

Insulintherapie



1922 war für Menschen mit Diabetes ein ganz besonderes Jahr. Leonard Thompson, ein 14-jähriger Kanadier, war der erste Mensch, der eine Injektion mit Insulin erhielt. Es stammte von Rindern und rettete dem Jungen das Leben. Seitdem ist die Insulintherapie zu einer eigenen Wissenschaft mit einer bewegten Geschichte geworden.

Es gab Zeiten, in denen das Leben von Menschen mit Diabetes streng reglementiert war. Inzwischen haben sich diese Vorschriften aber wesentlich gelockert, weil die Therapie mit Insulin sehr viel flexibler geworden ist. Wer Diabetes hat, kann heute weitgehend selbst über seine Therapie entscheiden und darüber, wie er sie in seinen Alltag einbaut. Der Umgang mit Diabetes erfordert immer noch einiges an Aufwand und Sorgfalt, was nicht immer leicht fällt. Aber Diabetes muss nicht alle Aspekte des Lebens bestimmen, und viele Menschen mit Diabetes fühlen sich gar nicht mehr als Kranke.

Hier erfahren Sie Details darüber, wie die Behandlung mit Insulin heute aussehen kann und welche Erfahrungen Menschen damit machen. Ein kurzer Film (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.268.de.html>) und ein Merkblatt (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.258.de.html>) fassen wichtige Punkte noch einmal zusammen. Hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.259.de.html>) können Sie auch Erfahrungsberichte von Menschen mit Diabetes lesen sowie Kurzantworten auf wissenschaftliche Fragen. Weitere Informationen über Diabetes mellitus werden in Zukunft auf [Gesundheitsinformation.de](http://www.gesundheitsinformation.de) zu lesen sein.

1. Insulin und Diabetes

1.1. Leben mit Insulin und mit Diabetes

Kurt (47 Jahre alt)

Durch die sehr gute Betreuung der Fachleute bin ich recht schnell wieder fit geworden. Sie haben mich auch menschlich sehr gut betreut. Ich habe gelernt, wie man den Alltag mit Spritzen und Messen meistert. Das hat relativ schnell und gut funktioniert. Es gibt viel Schlimmeres auf der Welt als Diabetes. Ich lebe jetzt seit 20 Jahren damit und es ist kein Problem für mich.



Leonard Thompson 1922 war für Menschen mit Diabetes ein ganz besonderes Jahr. Leonard Thompson, ein 14-jähriger Kanadier, war der erste Mensch, der eine Injektion mit dem Hormon Insulin erhielt. Der Junge war an Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus, im Folgenden: Diabetes) erkrankt. Die Insulinspritzen retteten sein Leben. [1], [2], [3]

Man kann Diabetes mellitus noch nicht heilen. Wer jedoch gelernt hat, mit dem eigenen Diabetes umzugehen, kann die Behandlung weitgehend nach eigenen Vorstellungen in seinen Alltag einfügen. [4], [5], [6] Während früher strenge Vorschriften das Leben von Menschen mit Diabetes reglementierten, haben sich die Empfehlungen in den letzten Jahren wesentlich gelockert. Trotzdem erfordert die tägliche Behandlung Anstrengung und Einsatz, was manchmal nicht einfach ist. [7] Aber Diabetes muss das Leben nicht völlig beherrschen, und viele Menschen mit Diabetes fühlen sich heute nicht einmal mehr als Kranke. [4] Nicht alle brauchen Insulin für ihre Behandlung.

Harald (49 Jahre alt)

Ich darf alles. Man muss herausfinden, wie der eigene Körper reagiert. Zum Beispiel wenn man sich anstrengt, im Garten oder beim Staubsaugen. Das musste ich auch für mich herausfinden.

Marit (25 Jahre alt)

Ich habe eine Ärztin gefunden, die mich sehr motiviert hat. Das ist sehr wichtig, weil mit der Zeit verändert sich ja auch der Diabetes, die Wirkung des Insulins verändert sich, die Hormone verändern sich, und das ist manchmal nicht so leicht zu regeln. Sich immer wieder neu zu motivieren, ist nicht immer einfach. Man muss auch mal einen "schlechten" Tag akzeptieren. Das finde ich für die Lebensqualität sehr wichtig.

Bei Krankheiten, die lebenslang bestehen, sind Phasen, in denen man schlecht mit den eigenen Gefühlen zurechtkommt, ganz normal. Solche Phasen treten auch bei Diabetes auf. [7] Es gibt viele Missverständnisse über Diabetes und Ängste vor dieser Krankheit. Manche Menschen haben bei ebenfalls erkrankten Eltern oder Großeltern miterlebt, wie das Leben mit Diabetes früher aussah. [8] Für sie kann es länger dauern, bis sie Vorurteile abgebaut haben. Für alle Menschen mit Diabetes und ihre Familien gibt es viel zu lernen. Dabei ist die Unterstützung durch Freunde und Familie sehr wichtig, ebenso wie eine gute medizinische Behandlung durch erfahrene Ärztinnen, Ärzte und Pflegekräfte. [7]

Die Behandlung von Diabetes mit Insulin ist heute so zuverlässig, dass sie mehrere wichtige Ziele erreichen kann: Sie soll Menschen mit Diabetes vor zu starken Schwankungen des Blutzuckerspiegels und Beschwerden durch Unter- und Überzuckerungen schützen. Und sie soll Folgeerkrankungen, die durch zu hohen Blutzucker entstehen können, so gut wie möglich vermeiden helfen.

Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Menschen mit Diabetes über ihre Erkrankung und die Behandlungsmöglichkeiten gut Bescheid wissen und ihr Wissen dann auch umsetzen. Dies bedeutet, dass sie sich nicht nur um ihre Blutzuckerwerte kümmern, sondern auch auf andere Aspekte ihrer Gesundheit achten. Dazu gehört zum Beispiel der Verzicht auf das Rauchen.

Kurt

An die Vorsorgeuntersuchungen denke ich regelmäßig. Die sind mir sehr wichtig. Da habe ich einfach Sorge vor Folgeschäden.

Ein Blick auf die Realität zeigt, dass die Behandlung nicht immer optimal ist. Diabetes wird häufig erst spät erkannt, viele medizinische Ratschläge sind widersprüchlich oder wissenschaftlich nicht gut untermauert. [9], [10], [11], [12] Und wie bei allen dauerhaften Krankheiten, bei denen die tägliche Anwendung von Medikamenten Teil

der Behandlung ist, versäumen auch an Diabetes Erkrankte hin und wieder ihre Spritzen oder Medikamente. [13], [14] Manchmal liegt das daran, dass sich die Menschen innerlich gegen die Zwänge ihrer Krankheit wehren oder sie das Ziel der Behandlung nicht ganz verstanden haben. [13], [14]

Auch wer seine Medikamente nur unregelmäßig nimmt, kann sich durchaus wohlfühlen und spürt nicht, dass sein Diabetes schlecht eingestellt ist. Dies kann allerdings auf lange Sicht ernsthafte Konsequenzen haben.

Marit

Ich muss meinen Körper kennen und wissen, wie er reagiert. Zu der Erkenntnis sollte man kommen, um mit dem Diabetes gut umgehen zu können. Wenn man das ablehnt, lehnt man sich selber ja auch irgendwo ab.

