

Insulinpumpentherapie

CSII (Continuous Subcutaneous Insulin Infusion)

Ingrid Schütz-Fuhrmann

KH-Hietzing, 3. Medizinische Abteilung

FACTS

1. Bei Patienten mit **Typ-1-Diabetes wird** unter der CSII die Rate schwerer Hypoglykämien signifikant reduziert.
2. Die größte Reduktion trat auf **bei Patienten mit langer Diabetesdauer.**
3. Weiterhin verringert sich signifikant der HbA_{1c}-Wert um 0,61 %. Diese Senkung war umso deutlicher, desto höher der Ausgangswert unter der ICT war.
4. Insulinpumpentherapie kann ein Option für Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2 sein. (Reznik Y et al, OpT2mise, Lancet 2014)

CSII – Indikationen (klassisch)

- Dawn-Phänomen
- Hohe glykämische Variabilität
- (Nächtliche) Hypoglykämien
- Hypo-Wahrnehmungsstörung
- Folgeerkrankungen
- Kinderwunsch/Schwangerschaft
- Großer/geringer Insulinbedarf
- Wunsch des Patienten



Beobachtungen

- Die CSII (sub continuous insulin infusion) verbreitete sich deutlich in den letzten 10 Jahren besonders in den USA.
- Am deutlichsten nahm weltweit die Insulinpumpentherapie unter Kindern und Jugendlichen zu.
- Der Einsatz erfolgt mittlerweile in allen Altersgruppen, unabhängig vom Diabetestyp und damit auch oft außerhalb der klassischen Indikationen.

(eine meiner persönlichen)

Lieblingsstudien

[Pediatr Diabetes](#), 2010 Mar;11(2):116-21. doi: 10.1111/j.1399-5448.2009.00546.x. Epub 2009 Jun 29.

Discontinuation of insulin pump treatment in children, adolescents, and young adults. A multicenter analysis based on the DPV database in Germany and Austria.

[Hofer SE¹](#), [Heidtmann B](#), [Raile K](#), [Fröhlich-Reiterer E](#), [Lilienthal E](#), [Berghaeuser MA](#), [Holl RW](#); [DPV-Science-Initiative and the German working group for insulin pump treatment in pediatric patients](#).

RESULTS:

In total, 11 710 patients with type 1 diabetes were recorded as treated with insulin pumps. In total, **463 patients (4%) switched from insulin pump treatment to multiple daily injections (MDI)**.

- The younger the patients at the time of initiating insulin pump treatment, the lower the discontinuation rate.
- The highest rate was seen in adolescents aged 10-15 yr.
- Girls stopped insulin pump treatment more often than boys (60.5% vs. 39.5%).

Langzeiterfolge

- Überraschenderweise existiert nur eine kleine Anzahl an Untersuchungen, inwieweit die gute glykämische Kontrolle ***auch über einen langen Zeitraum aufrechterhalten werden kann***

und

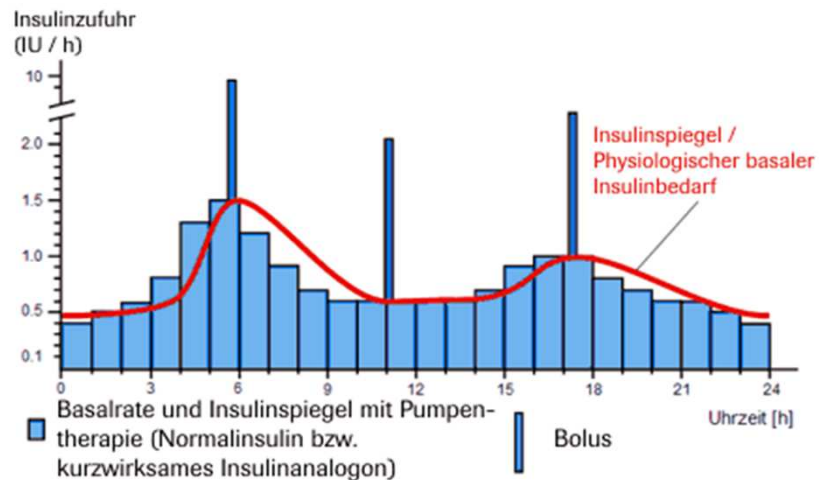
- ob es *Subgruppen* von Patienten/Patientinnen gibt, die besonders durch eine Pumpentherapie profitieren.

3 Langzeitstudien, 2013 publiziert

- Es wurde bestätigt, dass die gute metabolische Kontrolle über viele Jahre bestehen kann.
- Der beste Effekt, bezogen auf den HbA1c-Wert, liegt aber zwischen einem halben und einem Jahr.
- Diese Verbesserung ist sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern und Adoleszenten zu beobachten, nimmt aber über die Jahre ab.
- Spezifische Patientengruppen, wie junge Frauen, scheinen besonders von einer Verschlechterung betroffen zu sein. Damit im Zusammenhang steht die erhöhte Insulinresistenz in der Pubertät, aber auch eine Reihe von psychosozialen Problemen in diesem Lebensabschnitt.

Das Prinzip der CSII

Physiologischer Insulinbedarf, Basalrate & Bolus



- Externe Pumpen mit sc. Insulinapplikation
- Nur kurzwirksames Insulin (Analoge)
- Basalrate durch ständige Insulinabgabe
- Kein sc. Vorrat an Insulin vorhanden
- Alle Regeln der Basis/Bolustherapie gelten weiter

CSII – Licht und Schatten

Vorteile

- Optimale Anpassung der Basalrate
- Mehr Flexibilität in der Lebensführung
 - Langschläfer
 - Sport
- Weniger BZ-Schwankungen
 - besserer HbA1c
 - weniger Hypoglykämien
- Weniger Stiche
- Reduktion des Insulinbedarfs

Nachteile

- Kein Insulin → ~6h bis zur Ketoazidose
- Katheterinfektionen
- Pflasterallergien
- Pumpe 24h am Körper
- Einschränkung bei gewissen Sportarten
 - Tauchen
 - Kampfsport

Stellenwert

CSII – Voraussetzungen

- Beherrschung von Basis-Bolus-Therapie
- Motivation des Patienten
 - Regelmäßige BZ-Messungen
 - Regelmäßige Aufzeichnungen
- Richtige Indikationsstellung
 - Was erwartet der Patient/Patientin (Arzt/Ärztin)?
 - Gibt es eine klare Problemstellung?
 - Keinesfalls als letzter Ausweg wenn der Patient die Erkrankung psychisch nicht akzeptiert

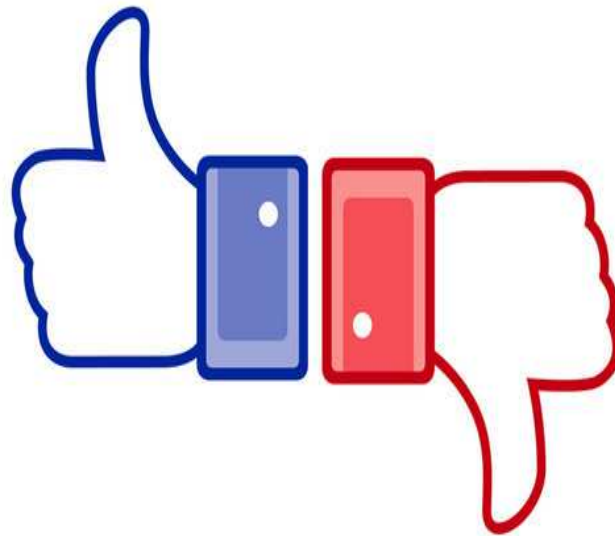
Von Basal zu Bolus.....

- Neue Insulinpumpen Modelle mit zusätzlichen Features haben die therapeutischen Möglichkeiten erweitert
- Stand die Insulinpumpentherapie vor 10 Jahren unter dem Motto „Basalrate“ sind
- die letzten 10 Jahre durch **den „Bolus“ geprägt!**

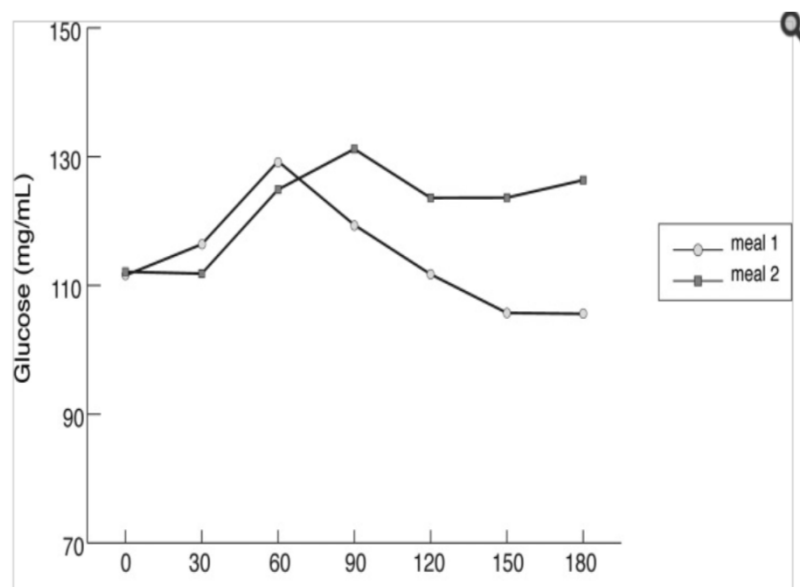
z.B. BOLUSOPTIONEN

Sind unterschiedliche Bolusvarianten besser um den postprandialen Blutzucker zu kontrollieren?

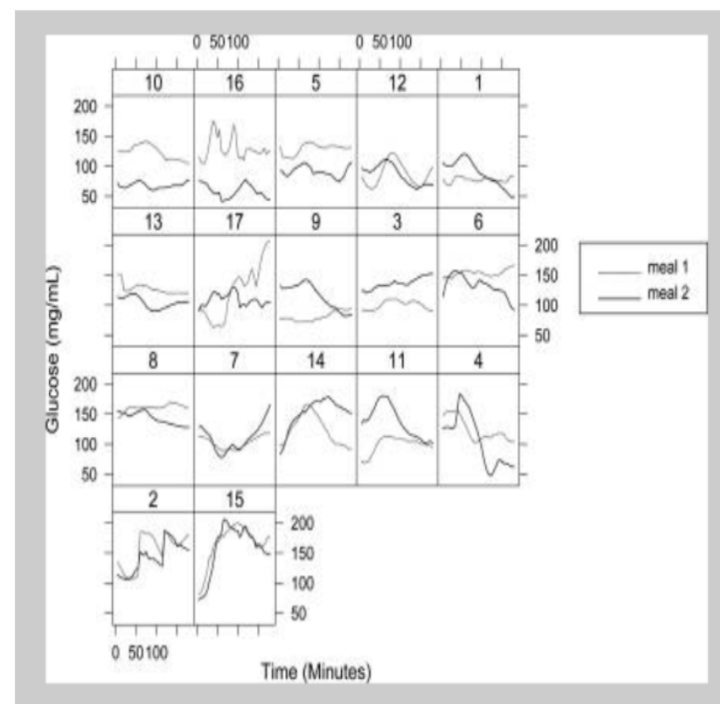
Ist ausreichend Evidenz vorhanden um allgemeingültige Empfehlungen zu geben?



z.B. BOLUSOPTIONEN



Mean glucose values at 30, 60, 90, 120, 150, and 180 min in type 1 diabetes patients after both meals. By mixed-model analysis, $P < 0.001$ for time, $P > 0.05$ for meal, and $P < 0.05$ for meal×time interaction.



