürich, Schweiz
[5]Klinik für Endokrinologie, Diabetologie, Knochenerkrankungen und Stoffwechsel, HOCH Gesundheit Ostschweiz, Kantonsspital St. Gallen, St. Gallen, Schweiz
[6]Abteilung für Diabetes, Endokrinologie, Ernährungsmedizin und Stoffwechsel (UDEM), Inselspital, Universitätsspital Bern, Universität Bern, Bern, Schweiz
[7]Klinik für Allgemeine Innere Medizin und Notfallmedizin, Kantonsspital Aarau, Aarau, Schweiz
[8]Medizinische Fakultät, Universität Basel, Basel, Schweiz
[9]Klinik für Innere Medizin, Spitalzentrum Biel, Biel, Schweiz
[10]Service d'endocrinologie, diabétologie et métabolisme, Département de médecine, Hôpitaux universitaires de Genève (HUG), Genève, Suisse
[11]Centre du diabète, Faculté de médecine, Université de Genève, Genève, Suisse
*Co-last authorship

Abkürzungen

KG	Körpergewicht
d	Tag
EN	Enterale Ernährung
IR	Insulinresistenz
NPH	Neutrales Protamin Hagedorn
PN	Parenterale Ernährung
SF	Sensitivitätsfaktor (wird im elektronischen Verordnungssystem des USZ verwendet)
TDI	Tägliches Gesamtinsulin
T1DM	Diabetes mellitus Typ 1
T2DM	Diabetes mellitus Typ 2
IU	Internationale Einheiten

Beispiele: In blauer Schrift angegeben

Abstract

Hintergrund: Eine Ernährungsunterstützung durch enterale (EN) oder parenterale Ernährung (PN) ist bei hospitalisierten Patient:innen häufig erforderlich und kann die Blutzuckerkontrolle beeinträchtigen. Trotz ihrer klinischen Bedeutung fehlen praktische und einheitliche Empfehlungen für die Insulintherapie.

Methoden: Die Schweizerische Gesellschaft für Endokrinologie und Diabetologie (SGED/SSED) hat eine Expertengruppe einberufen, um einen Konsens für die Insulintherapie bei Patienten zu entwickeln, die EN oder PN erhalten. Die Arbeitsgruppe überprüfte die verfügbare Evidenz, internationale Leitlinien und die aktuelle Praxis in Schweizer Spitälern und harmonisierte die Ansätze in den verschiedenen Regionen. Die daraus resultierende Stellungnahme enthält Strategien für die Insulindosierung bei intermittierender, kontinuierlicher und Bolus-EN sowie bei PN, die in erster Linie für die stationäre Versorgung gelten, aber auch für die häusliche Ernährungsunterstützung anwendbar sind.

Empfehlungen: Die Insulindosis richtet sich nach dem (bekannten oder berechneten) Basalinsulinbedarf und dem Kohlenhydratgehalt des EN- oder PN-Beutels. Für intermittierende EN (Infusion über 12-14 Stunden) wird ein intermediär wirksames Insulin empfohlen, dessen Wirkungsdauer der Dauer der Ernährung entspricht. Bei kontinuierlicher EN (über 24 Stunden) wird lang wirksames Insulin bevorzugt. Wenn EN in Form von Boli (über 2-3 Stunden) verabreicht wird, sollte vor jedem Bolus ein kurzwirksames Insulin gespritzt werden, analog zur prandialen Dosierung bei Mahlzeiten. Bei PN wird die Zugabe von kurzwirksamen Insulinen direkt in den PN-Beutel empfohlen, da dies eine stabile Blutzuckerkontrolle gewährleistet, ohne das Risiko einer Hypoglykämie zu erhöhen. Bei allen Modalitäten sollte Korrekturinsulin gemäss institutionellen Schemata und individuellen Bedürfnissen verordnet werden, wobei zusätzliche Einheiten des Korrekturinsulins in die Insulindosis für die basale und (par)enterale Ernährung des folgenden Tages integriert werden. Darüber hinaus enthält die Stellungnahme Empfehlungen für die Glukoseüberwachung, sichere Übergänge zwischen verschiedenen Ernährungsformen und den Umgang mit unerwarteten Unterbrechungen der Ernährungstherapie.

Schlussfolgerungen: Diese Konsenserklärung der SGED/SSED stellt einen landesweiten Rahmen für die Insulintherapie bei Patienten mit EN oder PN in der Schweiz dar. Durch diese Standardisierung soll die Sicherheit erhöht, die Variabilität des Blutzuckerspiegels verringert und die Behandlungsergebnisse sowohl bei hospitalisierten Patient:innen als auch bei Patient:innen, die zu Hause eine spezielle Ernährungsunterstützung erhalten, verbessert werden.

Einführung

Ernährungsunterstützung - ob enteral, parenteral oder oral - stellt besondere Herausforderungen an die Blutzuckerkontrolle, insbesondere in Bezug auf Insulindosierung und -timing. Die Variabilität der Nahrungsaufnahme, der Absorption und der metabolischen Antwort erfordert personalisierte Insulinstrategien, um das Risiko von Hyper- und Hypoglykämien zu minimieren. In Anbetracht des Potenzials für unerwünschte Ereignisse(1–3) empfiehlt die Amerikanische Gesellschaft für parenterale und enterale Ernährung, dass "der Einsatz von Insulin bei der parenteralen Ernährung konsequent nach einem definierten Protokoll erfolgen sollte, in dem das Gesundheitspersonal über angemessene Kenntnisse verfügt"(4) .