Konrad (56 Jahre alt)

Mir war eigentlich schon immer klar, dass ich Diabetes bekommen könnte: Meine beiden Eltern haben auch Diabetes Typ 2 ... Für mich war auch die Teilnahme an einer Selbsthilfegruppe sehr wichtig: die Gespräche mit Menschen, die ebenfalls an Diabetes Typ 2 erkrankt sind und schon länger Erfahrung mit dieser Erkrankung haben. Diese Gespräche waren für mich besonders während der Einstellungsphase in den ersten 3 bis 6 Monaten wichtig.

1.2. Was ist Diabetes?

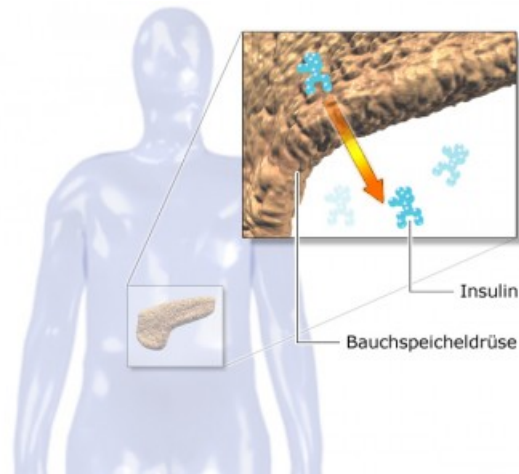
Harald

Der Diabetes wurde bei mir vor 15 Jahren diagnostiziert. Ich war damals 34 Jahre alt. Mein Zustand, die Abgeschlagenheit, die Müdigkeit, der Durst - das hat mich genervt. Ich bin dann zu meinem Internisten gegangen, damit er die Ursache herausfindet.

Diabetes ist eine Stoffwechselerkrankung. [15] Je nach der Art des Diabetes kann der Körper entweder kein Insulin produzieren oder es nicht ausreichend nutzen. Ohne Insulin und seine Wirkung kann kein Mensch lange überleben. Insulin ist ein Hormon: ein chemischer Botenstoff, der über das Blut transportiert wird und wichtige Körperfunktionen reguliert. Wir brauchen Insulin, damit unser Körper die aufgenommene Nahrung verwerten und in Energie umwandeln kann.

Insulin wird in den sogenannten Betazellen der

Bauchspeicheldrüse produziert. Dieses Organ liegt hinter dem Bauchfell unterhalb des Magens.



Die Bauchspeicheldrüse gibt Insulin in das Blut ab. Dort sorgt das Insulin dafür, dass der Zucker im Blut, den wir durch Essen und Trinken aufgenommen haben, in die Körperzellen transportiert und dort in Energie für den Körper umgewandelt wird. Ohne Insulin kann der Zucker im Blut nicht genutzt werden, und eine sehr hohe Zuckerkonzentration im Blut verursacht eine Reihe von Beschwerden. Über die Anzeichen und Beschwerden durch zu hohen Blutzucker können Sie hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.265.de.html>) weiterlesen.

Expertinnen und Experten unterscheiden mehr als ein halbes Dutzend verschiedener Diabetesformen. Die häufigsten sind der Typ-1- und der Typ-2-Diabetes. Diese sind das Thema dieses Artikels. Daneben gibt es auch eine Form des Diabetes, die nur während der Schwangerschaft vorkommt und daher Schwangerschaftsdiabetes genannt wird. Diese Erkrankung sowie Typ-1- und Typ-2-Diabetes in der Schwangerschaft werden hier nicht besprochen.

1.3. Typ-1- und Typ-2-Diabetes

Marit (Typ 1)

Meine Mutter hat mich sehr gedrängt, zum Arzt zu gehen. Von allein wäre ich nicht gegangen. Die Begleiterscheinungen wie sehr häufiges Wasserlassen und verschwommenes Sehen hatte ich auf den heißen Sommer geschoben. Ich war immer sehr müde und schlapp, hatte stark abgenommen und auch eine

Entzündung im Intimbereich.

Klara (63 Jahre alt, Typ 2)

Ich hatte immer so eine Trockenheit im Mund und habe dies meinem Hausarzt erzählt. Er hat dann einen Labortest machen lassen und es wurde festgestellt, dass ich zu hohe Blutzuckerwerte habe. Ich denke, dass ich zu diesem Zeitpunkt vermutlich schon lange zu hohe Blutzuckerwerte hatte. Die Anzeichen habe ich ja schon länger beobachtet.

Wie wichtig Insulin ist, zeigt sich besonders deutlich, wenn das Hormon völlig fehlt. Bei manchen Menschen greift das eigene Immunsystem die Insulin herstellenden Zellen in der Bauchspeicheldrüse an und zerstört sie im Laufe von einigen Jahren, bis sie nur noch sehr wenig oder gar kein Insulin mehr freisetzen. Diese Krankheit wird Typ-1-Diabetes genannt, früher auch "juvener" Diabetes, weil häufig Kinder, Jugendliche oder junge Erwachsene daran erkranken. [16] Menschen mit Typ-1-Diabetes haben dann sehr viel Zucker im Blut. Ohne Insulin können die Organe den Zucker jedoch nicht zur Energiegewinnung nutzen.

Bei Insulinmangel versucht der Stoffwechsel des Körpers zunächst, auf Ausweichwegen Energie herzustellen. Dies reicht aber auf Dauer nicht aus und es kommt schließlich zu einer langsamen Vergiftung mit Abfallprodukten des Stoffwechsels. Eine regelmäßige Behandlung mit Insulin kann dies verhindern. Unbehandelt kann die Überzuckerung zu Bewusstlosigkeit (diabetisches Koma) führen. Vor der Entwicklung der Insulintherapie im Jahr 1922 war das diabetische Koma die unvermeidliche Todesursache von Menschen mit Typ-1-Diabetes. Heute ist das diabetische Koma sehr selten. [4]

Der ungenutzte Zucker im Blut schadet den Blutgefäßen. Bei Menschen mit Typ-1-Diabetes werden insbesondere die kleinen Blutgefäße geschädigt. Dies verursacht Folgeerkrankungen an den Augen, an den Nieren und an den Nerven. Die Erkrankung der Nerven betrifft die Empfindungsnerven in den Beinen und Füßen sowie das Nervensystem, das die Funktionen innerer Organe im Körper reguliert. Dadurch werden zum Beispiel das Verdauungssystem und die Herzfunktion beeinträchtigt.

Die meisten Menschen mit Diabetes haben Typ-2-Diabetes. Sie sind meistens älter als 50 Jahre. Immer öfter erkranken jedoch auch junge Menschen und sogar Kinder an dieser Form der Zuckerkrankheit.

Typ-2-Diabetes hat andere Ursachen als Typ-1-Diabetes. Diese sind noch nicht ganz geklärt. Gesichert ist jedoch, dass Typ-2-Diabetes durch Übergewicht und Mangel an körperlicher Bewegung begünstigt wird. Charakteristisch für diese Stoffwechselstörung ist, dass die Blutzuckerwerte erhöht sind, obwohl die Bauchspeicheldrüse noch größere Mengen Insulin freisetzt. Fachleute sprechen deshalb von "Insulin-Resistenz". Die Gründe, warum Insulin seine Wirkung verliert, sind noch nicht genau bekannt. [4], [16]

1.4. Ernährung, Glukose und Stoffwechsel

Kurt

Es gibt hin und wieder leichte Probleme, hohe Werte oder auch niedrige. Manchmal wegen der Ernährung. Es gibt aber auch manchmal Werte, die sind unerklärlich. Man weiß dann nicht, warum sie zu hoch oder zu niedrig sind.