Individual glucose values in type 1 diabetes patients after both meals until 180 min.

Diabetes Technol Ther. 2013 Feb;15(2):166-71. doi: 10.1089/dia.2012.0149. Epub 2012 Dec 21.

**Should the amounts of fat and protein be taken into consideration to calculate the lunch prandial insulin bolus?
Results from a randomized crossover trial.**

García-López JM¹, González-Rodríguez M, Pazos-Couselo M, Gude E, Prieto-Tenreiro A, Casanueva F.

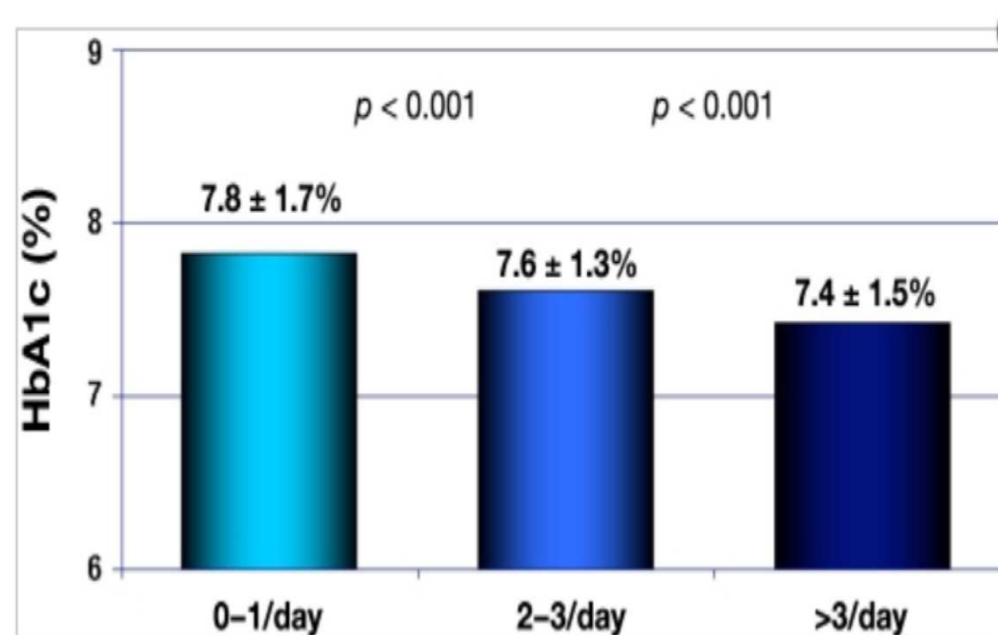
z.B. BOLUSOPTIONEN

The “PIZZA” story...

- Jones et al. concluded that less postprandial hyperglycemia was observed in the late postprandial period (8–12h) after using a Dw bolus (50/50%) extended over 8h.
- Likewise, Chase et al. demonstrated that the Dw therapy achieved a significantly lower postprandial hyperglycemia at 4h in comparison with a single-wave bolus after a meal high in CHs and fat.
- Another study concluded that the Dw bolus (70/30% over a 5-h period) better controls the postprandial glycemc excursion after a high-fat meal from 5h through 14h (burritos and cheese pizza).
- De Palma et al. observed that a simple bolus injected 15min prior to the meal (margherita pizza) seemed to be the best option to control the glycemc rise.
- Finally, Pańkowska et al concluded the average glucose values between 2 and 6h after the test meal were lower in the group treated with a Dw bolus.

z.B. BOLUSOPTIONEN

Aber sie arbeiten..



Hemoglobin A1c in relation to the number of extended/dual-wave boluses.

Pankowska E et al, *Pediatr Diabetes*. 2009 Aug;10(5):298-303

Heinmann I, *J Diabetes Sci Technol*. Nov 2009; 3(6): 1490–1500.

Bolus-Rechner

84 verschiedene BolusrechnerApps
zur Zeit auf iTunes verfügbar



Bolus-Rechner

Components of Current Automated Bolus Calculators

Factors Considered:	Factors Not Considered:
<ul style="list-style-type: none">• Target glucose level• Current glucose level• Insulin-carbohydrate ratio• Active insulin on board• Grams of carbohydrate• Insulin sensitivity factor	<ul style="list-style-type: none">• Glycaemic index of meal• Effect of fat and protein content of a mixed meal on rates of nutrient absorption and glucose excursions• Variable rates of gastric emptying• Variable rates of insulin absorption depending on injection site• Life-event impact on post-meal excursion• Renal status

9

Aus der Geschichte...

- Feature aller moderner Insulinpumpen, weitverbreitet
- mehr als 10 Jahre klinische Praxis

aber überraschend wenig Evidenz!

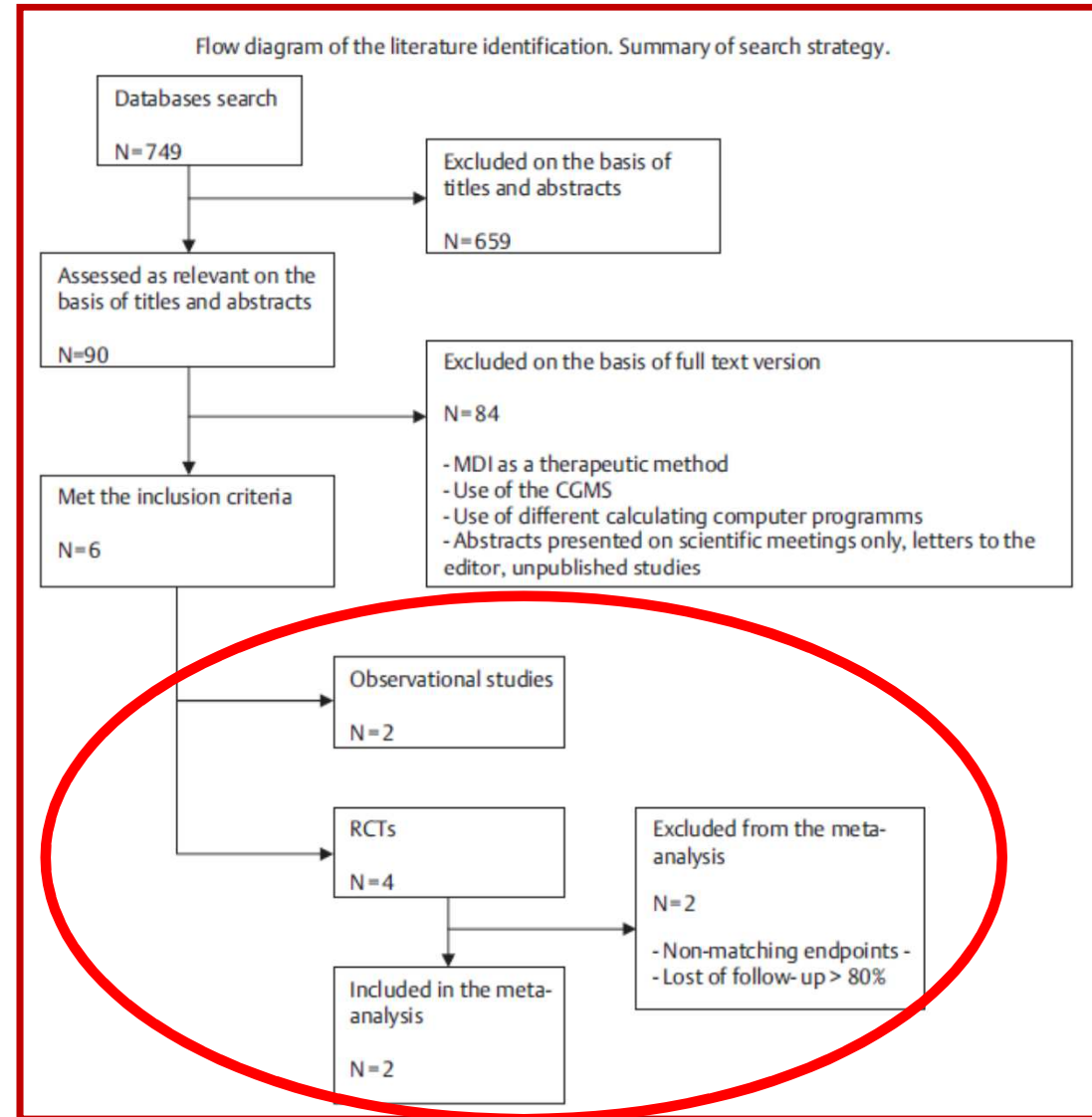


Systematisches Review

[Exp Clin Endocrinol Diabetes](#). 2013 May;121(5):248-54.
doi: 10.1055/s-0032-1331708. Epub 2013 Jan 17.

The effect of using the insulin pump bolus calculator compared to standard insulin dosage calculations in patients with type 1 diabetes mellitus - systematic review.

[Ramotowska A](#)¹, [Golicki D](#), [Dzygało K](#), [Szypowska A](#).



*In the best case scenario.....
(Evidenz)*

führt die Verwendung des Bolus Rechners zu

- einer signifikanten Verbesserung der postprandialen Blutzuckerwerte,
- einer signifikant höheren Verwendung der verschiedenen Bolus Typen,
- keiner Zunahme des Insulinbedarfs und zu keiner Gewichtszunahme
- zu einem besseren HbA1c (wenn auch nicht signifikant) und
- mehr Therapiesicherheit (weniger Hypoglykämien) und mehr Therapiezufriedenheit

Dixit Algorismi ...

EINE KURZE WIEDERHOLUNG

- **Basalrate**

- **Blutzuckerbereiche**
- **BE/IE-Verhältnis**
- **Korrekturfaktoren**

Bolus

Korrekturen sind Teil der Therapie oder auch

$$\text{Bolus insulin} = \frac{\text{CHO}}{\text{ICR}} + \frac{\text{Current BG} - \text{Target BG}}{\text{CF}} \times \text{PS} - \text{IOB}$$

CHO (Insulin to Carb)
ICR (Carb Ratio)
BG (Blood Glucose)
CF (Correction Factor)
PS (Physiologic State)
IOB (Insulin on Board)

Guidelines for optimal bolus calculator settings in adults.

