

# Diabetes mellitus Typ 1

Schulungsprogramm  
für Kinder mit Diabetes mellitus Typ 1

Die Insulinpumpentherapie

## Das Diabetesprogramm an der Kinderklinik Luzern

Wir alle möchten Sie in den verschiedenen Gesichtspunkten der Diabetes-Therapie unterstützen.

Wir sind für Sie da:

<b>Diabetesberatung</b>	<b>Tel. +41 205 52 43 (Montag-Freitag, Bürozeiten)</b>
<b>Notfall Kinderspital</b>	<b>Tel. +41 205 31 69 (ausserhalb Bürozeiten oder Notfälle)</b>
<b>E-Mail</b>	<b>kinder.diabetes@ksl.ch diabetesberatung.luzern@luks.ch</b>
<b>Ernährungsberatung</b>	<b>Tel. +41 205 20 73</b>
<b>Pädiatrische Tagesklinik</b>	<b>Tel. +41 205 69 06</b>
<b>Zentralschweizerische Diabetes-Gesellschaft</b>	<b>Tel. +41 370 31 32 www.zsdg.ch, E-Mail: info@zsdg.ch</b>

Dr. med. M. Santi, pädiatrische Endokrinologie und Diabetologie, Kinderspital, LUKS, Luzern  
Diabetesberatung, LUKS, Luzern. Geprüft und überarbeitet: Dr. J. Mührer und D. Beeler 19.07.2023  
Ernährungsberatung, LUKS, Luzern

## Die Insulinpumpentherapie

Die Insulinpumpe ist ein kleines elektronisches Gerät, welches durch einen feinen Katheter kontinuierlich Insulin ins Unterhaut-Fettgewebe abgibt. Es besteht so die Möglichkeit das Insulin dem individuellen Bedarf stündlich anzupassen. Dem natürlichen Tagesrhythmus des Organismus kann auf diese Weise sehr gut Rechnung getragen werden. Speziell in Situationen mit grossen tageszeitlichen Schwankungen im Insulinbedarf, wie das z.B. in der Pubertät mit frühmorgendlicher Insulinresistenz der Fall ist, kann die Insulinpumpe dazu beitragen, die Blutzuckereinstellung zu verbessern. Da die Pumpe ständig kleine Insulindosen abgibt, genügt ein kurzwirksamen Insulin, das im Reservoir der Pumpe enthalten ist. Wir verwenden dazu meistens Novorapid®.

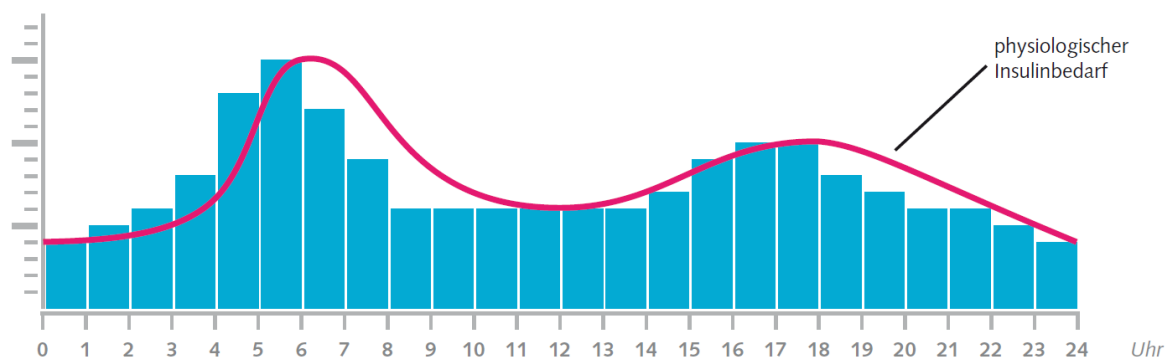
Das langwirksame Basalinsulin ist nicht mehr notwendig.

