

Tab. 58.2 Übersicht über die verschiedenen Insulinpräparate.

Insuline und Beispiele für Handelsnamen	Einsatzgebiet	Bemerkung	Wirkung
kurzwirksame Insuline (Bolusinsulin)			
Normalinsulin: z. B. Insuman Rapid, Actrapid, Huminsulin Rapid, Berlinsulin H Normal	Korrektur von hohen Blutzuckerwerten	• Spritz-Ess-Abstand: 20–30 min • kann auch intravenös gegeben werden	• Beginn: nach 20–30 min • Maximum: nach 2 h • Dauer: 5–7 h
kurzwirksame Insulinanaloga: • Insulin aspart: z. B. NovoRapid, • Insulin lispro: z. B. Humalog, Liprolog • Insulin glulisin: z. B. Apidra	• intensivierte Insulintherapie, Insulinpumpe • Korrektur von hohen Blutzuckerwerten	wirken schneller und kürzer kein Spritz-Ess-Abstand	• Beginn: nach 5–15 min • Maximum: nach 1 h • Dauer: 2–3 h
langwirksame Insuline (Verzögerungsinsuline, Basalinsuline)			
NPH-Insuline (Neutrale Protamin Hagedorn): z. B. Protaphane, Insuman Basal, Huminsulin Basal und Berlininsulin H Basal	Basistherapie bei Typ-2-Diabetes	• Insulin ist durch den Protaminzusatz trübe und muss vor jeder Injektion 20-mal durchgemischt werden! • bester Injektionszeitpunkt: 22 Uhr • kein körpereigenes Insulin: Gabe mind. 2-mal/Tag	• Beginn: nach 45–90 min • Maximum: nach 4–8 h • Dauer: 10–12 h
langwirksame Insulinanaloga Insulindetemir: z. B. Levemir, Insulin glargin: z. B. Lantus	• Basistherapie • intensivierte Insulintherapie	• Insulin ist klar und muss nicht durchgemischt werden. • Gabe 1-mal/Tag	• Beginn: nach 2–4 h • Maximum: nach 7–12 h • Dauer: Insulin detemir 12–16 h • Insulin glargin 20–24 h
Mischinsuline Mit Normalinsulin: z. B. Actraphane, Insuman Comb, Huminsulin Profil III, Berlinsulin H30/70 Mit kurzwirksamen Insulinanaloga: z. B. Novomix, Humalogmix, Liprologmix	konventionelle Insulintherapie	• Kombination aus kurzwirksamen und langwirksamen Insulin (meist Verhältnis 30:70) • Die Insuline sind trüb und müssen 20-mal geschwenkt werden.	• Beginn: mit Normalinsulin nach 20–30 min; mit kurzwirksamen Insulinanaloga nach 5–15 min • Maximum: nach 4–8 h • Dauer: 10–12 h

Langwirksame Insuline

NPH-Insulin • Beim NPH-Insulin wird die Wirkung des Normalinsulins durch den Zusatz von $_1c$ Protamin verlängert (NPH = Neutrales Protamin Hagedorn). Eingesetzt wird es als Verzögerungs- bzw. Basalinsulin, um den Grundbedarf an Insulin zu decken. Durch den Protaminzusatz ist das Insulin trübe und muss vor jeder Injektion 20-mal durchgemischt (geschwenkt) werden, sonst ist die Wirkung unberechenbar. Die PENs und Stechampullen aller NPH-Insuline haben eine grüne Farbmarkierung und können gegeneinander getauscht werden. Die Wirkung tritt nach 1 Stunde ein, das Wirkmaximum ist nach 6 Stunden und das Wirkende nach 12 Stunden erreicht.

Langwirksame Insulinanaloga • Hier wurde die Struktur des Insulins verändert, um die Wirkdauer zu verlängern. Die Insuline sind klar und müssen nicht gemischt werden. Eingesetzt werden sie als Basalinsuline. Oft werden sie auch eingesetzt zur Unterstützung der oralen Antidiabetika. Das Präparat Lantus hat eine Wirkdauer von ca. 24 Stunden. Der Zeitpunkt zum Spritzen ist variabel, sollte aber immer zur selben Uhrzeit erfolgen. Das Präparat Levemir hat eine Wirkdauer von ca. 16 Stunden und wird ähnlich wie NPH-Insulin

vor dem Schlafengehen gespritzt. Der Vorteil dieser Insuline ist der flache Wirkspiegel mit der geringeren Gefahr einer Unterzuckerung.

Mischinsuline

Mischinsuline werden zusammengesetzt aus Normalinsulin oder kurzwirksamen Insulinanaloga und NPH-Insulinen. Meist sind sie 30/70 gemischt, d.h. 30% kurzwirksames Insulin und 70% NPH-Insulin. Es gibt auch 50/50-Mischungen. Die Insuline sind trüb und müssen vor der Injektion 20-mal geschwenkt werden. Mit Normalinsulin sollte das Mischinsulin 20–30 Minuten vor dem Essen gespritzt werden. Bei Analoga ist kein Spritz-Ess-Abstand notwendig. Eingesetzt werden die Mischinsuline hauptsächlich bei der konventionellen Therapie (S. 1080).



WISSEN TO GO

Diabetes mellitus – Insuline

Bei der Substitution von Insulin wird versucht, die physiologische Sekretion der Bauchspeicheldrüse nachzuahmen. Diese gibt neben kontinuierlich geringen Mengen (basale Sekretion) nach einer Mahlzeit größere Mengen Insulin ab (prandiale Sekretion). 3 verschiedene Insulinarten werden angewendet:

- **Kurzwirksame Insuline (Bolusinsuline):**
 - Normalinsuline und kurzwirksame Insulinanaloga
 - puffern plötzliche Blutzuckeranstiege ab, z.B. nach Mahlzeiten
 - Stechampullen und PENs mit Normalinsulin sind gelb markiert
- **Langwirksame Insuline (Verzögerungsinsuline, Basalinsuline):**
 - NPH-Insuline und langwirksame Insulinanaloga
 - zur Deckung des Grundbedarfs
 - PENs und Stechampullen mit NPH-Insulin sind grün markiert
 - müssen vor jeder Injektion 20-mal geschwenkt werden
- **Mischinsuline:**
 - kurz- und langwirksame Insuline gemischt
 - müssen vor der Injektion 20-mal geschwenkt werden

Alle Insuline werden nach Internationalen Einheiten (IE) dosiert. Stechampullen für Einwegspritzen sind mit 40 oder 100 IE/ml erhältlich. Insulinampullen für Pens enthalten 100 IE/ml.

Insulintherapie: Die verschiedenen Therapiearten

Welche Insulintherapie durchgeführt wird, richtet sich zum einen nach der Art des Diabetes und zum anderen nach dem körperlichen und geistigen Zustand des Patienten.

Typ-1-Diabetes • Der Körper produziert kein eigenes Insulin. Der Körper benötigt also einerseits Insulin, das den Grundbedarf des Körpers deckt und andererseits Insulin, das einen plötzlichen Blutzuckeranstieg nach einer Mahlzeit abpuffert. Fast alle Menschen mit Typ-1-Diabetes behandeln sich heute mit der sog. **intensivierten konventionellen Therapie (ICT)**. Bei starken Blutzuckerschwankungen kommt auch eine Insulinpumpentherapie infrage.