Walsh J¹, Roberts R, Bailey T.

- Guidelines beruhen auf der Analyse von 396 pump uploads

Basal doses in the APP study averaged 48% of the TDD in each glucose tertile, similar to other pump³ and MDI⁴ studies. An optimal basal percentage will be higher than 48% for someone who consumes a low carb diet and lower for someone on a high carb diet. Once an individual's average TDD is accurately determined, basal doses can be closely approximated as

$$\text{Basal (U/day)} = \text{TDD} \times 0.48$$

(modify as needed for a low or high carb diet)

(1)

TDD/day	Basal ^u (U/day)	Basal (U/h)	CorrF ^c (mg/dl/U) (mmol/U)	CarbF ^a (g/U)								
				100 lb. 45.4 kg	110 lb. 49.9 kg	120 lb. 54.4 kg	130 lb. 60.0 kg	140 lb. 63.5 kg	150 lb. 68.0 kg	160 lb. 72.6 kg		
16	7.7	0.32	122 (6.8)	16.3	17.9	19.5	21.1	22.8				
20	9.6	0.40	98.0 (5.4)	13.0	14.3	15.6	16.9	18.2	19.5	20.8		
24	11.5	0.48	81.7 (4.5)	10.8	11.9	13.0	14.1	15.2	16.3	17.3	19.5	21.7
28	13.4	0.56	70.0 (3.9)	9.3	10.2	11.1	12.1	13.0	13.9	14.9	16.7	18.6
32	15.4	0.64	61.3 (3.4)	8.1	8.9	9.8	10.6	11.4	12.2	13.0	14.6	16.3
36	17.3	0.72	54.4 (3.0)	7.2	7.9	8.7	9.4	10.1	10.8	11.6	13.0	14.4
40	19.2	0.80	49.0 (2.7)	6.5	7.2	7.8	8.5	9.1	9.8	10.4	11.7	13.0
45	21.6	0.90	43.6 (2.4)	5.8	6.4	6.9	7.5	8.1	8.7	9.2	10.4	11.6
50	24.0	1.00	39.2 (2.2)	5.2	5.7	6.2	6.8	7.3	7.8	8.3	9.4	10.4
55	26.4	1.10	35.6 (2.0)	4.7	5.2	5.7	6.1	6.6	7.1	7.6	8.5	9.5
60	28.8	1.20	32.7 (1.8)	4.3	4.8	5.2	5.6	6.1	6.5	6.9	7.8	8.7
65	31.2	1.30	30.2 (1.7)	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	7.2	8.0
70	33.6	1.40	28.0 (1.6)	3.7	4.1	4.5	4.8	5.2	5.6	5.9	6.7	7.4
80	38.4	1.60	24.5 (1.4)	3.3	3.6	3.9	4.2	4.6	4.9	5.2	5.9	6.5
90	43.2	1.80	21.8 (1.2)	2.9	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6	5.2	5.8
100	48.0	2.00	19.6 (1.1)	2.6	2.9	3.1	3.4	3.6	3.9	4.2	4.7	5.2

Table 3

Optimal Insulin Use: Mean Values for Optimal Doses in Best Control Tertile

Insulin Source	% of TDD	Interquartile Range (%)
Basal	47.8%	39.6% to 54.9%
Carb Boluses	43.1%	35.6% to 51.2%
Corr Boluses	9.0%	6.2% to 11.3%

[J Diabetes Sci Technol](#). 2011 Jan 1;5(1):129-35.

Guidelines for optimal bolus calculator settings in adults.

[Walsh J¹](#), [Roberts R](#), [Bailey T](#).

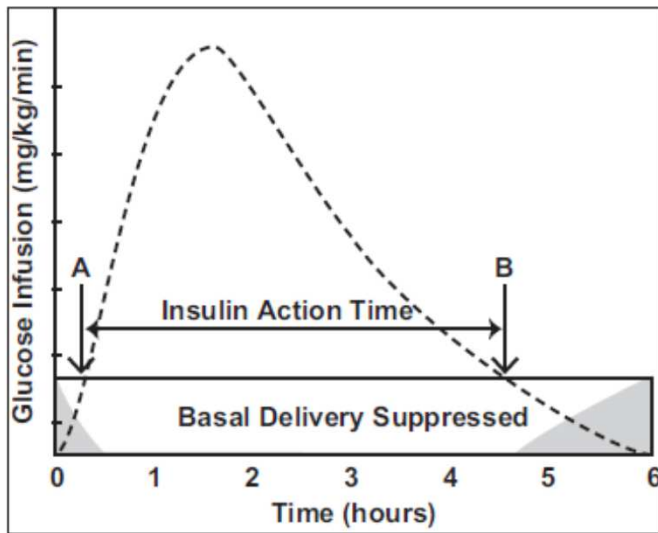


Figure 1. Insulin action time (IAT). IAT is measured between points A and B. The method used to measure IAT involves suppression of basal delivery.

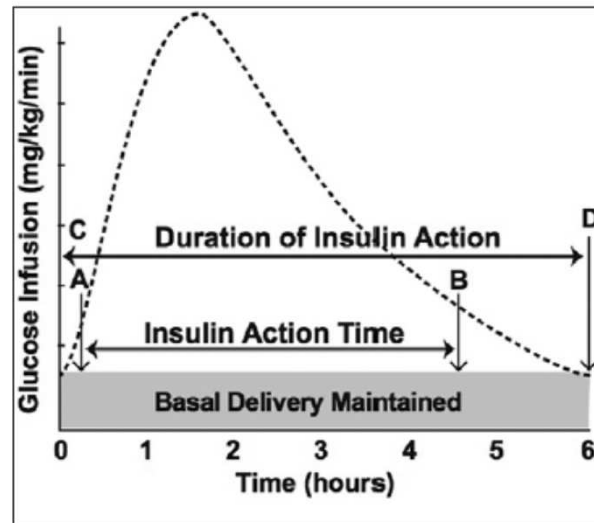


Figure 2. Duration of insulin action (DIA). DIA is measured between points C and D. Once basal delivery is maintained, the pharmacodynamic of a bolus insulin can be directly measured.

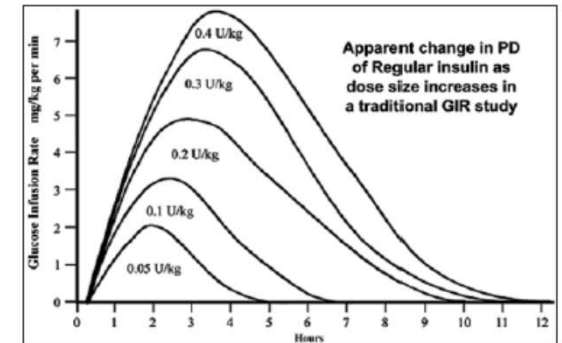


Figure 3. Different dose sizes appear to change pharmacodynamics.
Source: Adapted from Heinemann L, Woodworth JR. Insulin lispro; chapter III: pharmacokinetics and metabolism of insulin lispro. *Drugs Today*. 1998;34(suppl C):23-36.

Eine unpassend kurze DIA (Duration of Insulin Action) kann zu unerkannten Hypoglykämien führen

- 65 % aller Boli werden innerhalb von 4,5 Stunden nach dem vorhergehenden Bolus abgerufen

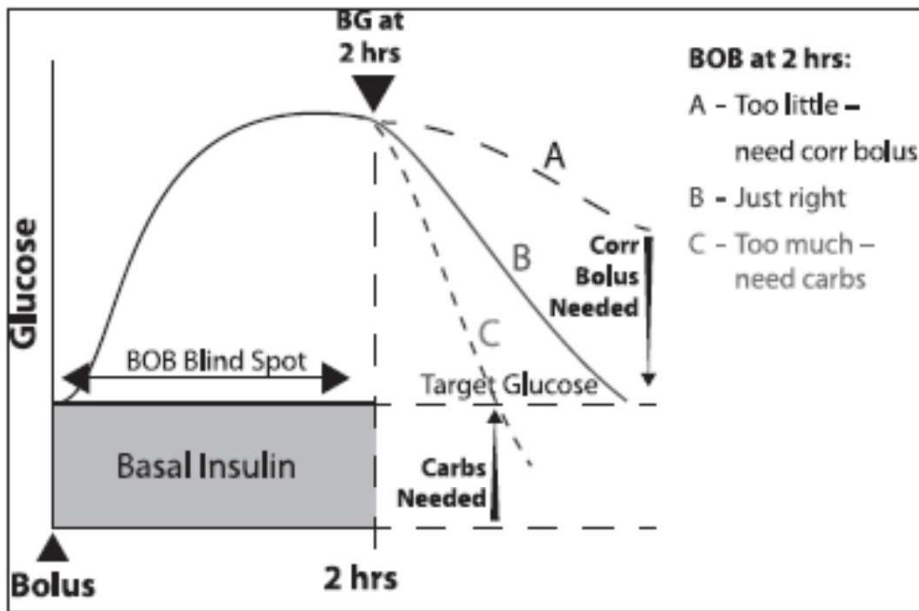


Figure 4. Bolus on board at 2 hours: Too little, much, or just right. The figure shows a glucose reading 2 hours after a carb bolus when most meals will have little further impact on the glucose. This glucose can be compared with the bolus insulin on board or units of glucose-lowering activity at that time to evaluate whether a correction bolus is needed or carb intake may be needed now or later.