Diese Konsenserklärung zielt darauf ab, eine praktische Anleitung für die Verabreichung von Insulin bei verschiedenen Ernährungsformen zu geben, einschliesslich der enteralen (kontinuierlichen, intermittierenden und Bolus-) und der parenteralen (intravenösen) Ernährungsunterstützung. Die Erklärung umreisst die verfügbaren Optionen für die Verschreibung von Insulin und beschreibt die wichtigsten Überlegungen zu Dosisanpassungen, Zeitplan und Überwachung. Der Insulinbedarf bei oralen Nahrungsergänzungsmitteln geht über den Rahmen dieses Dokuments hinaus und kann in der Regel ähnlich gehandhabt werden wie die Verabreichung eines Insulinbolus für eine Mahlzeit/einen Snack mit bekanntem Kohlenhydratgehalt (siehe online https://clinicalnutrition.science/en/nutripro/ für die verschiedenen Produkte zur Nahrungsergänzung).

Dieser Leitfaden richtet sich in erster Linie an Gesundheitsdienstleister in Krankenhäusern, einschliesslich Assistenz- und Fachärzte, die stationäre Patient:innen, die eine Insulintherapie benötigen, betreuen, sowie an das diensthabendes Diabetes-Team. Unser Ziel ist es, die Sicherheit und Wirksamkeit des Insulineinsatzes bei hospitalisierten Patient:innen, die eine spezielle Ernährungsunterstützung erhalten, zu verbessern, um bessere glykämische Ergebnisse und eine bessere Patientenversorgung zu gewährleisten. Mit der richtigen Anleitung und Schulung können solche Protokolle auch für die häusliche Ernährungsunterstützung verwendet werden.

	Markenname	**Aktiver Wirkstoff**	**Aktive Zeit**
Kurz wirksame Insuline	NovoRapid®	Insulin Aspart	3-5 Stunden
	Fiasp®	Insulin aspart	3-5 Stunden
	Humalog®	Insulin lispro	3-5 Stunden
	Lyumjev®	Insulin lispro	3-5 Stunden
	Apidra®	Insulin glulisine	3-5 Stunden
	Actrapid®	Reguläres Insulin	5-8 Stunden
Intermediär wirkasme Insuline	Humininsulin®	NPH-Insulin	12-18 Stunden
	Insulatard®	NPH-Insulin	12-18 Stunden
Langwirksame Insuline	Levemir®	Insulin Detemir	12-24 Stunden
	Lantus® *	Insulin Glargin	20-24 Stunden
	Abasaglar®	Insulin Glargin	20-24 Stunden
Ultralangwirksame Insuline	Toujeo®	Insulin glargine U-300	Bis zu 36 Stunden
	Tresiba®	Insulin degludec	Bis zu 42 Stunden

Tabelle 1: Überblick über die in dieser Stellungnahme erwähnten **Insuline**, kategorisiert nach ihrer Wirkungsdauer. *Lantus: Selbstbehalt von 40%. Abkürzungen: NPH, Neutral-Protamin-Hagedorn; U, Einheiten.

Bei enteraler oder parenteraler Ernährung empfehlen nicht den Einsatz von Mischinsulinen (z. B. Humalog® Mix, Ryzodeg®) oder von Kombinationen aus Insulin und GLP-1-Rezeptor-Agonisten (z. B. Suliqua®, Xultophy®). Patient:innen, die bereits Mischinsuline erhalten, sollten auf eine Kombination aus kurz- und langwirksamen Insulinen umgestellt werden, um eine bessere Flexibilität und Blutzuckerkontrolle zu erreichen.

Beachten Sie, dass einige Insuline wie folgt auslaufen werden:

Verfügbar bis Herbst 2025

- Schnell wirksame Insuline:
  - Actrapid® Penfill® - Patrone für Pen
  - NovoRapid® FlexTouch®
- Intermediär wirksame Insuline:
  - Insulatard® Penfill® - Patrone für Pen
  - Insulatard® FlexPen®

Verfügbar bis etwa Ende 2026

- Ultraschnell wirksame Insuline:
  - Fiasp® PumpCart® - Patrone für Insulinpumpe
- Mittelstark wirksame Insuline:
  - Levemir® Penfill® - Patrone für Pen
  - Levemir® FlexPen®

Enterale Ernährung (EN) bei Patient:innen mit Diabetes

Option 1: Intermittierende EN (über 12-14 Stunden)

Bei der Verabreichung von enteraler Ernährung (EN) über 12-14 Stunden, entweder tagsüber oder nachts, empfehlen wir kein kurzwirksames Insulin, sondern ein intermediär wirksames Insulin mit einer Wirkdauer von etwa 12-18 Stunden (Tabelle 1; Begründung: kurzwirksames Insulin müsste alle 4 Stunden verabreicht werden). Dies erleichtert die Anpassung der Insulindosierung bei Änderungen der enteralen Ernährung, da die Wirkungsdauer ungefähr übereinstimmt.

Insulin kann nicht in den EN-Beutel gegeben werden, da das Insulin verdaut und somit inaktiviert werden würde. Daher muss das Insulin subkutan verabreicht werden.

Die Dosis des intermediär wirksamen Insulins richtet sich nach dem (bekannten oder berechneten) Basalinsulin (siehe unten "Basalinsulin") und dem Kohlenhydratgehalt der EN (siehe unten "Insulin für enterale Ernährung"). Da die Insulinsensitivität kurzfristig schwer abzuschätzen ist, müssen Anpassungen entsprechend dem zusätzlich benötigten Korrekturinsulin vorgenommen werden (siehe "Korrekturinsulin" unten). Optimalerweise sollte das intermediär wirksame Insulin innerhalb von 1 Stunde vor Beginn der EN verabreicht werden. In der gängigen Praxis wird das Insulin jedoch häufig gleichzeitig mit dem Beginn der EN injiziert, um Fehler zu vermeiden (z. B. versehentliche Verzögerungen oder Bedenken hinsichtlich eines niedrigen/normalen Blutzuckerspiegels) oder aus praktischen Gründen (z. B. EN und Insulinverabreichung zu Hause durch Spitex, HomeCare oder ähnliche Dienste).