Unsere Nahrung besteht vor allem aus drei Bestandteilen: Fett, Eiweiß (Protein) und Kohlenhydrate. Kohlenhydrat ist der Sammelbegriff für Nahrungsbestandteile, die letztlich aus Zucker bestehen und vor allem in Getreideprodukten und Früchten enthalten sind. Es gibt verschiedene Zuckerarten. Besonders wichtig für den Stoffwechsel ist die Glukose (Traubenzucker). Auch Stärke in Mehl, Kartoffeln und Reis besteht aus Glukose, nur sind hier viele Glukosemoleküle zu langen Ketten verknüpft. Während Glukose, zum Beispiel in Honig, sofort in das Blut aufgenommen wird, muss Stärke erst durch die Verdauung zerkleinert werden, bevor sie ins Blut aufgenommen werden kann. Nach einer Mahlzeit steigt der Blutzuckerspiegel daher unterschiedlich stark an, je nachdem, welche Kohlenhydrate man gegessen hat. Vor allem Leber, Muskeln und Fettgewebe holen sich den Zuckernachschub aus dem Blut, um ihn als Vorrat einzulagern.

Glukose ist im Stoffwechsel so wichtig, dass der Körper normalerweise sehr sparsam mit ihr umgeht. Glukose ist für viele Organe (vor allem für das Gehirn) der wichtigste Energielieferant. Der Stoffwechsel ist äußerst vielseitig: Er kann Glukose zum Beispiel in Bausteine für Eiweiß und Fett umwandeln, umgekehrt kann er aber auch aus Fett

und Eiweiß neue Glukose herstellen. Dieser Prozess findet vor allem in der Leber statt, wenn die Zuckervorräte des Organs zur Neige gehen.

Der Zuckerstoffwechsel wird durch eine Reihe von Hormonen gesteuert. Die wichtigsten sind Insulin, Glukagon und Adrenalin. Insulin und Glukagon werden von der Bauchspeicheldrüse hergestellt und je nach Bedarf ins Blut freigesetzt. Adrenalin wird von der Nebenniere produziert. Diese Hormone sorgen zusammen dafür, dass der Blutzuckerspiegel eines gesunden Menschen in einem engen Bereich konstant bleibt, was als Normoglykämie bezeichnet wird.

Der Blutzuckerspiegel wird nicht nur durch die Ernährung beeinflusst. Auch körperliche Aktivität und entzündliche Erkrankungen haben einen Einfluss auf andere Hormone im Körper, somit auf die Hormone des Glukosestoffwechsels und den Blutzucker.

2. Insulin und Vermeidung von Schäden durch Diabetes

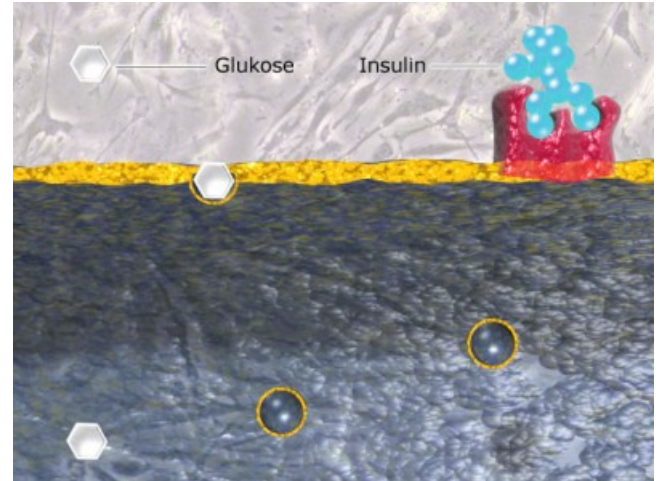
2.1. Wirkungen des Insulins

Marit

Ich bekam Insulin und die Blutzuckerwerte gingen sofort runter.

Die Aufgabe des Insulins ist es, die Glukose zur Energiegewinnung in die Körperzellen zu schleusen und ein Überangebot von Glukose im Blut zu verhindern. Glukagon hat den umgekehrten Effekt: Wenn der Blutzuckerspiegel etwa bei Hunger oder körperlicher Anstrengung zu stark abfällt, sorgt es dafür, dass die Leber Glukose ins Blut einschleust. Auch Fettgewebe und Muskeln reagieren auf dieses Signal, indem sie der Leber über das Blut Ausgangsmaterial zur Glukoseherstellung liefern.

Wirken kann das Insulin im Körper nur, weil Leber, Muskeln und Fettgewebe so genannte Rezeptoren besitzen, auf die Insulinmoleküle so präzise passen wie ein Schlüssel in ein Schloss. Erst wenn Insulin diese Rezeptoren aktiviert, können die Organe Glukose aus dem Blut aufnehmen und den Blutzuckerspiegel senken. Die Glukose dient dann als Brennstoff für die Muskeln und andere Organe. Wenn der Blutzuckerspiegel nach einer Mahlzeit steigt, gibt die Bauchspeicheldrüse sehr rasch mehr Insulin ins Blut ab.



Typisch für Diabetes ist, dass die beschriebenen Hormonreaktionen auf den Blutzuckerspiegel gestört sind. Bei Typ-1-Diabetes steht der absolute Mangel an Insulin im Vordergrund, bei Typ-2-Diabetes die verminderte Wirkung des Hormons. Bei beiden Diabetesformen ist die Folge, dass zwar im Blut viel Glukose vorhanden ist, sie aber von Leber, Muskeln und Fettgewebe ohne Insulin nicht aufgenommen und genutzt werden kann.

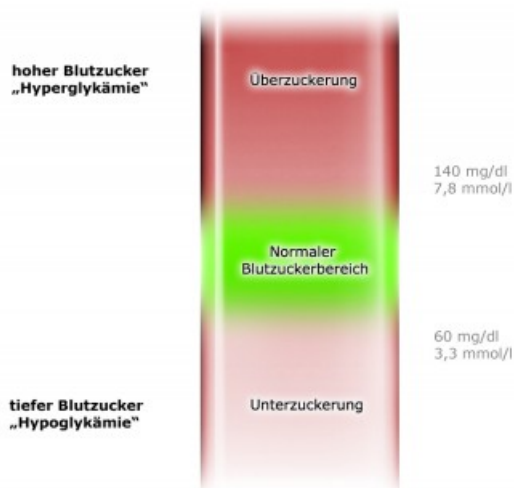
Als Folge davon steigt der Blutzuckerspiegel, medizinisch Hyperglykämie genannt. Ein ständig erhöhter Blutzuckerspiegel kann zu Schäden an den Blutgefäßen führen. Zirkuliert dagegen zu viel Insulin im Blut, fällt der Blutzucker zu stark ab. Dies nennt man Unterzuckerung oder Hypoglykämie.

2.2. Überzuckerung und ihre Folgen

Harald

Den hohen Zucker merke ich nicht unbedingt. Wenn er sehr hoch ist, werde ich müde, habe Durst und werde lustlos.

Leichte Schwankungen des Blutzuckerspiegels sind völlig normal und kommen auch bei Gesunden täglich vor. Bei Gesunden bleibt der Blutzuckerspiegel zwischen etwa 60 und 140 Milligramm pro Deziliter (mg/dl) Blut (3,3 bis 7,8 mmol/l). [4] Die Maßeinheit Millimol pro Liter (mmol/l) gibt die Stoffmenge auf molekularer Ebene an.