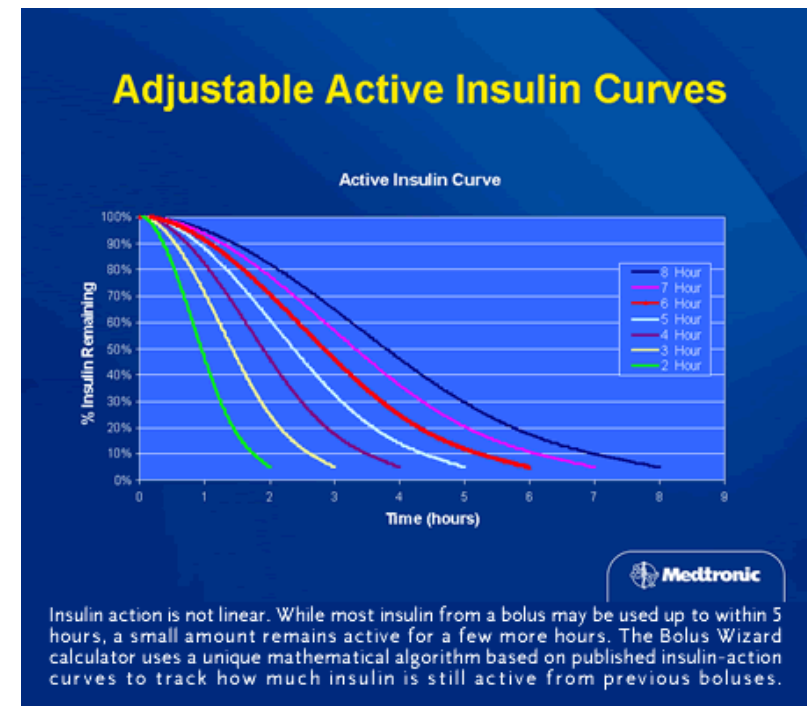
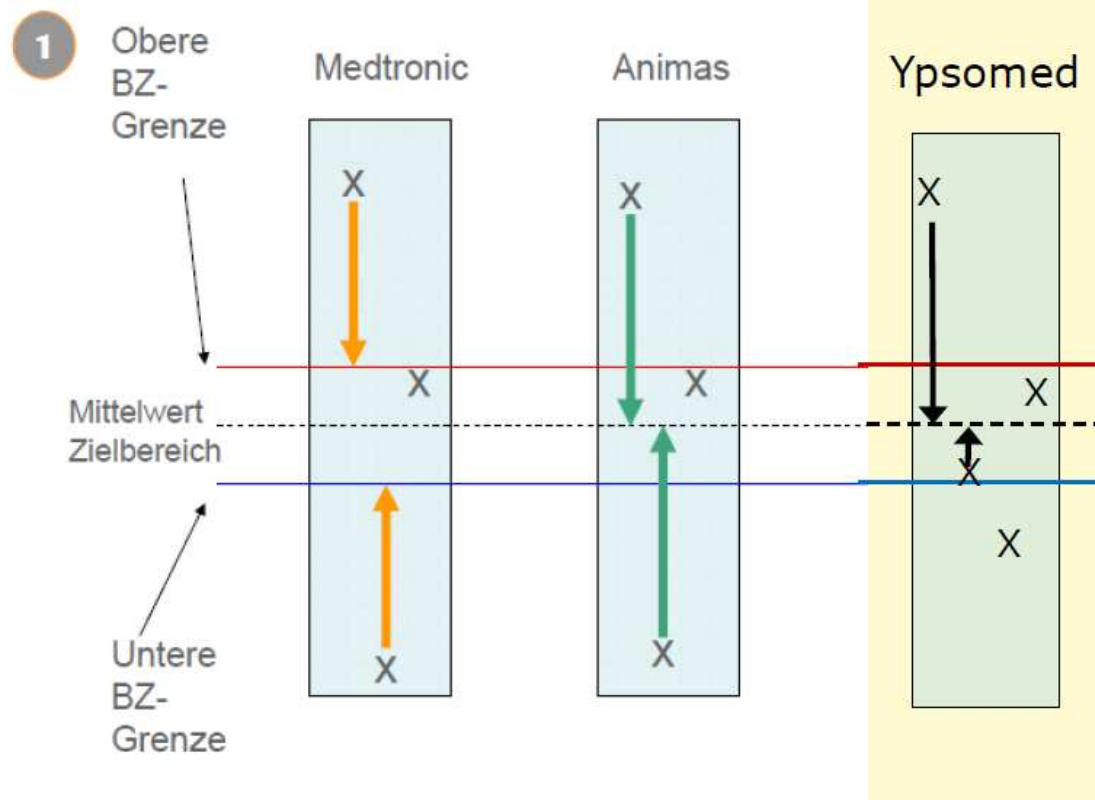
90 bis 120 min nach einer Mahlzeit kann davon ausgegangen werden, dass die Kohlehydratabsorption abgeschlossen ist.

Kurze Verzögerung kann ebenfalls zu Hypoglykämien führen.

Bolus-Rechner Grundeinstellung

Animas	Medtronic	Roche	Ypsomed
I:KH Ratio	I:KH Ratio	I:KH Ratio	I:KH Ratio
Insulinsensitivität	Insulinsensitivität	Insulinsensitivität	Insulinsensitivität
BZ-Zielwert±Abw.	BZ-Grenzen	BZ-Zielbereich	BZ-Zielwert±Abw
Insulin-Wirkdauer	Insulin-Wirkdauer	BZ-Anstieg	Insulin-Wirkdauer
Essens- Datenbank		Wirkzeit	
		Verzögerung	
		Snackgröße	

Korrekturziel

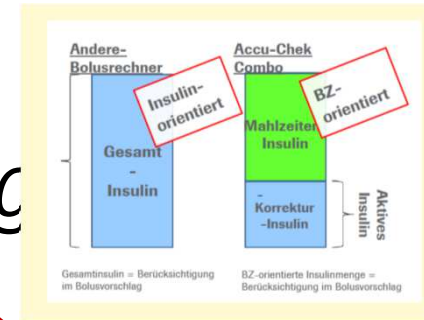


Grobeinstellung und

Zeitblöcke
Zielbereiche
Insulinsensitivität
Kohlehydratfaktor

Feineinstellung

Wirkzeit
Blutzuckeranstieg
Verzögerungszeit
Snackgröße



Optimierung nach individuellen
Bedürfnissen über den Bolus



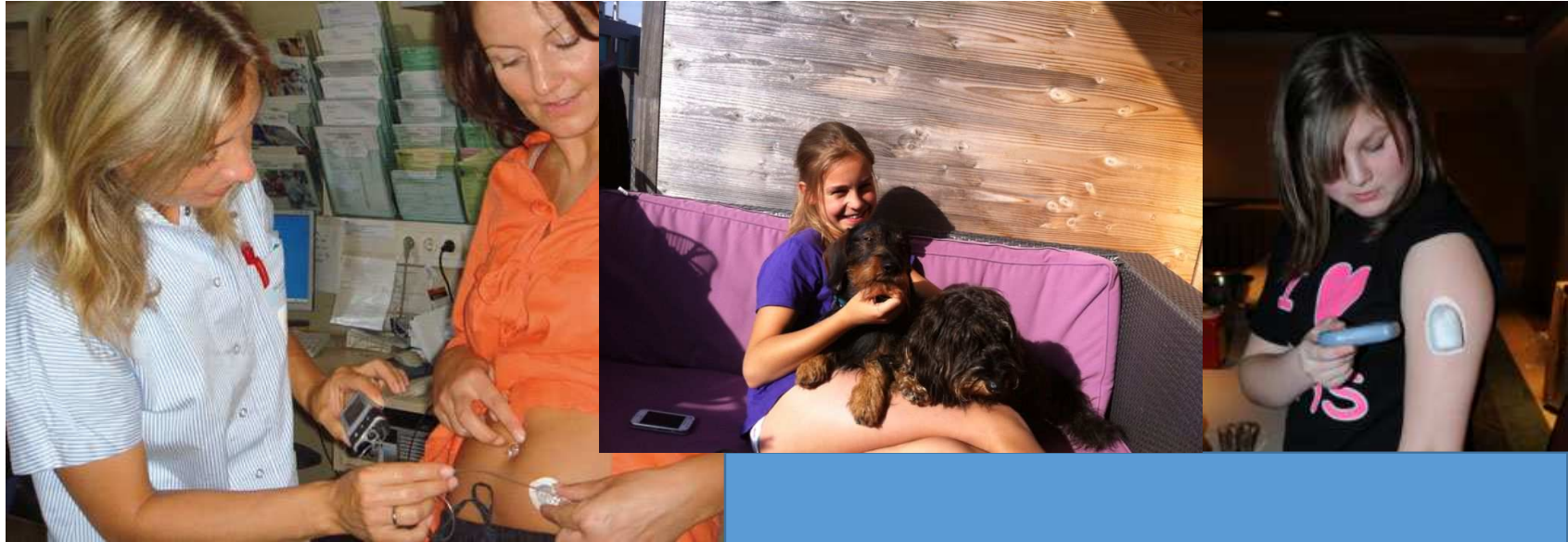
Gesundheitsereignisse	
Sport 1	-15%
Sport 2	-20%
Stress	+10%
Krankheit	+50%
Vor Periode	+10%

Zurück  Weiter

NEWS oder fast....

Neue Entwicklungen...

Zwischen Patch-Pumpen, strukturierter Datenanalyse
und kontinuierlicher Glukosemessung.....



Es ist ein ein unabhängige
Entscheidung !
Wir verhindern nur
offensichtliche
Fehlentscheidungen!

Strukturierte Datenanalyse

- 57% der Tagebucheintragungen sind fehlerhaft
- 18% nicht dokumentierte Messwerte
- 13% der dokumentierten Zahlen sind ohne entsprechende Werte im Blutzuckermessgerät
- 60% der Hypoglykämien wurden nicht dokumentiert
- 39% der Hyperglykämien wurden nicht dokumentiert

DAHER nutzen Sie die Software.....

Einer der Wege, meiner...

- ✓ Bei Lantus einmal täglich am Morgen nur die Hälfte spitzen lassen
 - ✓ Bei großer Lantus Dosis gebe ich ein NPH Insulin mit – ½ Lantus Dosis
 - ✓ Bei Lantus einmal täglich am Abend kein Lantus mehr abends
 - ✓ Bei Levemir oder NPH-Insulin zweimal täglich nur das Morgeninsulin spritzen
-
- Durchmessen in der Nacht 24 Uhr, 3 Uhr und beim Aufstehen Korrekturen mit
 - kurzwirksamem Insulin
 - Keine Basis mehr am Tag des Anhängens.....
 - Frühstück zu Hause normal mit kurzwirksamen Insulin,
 - wir hängen die Pumpen meistens um die Mittagszeit an.

So mache ich es.....

Gesamtbedarf ermitteln (Durchsicht der Protokolle und Durchschnitt über 1 bis 2 Wochen errechnen)

Plausibilitätsprüfung auf das Körpergewicht hin bezogen (0,8 IE/kg/KG im Durchschnitt)

– abhängig von der „gesehenen“ Insulinresistenz auch mehr oder weniger)

10 – 30 % Reduktion je nach HbA1c und Anzahl der Hypoglykämien

40 % - 50 % des Gesamtinsulins wird zur Basalrate

Rest auf BE gerechnet (wenn plausibel bleibe ich beim Faktor unter FIT)

Mögliche Vorgangsweisen

KONSTANTE BASALRATE

KONSTANTE BASALRATE MIT BEREITS

EINPROGRAMMIERTEM MORGENGIPFEL BEI

VORBEKANNTEM DAWN PHÄNOMEN

RENNERSCHIEBER

LAINZER BASALRATE

Basalrate

21 – 5 Uhr 25 %

5 – 9 Uhr 20 %

9 – 21 Uhr 55 %

- Ich schaue, dass kein zu großen Sprünge dabei sind. Reduziere auch durchaus schon am Beginn in der Nacht, wenn ich aus den Protokollen ersehe, dass der Patient sehr insulinempfindlich ist.
- Ich schaue mir die Protokolle an ob mehr Insulin am Abend wahrscheinlich ist (muss nicht sofort am Beginn sein – 17 – 21 Uhr) Basalrate

Beispiel

Patient spritzt

Lantus 0 – 0 – 34 IE

Isst durchschnittlich 20 BE mit 1,5

Hat 74 kg und ist sportlich

HbA1c liegt bei 7,0 %

Hat täglich 1 - 2 Hypoglykämie

Beispiel

- Errechneter Insulinbedarf ca. 59 IE (0,8 IE)
- Tatsächlich errechnet anhand der Protokolle ca. 66 IE
- Viel Unterzuckerungen, „Überinsulinisierung“
- Reduktion der Gesamtdosis um 30 % = 46 IE
- 50 % Basalrate
- 50 % BE Insulin (Faktor 1,2/BE) 23 IE/20 BE
- 40 iger Regel anwenden (also bei dem erwarteten Insulinbedarf 40 eine Einheit senkt um 40 mg/dl und 1 BE hebt 3000/74(kg) ist 40 mg/dl)

Beispiel

Basalrate 23 IE

- $21 - 5 \cdot 25 \% = 0,71$ IE/Stunde (abrunden 0,7)
- $5 - 9 \cdot 20 \% = 1,15$ IE/Stunde (aufrunden 1,2)
- $9 - 21 \cdot 55 \% = 1,05$ IE/Stunde (abrunden 1,0)

Nicht ganz 23 IE, macht nichts, es handelt sich ja nur um den ersten Annäherungsversuch

Anpassung

Auch hier gilt ...