Die enterale Ernährung wird vorzugsweise nachts verabreicht, damit tagsüber mehr Zeit für eine vermehrte orale Aufnahme (sofern möglich), körperliche Aktivität und Mobilität bleibt. Dieser Zeitpunkt wird jedoch im Hinblick auf die zirkadianen Rhythmen von anabolen und katabolen Stoffwechselzuständen als weniger physiologisch angesehen. Daher sollte der tatsächliche Zeitpunkt der intermittierenden EN-Gabe diskutiert werden, um Ernährungs-, Rehabilitations- und Diabetesziele bestmöglich zu erreichen.

- Glukosemessungen bei Beginn der EN-Infusion, dann alle 4 Stunden bis 2 Stunden nach Beendigung der EN.

- Basalinsulin:
  Wenn die Dosis bekannt ist: Verwenden Sie die bekannte Gesamtdosis an Basalinsulin pro Tag (d).
  Wenn die Dosis unbekannt oder unklar ist: Berechnen Sie die Insulindosis pro Tag (d), wie unten vorgeschlagen.

  Beispiel: Für einen Patienten mit einem Körpergewicht (KG) von 70 kg:
  Diabetes mellitus Typ 1 (T1DM): 0,3 IE/kg KG /d → 21 IE → 10-0-0-11 I.E.
  Pankreatopriver Diabetes (Typ 3c DM): 0,25 IE/kg KG /d→ 18 I.E. → 9-0-0-9 I.E.
  Diabetes mellitus Typ 2 (T2DM), SF 0,5*: 0,6 IU/gk KG /d → 42 IE → 21-0-0-21 I.E.
  T2DM, SF 0,8*: 0,4 IE/kg KG /d → 28 I.E. → 14-0-0-14 I.E.

  *Der Sensitivitätsfaktor (SF) wird in einigen elektronischen Verordnungssystemen (z.B. am Universitätsspital Zürich) verwendet, um die Insulinempfindlichkeit/-resistenz zu berücksichtigen. Eine normale Sensitivität entspricht einem Sensitivitätsfaktor (SF) von 1,0, z.B. bei T1DM. Ein reduzierter Sensitivitätsfaktor (d.h. zwischen 0,5 und 0,9) tritt bei Patient:innen mit T2DM oder schweren Erkrankungen auf. Jede Verringerung um 0,1 bewirkt einen Anstieg des Insulinbedarfs um 20 %. Je niedriger also der Sensitivitätsfaktor ist, desto höher ist die Insulinresistenz (IR), und desto mehr Insulin muss verabreicht werden.

Das Basalinsulin wird dann, wie oben aufgeführt, in zwei Dosen aufgeteilt, so dass eine separate Anpassung der Morgen- und Abenddosis möglich ist, wenn das EN dazugegeben oder verringert wird (siehe unten).

- Insulin für die enterale Ernährung: **Dieses sollte zur abendlichen Basalinsulindosis (bei EN über die Nacht) oder zur morgendlichen Dosis (bei EN über den Tag) hinzugefügt werden.**

  Beispiel: Bei einer EN mit 184 g Kohlenhydraten veranschlagen wir für einen Patienten mit "mittlerer" Insulinresistenz 18 IE intermediär wirksames Insulin, d. h. eine Insulindosis von 1 IE pro 10 g Kohlenhydrate.

  Das Basalinsulin wird in zwei Dosen aufgeteilt (wie oben vorgeschlagen) und das Insulin für die enterale Ernährung wird der Basaldosis hinzugefügt, die während der Zeit der EN (in unserem Beispiel während der Nacht) verabreicht wird.

  Für denselben Patienten mit einem Körpergewicht (KG) von 70 kg und den oben genannten Parametern:

T1DM:	10-0-0-11	+ 18 IU	→ 10-0-0-29 I.E.
Pankreatogen:	9-0-0-9	+ 18 I.E.	→ 9-0-0-27 I.E.
T2DM, SF 0,5:	21-0-0-21	+ 18 I.E.	→ 21-0-0-39 I.E.
T2DM, SF 0,8:	14-0-0-14	+ 18 I.E.	→ 14-0-0-32 I.E.

- Korrekturinsulin: Verwenden Sie das Korrekturschema Ihrer Einrichtung, falls verfügbar.

  Beispiel für ein Insulin-Korrekturschema basierend auf der täglichen Gesamtinsulindosis des Patienten als Mass für die Insulinresistenz, das institutionell sowie im jeweiligen klinischen Kontext angepasst werden sollte.

	Glc 10-12 mmol/l	Glc 12-15 mmol/l	Glc 15-18 mmol/l	Glc 18-22 mmol/l	Glc 22-25 mmol/l	Glc > 25 mmol/l
“Niedrige" IR: TDI < 20 IU	+2 IU	+3 IU.	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU
“Mittlere" IR: TDI 20-50 IU	+3 IU	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU	+12 IU
“Hohe" IR: TDI > 50 IU	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU	+12 IU	+14 IU

Abkürzungen: Glc = Glukose; IR = Insulinresistenz; TDI: tägliches Gesamtinsulin.

Beispiel für ein Korrekturschema auf der Grundlage des Sensitivitätsfaktors (SF, Erläuterungen oben): Man geht primär von einem SF von 1,0 aus, was einer normalen Insulinempfindlichkeit entspricht. Das Korrekturinsulin wird alle 4 Stunden gemäss der Zeile "0-10 g Kohlenhydrate" verabreicht. Der SF muss möglicherweise im Laufe der Zeit auf der Grundlage des Blutzuckerspiegels angepasst werden.