! Merken Keine Insulinpause

Bei einem absoluten Mangel an Insulin muss eine 24-Stunden-Abdeckung gewährleistet sein. Bei einer Insulinpause besteht die Gefahr einer gefährlichen Ketoazidose. Deshalb muss auch bei vorgegebener Nüchternheit z.B. im Krankenhaus immer das langwirksame Basalinsulin gespritzt werden.

Typ-2-Diabetes • Eine Insulintherapie ist notwendig, wenn Kontraindikationen für die orale Therapie vorliegen, z.B. bei Lebererkrankungen, Alkoholismus, Niereninsuffizienz oder wenn das individuelle Therapieziel des Patienten durch Lebensstiländerung und eine Therapie mit oralen Antidiabetika nicht (mehr) erreicht wird. Nach den Leitlinien der Deutschen Diabetes Gesellschaft sollte die Insulintherapie beginnen, wenn 2 orale Antidiabetika es nicht mehr schaffen, den HbA1c unter 7 % zu halten.

Individuelle Faktoren • Welche Therapieform eingesetzt wird, hängt von vielen Faktoren ab. Bei der Auswahl spielen nicht nur die Blutzuckerwerte eine Rolle, sondern auch Begleiterkrankungen, Lebensgewohnheiten, persönliche Fähigkeiten und die individuellen Bedürfnisse des Patienten. Wichtig ist, dass gemeinsam mit dem Patienten eine Therapie entworfen wird, die alle Faktoren berücksichtigt. Um die Folgeerkrankungen möglichst zu vermeiden oder gering zu halten, werden bei jüngeren Patienten sehr gute Blutzuckerwerte mit einem HbA1c um die 6,5 % angestrebt. Dabei sollten aber Unterzuckerungen vermieden werden. Bei alten und pflegebedürftigen Patienten soll die Lebensqualität im Vordergrund stehen. Eine gute Blutzuckereinstellung verbessert die Hirnleistung und verhindert eine Exsikkose. Eine Unterzuckerung begünstigt Stürze, Schlaganfälle und Herzinfarkte. Ein HbA1c von 8 % wird hier toleriert. Bei der Wahl der Therapie muss auch geschaut werden, wie der Patient damit zu Hause zurechtkommt.

Schulungen • Die Angst und die Unsicherheit vor einer Insulintherapie muss den Menschen durch konkrete Schulungen genommen werden. Sie sollten nach der Schulung in der Lage sein, selbst den Blutzucker zu messen, das Insulin nach Plan oder Tabelle zu spritzen, und sie sollten wissen, wie Kohlenhydrate und andere Nahrungsmittel auf den Blutzucker wirken. Bei Entgleisungen müssen die Patienten wissen, wie sie richtig reagieren und wie sie die Insulintherapie ihren Lebensverhältnissen anpassen können. Menschen, die geistig fit sind und flexibel leben möchten, kann die ICT empfohlen werden. Bei alten und pflegebedürftigen Menschen wird die einfachste, machbare Lösung gesucht. Die Angehörigen können mitgeschult werden oder das Insulin wird vom Pflegedienst gespritzt. Um die Insulintherapie besser beurteilen zu können, sollte der gemessene Blutzucker und das gespritzte Insulin in Blutzuckertagebüchern dokumentiert werden.

Basalunterstützte orale Therapie = BOT

Zu Beginn einer Insulintherapie wird bei Typ-2-Diabetes bei Fortschreiten der Erkrankung oft ein Basalinsulin zur Unterstützung der oralen Therapie eingesetzt. Die BOT ist vor allem bei Patienten mit einem erhöhten Nüchternblutzucker angezeigt. Bei der BOT wird um 22:00 Uhr ein NPH-Insulin oder ein langwirksames Insulinanaloga (z.B. Lantus, Levemir) gespritzt.

! Merken BOT-Einstellung

Bei nachlassender Insulinwirkung setzt die Leber nachts Glukose frei und sorgt so für eine morgendliche Blutzuckererhöhung. Um 2:00 Uhr sollte deswegen bei der Einstellung auf eine BOT der Blutzucker gemessen werden.

Es wird anfangs nur wenig Insulin gespritzt und dann langsam über Tage gesteigert, bis der Nüchternblutzucker zwischen 100–120 mg/dl erreicht wird.

Die BOT ist ein langsamer Einstieg in die Insulintherapie, bei der sich die Menschen langsam damit vertraut machen, sich Insulin zu spritzen. Es wird als nicht so einschneidend angesehen. Ältere Menschen haben es leichter, wenn sie nur 1-mal am Tag die gleiche Dosis spritzen.

Supplementäre Insulintherapie = SIT

Bei Patienten mit Diabetes Typ 2, die nach dem Essen erhöhte Blutzuckerwerte haben, bietet sich diese Therapie an. Der Patient wird mit Metformin behandelt und spritzt zu den Mahlzeiten ein kurzwirksames Insulin. Das Basalinsulin produziert der Körper.

Konventionelle Therapie = CT

Bei der konventionellen Therapie wird **2-mal täglich ein Mischinsulin** gespritzt – vor dem Frühstück und vor dem Abendessen. Der kurzwirksame Anteil des Mischinsulins deckt Frühstück und Abendessen ab. Das Basalinsulin erreicht gegen Mittag sein Wirkmaximum und deckt so das Mittagessen ab. Der Vorteil ist, dass man mit 2-maligem Spritzen eine Insulinabdeckung von 24 Stunden erreicht. Der Blutzucker muss bei einer guten Einstellung nur 2-mal gemessen werden. Besonders eignet sich diese Therapie für ältere Menschen mit Typ-2-Diabetes, die einen **geregelten Tagesablauf** haben. **Mahlzeiten mit Kohlenhydraten** müssen zu **bestimmten Uhrzeiten** eingehalten werden und **Zwischenmahlzeiten** um 10:00 Uhr und 22:00 Uhr sind erforderlich. Häufig gibt es dadurch eine Gewichtszunahme.

Die vom Arzt festgelegte Dosis wird jeden Tag beibehalten, deswegen ist es nur eingeschränkt möglich, auf hohe Blutzuckerwerte zu reagieren. Manche Patienten haben für die Korrektur hoher Blutzuckerwerte zusätzlich noch einen