Typisch für einen unbehandelten Typ-1-Diabetes sind stark erhöhte Blutzuckerspiegel, die sogar 27,8 mmol/l (500 mg/dl) übersteigen können. Normalerweise steigt der Blutzuckerspiegel nach einer Mahlzeit nicht über 7,8 mmol/l (140 mg/dl) an. [4]

Eine so starke Überzuckerung löst spürbare Symptome aus, wie Durst, häufiges Wasserlassen, Müdigkeit und sogar Gewichtsverlust. Diese Beschwerden lassen sich durch die Gabe von Insulin schnell lindern. Wenn Blutzuckerwerte jedoch über Jahre hinweg deutlich erhöht sind, kann dies schwerwiegende und nicht mehr rückgängig zu machende gesundheitliche Folgen haben. [16]

Folgeerkrankungen und Schäden durch einen schlecht eingestellten Diabetes können viele Organe betreffen. Es kommt zu Schäden an den kleinen Blutgefäßen, die das Gewebe versorgen. Mit der Zeit können deshalb feinste Gefäße zum Beispiel in der Netzhaut des Auges (diabetische Retinopathie) oder in der Niere (diabetische Nephropathie) so stark geschädigt werden, dass Erblindung oder Nierenversagen drohen.

Eine häufige Folge ist auch die diabetische Neuropathie. Sie kann das autonome Nervensystem oder sensible Nerven betreffen. Das autonome Nervensystem steuert die Funktion innerer Organe, zum Beispiel den Puls oder die Verdauung. Autonom (selbstständig) heißt dieses Nervensystem, weil wir darauf bewusst kaum Einfluss nehmen können. Bei manchen Menschen mit Diabetes sind deshalb die Bewegungen von Magen und Darm gestört, auch Puls und Blutdruck reagieren nicht mehr wie gewohnt. Nerven übermitteln das Tastgefühl, die Temperaturwahrnehmung und Schmerzen. Sind solche Nervenfasern betroffen, ist zum Beispiel das Schmerz- und

Tastempfinden an den Füßen beeinträchtigt.

Menschen mit gestörtem Schmerzempfinden bemerken alltägliche Druckstellen oder kleine Verletzungen oft nicht, was zur Folge haben kann, dass sich chronische Wunden entwickeln. Menschen mit Typ-2-Diabetes haben oft auch Durchblutungsstörungen in den Beinen. Medizinerinnen und Mediziner nennen dies "periphere arterielle Verschlusskrankheit" (paV). Eine gestörte Blutversorgung beeinträchtigt wiederum die Heilung von Verletzungen. Ein Mensch mit arterieller Verschlusskrankheit und gestörtem Schmerzempfinden hat deshalb ein hohes Risiko für chronische Wunden zum Beispiel an den Zehen. Wenn sich diese entzünden, kann es im schlimmsten Fall nötig werden, einzelne Zehen oder gar den Fuß zu amputieren. [16] Mit einer guten Blutzuckereinstellung und normalem Blutdruck lässt sich das Risiko solcher Folgeschäden jedoch vermindern. [17], [18]

Ein Hinweis auf die durchschnittliche Höhe des Blutzuckerwertes in den zurückliegenden Wochen ist der "HbA1c-Wert", der sich aus einer Blutprobe im Labor bestimmen lässt. Auch bei Gesunden heftet sich Glukose an einen Teil des Blutfarbstoffs (Hämoglobin) an, der im Inneren der roten Blutkörperchen liegt. Der "HbA1c-Wert" gibt an, wie groß der Anteil des Blutfarbstoffs ist, an den sich Glukose angelagert hat. Bei Gesunden sind das etwa 6 Prozent. Wenn der Blutzuckerspiegel dauerhaft erhöht ist, steigt der HbA1c-Wert. Bei nicht oder unzureichend behandelten Menschen mit Diabetes kann er über 10 Prozent liegen. Da Hämoglobin im Blut eine Lebensdauer von zwei bis drei Monaten hat, spiegelt der HbA1c-Wert die durchschnittliche Blutzuckereinstellung der zurückliegenden etwa acht bis zwölf Wochen wider. [16] Leider kann die HbA1c-Bestimmung von Labor zu Labor unterschiedlich ausfallen.

2.3. Vermeiden von Unterzuckerung

Kurt

In den ersten Jahren war ein Zeichen für eine Unterzuckerung, dass ich Schweißperlen auf der Stirn bekam. Das hat aber mit der Zeit nachgelassen. Aber ab einem gewissen Grad spüre ich die Unterzuckerung an verschiedenen Anzeichen. Ich merke zum Beispiel, dass ich mich nicht mehr richtig konzentrieren kann und ein wenig durcheinander bin.

Marit

Wenn ich unterzuckert bin, dann spüre ich das. Dann geht es mir schlechter. Ich bekomme diese Mundtrockenheit, fange an zu zittern und habe ein Gefühl von Schwäche. Ich muss dann sofort etwas essen.

Zu einer Unterzuckerung kann es vor allem bei Menschen kommen, die sich mit Insulin oder bestimmten blutzuckersenkenden Tabletten behandeln. Wenn der Blutzuckerwert unter 3,3 mmol/l (60 mg/dl) fällt, spricht man von einer Unterzuckerung (Hypoglykämie). Menschen, die ihren Diabetes allein mit bewusster Ernährung und körperlicher Bewegung behandeln, erleben im Allgemeinen keine Unterzuckerungen.

Manchmal können unvorhergesehene Änderungen des Tagesablaufs dazu führen, dass die gespritzte Insulinmenge zu hoch ist. Wenn im Verhältnis zu dem gespritzten Insulin zu wenig Kohlenhydrate gegessen wurden oder körperliche Bewegung bei der Insulingabe nicht ausreichend berücksichtigt wurde, kann der Blutzucker deutlich unter 5,5 mmol/l (100 mg/dl) sinken. Auch alkoholische Getränke erhöhen zwar zunächst den Blutzucker, später jedoch können sie eine Unterzuckerung verursachen.

Eine leichte Unterzuckerung äußert sich in der Regel durch Anzeichen wie Schwitzen oder Zittern. Manche Betroffene reagieren auch mit Unruhe, Nervosität und Angstgefühlen. [4] Wie sich eine Unterzuckerung bemerkbar macht, hängt außer von der Blutzuckerhöhe auch von individuellen Faktoren ab.

Erfahrene Menschen mit Diabetes haben für solche Fälle immer etwas Traubenzucker griffbereit, den sie dann essen. Auch eine zuckerhaltige Limonade genügt oft schon, um den Blutzuckerspiegel schnell wieder ansteigen zu lassen. Solche leichten Unterzuckerungen sind oft nicht zu vermeiden.