Im Falle einer anhaltenden hyperglykämischen Entgleisung (Glukose > 20 mmol/l für > 24 Stunden) sollte die EN bis zur metabolischen Stabilisierung pausiert werden. Die EN kann wieder gestartet werden, sobald der Blutzuckerspiegel stabil ist und < 15 mmol/l beträgt. Eine längere Unterbrechung der EN sollte jedoch wegen des Risikos von Mangelernährung, Refeeding-Syndrom und Ketogenese vermieden werden.

- Tägliche Anpassungen des Insulinschemas: Die erforderlichen zusätzlichen Einheiten des Korrekturinsulins können nach Evaluation durch das diensthabende Diabetes-Team am Folgetag hinzugefügt werden (z. B. wenn bei der letzten EN-Verabreichung 4 IE Korrekturinsulin erforderlich waren, sollten bei der nächsten EN-Verabreichung 4 IE intermediär wirksames Insulin zur Insulindosis hinzugefügt werden).

- Wenn zusätzliche Nahrung aufgenommen wird, sollte das Mahlzeiteninsulin separat verordnet werden, wie es bei Bolusinsulin üblich ist.

- Änderung der EN: Bitte setzen Sie sich mit dem diensthabenden Diabetes-Team in Verbindung, wenn Sie eine Änderung der Diät (z.B. Nüchternphase) oder der EN planen (z.B. Art, Volumen oder Durchflussrate der Diät). Wenn möglich, sollten Sie die EN in geplanter Weise reduzieren und absetzen.

  In unserem **Beispiel** muss die Dosis des intermediär wirksamen Insulins nach dem Absetzen der EN auf Basalinsulin reduziert werden (siehe oben).

- Notfallabbruch von EN: Wenn die EN notfallmässig abgesetzt werden muss und der Patient bereits die volle Dosis des intermediär wirksamen Insulins erhalten hat, muss der Blutzucker 12-24 Stunden lang alle 2 Stunden überwacht und bei Bedarf eine Glukoseinfusion verabreicht werden.

Option 2: Kontinuierliche EN (über 24 Stunden)

Bei einer enteralen Ernährung (EN) über 24 Stunden empfehlen wir kein kurzwirksames Insulin, sondern ein langwirksames Insulin mit einer Wirkdauer von etwa 24 Stunden (Tabelle 1; Begründung: kurzwirksames Insulin müsste alle 4 Stunden verabreicht werden). Dies erleichtert die Anpassung der Insulindosierung bei Änderungen der enteralen Ernährung, da die Wirkungsdauer ungefähr übereinstimmt.

Insulin kann nicht in den EN-Beutel gegeben werden, da das Insulin verdaut und somit inaktiviert werden würde. Daher muss das Insulin subkutan verabreicht werden.

Die Dosis des langwirksamen Insulins richtet sich nach dem (bekannten oder berechneten) Basalinsulin (siehe unten "Basalinsulin") und dem Kohlenhydratgehalt der EN (siehe unten "Insulin für enterale Ernährung"). Da die Insulinsensitivität kurzfristig schwer abzuschätzen ist, müssen Anpassungen entsprechend dem zusätzlich benötigten Korrekturinsulin vorgenommen werden (siehe "Korrekturinsulin" unten).

- Glukosemessungen bei Beginn der EN-Infusion, dann alle 4-6 Stunden.

- Basalinsulin:
  Wenn die Dosis bekannt ist: Verwenden Sie die bekannte Gesamtdosis an Basalinsulin pro Tag (d).
  Wenn die Dosis unbekannt oder unklar ist: Berechnen Sie die Insulindosis pro Tag (d) wie unten vorgeschlagen.

  Beispiel: Für einen Patienten mit einem Körpergewicht (KG) von 70 kg:

T1DM:	0,3 IU/kg KG /d	→ 21 IE
Pankreatogen:	0,25 IU/kg KG /d	→ 18 I.E.
T2DM, SF 0,5*:	0,6 IU/kg KG /d	→ 42 I.E.
T2DM, SF 0,8*:	0,4 IU/kg KG /d	→ 28 I.E.

  *Der Sensitivitätsfaktor (SF) wird in einigen elektronischen Verordnungssystemen (z.B. am Universitätsspital Zürich) verwendet, um die Insulinempfindlichkeit/-resistenz zu berücksichtigen. Eine normale Sensitivität entspricht einem Sensibilitätsfaktor von 1,0, z.B. bei T1DM. Ein reduzierter Sensitivitätsfaktor (d.h. zwischen 0,5 und 0,9) tritt bei Patient:innen mit T2DM oder schweren Erkrankungen auf. Jede Verringerung um 0,1 bewirkt einen Anstieg des Insulinbedarfs um 20 %. Je niedriger also der Sensitivitätsfaktor ist, desto höher ist die Insulinresistenz (IR), und desto mehr Insulin muss verabreicht werden.

- Insulin für die enterale Ernährung: **Dieses sollte dem Basalinsulin hinzugefügt werden**.

  Beispiel: Für EN mit 184 g Kohlenhydraten veranschlagen wir 18 IU langwirksames Insulin für einen Patienten mit "mittlerer" Insulinresistenz, d. h. eine Insulindosis von 1 IE pro 10 g Kohlenhydrate.

  Basalinsulin und Insulin zur enteralen Ernährung werden hinzugefügt und einmal täglich verabreicht.

  Für denselben Patienten mit einem Körpergewicht (KG) von 70 kg und den oben genannten Parametern:

T1DM:	21 IU + 18 IU = 39 IU
Pankreatogen:	18 IU + 18 IU = 36 IU
T2DM, SF 0,5:	42 IU + 18 IU = 60 IU
T2DM, SF 0,8:	28 IU + 18 IU = 46 IU

- Korrekturinsulin: Verwenden Sie das Korrekturschema Ihrer Einrichtung, falls verfügbar.