Man muss sich aber bewusst sein, dass aus diesem Grund bei Ausfall der Pumpe oder Unterbruch der Insulinzufuhr bereits nach ca. 2.5h (Wirkdauer des Novorapid®) kein wirksames Insulin mehr im Körper ist und somit die Gefahr für eine ketoazidose Entgleisung besteht. Regelmässige Blutzuckerkontrollen sind deshalb unabdingbar, um Notfallsituationen zu vermeiden.

Die Instruktion zur technischen Handhabung der Insulinpumpe erfolgt über das Team der Diabetesberatung und oder in Zusammenarbeit mit den VertreterInnen der jeweiligen Firma.

### Basalrate

Insulinabgabe (I.E./h)



Zur Aufrechterhaltung der Organfunktion (Atmung, Herzschlag, Bewusstsein, Verdauung, Körpertemperatur,) braucht unser Körper immer Energie. Wenn wir nicht gerade Kohlenhydrate gegessen haben, wird die Energie für einige Stunden aus den Zuckerreserven in der Leber geholt. Zur Zuckerverwertung ist stets etwas Insulin nötig. Diesen Insulinbedarf nennen wir "Basis". Er beträgt ca. 30-40% der gesamten Insulin-Tagesdosis. In die Basalinsulin-Dosis sind keine Mahlzeiten eingerechnet. Es muss also auch an einem Tag, an dem nichts gegessen wird (Krankheit, Fasten), Insulin abgegeben werden. Im Gegensatz zur funktionellen Insulintherapie, wo das Basalinsulin in Form von Verzögerungsinsulin 1-2x täglich als Depot gespritzt wird, gibt die Insulinpumpe kontinuierlich kurzwirksames Insulin ab. Diese sogenannte Basalrate kann in stündlich wechselnden

dosen programmiert werden. Vor allem bei Jugendlichen, die früh morgens einen erhöhten Insulinbedarf haben, kann man dies mit der Basalrate berücksichtigen.

Die erste Basalraten-Festlegung übernehmen wir für Sie nach einem "Standard-Profil". Die Basalrate muss im Verlauf regelmässig dem individuellen Bedarf angepasst werden.

### **Anpassen der Basalrate**

Um die Basalrate zu überprüfen, ist ein Fastenhalbtage (Frühstück bis Z'vieri wird ausgelassen) hilfreich. Das Ziel ist es, dass der Blutzucker zu jeder Zeit im Zielbereich (4-8 mmol/L) ist, wenn nur die Basalrate läuft, nichts gegessen und kein zusätzliches Insulin abgegeben wird. Steigt der Blutzucker während des Fastens (gilt auch für eine normale Nacht, wenn nichts gegessen wird) an, so muss die Basalrate in den 1-2h vor dem erhöhten Blutzucker um ca. 20% pro Stunde erhöht werden. Kommt es zu einer Hypoglykämie, muss die Basalrate in den 1-2h vor dem Ereignis um ca. 20% pro Stunde reduziert werden.

#### **Beispiel 1:**

Blutzucker um 03:00 Uhr: 5.6 mmol/L

Blutzucker um 06:00 Uhr: 10.3 mmol/L

→ Basalrate muss von 3-6 Uhr um je 20%/h erhöht werden

#### **Beispiel 2:**

Blutzucker um 15:00 Uhr: 5.6 mmol/L

Blutzucker um 18:00 Uhr: 2.9 mmol/L

→ Basalrate muss von 15-18 Uhr um je 20%/h reduziert werden

### **Basalrateprofile**

Die Pumpe bietet die Möglichkeit, mehrere Basalratenprofile zu programmieren. Dies ist dann sinnvoll, wenn der Insulinbedarf z.B. am Wochenende deutlich differiert zu Wochentagen. Es kann dann z.B. Montag-Freitag Basalrate A, Samstag-Sonntag Basalrate B verwendet werden. Neuere Insulinpumpen "erlernen" die Basalratenprogrammierung und passen die Basalrate automatisch jeden Tag an - in Zusammenarbeit mit einer kontinuierlichen Glukosemessung.