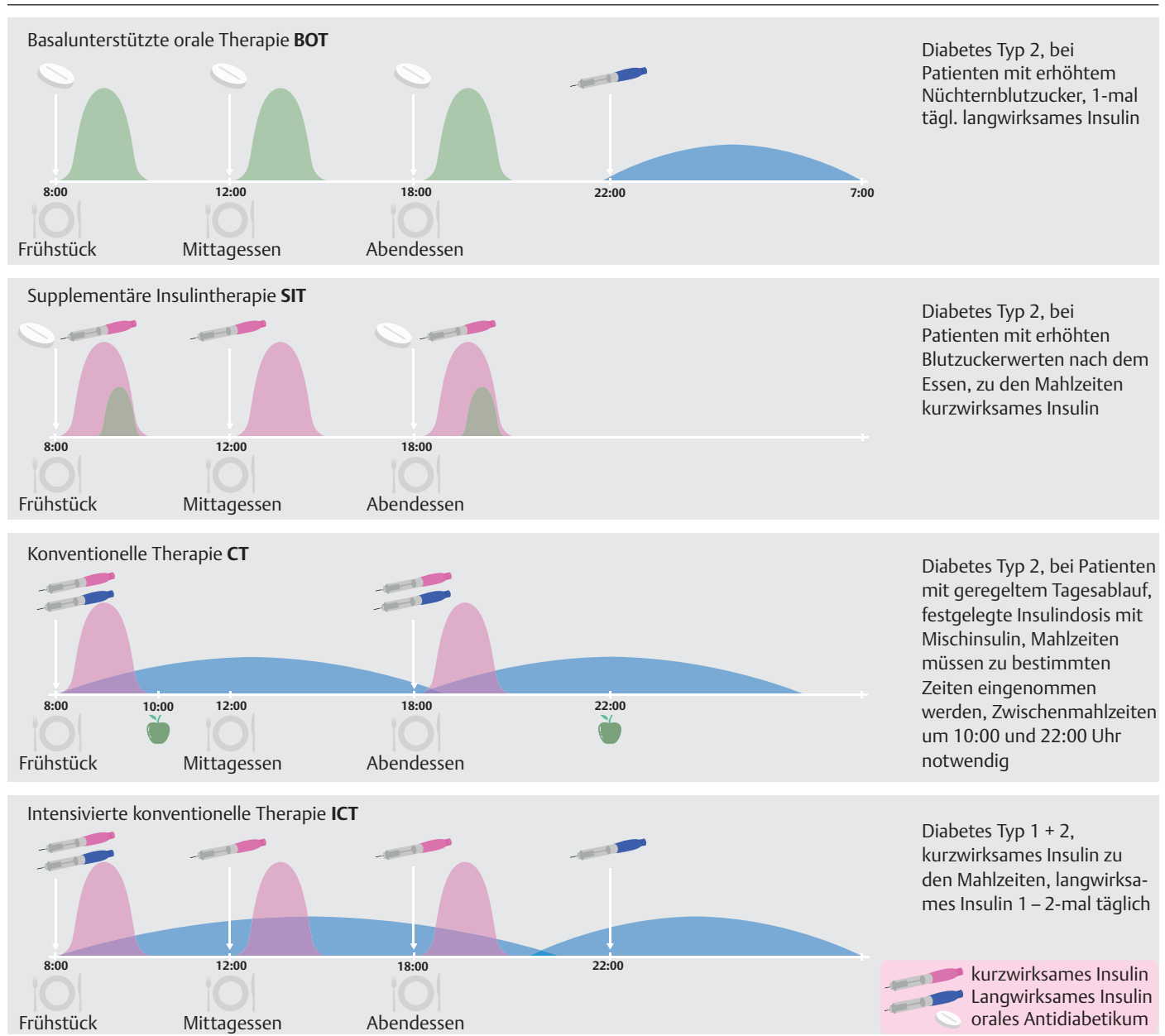
PEN mit Normalinsulin. Mit diesem kann auch eine Extramahlzeit abgedeckt werden (sog. Kuchenspritze). Die Tagesdosis Insulin verteilt sich oft auf morgens $\frac{2}{3}$ und abends $\frac{1}{3}$.

Muss ein Patient nüchtern sein, wird das Morgeninsulin pausiert. Eine Blutzuckererhöhung kann mit Normalinsulin behandelt werden. Vor dem Mittagessen kann Normalinsulin gespritzt werden. Zum Abend dann wieder das Mischinsulin.

Intensivierte konventionelle Therapie = ICT

Bei der intensivierten Therapie wird der **physiologische Insulinspiegel** des Menschen **am besten nachgeahmt**. Der Grundbedarf wird durch ein Basalinsulin abgedeckt (NPH-Insulin oder langwirkende Insulinanaloge). Bei Typ-2-Diabetes wird oft 1-mal um 22:00 Uhr NPH-Insulin gespritzt. Die restliche Zeit wird durch das noch vorhandene eigene Insulin abgedeckt. Typ-1-Diabetiker müssen ein Basalinsulin mindestens 2-mal am Tag spritzen, um eine 24-Stunden-Abdeckung zu gewährleisten.

Abb. 58.5 Insulintherapie.



Die verschiedenen Insulintherapiearten.

Vor den Mahlzeiten wird als Bolus Normalinsulin oder die noch schneller wirkenden Insulinanaloga gespritzt. Mit dieser Therapie wird das **Insulin an das Leben angepasst** und nicht anders herum. Der Vorteil ist eine **uhrzeitenunabhängige Mahlzeiteinnahme**. Einzelne Mahlzeiten können ausgelassen werden. Um die Dosis richtig zu wählen, muss die Kohlenhydratmenge der Mahlzeit, evtl. körperliche Betätigung und die aktuelle Blutzuckerhöhe berücksichtigt werden. Die **Selbstkontrolle des Blutzuckers** vor jeder Injektion eines Bolus ist deshalb Bestandteil der intensivierten Therapie. Ein weiterer Blutzuckertest kann 2 Stunden nach einer Mahlzeit sinnvoll sein, um zu überprüfen, ob die gespritzte Dosis richtig war.

ACHTUNG

Bei gesteigerter körperlicher Aktivität, bei Verdacht auf Unterzucker, bei Infekten sowie vor der Nachtruhe sind zum Schutz vor Unterzuckerungen weitere Blutzuckertests nötig.

Eingestellt auf die ICT werden meistens Menschen mit Typ-1-Diabetes und jüngere und flexiblere Menschen mit Typ-2-Diabetes. Nachteilig sind die häufigen Blutzuckerkontrollen und Insulininjektionen.

Eine Übersicht über die verschiedenen Insulintherapiearten zeigt ► Abb. 58.5.

Insulinpumpentherapie

Über eine kleine programmierbare Pumpe wird Insulin durch einen Katheter über eine im subkutanen Fettgewebe liegende Nadel verabreicht (► Abb. 58.6). Ein kurzwirksames Insulinanalog fließt kontinuierlich ein und wirkt dadurch als Basalinsulin. Vor den Mahlzeiten kann über eine Bolustaste eine eingegebene Menge an Insulin verabreicht werden. Die Nadel und der Katheter werden alle 3 Tage gewechselt. Große Blutzuckerschwankungen bei Typ-1-Diabetikern können durch die Programmierung über den Tag besser therapiert werden. Eine gefährliche Insulinpause kann nicht entstehen. Die Pumpe kann kurzzeitig, z. B. beim Duschen, abgekoppelt werden. Bei Untersuchungen im Krankenhaus oder kleinen OPs kann die Pumpe beim Patienten belassen bleiben.

Durch die hohen Kosten ist es aufwendig, eine Pumpe von der Krankenkasse bezahlt zu bekommen. Ganz selten werden Insulinpumpen bei Typ-2-Diabetes verordnet. Insulinpumpenträger erhalten eine intensive Schulung, um eigenverantwortlich mit ihr umgehen zu können. Für die Zukunft gibt es Systeme mit Dauerblutzuckermessung, die zusammen mit der Pumpe arbeiten.