  Beispiel für ein Insulin-Korrekturschema basierend auf der täglichen Gesamtinsulindosis des Patienten als Mass für die Insulinresistenz, das institutionell sowie im jeweiligen klinischen Kontext angepasst werden sollte.

	Glc 10-12 mmol/l	Glc 12-15 mmol/l	Glc 15-18 mmol/l	Glc 18-22 mmol/l	Glc 22-25 mmol/l	Glc > 25 mmol/l
Niedrige" IR: TDI < 20 IU	+2 IU	+3 IU	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU
Mittlere" IR: TDI 20-50 IU	+3 IU	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU	+12 IU
Hohe" IR: TDI > 50 IU	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU	+12 IU	+14 IU

Abkürzungen: Glc = Glukose; IR = Insulinresistenz; TDI: tägliches Gesamtinsulin.

Beispiel für ein Korrekturschema auf der Grundlage des Sensitivitätsfaktors (SF, Erläuterungen oben): Man geht primär von einem SF von 1,0 aus, was einer normalen Insulinempfindlichkeit entspricht. Das Korrekturinsulin wird alle 4 Stunden gemäss der Zeile "0-10 g Kohlenhydrate" verabreicht. Die SF muss möglicherweise im Laufe der Zeit auf der Grundlage des Blutzuckerspiegels angepasst werden.

Im Falle einer anhaltenden hyperglykämischen Entgleisung (Glukose > 20 mmol/l für > 24 Stunden) sollte die EN bis zur metabolischen Stabilisierung pausiert werden. Die EN kann wieder gestartet werden, sobald der Blutzuckerspiegel stabil ist und < 15 mmol/l beträgt. Eine längere Unterbrechung der EN sollte jedoch wegen des Risikos einer Unterernährung, eines Refeeding-Syndroms und einer Ketogenese vermieden werden.

- Tägliche Anpassungen des Insulinschemas: Die erforderlichen zusätzlichen Einheiten des Korrekturinsulins können nach Evaluation durch das diensthabende Diabetes-Team am Folgetag hinzugefügt werden (z. B. wenn bei der letzten EN-Gabe 4 IE Korrekturinsulin erforderlich waren, sollten bei der nächsten EN-Gabe 4 IE langwirksames Insulin zur Insulindosis hinzugefügt werden).

- Wenn zusätzliche Nahrung aufgenommen wird, sollte das Mahlzeiteninsulin gesondert verordnet werden, wie dies normalerweise für Bolusinsulin geschieht.

- Änderung der EN: Bitte setzen Sie sich mit dem diensthabenden Diabetes-Team in Verbindung, wenn Sie eine Änderung der Diät (z.B. Nüchternphase) oder der EN planen (z.B. Art, Volumen oder Durchflussrate der Diät). Wenn möglich, sollten Sie die EN in geplanter Weise reduzieren und absetzen.

  In unserem **Beispiel** muss die Dosis des langwirksamen Insulins nach Absetzen von EN auf Basalinsulin reduziert werden (siehe oben).

- Notfallabbruch von EN: Wenn die EN notfallmässig abgesetzt werden muss und der Patient bereits die volle Dosis des langwirksamen Insulins erhalten hat: Überwachen Sie den Blutzucker alle 2 Stunden über 24-48 Stunden und verabreichen Sie bei Bedarf eine Glukoseinfusion.

- Wenn ein Übergang zu einem intermittierenden EN-Schema erforderlich ist, empfehlen wir, den obigen Abschnitt "Option 1: Intermittierendes EN" zu befolgen und das Diabetesteam

für Insulinanpassungen während des Übergangs zu konsultieren. Wenn die EN-Gabe für andere Medikamente unterbrochen werden muss, wenden Sie sich bitte ebenfalls an das Diabetesteam.

Option 3: EN wird in Form von 3 Boli wie Mahlzeiten verabreicht

Bei der Verabreichung von enteraler Ernährung (EN) als Boli über jeweils 2-3 Stunden empfehlen wir die Verwendung eines kurzwirksamen Insulins mit vergleichbarer Wirkdauer, das vor Beginn der EN gespritzt werden sollte (Tabelle 1; idealerweise 10-15 Minuten vorher oder, falls dies nicht möglich ist, zu Beginn der EN). Liegt der Blutzucker < 5 mmol/l, sollte das Insulin 10-15 Minuten nach Beginn der EN verabreicht werden). Es muss eindeutig dokumentiert werden, dass bei Auslassung eines EN-Bolus (z. B. wegen einer geplanten Operation, Nüchternheit für eine Untersuchung oder Weigerung des Patienten) auch das entsprechende kurzwirksame Insulin ausgelassen werden muss - ähnlich wie bei Auslassung einer Mahlzeit/eines Snacks bei einem Patienten ohne EN das prandiale Insulin ausgelassen wird.

Die Dosis des kurzwirksamen Insulins richtet sich nach dem Kohlenhydratgehalt des EN (siehe https://clinicalnutrition.science/en/nutripro/ für die verschiedenen EN-Produkte). Da die Insulinsensitivität kurzfristig schwer einzuschätzen ist, müssen Anpassungen entsprechend dem zusätzlich benötigten Korrekturinsulin vorgenommen werden.

- Standard-Glukoseüberwachung wie bei einem Patienten mit Diabetes, der täglich mehrere Injektionen erhält.

- Basalinsulin:
  Siehe Abschnitt Option 1 für die Dosierung von Basalinsulin.

- Insulin für die enterale Ernährung:

  Beispiel: Bei einem EN-Produkt mit 60 g Kohlenhydraten, das dreimal täglich verabreicht wird, sollten bei einem Patienten mit "mittlerer" Insulinresistenz 6 IE kurzwirksames Insulin mit jedem EN-Bolus verabreicht werden, d. h. mit einer Insulindosis von 1 IU pro 10 g Kohlenhydrate.