Viele Wege führen zum Ziel...

Table 3

Optimal Insulin Use: Mean Values for Optimal Doses in Best Control Tertile

Insulin Source	% of TDD	Interquartile Range (%)
Basal	47.8%	39.6% to 54.9%
Carb Boluses	43.1%	35.6% to 51.2%
Corr Boluses	9.0%	6.2% to 11.3%

[J Diabetes Sci Technol](#). 2011 Jan 1;5(1):129-35.

Guidelines for optimal bolus calculator settings in adults.

[Walsh J¹](#), [Roberts R](#), [Bailey T](#).

Regeln

- **keine Zwischenmahlzeit am Vormittag**
 - **keine Kohlehydrateinnahme nach 19 Uhr an von uns festgelegten Tagen!**
-
- All dies gilt nur für den Krankenhausaufenthalt – selbstverständlich steht der völligen Flexibilität des Alltags zu Hause auch in Zukunft nichts im Wege.

Beispiele für die Anpassung

- Messfrequenz an unserer Abteilung
- 7 Uhr
- 10 Uhr
- 12 Uhr
- 15 Uhr
- 17 Uhr
- 21 Uhr
- 24 Uhr
- 3 Uhr

Beispiele für Anpassung

- Steigen die Werte konstant an – Erhöhung der Basalrate um 10 – 20 % oder wie viel Korrektur Insulin war notwendig und Umrechnung auf die Basalrate
- Sinken die Werte konstant ab – Reduktion der Basalrate um 10 bis 20 % oder wie viele freie BE hat der Patient benötigt um nicht zu unterzuckern

Gut muss nicht richtig sein

- Cave geht der Patient zu hoch in die Nacht, und kommt „gut“ an, ist die Basalrate trotzdem zu hoch
- Basalrate soll ohne prandiale Belastung den Zucker möglichst konstant halten

„Dawn-Phänomen“

- Wir beginnen normalerweise um 5 Uhr die Insulindosis zu erhöhen
- Sollte die Werte um 3 Uhr oder davor ansteigen dann muss der Gipfel verschoben werden
- Wirkmaximum beim Analoginsulin nach einer Stunde

Basalratencheck

(empfehlen wir erst dann zu Hause)

Der sogenannte Basalraten-Check erfolgt an 4 verschiedenen Tagen.

- Am ersten Tag: Kein Frühstück, keine Vormittagsjause, BZ-Messungen um 6, 8, 10 und 12 Uhr
- Am zweiten Tag: Kein Mittagessen und keine Nachmittagsjause, BZ-Messungen um 12, 14, 16, 18 Uhr
- Am dritten Tag: kein Abendessen, keine Spätmahlzeit, BZ-Messungen um 18, 20, 22, 24 Uhr
- Am vierten Tag: keine Spätmahlzeit, kein Essen bis zum Frühstück, BZ-Messungen um 24, 3, 6 Uhr
- Bei drohender Hypoglykämie ist der Check abubrechen.

Voraussetzungen und Probleme für und bei dem Test

- Ausgangszucker soll im nahe-normoglykämischen Bereich liegen
- Keine Gründe für einen veränderten Insulinbedarf, kein Alkohol, keine erhebliche körperliche Belastung
- Bei hohem Morgengipfel ist das Frühstück auszulassen oft problematisch

Beurteilung

- Stabil im Zielbereich
- Um 3 Uhr möglichst über 90 mg/dl
- Zucker beim Schlafengehen ungefähr gleich im Zucker beim Aufstehen

Was wir vermeiden wollen und müssen...

Als „Stoffwechsellentgleisung“ wird ein **schwerwiegender Insulinmangelzustand** verstanden, der **objektiv durch Messwerte** (Blutzucker, Ketonurie) und **subjektiv durch typische Symptome** erkennbar ist.

Typische Symptome sind

Viel Harn, Durst, Mundtrockenheit, Müdigkeit, Wärmegefühl, Reizbarkeit, rasche Erschöpfbarkeit, Hautjucken und Hautinfektionen, zunächst gesteigerter Appetit, dann Übelkeit, Brechreiz, Erbrechen, Dösigkeit, Apathie, Bewusstseinstäubung, vertiefte Atmung, heftige Bauchschmerzen.

Frühere Studien haben das deutlich höhere Auftreten der diabetischen Ketoazidose unter Insulinpumpentherapie nachgewiesen!

Die Ursache des unbestritten höheren Risikos (es liegt ja kein basales Insulindepot unter der Haut vor) liegt aber nicht wie früher geglaubt an der Therapieformform an sich sondern

- in der mangelhaften Schulung,
- der fehlenden Beratung durch das Pumpenzentrum und an
- der nachlassenden Motivation des Patienten begründet.

Mittlerweile zeigen die Ergebnisse vieler Zentren – auch die unseres – dass ketoazidotische Entgleisungen selten sind.

Unter einer korrekt durchgeführten Insulinpumpentherapie ist das allmähliche „Hineinschlittern“ in einen schwerwiegenden Insulinmangel wenig wahrscheinlich, weil

1. die regelmäßige Selbstkontrolle schon Frühwarnsignale gibt
2. Vor dem Schlafen der Blutzucker kontrolliert wird
3. die Möglichkeit gezielter Korrekturen gegeben ist
4. bei steigendem Insulinbedarf die Dosierungsrichtlinien rechtzeitig angepasst werden können.

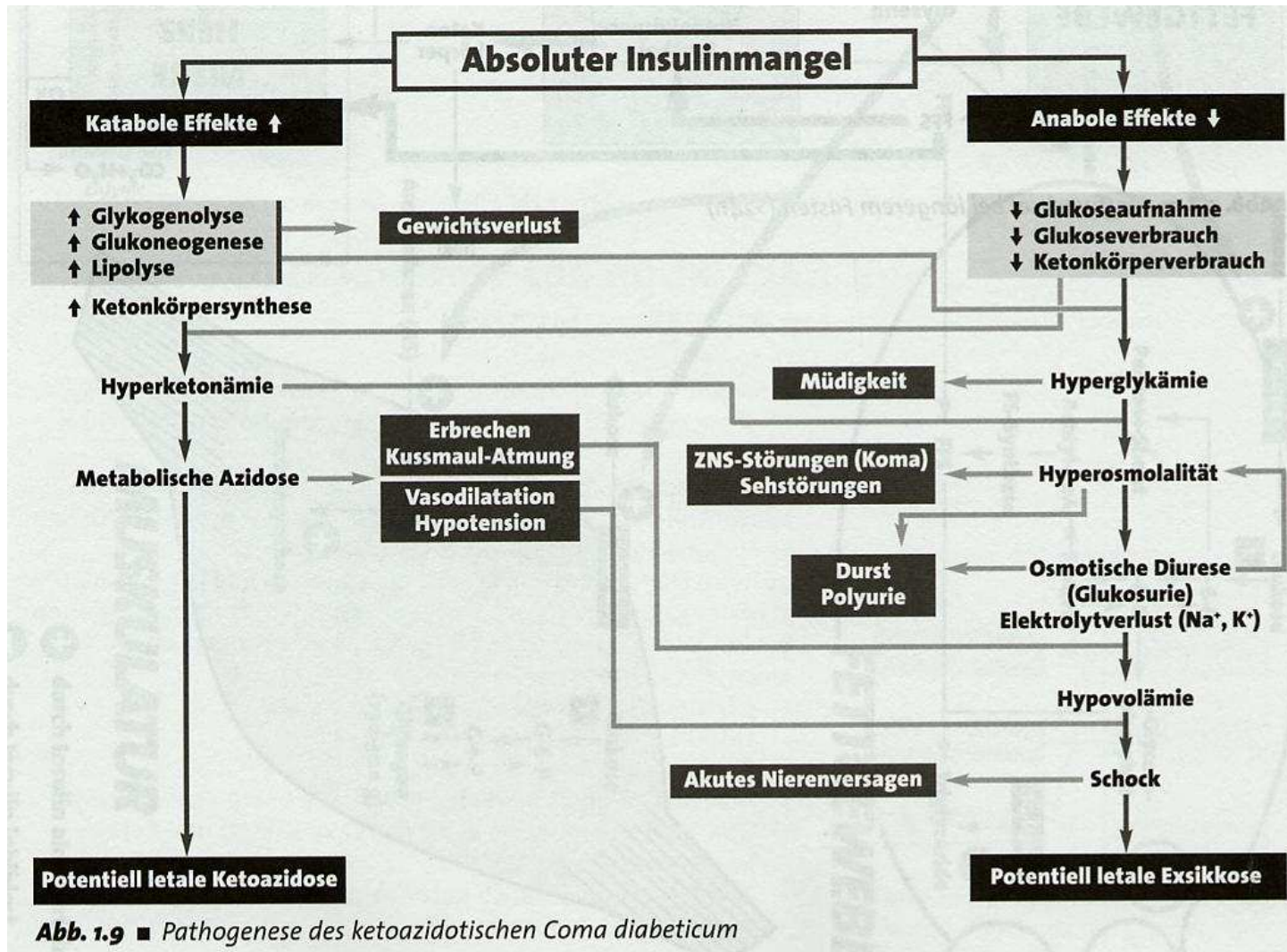
Pumpenunabhängig

- im Falle eines **raschen und starken Anstiegs im Insulinverbrauch** kann es zu einer beginnenden Entgleisung kommen, die **neben der entsprechenden Insulinzufuhr auch weiterer flankierender Maßnahmen bedarf**. Typische derartige Situationen sind **alle Erkrankungen oder Zustände, die mit Fieber, Entzündung oder Eiterung einhergehen oder sehr starke Schmerzen machen bzw. Medikamente, die Cortison oder Cortisonabkömmlinge (Corticoide) enthalten**.