WISSEN TO GO

Diabetes mellitus – Formen der Insulintherapie

Die Art der Insulintherapie richtet sich nach dem Diabetestyp, nach dem körperlichen und geistigen Zustand, den Bedürfnissen, Begleiterkrankungen und Lebensgewohnheiten des Patienten.

- **Basalunterstützte orale Therapie (BOT):** zur Unterstützung der oralen Antidiabetika wird ein Basalinsulin gegeben → für Typ-2-Diabetiker mit erhöhtem Nüchternblutzucker
- **Supplementäre Insulin-Therapie (SIT):** zusätzlich zum Metformin spritzt der Patient zu den Mahlzeiten ein kurzwirksames Insulin → für Typ-2-Diabetiker, bei denen die BZ-Werte nach dem Essen erhöht sind

Abb. 58.6 Insulinpumpentherapie.



Die Insulinpumpe ist sehr klein und kann per Clip an der Kleidung befestigt werden, um den Patienten so wenig wie möglich einzuschränken.

- **Konventionelle Therapie (CT):** vor dem Frühstück und dem Abendessen wird ein Mischinsulin gespritzt. Die Insulindosis ist festgelegt, Mahlzeiten müssen eingehalten werden → für Typ-2-Diabetiker mit regelmäßigem Tagesablauf
- **Intensivierte konventionelle Therapie (ICT):** Der Grundbedarf wird durch ein Basalinsulin abgedeckt, zu jeder Mahlzeit wird ein kurzwirksames Bolusinsulin gespritzt. Zuvor muss der aktuelle BZ bestimmt und die Kohlenhydratmenge der Mahlzeit berechnet werden → für Typ-1-Diabetiker und jüngere Typ-2-Diabetiker
- **Insulinpumpentherapie:** über Pumpe wird kontinuierlich kurzwirksames Insulinanalog über einen Katheter verabreicht, zu den Mahlzeiten zusätzliches Insulin über eine Bolustaste → fast ausschließlich für Typ-1-Diabetiker

Insulintherapie: Berechnen des Bolusinsulins

Patienten, die mit einer ICT oder Insulinpumpentherapie behandelt werden, erlernen das Errechnen der benötigten Insulineinheiten (IE) des kurzwirksamen Insulins (Bolusinsulin) zu den Mahlzeiten und zur Korrektur von hohen Blutzuckerwerten.

Berechnen des Bolusinsulins zu den Mahlzeiten

Um die richtige Menge an Insulin zu errechnen, wird jede Mahlzeit in **Proteinheiten** bzw. **Berechnungseinheiten** (BE) eingeteilt. Der Begriff **Kohlenhydrateinheit** (KE) wird oft synonym benutzt.

Die Berechnungseinheiten ergeben sich aus der Kohlenhydratzusammensetzung der Nahrung. Eine BE entspricht etwa 12 g Kohlenhydraten, eine KE etwa 10 g Kohlenhydraten. Mehr zu den BE von verschiedenen Kohlenhydraten lesen Sie im Abschnitt Ernährung (S. 1089).

Um die genaue Insulindosis in Abhängigkeit von der Mahlzeit zu ermitteln, sind 2 Faktoren notwendig:

- **Berechnungseinheiten** der Mahlzeit
- **BE-Faktor:** Die Menge an Insulin, die notwendig ist, um 1 BE abzudecken. Dieser Faktor schwankt im Verlauf des Tages und ist bei jedem Menschen unterschiedlich. Er **muss individuell ermittelt werden**. Grundsätzlich ist der Insulinbedarf pro BE aber in etwa so verteilt:
 - 2–4 IE pro BE morgens
 - 1–2 IE pro BE mittags
 - 2–3 IE pro BE abends

Beispiel Bolusinsulin

Frau Müller hat morgens einen BE-Faktor 2, mittags 1 und abends 1,5. Eine Scheibe Brot hat die Berechnungseinheit 2. Wie viele Insulineinheiten muss Frau Müller morgens, mittags und abends spritzen, um jeweils 2 Scheiben Brot zu essen?

Man multipliziert den BE-Faktor mit den entsprechenden BE und erhält die Insulineinheiten. Für Frau Müller ergibt das: Morgens müsste sie $2 \times 4 = 8$ IE, mittags $1 \times 4 = 4$ IE und abends $1,5 \times 4 = 6$ IE spritzen.

Außer der Broteinheiten der Mahlzeiten müssen aber noch andere Faktoren berücksichtigt werden:

- **aktueller Blutzuckerwert:** Vor dem Spritzen muss der aktuelle Blutzuckerwert gemessen werden, um die Insulindosis bei Abweichungen vom Zielwert anzupassen.
- **Zielwert:** Der Zielwert für den Blutzucker wird für jeden Patienten individuell festgelegt.
- **Korrekturfaktor:** Er gibt an, um wie viel mg/dl 1 Insulineinheit (IE) den Blutzucker senkt. Er ist ebenfalls bei jedem Menschen unterschiedlich, liegt aber bei den meisten zwischen 30 und 50 mg/dl. Der Korrekturfaktor wird bei der Insulineinstellung jedes Patienten ausgetestet.

ACHTUNG

Weiterhin hängt der Insulinbedarf von der körperlichen Aktivität ab. Beim Sport braucht man z. B. weniger Insulin als ohne Bewegung. In Belastungssituationen, z. B. bei Fieber und Stress, benötigt man eine höhere Dosis Insulin.

Korrektur von hohen Blutzuckerwerten

Hohe Blutzuckerwerte unter einer Diabetes-Therapie entstehen z. B. bei Entgleisungen, akuten Erkrankungen, Infekten oder wenn die oralen Antidiabetika nicht auf Anordnung eingenommen werden. Um zu hohe Blutzuckerwerte auszugleichen, werden Korrekturereinheiten Insulin gespritzt. Die Korrekturereinheiten können zum Mahlzeiteninsulin hinzugerechnet werden. Um es den Patienten einfacher zu machen, gibt es Tabellen mit Blutzuckerwerten und den entsprechenden Insulineinheiten, die sie vor dem Essen spritzen können und die gleichzeitig korrigieren. Frühestens nach 2 Stunden sollte eine neue Korrektur erfolgen.

Beispiel Korrektur 1

Frau Müller misst morgens vor dem Frühstück einen Blutzuckerwert von 180 mg/dl. Ihr Zielwert liegt bei 100 mg/dl. Ihr Korrekturfaktor beträgt 40. Wie viel Insulin muss sie vor dem Frühstück spritzen, wenn sie 1 Scheibe Brot essen möchte?

Um die Scheibe Brot abzudecken, muss Frau Müller 4 IE Insulin spritzen. Um ihren Blutzucker auf den Zielwert von 100 mg/dl zu bringen, muss der Blutzucker um 80 mg/dl gesenkt werden. Bei einem Korrekturfaktor von 40 rechnet man $80 : 40 = 2$ IE.

Frau Müller muss also insgesamt 6 IE spritzen.

Beispiel Korrektur 2

Bei Herrn Schmidt wird tagsüber ein Blutzucker von 270 mg/dl gemessen. Sein Zielwert liegt bei 120 mg/dl. Sein Korrekturfaktor bei 30.

Der Blutzucker muss also um 150 mg/dl gesenkt werden: $150 : 30 = 5$ IE. Um den Blutzucker auf den Zielwert zu bringen, müssen 5 IE gespritzt werden.