- Korrektur-Insulin:
  Da die Insulinempfindlichkeit sehr unterschiedlich ist, sollte das Korrekturschema an die angenommene Insulinempfindlichkeit angepasst werden. Mögliche Korrekturschemata finden Sie im Abschnitt "Option 1: Intermittierende EN" weiter oben. Das Korrekturinsulin wird zusammen mit dem EN-Insulinbolus zu Beginn der EN verabreicht.

  Im Falle einer anhaltenden hyperglykämischen Entgleisung (Glukose > 20 mmol/l für > 24 Stunden) sollte die EN bis zur metabolischen Stabilisierung pausiert werden. Die EN kann wieder gestartet werden, sobald der Blutzuckerspiegel stabil ist und < 15 mmol/l beträgt. Eine längere Unterbrechung der EN sollte jedoch wegen des Risikos einer Unterernährung, eines Refeeding-Syndroms und einer Ketogenese vermieden werden.

  Die Dosierung des kurzwirksamen Insulins sollte täglich entsprechend dem Blutzuckerprofil und den bei jedem EN-Bolus am Vortag erforderlichen zusätzlichen Korrekturdosen angepasst werden.

- Bei zusätzlicher Nahrungsaufnahme (einschliesslich oraler Nahrungsergänzungsmittel) wird empfohlen, den EN-Bolus zusammen mit den Mahlzeiten zu verabreichen und den Blutzucker vor jedem EN-Bolus/jeder Mahlzeit zu messen. Die Dosis des kurzwirksamen Insulins wird auf der Grundlage des gesamten Kohlenhydratgehalts (EN-Bolus + normale Mahlzeit) berechnet, und es wird eine Korrekturdosis gemäss dem oben beschriebenen Korrekturschema hinzugefügt.

- Änderung der EN: Bitte setzen Sie sich mit dem diensthabenden Diabetes-Team in Verbindung, wenn Sie eine Änderung der Diät (z.B. Nüchternphase) oder der EN planen

(z.B. Art, Volumen oder Durchflussrate der Diät). Wenn möglich, sollten Sie die EN in geplanter Weise reduzieren und absetzen.

- Wenn die EN voraussichtlich über einen längeren Zeitraum andauern wird, sollte die Verwendung eines CGM erwogen werden. Dies könnte das Risiko einer unbemerkten Hyper- oder Hypoglykämie verringern.

Parenterale Ernährung (PN) bei Patient:innen mit Diabetes

Die Verabreichung von parenteraler Ernährung (PN), die Kohlenhydrate enthält, kann zu Hyperglykämie führen, insbesondere bei Patient:innen mit vorbestehendem Diabetes oder krankheitsbedingter Insulinresistenz(5) . Dieser Zustand wird mit höheren Komplikationsraten in Verbindung gebracht, einschliesslich vermehrter Einweisungen in Intensivstationen, verlängerter Spitalaufenthalte und höherer Sterblichkeit im Vergleich zu Patient:innen ohne Hyperglykämie(6–8). Hyperglykämie tritt bei mehr als 50 % der Patient:innen auf, die PN erhalten(9) . Die Behandlung der Hyperglykämie erfordert eine Insulintherapie, die subkutan, intravenös (als Infusion) oder durch direkte Zugabe des Insulins in die PN erfolgen kann.

Die direkte Zugabe von kurzwirksamen Insulinen in den PN-Beutel ist eine attraktive Methode, da sie eine bessere Kontrolle des Blutzuckerspiegels ermöglicht(10), ohne das Risiko einer Hypoglykämie zu erhöhen(11,12). Auch wenn verschiedene Faktoren die Verfügbarkeit von Insulin im parenteralen Beutel beeinflussen (siehe Anhang), sollte dies die Anwendung dieser Methode nicht ausschliessen, da die Insulindosis täglich an die Bedürfnisse des Patienten angepasst werden kann.

Die Insulindosis richtet sich nach dem Kohlenhydratgehalt des PN-Beutels. Die direkte Zugabe von kurzwirksamem Insulin in den PN-Beutel bedeutet, dass die Infusionsgeschwindigkeit keinen Einfluss auf die erforderliche Insulinmenge hat, da die Insulinmenge für den Kohlenhydratgehalt des gesamten PN-Beutels berechnet wurde. Wird der Beutel der PN nur teilweise verabreicht (z. B. nur ¾), erfolgt die Insulinzufuhr proportional, vorausgesetzt, der PN-Beutel wird nach der Insulinzugabe gründlich durchmischt. Eine gute Durchmischung gewährleistet die Verteilung des Insulins in der gesamten Drei-Kompartiment-Flüssigkeit und verringert die Bindung an die innere Kunststoffoberfläche der PN-Beutel.

Da die Insulinsensitivität kurzfristig nur schwer einzuschätzen ist, ist häufig eine tägliche Anpassung der Insulindosierung in Zusammenarbeit zwischen dem Diabetes- und dem Ernährungsteam auf Abruf erforderlich.

- Glukosemessungen bei Beginn der PN-Infusion und dann alle 4 Stunden bis zum Ende der PN-Infusion.

- Parenterale Ernährung und kurzwirksames Insulin, das dem PN-Beutel hinzugefügt wird:

  Beispiel: Wir gehen von einer Insulindosis von 1 IU pro 10 g Kohlenhydrate aus.