Wenn die Warnzeichen nicht mehr richtig eingeschätzt werden oder ausbleiben, kann der Blutzuckerspiegel deutlich unter etwa 3,3 mmol/l (60 mg/dl) abfallen. Das

Gehirn gerät dadurch in Energienot: Die Konzentration lässt nach. Manchmal ist ein Mensch regelrecht verwirrt, sodass er Hilfe von anderen braucht, um schnell Traubenzucker oder zuckerhaltige Limonade zu sich zu nehmen. In Deutschland haben Menschen mit Typ-1-Diabetes im Durchschnitt weniger als eine schwere Unterzuckerung pro Jahr, bei der sie Hilfe brauchen. [19] Sollte ein Mensch durch eine Unterzuckerung bewusstlos werden, können Angehörige ihm das Hormon Glukagon spritzen. Das Hormon bewirkt, dass die Leber schnell Glukose ins Blut freisetzt, sodass das Bewusstsein rasch zurückkehrt. Dies kommt aber nicht so häufig vor, in der Regel können die Betroffenen rechtzeitig selbst reagieren. Auf keinen Fall sollte man versuchen, Bewusstlosen Flüssigkeiten einzuflößen oder zu essen zu geben.

Manchmal befürchten Menschen, dass eine Unterzuckerung in der Nacht während des Schlafs auftreten könnte und sie sich nicht mehr selbst helfen können. Eine Blutzuckermessung vor dem Schlafengehen kann Sicherheit geben. Wenn der Blutzucker zu tief liegt, können kohlenhydrathaltige Nahrungsmittel den Blutzucker in einen sicheren Bereich anheben. Zudem sind die Symptome bei einer Hypoglykämie nachts oft so stark, dass die meisten Menschen von selbst aufwachen und rechtzeitig handeln können.

Auch vor dem Autofahren ist es ratsam, den Blutzucker zu messen und bei Bedarf kohlenhydrathaltige Nahrungsmittel zu essen, um einer Hypoglykämie vorzubeugen. In der Seitentasche der Autotür können zuckerhaltige Limonaden oder Traubenzuckerplättchen als Vorrat aufbewahrt werden.

Menschen, die ihren Diabetes mit Insulin behandeln müssen, dürfen normalerweise keine Lkw oder Busse steuern. Ausnahmen können nur durch ein ausführliches ärztliches Gutachten begründet werden.

Harald

Die Symptome einer Unterzuckerung bemerke ich daran, dass meine Hände anfangen zu zittern. Ich bekomme kalte Schweißausbrüche und empfinde eine besondere Unruhe. Selten merke ich das selbst nicht. Andere weisen mich dann darauf hin: "Du bist aber blass! Brauchst Du Zucker?"

3. Formen der Insulinbehandlung

3.1. Formen der Insulintherapie

Kurt (Typ 1)

Ich finde es sehr wichtig, dass man seine Erkrankung akzeptiert. Je eher man das tut, desto schneller geht man gut damit um. Wichtig sind auch gute Informationen, um sich für die Bewältigung der Erkrankung fit zu machen.

Konrad (Typ 2)

Im Gespräch mit dem Diabetologen kam dann der Vorschlag, Insulin zu spritzen. In den darauf folgenden 3 bis 6 Monaten wurde ausprobiert, welche Kombination ideal ist.



Die Behandlung des Diabetes ist nicht nur eine Frage der Medikamente: Es ist ein Zusammenspiel zwischen Alltagsaktivitäten, Stoffwechselfbstkontrolle, medizinischer Hilfe und dem optimalen Einsatz von Medikamenten. Es ist daher von zentraler Bedeutung, seinen eigenen Körper zu kennen und gut über die Behandlung Bescheid zu wissen. Mit diesen Werkzeugen - Selbstmanagement, gute Versorgung und die richtigen Medikamente - ist es möglich, trotz Diabetes so flexibel zu leben wie ein gesunder Mensch. [4] Weitere Informationen über Stoffwechselfbstkontrolle werden wir in der Zukunft veröffentlichen.

Für eine lebenslange Behandlung gelten besondere Anforderungen. Menschen mit Diabetes müssen nicht nur auf ihren Blutzuckerspiegel achten, sondern auch auf ihren Blutdruck und weitere Aspekte ihrer Gesundheit. Oft benötigen Menschen mit Diabetes außer Insulin noch weitere Medikamente.

Damit ein Mensch seiner Diabetesbehandlung über Jahrzehnte hinweg treu bleibt, muss er sie genau verstanden haben, mit ihren Anforderungen einverstanden sein und sie gut vertragen. Wichtig ist nicht zuletzt, dass für eine Therapie bewiesen ist, dass sie die kurz- und langfristigen gesundheitlichen Ziele von Menschen mit Diabetes auch wirklich erreicht.

Patientinnen und Patienten, die Insulin benötigen, müssen verschiedene Fertigkeiten erlernen, zum Beispiel die Blutzuckermessung. In Deutschland gibt es

Diabetes-Schulungsprogramme, die es Menschen ermöglichen, ihren Diabetes in den Griff zu bekommen. Solche Programme werden zum Beispiel im Rahmen von Disease-Management-Programmen (DMPs) für Typ-1- und Typ-2-Diabetes angeboten. Hier wird vermittelt, wie man die Ernährung, Sport und andere körperliche Aktivitäten mit Insulin und anderen blutzuckersenkenden Medikamenten am besten aufeinander abstimmt.

Obwohl alle diese Aspekte der Diabetesbehandlung wichtig sind, liegt der Schwerpunkt dieses Artikels auf der Behandlung mit Insulin. Weitere ausführliche Informationen über Diabetes finden Sie auf unserer Website; sobald es neue wissenschaftliche Erkenntnisse gibt, werden wir Informationen dazu veröffentlichen.

Für Menschen mit Typ-1-Diabetes steht die ständige Kontrolle des Blutzuckers im Vordergrund. [4], [16] Entscheidend ist die tägliche Injektion von Insulin. Darüber hinaus gibt es viele verschiedene Insulinbehandlungskonzepte für Typ-1- sowie Typ-2-Diabetes.

Die meisten Menschen mit Typ-2-Diabetes, aber nur wenige mit Typ 1, wählen eine sogenannte "konventionelle" Insulinbehandlung. Die meisten Menschen mit Typ-1-Diabetes, aber auch einige mit Typ 2, führen eine "intensivierte" Insulinbehandlung durch.

Bei einer konventionellen Insulinbehandlung spritzt man sich zweimal täglich Insulin. Diese Insulinbehandlungsform wird häufig von Menschen gewählt, die eine bestimmte Routine im täglichen Leben mit festen Spritzzeiten bevorzugen.

Die konventionelle Insulinbehandlung kann entweder nur mit einem intermediär- oder langwirksamen Insulin durchgeführt werden oder zusätzlich mit einem Normal-Insulin. Die meisten Menschen wenden jedoch eine feste Mischung von Normal-Insulin und Verzögerungsinsulin an. Diese Insulinmischung spritzen sie sich vor dem Frühstück und vor dem Abendessen. Um die Insulinwirkung während des Tages auszugleichen, müssen sie regelmäßig festgelegte Mengen essen. Wer sich körperlich sehr viel bewegt, kann dies durch entsprechende zusätzliche Zwischenmahlzeiten ausgleichen. Die Mahlzeiten und die körperliche Bewegung werden bei der konventionellen Therapie also der Insulinwirkung angepasst.

Die Entscheidung für eine "konventionelle

Insulintherapie" kann eine relativ starre Lebensführung bedeuten. Für einige Menschen mit Typ-2-Diabetes passt diese Behandlung jedoch zu ihrem Insulinbedarf und zu ihren bisherigen Lebensgewohnheiten.