WISSEN TO GO

Diabetes mellitus – Insulineinheiten berechnen

Im Rahmen einer ICT oder Insulinpumpentherapie müssen vor jeder Injektion von Bolusinsulin die benötigten Insulineinheiten (IE) berechnet werden. Das kurzwirksame Insulin wird vor den Mahlzeiten und zur Korrektur von hohen Blutzuckerwerten gespritzt.

Um die Insulineinheiten zu errechnen, wird jede Mahlzeit in **BE** (Broteinheiten, Berechnungseinheiten) oder **KE** (Kohlenhydrateinheiten) eingeteilt. Dabei entspricht 1 BE 12 g Kohlenhydraten und eine KE 10 g. Berechnung der Insulindosis:

- **BE der Mahlzeit $\times$ BE-Faktor** (er gibt die notwendige Insulindosis pro BE an und ist individuell unterschiedlich)
- **Beispiel:** Eine Scheibe Brot hat 2 BE, der BE-Faktor ist 2. Daraus ergibt sich: $2 \times 2 = 4$ IE Insulin.

Neben den **BE der Mahlzeit** und dem **BE-Faktor** müssen auch **Zielwert** und **Korrekturfaktor** individuell ermittelt werden. Dabei gibt der Korrekturfaktor an, um wie viel mg/dl 1 IE den Blutzucker senkt. Schließlich muss auch der aktuelle Blutzucker vor dem Spritzen gemessen werden. Bei zu hohen BZ-Werten oder Entgleisungen müssen ggf. Korrekturereinheiten gespritzt werden.

Insulintherapie: Blutzucker messen

Zur Kontrolle des Blutzuckers werden Blutzuckermessgeräte verwendet (► Abb. 58.7). Vor der Messung wäscht sich der Patient die Hände und trocknet sie gründlich ab. Die Hände werden desinfiziert und eine neue Lanzette in die Stechhilfe eingesetzt. Ein Teststreifen wird aus der Packung genommen und in das Gerät eingeführt. Die meisten Geräte codieren den Teststreifen automatisch. Es sollte geprüft werden, ob der Code in der Geräteanzeige mit dem auf der Packung übereinstimmt. Danach werden Handschuhe angezogen.

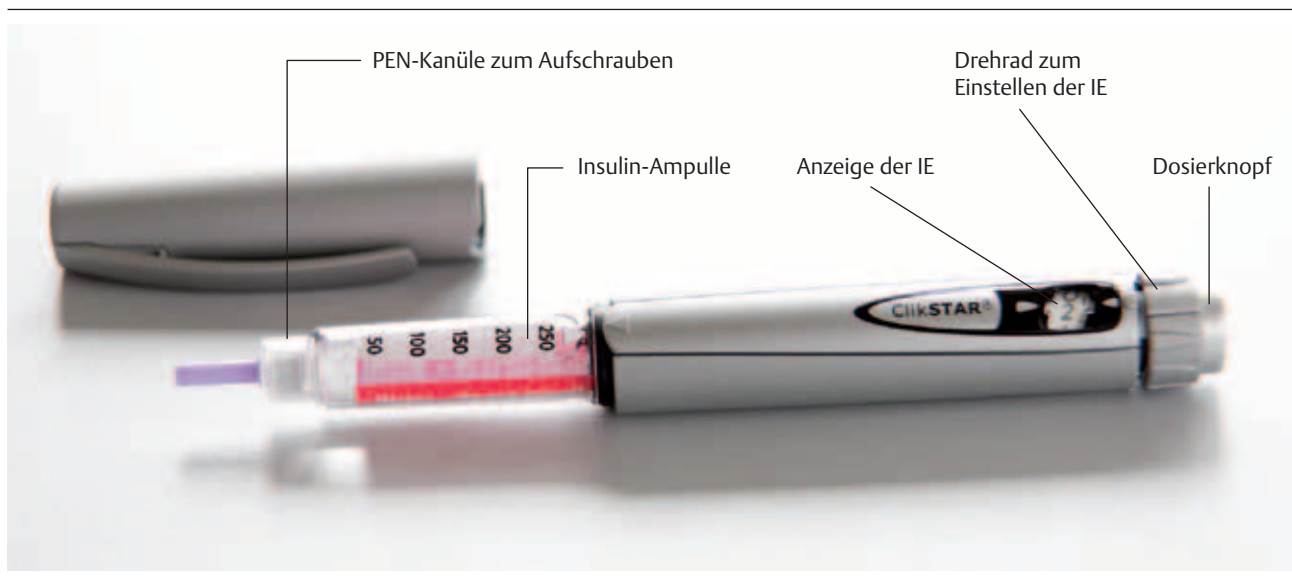
Um das Einstechen für den Patienten so schonend wie möglich zu machen, sollte zunächst eine geringe Einstichtiefe an der Stechhilfe eingestellt werden. Sollte der Blutstropfen nicht ausreichen, wird die nächsthöhere Einstellung gewählt. Die Stechhilfe wird an einer seitlichen Fingerbeere (weniger schmerzhaft als an der Fingerkuppe; außerdem wird so das Tastempfinden weniger beeinträchtigt) des Patienten aufgesetzt und der Auslöser gedrückt. Daumen oder Zeigefinger sollten nicht verwendet werden, weil sie im Alltag am meisten beansprucht werden. Der Finger wird **sanft** gedrückt, um einen ausreichend großen Blutstropfen zu bekommen – zu starkes Drücken setzt Lymphe frei und verdünnt die Blutprobe. Der Blutstropfen wird an den Teststreifen gehalten, sodass dieser in das Testfeld eingesogen wird. Das Gerät misst erst, wenn die Blutmenge ausreicht. Alternativ zur Fingerbeere kann das Blut aus dem Ohrläppchen des Patienten gewonnen werden.

Das restliche Blut am Finger des Patienten wird mit einem keimarmen Tupfer entfernt und der Blutzuckerwert in der

Abb. 58.7 Blutzucker messen.



Abb. 58.8 Insulin-PEN.



Aufbau eines Mehrweg-PENs.

Patientenakte und evtl. im Blutzuckertagebuch des Patienten dokumentiert.