Parenterale Ernährung	Inhalt der parenteralen Ernährung	Dem PN-Beutel hinzugefügtes Insulin
Smofkabiven 493 ml	63 g Kohlenhydrate, 550 kcal	+ 6 IU
Smofkabiven 986 ml	125 g Kohlenhydrate, 1100 kcal	+ 12 IU
Smofkabiven 1477 ml	187 g Kohlenhydrate, 1600 kcal	+ 19 IU
Smofkabiven 1970 ml	250 g Kohlenhydrate, 2200 kcal	+ 25 IU

Parenterale Ernährung	Inhalt parenterale Ernährung	Insulin, das dem PN-Beutel hinzugefügt wird
Omegaflex 625 ml	40 g Kohlenhydrate, 480 kcal	+ 4 IU
Omegaflex 1250 ml	80 g Kohlenhydrate, 960 kcal	+ 8 IU

Omegaflex 1875 ml	120 g Kohlenhydrate, 1430 kcal	+ 12 IU
Omegaflex 2500 ml	160 g Kohlenhydrate, 1900 kcal	+ 16 IU

- Korrekturinsulin: Verwenden Sie das Korrekturschema Ihrer Institution, falls verfügbar.

  Beispiel für ein Insulin-Korrekturschema basierend auf der täglichen Gesamtinsulindosis des Patienten als Indikator für die Insulinresistenz, das institutionell sowie im jeweiligen klinischen Kontext angepasst werden sollte.

	Glc 10-12 mmol/l	Glc 12-15 mmol/l	Glc 15-18 mmol/l	Glc 18-22 mmol/l	Glc 22-25 mmol/l	Glc > 25 mmol/l
Niedrige" IR: TDI < 20 IU	+2 I.E.	+3 I.E.	+4 I.E.	+6 IU	+8 IU	+10 IU
Mittlere" IR: TDI 20-50 IU	+3 IU	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU	+12 IU
Hohe" IR: TDI > 50 IU	+4 IU	+6 IU	+8 IU	+10 IU	+12 IU	+14 IU

Abkürzungen: Glc = Glukose; IR = Insulinresistenz; TDI: tägliches Gesamtinsulin.

Beispiel für ein Korrekturschema auf der Grundlage des Sensitivitätsfaktors (SF, Erläuterungen oben): Man geht primär von einem SF von 1,0 aus, was einer normalen Insulinempfindlichkeit entspricht. Das Korrekturinsulin wird alle 4 Stunden gemäss der Zeile "0-10 g Kohlenhydrate" verabreicht. Die SF muss möglicherweise im Laufe der Zeit auf der Grundlage des Blutzuckerspiegels angepasst werden.

Im Falle einer anhaltenden hyperglykämischen Entgleisung (Glukose > 20 mmol/l für > 24 Stunden) sollte die PN bis zur metabolischen Stabilisierung pausiert werden. Die PN kann wieder gestartet werden, sobald der Blutzuckerspiegel stabil ist und < 15 mmol/l beträgt. Eine längere Unterbrechung der PN sollte jedoch wegen des Risikos der Mangelernährung, des Refeeding-Syndroms und der Ketogenese vermieden werden.

- Tägliche Anpassungen des Insulinschemas: Die zusätzlichen Einheiten des kurzwirksamen Korrekturinsulins, die in den vorangegangenen 24 Stunden benötigt wurden, können direkt dem nächsten PN-Beutel hinzugefügt werden (wenn z. B. 4 IE Korrekturinsulin während der vorangegangenen PN-Infusion benötigt wurden, sollten zusätzliche 4 IE kurzwirksames Insulin zu der Insulindosis im PN-Rezept hinzugefügt werden).

- Wenn zusätzliche Nahrung aufgenommen wird, sollte das Mahlzeiteninsulin separat verordnet werden, wie dies normalerweise für Bolusinsulin geschieht.

- Basalinsulin: Fahren Sie mit dem langwirksamen Insulin fort, falls Sie es bisher benötigten. Je nach klinischer Situation (z. B. bei Typ-1-Diabetes, nach einer totalen Pankreatektomie oder bei sehr hohem Insulinbedarf) ist der Beginn einer Basalinsulinbehandlung zu erwägen. Wenn die PN mit Insulin im Beutel kontinuierlich über 24 Stunden verabreicht wird, kann nach Rücksprache mit dem Bereitschaftsdiabetesteam eine Kombination der Insulindosen in Betracht gezogen werden.

- Änderung der PN: Bitte setzen Sie sich mit dem diensthabenden Diabetes-Team in Verbindung, wenn Sie die Diät oder die EN (z. B. Flussrate, Art der Diät) ändern möchten. Wenn möglich, reduzieren Sie die PN und stellen Sie sie planmässig ab.

- Notfallabbruch von PN mit zugesetztem Insulin: Wenn die PN notfallmässig abgesetzt werden muss, überwachen Sie den Blutzucker zum Zeitpunkt des Abbruchs und 2 Stunden später. Stellen Sie bei Bedarf in Absprache mit dem diensthabenden Diabetes-Team wieder auf lang wirksames Insulin (und möglicherweise auf kurzwirksames Insulin) um.