Menschen mit Typ-1-Diabetes und solche mit Typ-2-Diabetes, die größere Blutzuckerschwankungen haben, spritzen täglich insgesamt vier- oder fünfmal, um auf die Schwankungen zu reagieren - aber auch, um flexibel in der Tagesgestaltung zu sein und zum Beispiel spontan essen und trinken zu können. Bei dieser intensivierten Insulintherapie (siehe auch Punkt 3.4) benötigen viele Menschen morgens und auch abends ein langwirksames Insulin, das den Grundbedarf deckt. Dies wird als "Basalrate" des Insulins bezeichnet. Zusätzlich spritzen sie zu den Hauptmahlzeiten ein kurzwirksames Insulin, abhängig von der Kohlenhydratmenge und der Blutzuckerhöhe, um zu starke Anstiege des Blutzuckers zu verhindern. Diese Injektionen werden auch "Bolus" genannt. Es ist wichtig, die Wirkungen dieser unterschiedlichen Injektionen zu verstehen.

3.2. Unterschiedliche Wirkdauer

Klara

Ich wurde auf Langzeitinsulin eingestellt, was ich mir am Morgen und am Abend spritze. Zusätzlich spritze ich mir herkömmliches Kurzzeitinsulin vor jeder Mahlzeit. Die Dosierung hängt davon ab, was ich esse. Das muss ich vorher ausrechnen.

Die verschiedenen Insulinpräparate ermöglichen es, die Funktion einer gesunden Bauchspeicheldrüse nachzuahmen. Wenn die Bauchspeicheldrüse eines gesunden Menschen Insulin freisetzt, wird es im Körper sehr schnell abgebaut. [4] Auch wenn man Insulin direkt ins Blut spritzt, hält seine Wirkung nur wenige Minuten an. Ganz anders ist die Wirkdauer aber, wenn das Hormon in das Fettgewebe unter der Haut gespritzt wird, wie das Menschen mit Diabetes tun. Dort bildet die Insulinlösung einen Vorrat, aus dem das Hormon über Stunden hinweg nach und nach ins Blut übertritt.

Forscherinnen und Forscher haben in den letzten Jahrzehnten verschiedene Insulinpräparate entwickelt, die sich in der Wirkdauer unterscheiden. [20] Diese Insuline sind:

- Kurzwirksame Insuline: Insulinanaloga: Wirkbeginn: etwa 5 bis 10 Minuten nach der Injektion; Wirkmaximum: etwa 1 bis 1,5 Stunden nach der Injektion; Wirkdauer: etwa 2 bis 3 Stunden; Normal-Insuline (früher "Alt-Insulin"): (Humaninsulin, Schweine-Insulin, Rinder-Insulin); Wirkbeginn: etwa 15 bis 30 Minuten nach der Injektion; Wirkmaximum: etwa 1,5 bis 3 Stunden nach der Injektion; Wirkdauer: etwa 4 bis 8 Stunden nach der Injektion
- Intermediärwirksame Insuline (Insulinanaloga, Humaninsulin, Schweine-Insulin), Insulin wird mit NPH (Neutral Protamin Hagedorn) oder Zink verzögert: Wirkbeginn: etwa 2 Stunden nach der Injektion; Wirkmaximum: etwa 4 bis 6 Stunden nach der Injektion; Wirkdauer: etwa 12 bis 14 Stunden
- Langwirksame Insuline (Insulinanaloga, Humaninsulin, Schweine-Insulin): Der Wirkbeginn ist langsam; Wirkmaximum und -dauer unterscheiden sich je nach Verzögerungsprinzip; Wirkdauer meist bis zu 24 Stunden
- Mischinsuline (Insulinanaloga, Humaninsulin, Schweine-Insulin): Kurzwirksames Insulin und intermediär- oder langwirksames Insulin, die bereits fertig gemischt sind

Kurzwirksame Insulinanaloga und Normalinsuline werden meist kurz vor dem Essen injiziert (Insulinbolus). Länger wirksame Insuline sollen den basalen bzw. den Insulin-Grundbedarf des Körpers abdecken. Kurz- und langwirksame Insuline werden meist bei einer intensivierten Insulintherapie eingesetzt.

Wie der Blutzuckerspiegel auf eine Injektion reagiert, hängt allerdings von vielen weiteren Einzelheiten ab. Dazu gehört zum Beispiel, wie hoch der Blutzuckerspiegel vor der Injektion war, was man gegessen hat und wie groß die Insulindosis war. Auch die Stelle der Injektion in Bauch oder Oberschenkel und ob man die Injektionsstelle anschließend massiert, hat einen Einfluss. Ebenso beeinflusst körperliche Bewegung vor und nach der Injektion die Wirkung des Insulins auf den Blutzucker. [4]

Eine Insulinbehandlung muss an den Bedürfnissen des einzelnen Menschen ausgerichtet werden. Da sich diese Bedürfnisse mit der Zeit ändern können, kann auch die Insulinbehandlung jederzeit angepasst werden.

3.3. Typ-2-Diabetes und Insulin

Konrad

Heute spritze ich mir am Morgen ein Kurzzeitinsulin für den Tag und am Abend ein Langzeitinsulin für die Nacht. Die Einheiten berechne ich immer daraus, was ich plane zu essen. Das ist für mich ganz einfach und ich kann damit sehr gut leben.

Für Menschen mit Typ-2-Diabetes besteht die Therapie meist aus mehreren Stufen. [4] Am Anfang steht der Versuch, die Empfindlichkeit für Insulin wiederherzustellen. Dies bedeutet, mit Hilfe einer Umstellung der Ernährung und wenn möglich körperlicher Bewegung an Gewicht zu verlieren. Sehr wichtig ist es außerdem, den Blutdruck und andere Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Griff zu haben. Eine weitere Behandlungsmaßnahme können blutzuckersenkende Medikamente sein. Sie werden auch orale Antidiabetika genannt. Darüber können Sie hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.413.de.html>) mehr lesen.

Wenn eine Senkung des Blutzuckerspiegels erforderlich ist, eine Gewichtsabnahme, körperliche Bewegung und Antidiabetika dazu aber nicht ausreichen, wird eine Insulinbehandlung empfohlen. Antidiabetika sind für manche Patientinnen und Patienten ungeeignet oder wirken bei ihnen nicht ausreichend.

Menschen mit Typ-2-Diabetes wenden häufig ein relativ starres Behandlungsschema an. Sie spritzen zweimal täglich eine feste Mischung von Insulinen, morgens vor dem Frühstück und abends vor dem Abendessen. Um die Insulinwirkung während des Tages auszugleichen, sind regelmäßige Mahlzeiten notwendig. Zusätzliche kleine Speisen können geringe Blutzuckerschwankungen durch außergewöhnliche körperliche Bewegung ausgleichen.

Wer noch relativ viel körpereigenes Insulin hat, braucht oft nur kleine Mengen an zusätzlichem Insulin. Einige Menschen mit Typ-2-Diabetes wählen eine Insulintherapie, bei der nur zu den Mahlzeiten Insulin gespritzt wird, weil sie noch relativ viel eigenes Insulin haben.

Wenige Menschen mit Typ-2-Diabetes, insbesondere jüngere, entscheiden sich für eine intensiviertere Insulintherapie mit langwirksamem Insulin für ihren Grundbedarf (Basalrate) und kurzwirksamem Insulin vor den Mahlzeiten.

3.4. Intensivierte Insulintherapie

Kurt

Ich habe von Anfang an die intensiviertere Insulintherapie gemacht. Ich messe regelmäßig den Blutzucker und passe die Insulinzufuhr dann entsprechend an.