WISSEN TO GO

Diabetes mellitus – Blutzucker messen

- Hände desinfizieren, Hände des Patienten waschen und trocknen
- Lanzette auf Stechhilfe aufsetzen und Teststreifen einführen
- Codierung überprüfen, Handschuhe anziehen
- Einstichtiefe einstellen, an der seitlichen Fingerbeere aufsetzen und Auslöser drücken
- Finger sanft drücken, Blutropfen an Teststreifen halten
- Finger reinigen, BZ-Wert dokumentieren

Insulintherapie: Insulininjektion

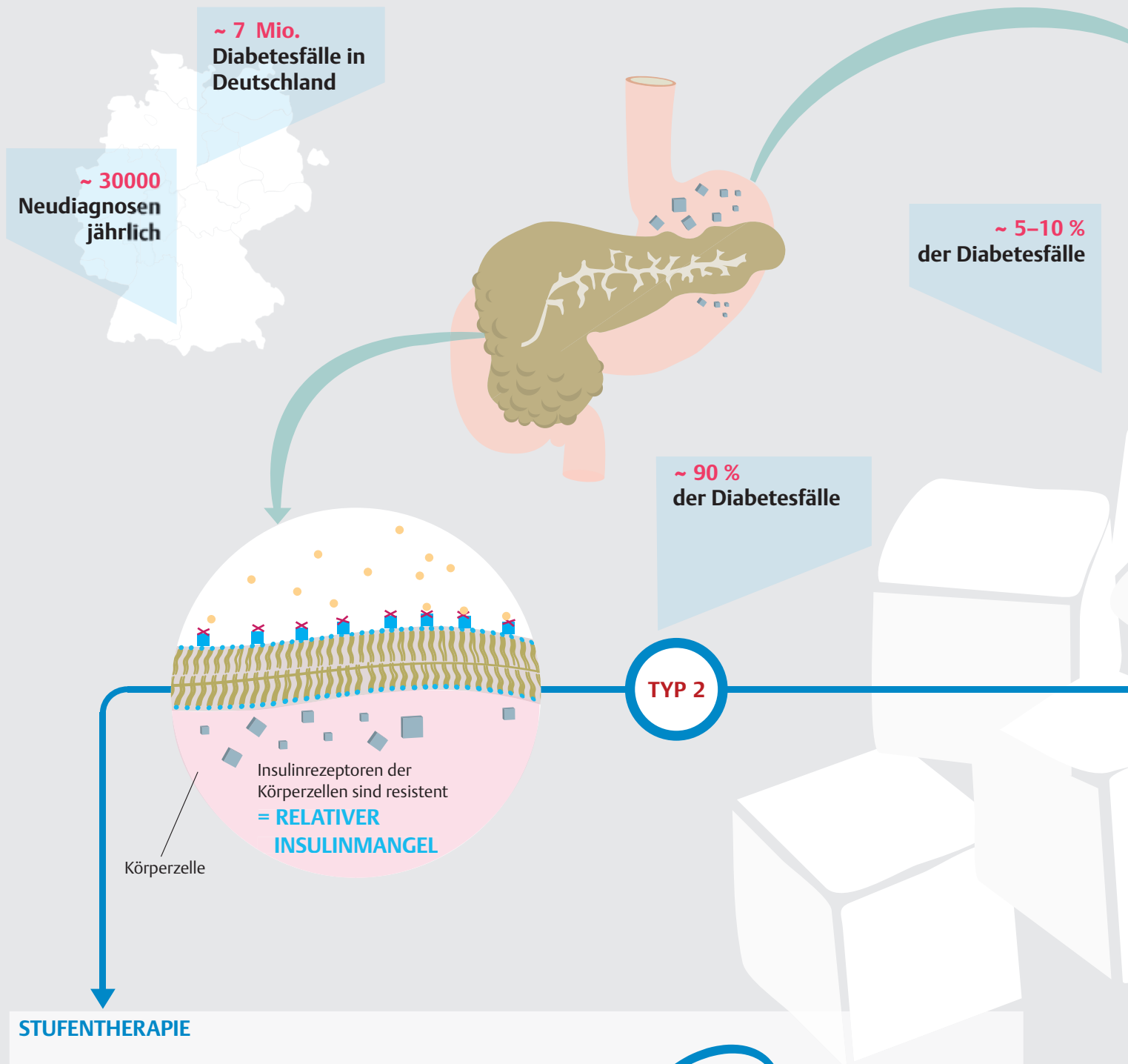
Insulin kann subkutan oder i.v. (mit Normalinsulin) verabreicht werden. Normalerweise erfolgt die Gabe s.c. Die i.v.-Verabreichung beschränkt sich auf besondere Situationen wie Blutzuckersenkung bei starker Hyperglykämie oder Blutzuckerüberwachung perioperativ.

Bei der subkutanen Verabreichung gibt es insgesamt 3 Arten, unter denen je nach Vorliebe und Fähigkeiten des betreffenden Patienten ausgewählt werden kann. Insulin kann grundsätzlich mittels Insulin-PEN oder mit einer „normalen“ **Insulinspritze** (Einweg) injiziert werden. Den Insulin-PEN gibt es als **Einweg-** und als **Mehrweg-PEN** (► Abb. 58.8). Der wichtigste Unterschied der 3 Methoden besteht im Handling.

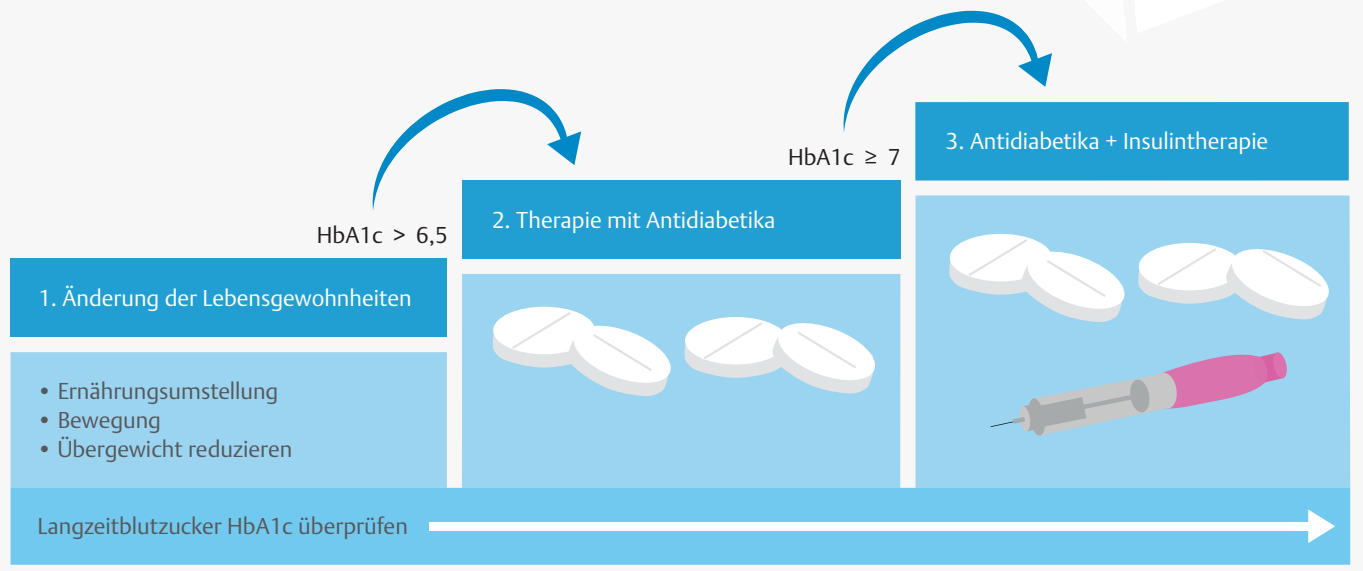
Bei den Insulinspritzen wird die zu verabreichende Menge an Insulin für jede Injektion neu aus einer Stechampulle aufgezogen. Die Insulinspritzen besitzen eine Skalierung nach IE Insulin. Insulin-PENs dagegen enthalten Insulinampullen. Die zu spritzende Anzahl der Insulineinheiten wird eingestellt und muss nicht aufgezogen werden. Einmal-PENs werden entsorgt, wenn die Ampulle leer ist. Bei PENs, die länger in Gebrauch sind, werden leere Ampullen gegen volle ausgetauscht. Eine Ampulle enthält dabei 3 ml = 300 IE Insulin.