### **Temporäre Basalrate**

Die Basalrate kann für eine befristete Zeit (in der Regel max. 24 Stunden) prozentual verändert werden. Diese Funktion soll verwendet werden, wenn eine längere sportliche Aktivität (z.B. Wandertag) geplant ist. Vor Beginn des Sports bis einige Stunden nach Sportende wird die Basis z.B. auf 70% reduziert. So können Hypoglykämien vermieden werden, ohne dass regelmässig Sport-Werte (KHW) eingenommen werden müssen. Um wieviel die Basalrate jeweils reduziert werden soll, ist sehr individuell und muss am Anfang abgeschätzt und entsprechend angepasst werden. Im Falle

einer Krankheit (z.B. Grippe) kann der Insulinbedarf ansteigen. An Fiebertagen oder teilweise während der Menstruationsblutung kann die Basalrate je nach Blutzuckerverlauf allenfalls auf 120% oder höher angehoben werden.

### **Essensinsulin (Bolus)**

Generell gilt: vor jeder Kohlenhydrat-Einnahme muss ein Bolus mit schnell wirksame Insulin abgegeben werden. Die Dosis wird berechnet, indem man seine individuellen Faktoren mit der Anzahl Kohlenhydratwerte (KHW) multipliziert. Die Faktoren werden zu Beginn der Therapie im Rahmen der Einstellung bei uns eruiert. Sie sind nicht während des ganzen Tags gleich, da der Körper nicht zu jeder Tageszeit gleich insulinempfindlich ist. Auch sind sie abhängig vom Insulinbedarf und ändern sich somit im Verlauf. Ob die Essensinsulindosis stimmt, kann man überprüfen, indem man ca. 2.5h nach der Mahlzeit den Blutzucker kontrolliert. Ziel ist, dass der Blutzucker vor und 2.5h nach dem Essen ungefähr gleichbleibt (wenn man nicht korrigiert hat, heisst im Idealfall 4-8 mmol/L). Zur Anpassung der Essensfaktoren wird der Blutzucker vor sowie 2.5h nach dem Essen gemessen. Steigt dieser mehrfach an, wird der Faktor um 0.25 E/KHW erhöht. Kommt es zu Hypoglykämien wird er entsprechend reduziert. Diese Anpassungen können sie selbständig oder auch in Rücksprache mit dem Diabetesteam machen.

Es gibt 2 Situationen, in denen für die Kohlenhydrat-Einnahme kein Insulin abgegeben werden muss:

- Vor körperlicher Aktivität kann ein KHW ohne Insulingabe eingenommen werden, wenn der Blutzucker < 8 mmol/L beträgt
- Bei Hypoglykämien müssen Kohlenhydrate eingenommen werden, um den BZ wieder in den Normbereich zu heben. Verständlicherweise wird dafür kein Insulin abgegeben.

### **Spritz-Essabstand**

Der Zeitabstand zwischen Bolus und Mahlzeit hängt vom Blutzucker ab: je höher der Blutzucker, desto länger soll der spritz-Essabstand sein. Umgekehrt soll bei Hypoglykämie zuerst gegessen werden, bevor der Bolus abgegeben wird.

### **Verzögerter/ Dual-Bolus**

Eine grosse Menge Fett oder Eiweiss in der Nahrung verzögert die Aufnahme der Kohlenhydrate. Diese Situation liegt speziell beim Essen von Fondue/Raclette/Pizza/Käseschnitten vor. Die Insulinpumpe hat hierfür eine Sonderfunktion, nämlich den verzögerten oder Dual-Bolus. Hierbei wird der Bolus nicht sofort, sondern über eine zu definierende Zeitdauer langsamer, respektive in Form eines Kombinationsbolus (ein Anteil sofort, ein Anteil verzögert) abgeben.

## Korrekturinsulin

Liegt der Blutzucker zu einem beliebigen Zeitpunkt, jedoch mindestens 2.5h nach dem letzten Bolus > 8 mmol/L, soll nach untenstehender Formel korrigiert werden.

$$\frac{\text{Blutzuckerwert} - 8}{X}$$

X ist ein Faktor (bei Dir aktuell.....) und bedeutet, dass eine Einheit Novorapid® den Blutzucker um X mmol/L senkt. Der Korrekturfaktor ist individuell verschieden und abhängig von der Gesamtinsulinmenge, dem Alter und Gewicht des Kindes. Er verändert sich im Laufe der Zeit. Der Zielwert 2.5h nach der Korrektur beträgt ca. 8 mmol/L.