In Deutschland wählen die meisten Menschen mit Typ-1-Diabetes, aber auch manche mit Typ-2-Diabetes, eine intensiviertere Therapie. [4] Ziel dieser Behandlung ist es, ihnen ein weitgehend flexibles Leben nach ihren eigenen Vorstellungen zu ermöglichen. Mit der intensivierten Insulintherapie können sie zum Beispiel die Essensmenge und -zeit frei wählen und sich spontaner für körperliche Bewegung und Sport entscheiden. Dazu müssen sie die Insulininjektionen ständig an den aktuellen Bedarf anpassen. Die Selbstkontrolle des Blutzuckers ist die Basis der selbstständigen Anpassung der Insulindosis.

Diese Aspekte waren die Hauptargumente, warum in Deutschland bereits seit Anfang der 1980er-Jahre auf breiter Basis Schulungsprogramme für Patientinnen und Patienten mit Typ-1-Diabetes aufgebaut wurden, die das nötige Wissen für eine "intensiviertere Insulintherapie" vermitteln und Unterstützung bei der Umsetzung im Alltag geben. Ihre Grundidee: Die Patientin oder der Patient weiß selbst am besten über sich Bescheid.

Es hat sich gezeigt, dass eine intensiviertere Insulintherapie auch gesundheitliche Vorteile hat. Sie kann das Risiko für die Entwicklung von diabetesbedingten Folgeerkrankungen vermindern, insbesondere von Erkrankungen der Augen, der Niere, des Nervensystems und des Herzens. [16], [17], [18]

Den vollen Nutzen aus einer intensivierten Insulintherapie ziehen Menschen, wenn sie ihre Insulindosis selbstständig anpassen. Dazu gehört, regelmäßig den Blutzucker selbst zu kontrollieren. Welche Menge Insulin gespritzt werden muss, hängt nämlich nicht nur von der Art und Menge einer Mahlzeit

ab, sondern auch vom aktuellen Blutzuckerwert, der Tageszeit und der geplanten körperlichen Aktivität. Ist die Insulinmenge zu groß, können Unterzuckerungen auftreten. Ist sie zu klein, steigt der Blutzucker zu stark an. [19]

3.5. Abstand zwischen Spritzen und Essen

Klara

Ich esse zwei Hauptmahlzeiten am Tag. Ich messe davor meinen Blutzucker, dann spritze ich und esse gleich hinterher. Ich halte keinen Abstand zwischen Spritzen und Essen ein und komme gut damit klar. Manchmal esse ich etwas Kleines zwischen den Hauptmahlzeiten, aber nicht regelmäßig und auch nicht jeden Tag. Ich spritze dann kein Insulin, sondern kalkuliere das, was ich gegessen habe, insgesamt mit ein.

Beim Vergleich verschiedener Insuline zählt unter anderem die Frage, wie schnell sie wirken. Manchmal erhalten Personen, die zu den Mahlzeiten herkömmliches Insulin spritzen, den Ratschlag, nach der Injektion 30 Minuten oder mehr mit dem Essen zu warten ("Spritz-Ess-Abstand"). Auf diese Weise soll der Blutzuckerspiegel nach der Mahlzeit niedriger gehalten werden. Diese Vorschrift behindert aber spontane Entscheidungen, so zu essen, wie es gerade passt. Sie wird von vielen Menschen mit Diabetes als unbequem empfunden, weil sie die Flexibilität einschränkt.

Zu der Frage, welche Rolle ein fester Spritz-Ess-Abstand für den langfristigen Erfolg der Diabetesbehandlung spielt, gibt es unter Fachleuten allerdings seit langem Meinungsverschiedenheiten und widersprüchliche Studien. [21], [22], [23], [24] In der Realität empfiehlt eine Mehrheit von Ärztinnen und Ärzten ohnehin keinen festen Spritz-Ess-Abstand. Beobachtungen zeigen, dass auch die Mehrheit der Menschen, die Insulin spritzen, keinen festen Spritz-Ess-Abstand einhält. [22], [25] Die Frage, ob es auf Dauer gesundheitliche Vorteile hat, wenn man einen festen Spritz-Ess-Abstand einhält, ist ungeklärt.

Da kurzwirksame Insulinanaloga sehr rasch - bereits nach fünf Minuten - den Blutzucker senken, spritzen Patientinnen und Patienten, wenn sie vor dem Essen einen tiefen Blutzuckerwert haben, ihr kurzwirksames Insulinanalogon erst nach dem Essen, um Unterzuckerungen zu vermeiden.

4. Insulintypen

4.1. Tierisches Insulin, Humaninsulin und Insulinanaloga

Bis in die Mitte der 1980er-Jahre wurde Insulin aus der Bauchspeicheldrüse von Schweinen und Rindern gewonnen. Danach setzte sich biotechnisch hergestelltes sogenanntes Humaninsulin durch, das in der Grundstruktur mit menschlichem Insulin identisch ist. In vielen Ländern, so auch in Deutschland, ist heute nur noch wenig tierisches Insulin verfügbar. [26]

Es ist möglich, Humaninsulin in großen Mengen mithilfe von gentechnisch veränderten Hefe- oder Bakterien-Stämmen herzustellen. Sie produzieren einen Insulinrohstoff, der dann gereinigt und aufbereitet werden muss. Humaninsulin bedeutet also nicht, dass das Insulin aus der Bauchspeicheldrüse von Menschen gewonnen wurde. Es heißt nur, dass es in der chemischen Struktur mit menschlichem Insulin identisch ist.

Die gentechnische Herstellung eröffnete auch die Möglichkeit, gezielt veränderte Insuline zu produzieren. Ergebnis sind die sogenannten Insulinanaloga. Es handelt sich um künstliche Insuline, die in der Natur nicht vorkommen. Diese Veränderungen am Insulinmolekül sollen vor allem die Schnelligkeit beeinflussen, mit der die blutzuckersenkende Wirkung nach der Injektion einsetzt, und auch die Dauer der Wirkung. Man unterscheidet nach der Dauer der Wirkung zwei Gruppen von Insulinanaloga, die gelegentlich auch "Analoginsuline" genannt werden. In Deutschland sind zwei langwirksame Insuline ("Insulin glargin" und "Insulin detemir") auf dem Markt, die nach einer Injektion deutlich länger als intermediär- oder langwirksame Humaninsulin wirken. Außerdem gibt es kurzwirksame Insulinanaloga: Sie heißen "Insulin lispro", "Insulin aspart" und "Insulin glulisin".

Für neu zugelassene Mittel ist in der Regel noch gar nicht bewiesen, wie groß ihr langfristiger Nutzen und ihre Risiken sind. Denn neue Medikamente werden meist schon zugelassen, nachdem sie in Studien mit relativ kurzer Dauer erprobt wurden. Der wahre Nutzen oder Schaden durch ein Medikament zeigt sich oft erst Jahre nach der Zulassung.

4.2. Vergleich: tierische Insuline – Humaninsulin

Als Anfang der 1980er-Jahre Humaninsulin eingeführt wurde, war eine der Hoffungen, dass das "menschliche" Hormon besser verträglich sein könnte. Auch wenn tierisches und Humaninsulin weitgehend identisch waren,

genügte die Unterschiede, um bei einigen Patientinnen und Patienten das Immunsystem zu aktivieren. Zeichen dafür waren Antikörper, die gegen Insulin gerichtet waren. Solche Antikörper bildeten sich gerade bei Personen, die Rinder-Insulin verwendeten.