Insulin ist in Deutschland in den Konzentrationen 40 IE/ml und 100 IE/ml erhältlich. Durchstechflaschen und Insulinampullen für PENs enthalten U100-Insulin. Stechampullen gibt es als U40-Insulin und U100-Insulin.

DIABETES MELLITUS



STUFENTHERAPIE



LEBENS-LANGE INSULINTHERAPIE

Blutgefäß

zu wenig Insulin durch Autoimmunreaktion auf β -Zellen des Pankreas

= **ABSOLUTER INSULINMANGEL**

kurzwirksames Insulin → deckt plötzliche Blutzuckeranstiege ab
= Bolus Insulin

langwirksames Insulin → deckt den Grundbedarf des Körpers ab
= Basal Insulin



TYP 1

erhöhter Blutzucker

**~ 16 %
der Diabetesfälle
bleiben unbehandelt**

+ FOLGEERKRANKUNGEN

Chronisch erhöhter Blutzucker schädigt die großen und kleinen Arterien (Mikro- und Makroangiopathie) und die Nerven (Neuropathie).

diabetische Mikroangiopathie

diabetische Retinopathie

diabetische Nephropathie

diabetisches Fußsyndrom

diabetische Makroangiopathie

Arteriosklerose

Schlaganfall

koronare Herzkrankheit KHK

periphere arterielle Verschlusskrankheit pAVK

diabetische Neuropathie

ACHTUNG

Falls die Injektion mit einer Spritze durchgeführt wird, muss unbedingt die zur Konzentration passende Spritze verwendet werden, da es sonst zu gefährlichen Fehldosierungen kommen kann. Denn U100-Insulin ist 2,5-mal konzentrierter als U40-Insulin, bei gleicher Menge würde man also eine viel höhere Dosis aufziehen und eine Hypoglykämie auslösen.

Lagerung und Handling • Insulin muss im Kühlschrank gelagert werden (bei ca. 2–8 °C), darf jedoch nicht gefrieren. Klares Insulin muss nicht durchmischt werden, trübes Insulin (Basalinsulin NPH und Mischinsulin) zum guten Durchmischen 20-mal schwenken.

Ein PEN in Gebrauch kann mit Namen versehen bei Zimmertemperatur z. B. auf dem Nachtschrank gelagert werden. Die Haltbarkeit beträgt dann 4 Wochen. Bei wenigen Einheiten pro Tag ist es sinnvoll, das Anbruchdatum auf dem PEN zu vermerken.

Einstichstellen zur Insulininjektion

Subkutane Injektionen erfolgen grundsätzlich an Orten mit ausgeprägtem Fettgewebe, am besten eignen sich **Bauch** und **Oberschenkel** oder das **Gesäß**. Sie sind für den Patienten einfach zu erreichen und die Gefahr einer Fehlinjektion in den Muskel ist gering. Um bei der Insulininjektion eine der jeweiligen Situation entsprechende optimale Resorption zu erreichen, ist es sinnvoll, **kurzwirksames Insulin in den Bauch** zu spritzen, da es dort schnell resorbiert wird, und **langwirksames in den Oberschenkel**, weil es dort langsam ins Blut aufgenommen wird. Beim Anleiten der Patienten ist es wichtig, herauszufinden, ob der Patient diese Differenzierung vornehmen kann. Wenn es ihn überfordert, sollte man ihn mit dieser Differenzierung nicht belasten oder ihm sinnvolle Hilfestellungen anbieten, z. B. die PENs zu kennzeichnen mit unterschiedlichen farblichen Markierungen, Beschriftungen oder Symbolen (Mahlzeitsymbol = kurzwirksames; Mond = langwirksames Insulin).

Einstichstelle regelmäßig wechseln • Beim Spritzen in dieselbe Stelle können sich Fettgeschwüre bilden, bei Rechtshändern z. B. oft am linken Bauch. Sie behindern die Insulinaufnahme und machen die Wirkung deswegen unberechenbar. Die Spritzstellen sollten daher immer gewechselt werden. Kleinere Blutergüsse können immer mal wieder entstehen, sie stellen aber keine Komplikation dar und die Wirkung des Insulins ist nicht beeinträchtigt.

ACHTUNG

Nicht gespritzt werden sollte in den Oberarm, da dort hauptsächlich Muskeln sind. Ebenso sollte niemals in Wunden oder Blutergüsse gespritzt werden.

Insulin injizieren

Wie bei allen Injektionen und der Verabreichung von Medikamenten gilt auch hier vor der Injektion noch einmal die Überprüfung: richtiger Patient, richtiges Insulin, richtiger Zeitpunkt, richtige Dosierung, richtige Applikationsform. Eine Hautdesinfektion erfolgt nur im klinischen Bereich wegen der hohen Keimbelastung und des oftmals geschwächten Immunsystems der Patienten. Im häuslichen Bereich ist sie i. d. R. nicht notwendig, der Patient bzw. die Pflegekraft sollte sich aber vorher gründlich die Hände waschen.

Mittels Insulinspritze • Bei der Verabreichung mittels Insulinspritze erfolgt das Aufziehen der verordneten Insulinmenge aus der Stechampulle (S. 459). Das genaue Vorgehen bei einer subkutanen Injektion lesen Sie im Kapitel Injektionen und Blutentnahme (S. 460).

Mittels PEN • Vor der Injektion sollte überprüft werden, ob der PEN noch genügend befüllt ist. Danach wird die Schutzkappe entfernt und die Kanüle auf den PEN geschraubt. Um den PEN zu entlüften und seine Funktionsfähigkeit zu überprüfen, werden 2–4 IE am Drehrad eingestellt, der PEN mit der Kanüle nach oben gehalten und der Dosierknopf gedrückt. Das Insulin sollte dabei aus der Kanüle austreten. Danach wird die verordnete Menge Insulin am Drehknopf eingestellt. Bei schlanken Menschen wird eine Hautfalte gebildet, bei normal- und eher übergewichtigen ist dies nicht notwendig. Der PEN wird senkrecht in die Haut eingestochen und der Dosierknopf mit dem Daumen bis zum Anschlag eingedrückt (► Abb. 58.9). Danach sollte ca. 10 Sekunden gewartet werden, bevor der PEN aus der Haut gezogen wird, damit kein Restinsulin in der PEN-Nadel verbleibt oder Insulin aus dem Einstichkanal hinausfließt. Die PEN-Kanüle sollte sofort im Abwurfbehälter entsorgt werden.

Nachbereitung • Bei Mahlzeiteninsulin sollte der Patient darauf aufmerksam gemacht werden, dass er nach der Injektion essen muss, da sonst die Gefahr einer Unterzuckerung besteht – bei Normalinsulin nach 20–30 Minuten, bei kurzwirksamen Insulinanaloga direkt nach der Injektion.

Die Insulininjektion, Art des Insulins und Anzahl der Einheiten werden in der Patientenkurve oder im Patientenheft dokumentiert.

Abb. 58.9 Insulininjektion.



Bei schlanken Menschen wird eine Hautfalte gebildet, die Kanüle senkrecht eingestochen und der Dosierknopf bis zum Anschlag durchgedrückt.