Etwa 2.5h nach der Korrektur sollte der Blutzucker kontrolliert werden. Liegt dieser weiterhin > 8 mmol/L, so wird erneut nach derselben Formel Insulin abgegeben. **Wenn der Blutzucker zweimal über 15 mmol/L liegt und Ketone im Urin positiv sind, besteht ein Insulinmangel. In diesem Fall ist Gefahr in Verzug und es muss eine höhere Dosis Insulin abgegeben werden:**

$$\frac{\text{Blutzucker} - 8}{X} \quad \times 2$$

(+ Systemwechsel (Katheter verstopft?))

**Achtung:** Korrekturinsulin darf nur abgegeben werden, wenn seit dem letzten Bolus mehr als 2.5h vergangen sind (d.h. wenn die maximale Wirkdauer vorbei ist).

## Unterbrochene Insulinzufuhr/ Ketoazidose

Da bei der Insulinpumpentherapie nur noch schnellwirksames Insulin verwendet wird, ist kein Depotinsulin mehr vorhanden. Die Gefahr, dass bei unterbrochener Insulinzufuhr eine schwere Stoffwechsel-Entgleisung auftritt, ist daher grundsätzlich grösser als unter Insulin-Spritzen-Therapie. Es kann also relativ rasch (innerhalb ≤ 24h) zur Ketoazidose kommen (Abbau von Fettsäuren bei Zuckermangel in den Zellen infolge von Insulinmangel).

Regelmässige Blutzuckerkontrollen (mindestens 7x täglich) sind notwendig, um eine beginnende Entgleisung zu erkennen und frühzeitig zu behandeln.

Falls die Insulinzufuhr mit der Pumpe nicht wiederhergestellt werden kann, muss auf eine funktionelle Insulintherapie mittels Pen umgestellt werden. Am einfachsten geht dies, wenn am Morgen und Abend ein Depotinsulin als Basis gespritzt und die Mahlzeiten wie üblich mit schnellwirksamen Insulinboli abgedeckt werden können. Ist kein Basisinsulin vorhanden oder dauert der Unterbruch weniger als 24 h, kann alle 2-3 h z.B. Novorapid® injiziert werden (ungefähr in der Dosis, die die Pumpe über die entsprechende Zeit abgeben würde). Im Zweifelsfall soll das betreuende Diabetesfachteam und/oder die Hotline der Pumpenfirma kontaktiert werden.

#### **Zeichen einer ketoazidotischen Entgleisung**

- deutlich erhöhte Blutzuckerwerte
- Ketonnachweis im Urin
- Durst
- häufiges Wasserlösen
- Übelkeit, Erbrechen
- Bauchschmerzen
- Azetongeruch
- Krampfanfälle

#### **Mögliche Ursachen der unterbrochenen Insulinzufuhr**

- Kanüle oder Katheter verstopft oder herausgerutscht
- Grössere Menge Luft im Katheter
- Insulinreservoir leer oder undicht
- Insulin nicht mehr wirksam (überwärmt, gefroren, alt)
- Technischer Defekt (gibt meist Fehlermeldung auf Pumpe)
- Batterie leer

#### **Auswahl der Insulinpumpen**

Unterschiedliche Insulinpumpenmodelle stehen in der Schweiz von verschiedenen Herstellern zur Verfügung. Bei der Entscheidungsfindung und Wahl der Insulinpumpe steht Dr. med. M. Santi und das Team der Diabetesberatung für Fragen gerne zur Verfügung.

#### **Kosten**

Die Verordnung für eine Insulinpumpentherapie muss von einem Facharzt Diabetologie mit entsprechender Erfahrung gestellt werden. Die Kosten für eine Pumpentherapie werden durch die Krankenpflegeversicherung (Grundversicherung) mittels MiGel-Liste (Mittel- und Gegenstandsliste) geregelt. Je nach Pumpenmodell muss pro Jahr mit zusätzlichen Mehrkosten gerechnet werden.