Pumpenabhängige Ursachen

- **Pumpe:** in STOP (Alarmer nicht beachtet)
- **Katheter:** leer, zu lange gelegen, in eine Verhärtung gelegt, Rücklauf von Blut oder Gewebeflüssigkeit in den Katheter, Insulin fließt außen am Schlauch zurück
- **Nadel:** verrutscht, abgeknickt, aus der Haut gerutscht – Schwitzen, Wasser
- **Batterie:** leer
- **Reservoir:** leer, Riss, Sprung im Glas, Leck, Loch, Luft- (Reservoir/Katheter)

Hyperglykämie DD Ketoazidose



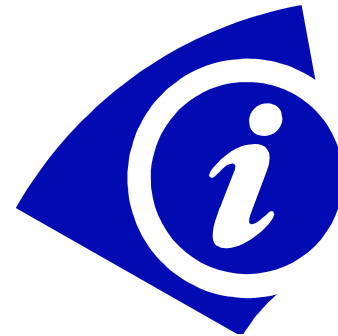
Klinik des Coma diabeticum

	Ketoazidotisches Koma	Hyperosmolares Koma
Alter	jedes	meist > 50. Lebensjahr
Patienten	Diabetes mellitus Typ 1	Diabetes mellitus Typ 2 (häufig bei Erstmanifestation)
Beginn	akut (Stunden bis 1 Tag)	schleichend über Tage bis Wochen
Anamnese	Polyurie, Polydipsie Erbrechen Gewichtsverlust	Polyurie, inadäquate Flüssigkeitsaufnahme Steroide, Diuretika
Symptome	Somnolenz bis Koma Kussmaul-Atmung Azetongeruch (Äpfel)	Exsikkose Somnolenz bis Koma Atmung normal
Vollbild	Koma Hyporeflexie Pseudoperitonismus	Koma Hyporeflexie Krampfneigung
Blutzucker	22-35 mmol/l	35-60 mmol/
Ketonurie	+++	-/+

Wann wird die Übersäuerung geprüft?

auf Ketone soll getestet werden, wenn

- der Blutzucker ungewöhnlich hoch ist (250 mg/dl oder mehr, wenn man im Nüchternbereich sein sollte)
- man sich irgendwie „nicht wohl fühlt“ (möglicherweise ein erstes Übersäuerungssymptom)
- man in einer Situation ist, in der der Insulinbedarf wahrscheinlich ansteigen wird (Erkrankung).



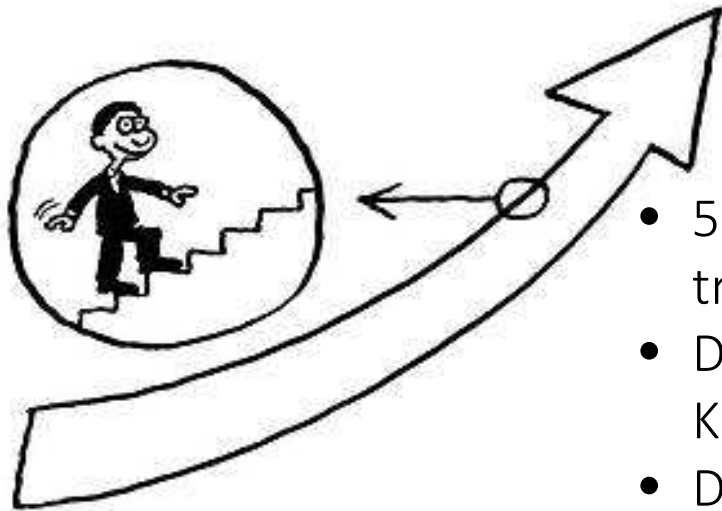
Individuelles Vorgehen bei beginnender Stoffwechsellentgleisung (Funktionelle Insulintherapie mit der Insulinpumpe)

Behandlung erfolgt ausschließlich mit kurzwirksamen Insulin und dem PEN!

- Bei Blutzucker 250 mg/dl bis 400 mg/dl und Blutketone < 1,0 mmol/l
Normale Korrektur oder Einheiten (entsprechend 5 % der Gesamtinsulin Tagesdosis)
- Bei Blutzucker 250 mg/dl bis 400 mg/dl und Blutketone > 1,0 – 1,4 mmol/l
.....Einheiten (entsprechend 10 % der Gesamtinsulin Tagesdosis)
- Bei Blutzucker 250 mg/dl bis 400 mg/dl und Blutketone \geq 1,5 mmol/l
.....Einheiten (entsprechend 15 - 20 % der Gesamtinsulin Tagesdosis)
- Bei Blutzucker 250 mg/dl bis 400 mg/dl und mehr und Blutketonen \geq 3 mmol/l
Informieren Sie sofort ihr Diabetesteam. Sollten kein Kontakt möglich sein, dann rufen Sie die Rettung 144.
- **Wenn Sie auf sich alleine gestellt sind (absoluter Notfall)**
..... Einheiten kurzwirksames Insulin (entsprechend 20 % der Gesamtinsulin Tagesdosis)

- **Immer!!!!!!**
- Rufen Sie uns sofort an **(01 80 110 23 62)** oder sagen Sie zumindest einer anderen Person Bescheid
- Stündlich Blutzucker messen (bei Ansprechen auf die Therapie alle 2 Stunden) und Korrektur des Blutzuckers alle 2 Stunden.
- Sollte der Blutzucker nach der ersten Korrektur nicht abgesunken sein dann erfolgt die 2. Korrektur schon nach einer Stunde und zwars.c. mit dem PEN
- Zumindest alle 2 Stunden Ketone bestimmen
- Wechseln Sie das Infusionssystem ihrer Pumpe und checken Sie die Pumpe.
- Spritzen Sie die Korrekturen mit dem PEN, bis Sie Keton negativ sind.
- **Flüssigkeit!!!!!! Mindestens 1 l/h – kohlehydratfrei**

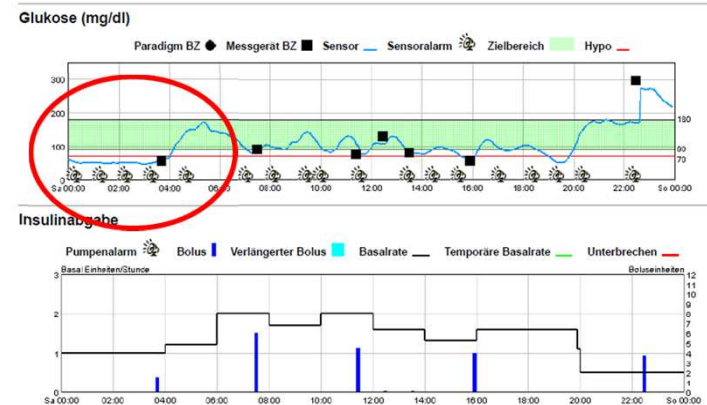
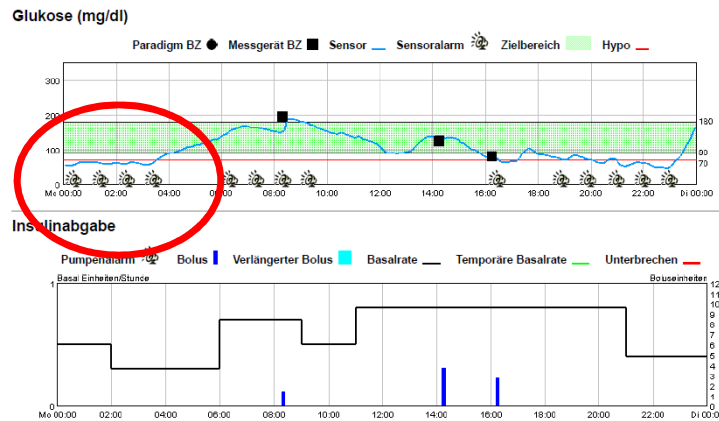
Hypoglykämie Fortschritt...



- 55 % der schweren Hypoglykämien (DCCT) traten während der Schlafenszeit auf.
- Die Rate der schweren Hypoglykämien bei Kindern ist mit 75 % noch höher.
- Die Hypoglykämie Alarme der CGMS können die Unterzuckerungen nicht zwangsläufig in der Nacht verhindern.
- Schon nach kurzer Zeit kam es in 71 % der Fälle zu keiner Reaktion der Patienten mehr.

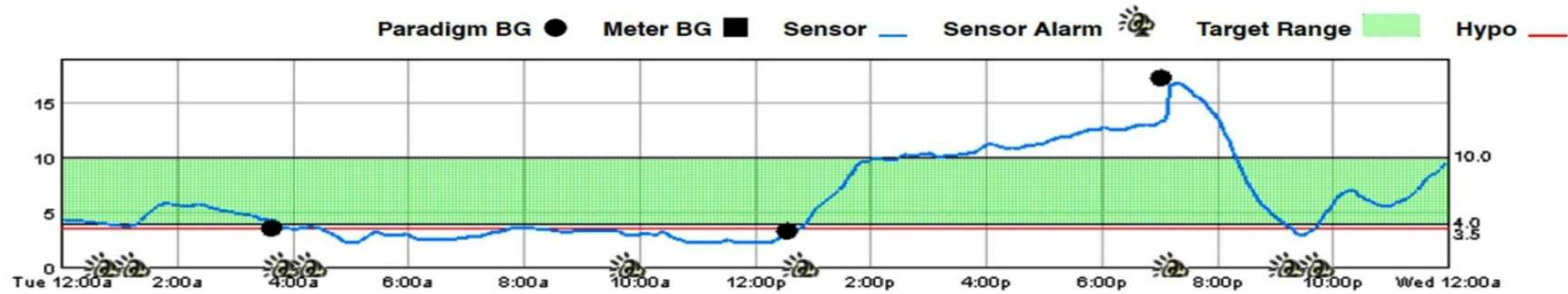
Kontinuierliche Glukosemessung inkl. low suspend System bei Pumpe

Alarme verschlafen und nicht nur einmal!!!!