Literaturverzeichnis

1. McMahon MM, Nystrom E, Braunschweig C, Miles J, Compher C, Vorstand der American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). A.S.P.E.N. Klinische Leitlinien: Ernährungsunterstützung für erwachsene Patienten mit Hyperglykämie. J Parenter Enter Nutr. janv 2013;37(1):23-36.
2. Vaillant MF, Alligier M, Baclet N, Capelle J, Dousseaux MP, Eyraud E, et al. Guidelines on Standard and Therapeutic Dieties for Adults in Hospitals by the French Association of Nutritionist Dieticians (AFDN) and the French Speaking Society of Clinical Nutrition and Metabolism (SFNCM). Nährstoffe. 15 juill 2021;13(7):2434.
3. Amerikanische Diabetes-Gesellschaft. Ernährungsempfehlungen und Interventionen bei Diabetes. Diabetes Care. 1 janv 2008;31(Supplement_1):S61-78.
4. Task Force for the Revision of Safe Practices for Parenteral Nutrition, Mirtallo J, Canada T, Johnson D, Kumpf V, Petersen C, et al. Safe Practices for Parenteral Nutrition. J Parenter Enter Nutr [Internet]. nov 2004 [cité 18 mars 2025];28(6). Disponible sur: https://aspenjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1177/0148607104028006S39
5. McCulloch A, Bansiya V, Woodward JM. Zusatz von Insulin zur parenteralen Ernährung zur Kontrolle von Hyperglykämie. J Parenter Enter Nutr. Juill 2018;42(5):846-54.
6. Sarkisian S, Fenton TR, Shaheen AA, Raman M. Parenteral Nutrition-Associated Hyperglycemia in Noncritically Ill Inpatients Is Associated with Higher Mortality. Can J Gastroenterol. 2010;24(7):453-7.
7. Korytkowski MT, Muniyappa R, Antinori-Lent K, Donihi AC, Drincic AT, Hirsch IB, et al. Management of Hyperglycemia in Hospitalized Adult Patients in Non-Critical Care Settings: Ein Leitfaden für die klinische Praxis der Endocrine Society. J Clin Endocrinol Metab. 14 juill 2022;107(8):2101-28.
8. Pasquel FJ, Spiegelman R, McCauley M, Smiley D, Umpierrez D, Johnson R, et al. Hyperglycemia During Total Parenteral Nutrition. Diabetes Care. 1 Avr 2010;33(4):739-41.
9. Gosmanov AR, Umpierrez GE. Management der Hyperglykämie während der enteralen und parenteralen Ernährungstherapie. Curr Diab Rep. févr 2013;13(1):155-62.
10. Jakoby MG, Nannapaneni N. An Insulin Protocol for Management of Hyperglycemia in Patients Receiving Parenteral Nutrition Is Superior to Ad Hoc Management. J Parenter Enter Nutr. mars 2012;36(2):183-8.
11. Olveira G, Tapia MJ, Ocón J, Cabrejas-Gómez C, Ballesteros-Pomar MD, Vidal-Casariego A, et al. Hypoglycemia in noncritically ill patients receiving total parenteral nutrition: A multicenter study. Nutrition. janv 2015;31(1):58-63.
12. Kinnare KF, Bacon CA, Chen Y, Sowa DC, Peterson SJ. Risk Factors for Predicting Hypoglycemia in Patients Receiving Concomitant Parenteral Nutrition and Insulin Therapy. J Acad Nutr Diet. févr 2013;113(2):263-8.
13. Yu KH, Tsao HL, Lin SJ, Chen CY. Quantitative Analyse von Insulin in Beuteln für totale parenterale Ernährung in Taiwan. J Food Drug Anal. janv 2016;24(1):214-9.
14. Forchielli ML, Bongiovanni F, Platé L, Piazza G, Puggioli C, D'Alise A, et al. Insulin Instability in Parenteral Nutrition Admixtures. J Parenter Enter Nutr. Juill 2018;42(5):907-12.
15. Christianson MA, Schwartz MW, Suzuki N. Determinants of Insulin Availability in Parenteral Nutrition Solutions. J Parenter Enter Nutr. janv 2006;30(1):6-9.

Anhang

Mehrere Faktoren beeinflussen die Verfügbarkeit des Insulins im parenteralen Ernährungsbeutel (PN-Beutel), wie das Material des PN-Beutels(13), das Vorhandensein einer intravenösen Fettemulsion(14) und der Zusatz von Mikronährstoffen wie Multivitaminen und Spurenelementen . (15)

Eine Studie zeigte, dass die Insulinrückgewinnung in PN-Beuteln aus Glas deutlich höher war als in Ethyl-Vinyl-Acetat (EVA)-Plastikbeuteln(13). Dennoch scheint das Vorhandensein einer intravenösen Fettemulsion (ILE) der Schlüsselfaktor zu sein, der die Verfügbarkeit von biosynthetischem rekombinantem kurzwirksamen Humaninsulin in Standard-PN in EVA-Plastikbeuteln beeinflusst(14) . Basierend auf dieser Studie betrug die Insulinrückgewinnung 81 % bei T0 und 72,5 % bei T+24 Stunden, wenn die Lipide 3,75 % des gesamten PN-Volumens ausmachten. Wenn die Konzentration der Lipide 3 % des gesamten PN-Volumens betrug, lag die Insulinrückgewinnung bei nur 20 %(14). Das Vorhandensein von Mikronährstoffen im PN-Beutel kann die Insulinrückgewinnung ebenfalls erhöhen (laut dieser Studie von 5 % auf 95 %(15)).

In der Schweiz werden die meisten PN-Lösungen heute in gebrauchsfertigen Dreikammer-Plastikbeuteln mit einer bekannten Konzentration an Fettemulsion geliefert. Die Mikronährstoffe werden immer vor der Infusion in den PN-Beutel gegeben. Bitte beachten Sie die Herstellerangaben zu den kompatiblen Insulinen und der maximalen Insulindosis, die dem PN-Beutel zugesetzt werden kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die direkte Zugabe von Insulin in den PN-Beutel als sicher und wirksam gilt, sofern der Lipidgehalt bekannt ist und Mikronährstoffe hinzugefügt werden. Kliniker sollten sich darüber im Klaren sein, dass sich die Insulinausbeute bei einem Wechsel zwischen verschiedenen Therapien ändern kann. Eine konsequente Glukoseüberwachung bleibt die wichtigste Massnahme, um Schwankungen des Glukosespiegels zu erkennen und zu steuern. Im Zweifelsfall empfiehlt es sich, das diensthabende Diabetesteam, die Herstellerangaben oder das Schweizerische Arzneimittelkompendium zu konsultieren.

Weitere Informationen über den Inhalt der EN / PN Beutel:
https://clinicalnutrition.science/en/nutripro/