WISSEN TO GO

Diabetes mellitus – Insulin injizieren

Insulin wird i.d.R. subkutan mit einem Insulin-PEN oder einer Insulinspritze injiziert. Es ist in den Konzentrationen 40 IE/ml und 100 IE/ml erhältlich. Bei Spritzen muss unbedingt die zur Konzentration passende Spritze verwendet werden. Zum Vorgehen:

- **Vorrat** im Kühlschrank lagern. Bei Gebrauch 4 Wochen bei Zimmertemperatur haltbar.
- **Einstichstellen:** Bauch, Oberschenkel oder Gesäß; kurzwirksames Insulin in den Bauch und langwirksames in den Oberschenkel injizieren. Einstichstellen regelmäßig wechseln und niemals in Wunden oder Blutergüsse spritzen.
- **Durchführung:** Hände waschen, im klinischen Bereich Haut desinfizieren und Handschuhe anziehen. Verabreichung mittels **Insulinspritze** ist im Kapitel Injektionen beschrieben (S. 460). Beim **PEN** Schutzkappe entfernen, Kanüle aufschrauben, 2–4 IE am Drehrad einstellen, PEN nach oben halten und Dosierknopf drücken. Tritt Insulin aus, verordnete Insulinmenge einstellen. Hautfalte bilden und PEN senkrecht in die Haut stechen. Dosierknopf drücken, ca. 10 Sekunden warten und PEN entfernen.

Akute Hyperglykämie

Definition Hyperglykämie

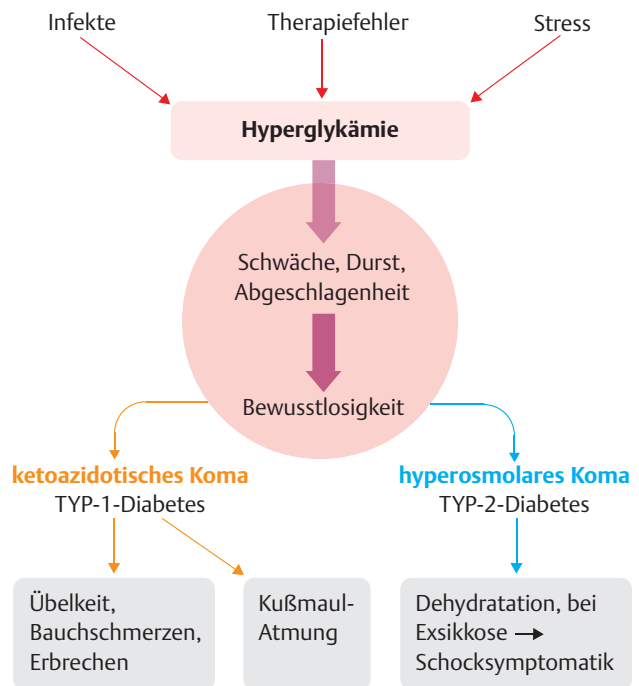
Die **akute Hyperglykämie** ist ein plötzlicher Anstieg des Blutzuckerspiegels.

Sowohl Patienten mit Typ-1- als auch mit Typ-2-Diabetes können akut zu hohe Blutzuckerspiegel aufweisen, wenn der Stoffwechsel „entgleist“, also z. B. die Insulindosis nicht richtig angepasst wurde oder andere Therapiefehler unterlaufen sind. Auch akute Erkrankungen, Infekte oder Stress können den Blutzucker erhöhen. Die Symptome sind zunächst meist unspezifisch. Die Menschen fühlen sich schwach und abgeschlagen. Häufig wird über Durst und häufiges Wasserlassen geklagt. Durch den Flüssigkeitsverlust kann es zu Bewusstseinsstörungen, im schlimmsten Fall zum lebensbedrohlichen diabetischen Koma kommen. Je nach Diabetes-Typ unterscheidet man dabei 2 Komatypen (► Abb. 58.10).

Ketoazidotisches Koma bei Typ-1-Diabetes • Aufgrund des absoluten Insulinmangels kommt es nicht nur zu einem erhöhten Blutzucker, sondern auch zu einem gesteigerten Abbau von Fetten und dadurch zur Bildung von Ketonkörpern. Diese Ketonkörper führen dazu, dass der pH-Wert des Blutes niedriger und damit „saurer“ wird. Man spricht von einer Übersäuerung (= Azidose) des Körpers, und weil die Ketonkörper der Auslöser sind, von einer **Ketoazidose**. Die Patienten zeigen „typische“ Symptome einer Übersäuerung: Übelkeit, Erbrechen und Bauchschmerzen. Auffallend ist außerdem die vertiefte Atmung (sog. **Kußmaul-Atmung**), mit der der Körper versucht, den Säureüberschuss auszugleichen. Häufig riecht der **Atem** nach Azeton („obstartig“).

Hyperosmolares Koma bei Typ-2-Diabetes • Da diese Patienten noch körpereigenes Insulin haben, entstehen keine Ketonkörper. Durch den erhöhten Blutzucker steigt aber die Osmolarität des Blutes (S. 485). Bei diesen Patienten stehen Symptome des Flüssigkeitsmangels im Vordergrund. Sie

Abb. 58.10 Hyperglykämie.



Symptome und Verlauf der Hyperglykämie bei Typ-1- und Typ-2-Diabetes.

sind dehydriert, ihre Haut ist warm und trocken. Bei Exsikkose kann es zum Blutdruckabfall mit Schocksymptomatik kommen.

Bei einer leichten Hyperglykämie wird der Blutzucker mit kurzwirksamen Insulin behandelt, entweder subkutan oder intravenös. Es sollte zuerst eine langsame Korrektur bis auf ca. 200 mg/dl erfolgen. Eine Exsikkose wird mit Infusionen behandelt. Der Elektrolythaushalt wird mit Elektrolytlösungen ausgeglichen.

ACHTUNG

Das diabetische Koma ist eine Notfallsituation. Die Patienten müssen umgehend auf der Intensivstation behandelt und engmaschig überwacht werden.



WISSEN TO GO

Diabetes mellitus – Hyperglykämie

Der Blutzuckerspiegel steigt plötzlich an. Ursache können falsche Insulindosen, Therapiefehler, akute Erkrankungen, Infekte oder Stress sein. Die Symptome sind Schwäche, Müdigkeit, Durst und vermehrter Harndrang. Es kann zu Bewusstseinsstörungen bis hin zum diabetischen Koma kommen:

- **Ketoazidotisches Koma bei Typ-1-Diabetes:** Der absolute Insulinmangel führt zu einer Ketoazidose mit Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerzen und einer vertieften Atmung (Kußmaul-Atmung) mit Azetongeruch
- **Hyperosmolares Koma bei Typ-2-Diabetes:** die Osmolarität des Blutes steigt, was zu Dehydratation und Exsikkose führt. Polyurie, Polydipsie und Blutdruckabfall können schließlich zu Schocksymptomen führen.

Bei leichter Hyperglykämie werden kurzwirksame Insuline gegeben. Eine Exsikkose wird mit Infusionen behandelt. Das diabetische Koma ist eine **Notfallsituation** und muss intensivmedizinisch behandelt werden.