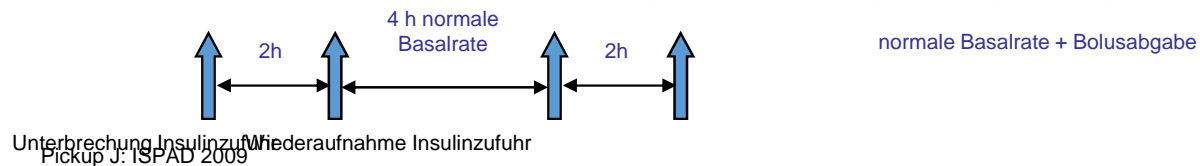
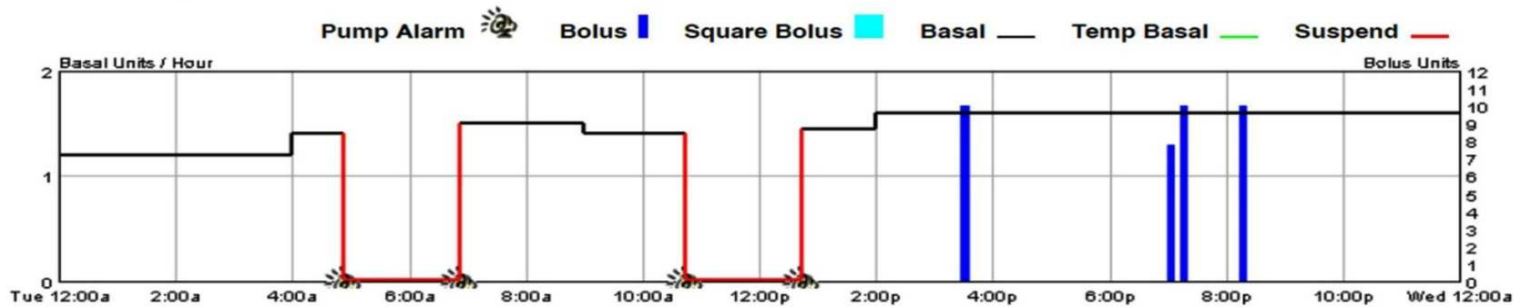


Beispiel für die Hypoglykämieabschaltung

Glucose (mmol/L)



Insulinabgabe



Kontinuierliche Glukosemessung inkl. low suspend System bei Pumpe

LGS bei den Patienten mit gestörter Hypoglykämiewahrnehmung

- verhinderte vollständig das Auftreten schwerer Hypoglykämien
 - reduzierte signifikant milde Hypoglykämien
 - verringerte den Anteil der verbrachten Zeit im Glukosebereich < 70 mg/dl
 - führte nicht zu einer Erhöhung des HbA_{1c}
 - ist eine sichere und erfolgreiche Option bei Kindern und Erwachsenen mit Typ-1-Diabetes
-
- Sensorglukose neigt zur Unterschätzung der bereits vorliegenden Blutglukosewerte

Der übernächste Schritt



Tadej Battolino and Bruce W. Bode, ATTD 2014

The use of CGM may finally be most efficient within a closed loop.....

Insulinpumpe im Alltag

Sport und körperliche Aktivität



CSII und Sport

Stichwort Insulinreduktion

- Bei der Insulinpumpentherapie kommt ausschließlich kurzwirksames Insulin zum Einsatz.
- Grundsätzlich sind bei der Insulinpumpentherapie nur geringe Mengen von Insulin im Unterhautfettgewebe, sodass mit der körperlichen Aktivität rasch begonnen werden kann.
- auch unter Insulinpumpentherapie kann der plötzliche Abfall des Insulinspiegels beim Stoffwechselgesunden nach Beginn der Muskelarbeit nicht nachgeahmt werden kann.

Grundsätzliche Empfehlungen

- Bei mehr als vierstündiger Ausdauerbelastung ist es zu empfehlen die Basalrate um mindestens 50 % zu reduzieren.
- Bei ganztägigen Belastungen deutliche Reduktion von Basalrate und Boli.
- Es dauert ein (Analog) bis zwei Stunden (Normalinsulin) bis die Basalratenreduktion wirkt.
- Die Basalratenreduktion wird über die Nacht beibehalten bzw. auch noch auf den Vormittag ausgedehnt.

- Bei kurzfristigen Belastungen sollte stattdessen der Bolus herabgesetzt werden und
- die BE's gesteigert werden

Weiter

- die Pumpe kann auch für 1 – 2 Stunden (Analog)
- Ablegen der Pumpe bei Kampfsportarten oder Sportarten mit aggressiven Körperkontakt und beim Tauchen.



Gefährdung - Hypo

- Hypo
 1. Die „gewohnten“ Symptome (z.B. Schwitzen) werden oft von den normalen Reaktionen des Körpers auf sportliche Aktivität verdeckt (später, verändert, oder überhaupt nicht bemerkt)
 2. Stress



Bartus B: Wie zuverlässig ist die Hypoglykämie-Erkennung während einer sportlichen Betätigung, 1996

- Bei einem Tenniswochende wurden 25 Teilnehmer vor jeder Blutzuckermessung um eine Schätzung gebeten
- Mehr als 50 % haben bei Werten unter 80 mg/dl keine drohende Unterzuckerungsgefahr bemerkt



Gefährdung - Stoffwechsellentgleisung

- Hyperglykämie und Stoffwechsellentgleisung

Zu wenig Insulin für zu viele Kohlehydrate = Hyperglykämie

Absoluter Insulinmangel – so entsteht eine Ketoazidose

Ketoazidose

- Der Blutzucker fällt bei leicht erhöhten Werten beim Diabetiker, der ausreichend mit Insulin versorgt ist ab
- Bei Insulinmangel führt Muskelarbeit zu keinem Abfall und in die Ketoazidose
- Muskelarbeit beschleunigt die Azidose

Daher

- Nicht der Blutzuckerwert ist entscheidend sondern ob eine beginnende Übersäuerung vorliegt
- Behandlung durch den Betroffenen,
- Information an das Zentrum

Praktische Listen bei Problemen für PatientIn und ÄrztIn



Checkliste Hypoglykämie

- Intensität oder Dauer der Belastung größer als geplant
- Ungewohnte Tageszeit der Muskelarbeit
- Ausgangszucker zu niedrig
- Letzter Bolus zu groß
- Basales Insulin unzureichend abgesenkt
- Zuwenig Zusatz-BE
- Art der aufgenommenen Kohlehydrate ungeeignet
- Langwirksame BE zu spät eingenommen
- Muskelauffülleffekt
- Alkoholkonsum
- Verwendete Insulinart?



Checkliste Hyperglykämie

- Letzter Bolus zu klein
- Bolus vergessen
- Basale Insulinversorgung zu stark abgesenkt
- Intensität oder Dauer der Belastung geringer als angenommen
- Zu viele Zusatz-BE

Ergometrie und die Zielherzfrequenz-Zonen

1. Gesundheitszone (50 – 60 % der MHF)
 2. Fettverbrennungszone (60 – 70 %)
 3. Aerobe Zone (70 – 80 %)
 4. Anaerobe Schwellenzone (80 – 90 %)
 5. Warnzone (90 % - 100 %)
- Anfänger – 50 – 60 %

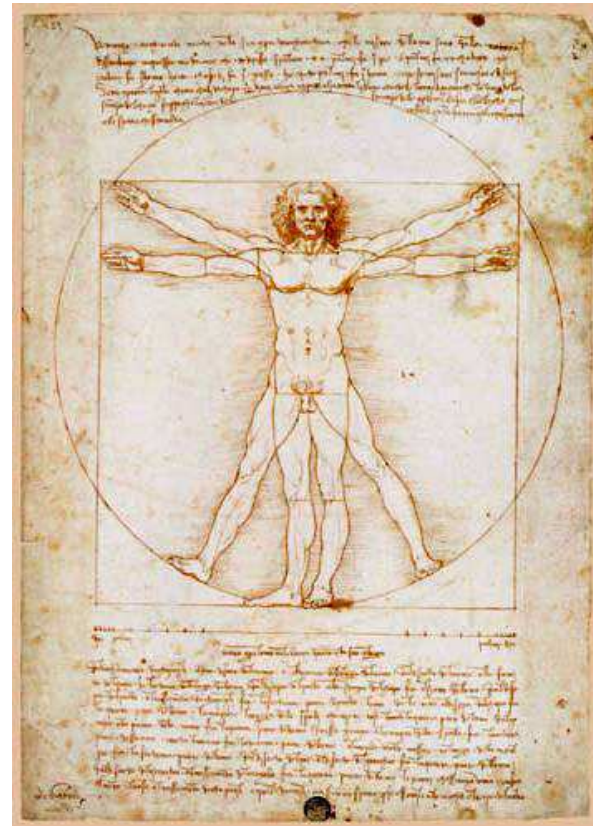
Wechselhafte körperliche Aktivität

- Ziel: während der gesamten Spieldauer ein konstantes Leistungsniveau zu halten
- Wie?
- Am Anfang leicht erhöhter Blutzucker
- Reduktion der während der Belastung wirkenden Insuline um 30 – 70 %
- Bei wechselhafter Belastung am Nachmittag und am Abend Reduktion der basalen Insulinversorgung um 30 – 50 %
- Dokumentation

Training warum?

- Um unser Gewicht zu kontrollieren
- Um ein emotionales Gleichgewicht zu erzielen
- Um allgemeine Fitness zu erreichen
- Wegen anderer persönlicher Ziele

Aber tief im Inneren trainieren wir ganz einfach, um uns zu verbessern.



Urlaub

- Da wünsche ich meinen Patienten/Patientinnen viel Spaß!
- Der Zoll will nichts von ihnen, ich gebe aber eine Bestätigung auf Wunsch mit
- Zeitumstellung – Pumpe bis zur Ankunft auf Heimatzeit lassen, dann umstellen auf die jeweilige Zeit am Ziel.....
- Bei großen Sprüngen in der Basalrate wenn schlafen gegangen wird rate ich zu reduzieren....

Unbekannte Mahlzeiten, Klimawechsel

- Da sehe ich keinen Unterschied...

Wenn man schwitzt dann muss man trinken...

Wenn man friert muss man sich was anziehen...

Und wenn man was isst was man nicht kennt sollte man ein WC in der Nähe haben.....

A ja und wenn Alkohol – auch im Ausland entscheidet sich die Leber für den Alkohol und gegen den Zucker... daher muss Insulin reduziert werden und die Basalrate in der Nacht reduziert werden.

Pumpe und Wasser

OmniPod kann mit ins Wasser

Sonst rate ich dazu, auch wenn die Pumpe „dicht“ ist, abzukoppeln

Salzwasser ist sowieso nicht empfehlenswert für technische Geräte

Autofahren

- Da ändert sich gar nichts – es gelten alle Regeln wie bei insulinbehandelten Patienten und Patientinnen im allgemeinen

Krankheit Pumpe und Hausarzt

- Der Hausarzt ist zumindest in Wien nicht häufig Teil des Betreuungsteams.....

Things a Diabetic
CANNOT eat:

1. Poison
2. Cookies with
Poison



someecards
user card

Behandlung der Stoffwechsellentgleisung durch den Betroffenen

Die drei wichtigsten Maßnahmen

1. Ausreichend Flüssigkeit
2. Ausreichend Insulin
3. Engmaschige BZ-Kontrollen und Ketone (so notwendig)

Allgemeine Verhaltensregeln bei Krankheit

- **viel trinken**
- **mindestens 6 BE pro Tag essen, nicht gänzlich fasten**
- **Kaliumzufuhr mit Lebensmitteln (keine Kaliumpräparate!)**
- **körperliche Schonung**
- Die „flankierenden Maßnahmen“ sind in jedem Krankheitsfall hilfreich, auch wenn der Insulinbedarf nicht sonderlich steigt und sollten daher jedenfalls bei (Verdacht auf) Erkrankung anlaufen.
- Muss selbstverständlich parallel zu den flankierenden Maßnahmen **ausreichend Insulin** gegeben werden

Anpassung der Dosierungsrichtlinien bei Krankheit

- **Bei einem längerdauernden Infekt müssen Sie alle Dosierungsrichtlinien (Basalrate, Bolus und Korrekturrichtlinien) erhöhen**, wobei man sich am tatsächlichen Verbrauch der letzten 24 Stunden (abzulesen an der Bilanz) orientiert. Wiederholen, solange der Insulinbedarf steigt. Wenn man den Eindruck hat, „über Nacht“ gesund geworden zu sein, geht man sofort wieder auf die „alten“ Richtlinien.
- **Es ist sinnvoll für die Zeit einer Erkrankung den Zielbereich um etwa 50 mg/dl zu erhöhen**, damit im Fall des irgendwann zu erwartenden sinkenden Insulinbedarfs ein gewisser „Sicherheitspolster“ gegeben ist.
- Der wesentliche Vorteil liegt darin, dass durch rasches (aber am Bedarf orientiertes) Erhöhen der Basalrate immer **wiederkehrende Phasen von Insulinmangel vermieden werden** und damit sowohl Blutzuckeranstiege als auch der Fettgewebsabbau (Ketose) besser unter Kontrolle gehalten werden.

Pumpe und Operationen

CREDO....

- Solange der Patient die Pumpe selber steuern kann ist alles OKAY – wir bereiten den Patienten vor und vereinbaren ein Schema bis zur OP und auch danach
- weg damit, wenn keine Erfahrung mit der Pumpe beim Personal vorhanden ist

Pumpe und Sex

- Es gelten die Richtlinien für körperliche Aktivität
- Wenn geht den Partner informieren, es bleibt natürlich privat.....
- Ob die Pumpe dabei stört oder nicht????????????????????
- Und wie gut man/frau sich schon kennt.

Pumpe und Schwangerschaft



Morgens füttern, mittags füttern, abends füttern...
Ich mach drei Kreuze, wenn er erst ein bißchen größer ist
und Leute anfallen kann!

Was wir wissen

- Senkung der fetalen Komplikationen wird vorrangig durch eine optimale Stoffwechseleinstellung erreicht (von Beginn an).
- Bei einem HbA1c-Wert von $\leq 6,5$ % lässt sich die kindliche Fehlbildungsrate signifikant senken: vergleichbar mit Kindern stoffwechselgesunder Mütter (< 2%)
- Der Zusammenhang zwischen den mittleren Blutglukosespiegeln und einer Embryopathie, perinataler Morbidität und Mortalität ist bewiesen.

Was spricht schon vor der Schwangerschaft für CSII

- Frauen haben zumeist vor der Schwangerschaft Langzeitinsulinanaloga im Einsatz, die in der Schwangerschaft nicht zugelassen sind.
- Physiologischer Insulinsubstitution führt zu besseren HbA1c-Werten.
- Hypos können schon vor der Schwangerschaft reduziert werden.

Was spricht für die CSII

- Variable Basalratenprogrammierung erleichtert die Anpassung an den veränderten basalen Insulinbedarf in der Schwangerschaft.
- Boluskalkulationsprogramme erleichtern die postprandialen Korrekturen.
- Strukturierte Blutzuckeranalyse und Datenanalyse erleichtern das Anpassen der Algorithmen.

Unterschiedlicher Insulinbedarf in der Schwangerschaft

Beginn der Schwangerschaft

insulinagonistische Wirkung des HCGs führt zu

- Senkung des Nüchternblutzuckers
- Reduktion der Glukoneogenese in der Leber
- Steigerung der Glukoseutilisation in der Peripherie

Gefahr Hypoglykämie

Unterschiedlicher Insulinbedarf in der Schwangerschaft

in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft

steigender Einfluss des humanen Plazentalaktogens (HLP) in Kombination mit Östriol, Polaktin und STH führt zu

- zunehmendem Insulinantagonismus und
- erhöhter Insulinresistenz
- ab der 24. – 26. Woche steigt der Bedarf steil an
- Insulinbedarf kann sich durchaus verdoppeln

Gefahr Hyperglykämie, Ketoazidose

Unterschiedlicher Insulinbedarf in der Schwangerschaft

ab der 36. bis 38. SSW

Insulinbedarfsabfall

Warum

- analog einer Verminderung der HLP-Konzentration und eines hohen täglichen Glukosebedarfs des Feten
- Geburt (CSII ideal um Normoglykämie zu erzielen)

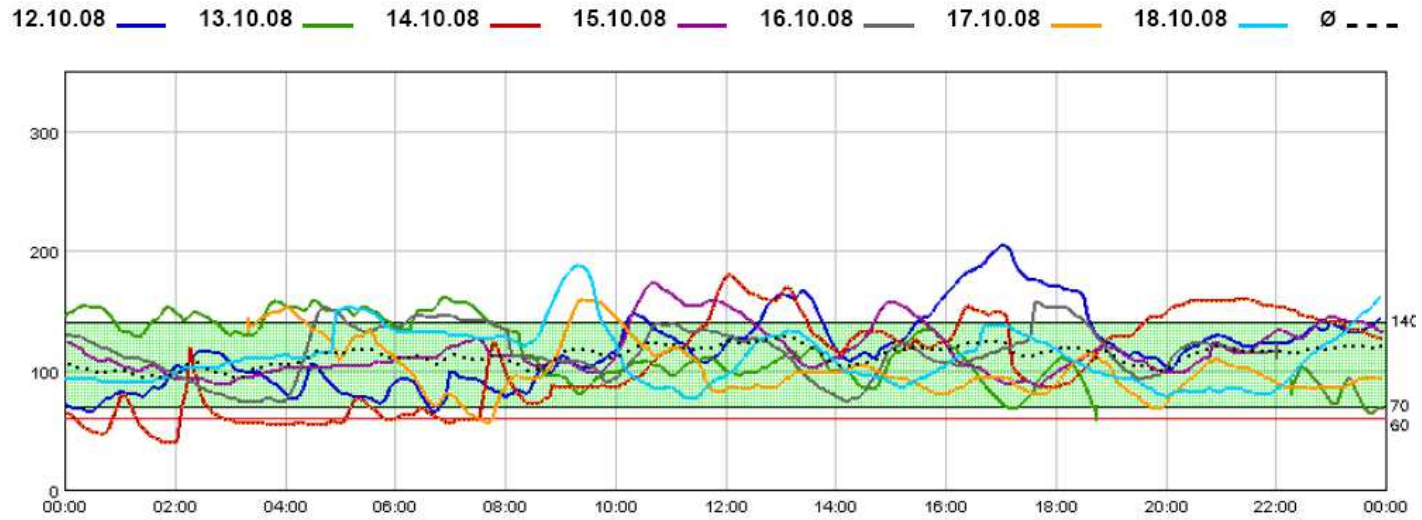
Unterschiedlicher Insulinbedarf in der Schwangerschaft

- **Plausibilitätsprüfungen**

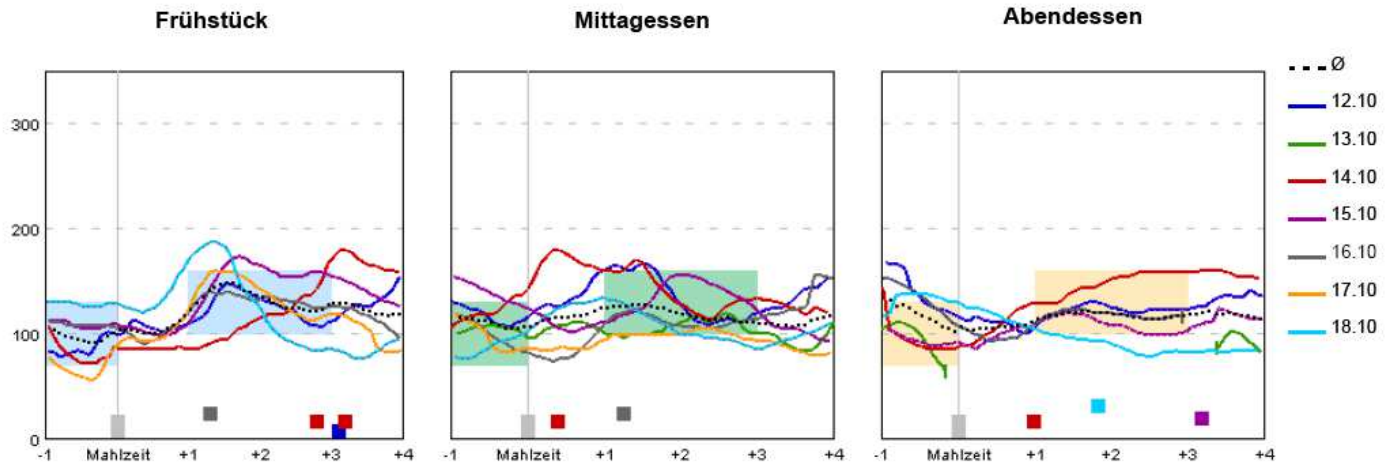
Wie.....

- präkonzeptionell (100 %)
- 1. Trimenon (60 – 100 % (98 %))
- 2. Trimenon (142 %)
- 3. Trimenon (197 %)
- post partum (95 %)

Extreme individuelle Unterschiede sind möglich



Übersicht nach Mahlzeiten (mg/dl)



Geburt

- Ich bereite die Frauen und ihre Partner individuell vor.
- Ein Gespräch mit dem Partner unabhängig vom Ambulanztrubel
- Zeitpunkt nach der 30. SSW – 34. SSW (damit noch Zeit bleibt für Fragen)
- Ein Brief wird ausgehändigt wie vorzugehen ist (Spontangeburt, Einleitung, geplante Sectio, ungeplante Sectio) aber auch ein Plan für nach der Geburt.

Betreuung von Pumpenpatienten

- Ambulante wie stationäre Einschulung möglich
- Kontrollen alle 3 Monate
- Bei Bedarf natürlich mehr.....
- Nachschulung sinnvoll je nach Bedarf und Ressourcen
- Einmal im Jahr – Labor, Fußuntersuchung, MA und Retinopathie
- Makrovaskuläres Risiko rechtzeitig erheben....

Kostenersatz, Sozialversicherung

- Zumindest in Wien kein Problem
- Sensor benötigt eine Indikation, einen Brief und einen Behandlungsplan....

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!



www.insulinpumpen-register.at