Allerdings ist nicht sicher, ob der Wechsel von tierischem Insulin zu Humaninsulin für Menschen mit Diabetes spürbare gesundheitliche Konsequenzen hatte. Zuletzt haben Forscherinnen und Forscher der Cochrane Collaboration im November 2004 alle Studien zusammengefasst, in denen tierische Insuline mit Humaninsulin verglichen wurden. [26] Zwar fanden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler insgesamt 45 Studien mit insgesamt etwa 2.150 Teilnehmenden, meist Erwachsene mit Typ-1-Diabetes. Die wirklich wichtigen Fragen zur Gesundheit wurden in diesen Studien allerdings nicht untersucht, also zum Beispiel die Wirkung auf diabetesbedingte Folgeerkrankungen oder auf die Lebenserwartung der Teilnehmenden. In keiner dieser Studien wurden Menschen zu ihrer Zufriedenheit mit der Therapie oder zu ihrer Lebensqualität befragt.

Geprüft wurde in den Studien lediglich die Blutzuckereinstellung, gemessen an der Höhe der Blutzuckerwerte und des HbA1c-Wertes. Das Ergebnis: Leichte oder schwere Unterzuckerung gab es während der Behandlung mit Humaninsulin ebenso oft wie mit tierischem Insulin; auch der Insulinbedarf war identisch.

Genauer haben die Forscherinnen und Forscher auch untersucht, ob sich als Reaktion auf das Humaninsulin weniger Antikörper gegen Insulin bildeten als bei den tierischen Insulinen. Im Vergleich zwischen Human- und Schweine-Insulin fanden sie keinen Unterschied. Personen, die Rinder-Insulin einsetzten, reagierten aber häufiger mit der Bildung von Insulinantikörpern. Bis heute ist unklar, ob und welche Folgen diese Antikörper für die Insulinwirkung und für die Patientinnen und Patienten hatten.

Insgesamt ist nach dieser Auswertung nicht belegt, dass der Wechsel von Schweineinsulin zu Humaninsulin wirklich die Therapie verbesserte. [26] Der Wechsel führte aber dazu, dass sich die Therapie verteuerte. Mittlerweile gibt es in Industrieländern nur noch wenige Patientinnen und Patienten, die Schweine-Insulin injizieren. Die Hersteller haben Schweine-Insulin in vielen Ländern komplett vom Markt genommen. Menschen, die weiterhin Schweine-Insulin nutzen wollen, müssen es aus dem Ausland einführen lassen und möglicherweise die Kosten selbst tragen.

4.3. Vergleich: Humaninsulin – Insulinanaloga

Knapp zehn Jahre nach Humaninsulin kamen Insulinanaloga auf den Markt. Insulinanaloga unterscheiden sich deutlicher vom menschlichen Insulin als Schweine-Insulin. [20] Diese neuen veränderten Insuline sollten den Blutzucker besser kontrollieren als Humaninsulin und zum Beispiel Unterzuckerungen vermeiden.

In Deutschland sind drei kurzwirksame Insulinanaloga auf dem Markt, die schneller und etwas kürzer wirken als herkömmliches Normalinsulin: Dies sind Insulin lispro (Handelsnamen "Humalog" und "Liprolog"), Insulin aspart (Handelsname "NovoRapid") und Insulin glulisin (Handelsname "Apidra"). Ebenso die langwirksamen Insulinanaloga Insulin glargin (Handelsname "Lantus") und Insulin detemir (Handelsname "Levemir").

Allerdings diskutieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schon seit längerem, ob die Insulinanaloga wirklich generell besser sind als Humaninsulin. [27], [28] Eine Forschergruppe des Instituts für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) hat sich deshalb ebenfalls auf die Suche nach Studien gemacht, die die Frage beantworten können, ob kurzwirksame Insulin-Analoga für Menschen mit Diabetes Vorteile gegenüber Humaninsulin haben. Da sich die Behandlung von Menschen mit Typ-1- und Typ-2-Diabetes deutlich unterscheidet, haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Antwort auf diese Frage zweigeteilt. Die erste Teilantwort bezieht sich nur auf Personen mit Typ-2-Diabetes. [20] Eine ausführliche Zusammenfassung der Forschungsergebnisse finden Sie hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.270.de.html>). Die Zusammenfassung der zweiten Teilantwort, bezogen auf Menschen mit Typ-1-Diabetes, können Sie hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.284.de.html>) lesen.

Insgesamt hat die Recherche des IQWiG für die kurzwirksamen Insulinanaloga keine Belege gefunden, dass sie für Menschen mit Typ-2-Diabetes oder mit Typ-1 Diabetes besser oder schlechter als Humaninsulin sind. Sobald weitere Untersuchungsergebnisse vorliegen, werden wir hier auf Gesundheitsinformation.de darüber berichten.

Die IQWiG-Wissenschaftlergruppe hat auch nach Studien

gesucht, die langwirksame Insulinanaloge mit Humaninsulin verglichen haben. Nun liegt ihre Teilantwort für Menschen mit Typ-2-Diabetes vor: Es gibt keine Belege dafür, dass langwirksame Insulinanaloge für Menschen mit Typ-2-Diabetes Vorteile gegenüber Humaninsulin haben. Der langfristige Nutzen und Schaden der langwirksamen Insulinanaloge ist nicht ausreichend untersucht. Mehr darüber können Sie hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.525.de.html>) lesen.

Neue Untersuchungen haben den Verdacht geweckt, dass eines dieser künstlichen Insuline (Insulin Glargin) die Entstehung von Krebs beschleunigen könnte. Um diese Sicherheitsfrage eindeutig beantworten zu können, ist es nötig, weitere Daten auszuwerten. Menschen mit Diabetes, die Glargin anwenden, haben zahlreiche andere Möglichkeiten, darunter Humaninsulin.

5. Die verschiedenen Arten der Insulinzufuhr

5.1. Herkömmliche und neue Möglichkeiten der Insulinzufuhr

Klara

Es fällt mir nicht schwer, Insulin zu spritzen. Manche haben Scheu davor. Das war bei mir nicht so. Ich spritze mich mal in den Bauch und mal in den Oberschenkel. Das geht gut. Ich habe keine Probleme damit.

Insulin muss in die Blutbahn gelangen. Es kann nicht in Form von Tabletten oder Kapseln genommen werden, weil das Hormon bereits im Magen von der Säure unwirksam gemacht würde. Orale Antidiabetika sind blutzuckersenkende Medikamente in Tablettenform. Sie sind jedoch keine Insuline.

Es gibt unterschiedliche Methoden, um Insulin in das Blut zu transportieren. Insulin kann direkt in die Vene gegeben werden, dies jedoch nur in einem Notfall von einer Ärztin oder einem Arzt. Üblicherweise spritzen Patientinnen und Patienten ihr Insulin in das Unterhautfettgewebe ("subkutan").

In Deutschland sind vor allem Insulinpens und Insulinpumpen verbreitet, nur wenige Menschen benutzen Spritzen, noch seltener werden sogenannte Jet-Injektoren eingesetzt. Mit einem Jet-Injektor wird das Insulin ohne Nadel unter hohem Luftdruck gleichsam durch die Haut gedrückt. [29] Injektoren sind deutlich größer und weniger

handlich als Insulinpens und sie sind schlechter zu dosieren. Ob sie wirklich angenehmer als eine Injektion sind und ob die Dosiergenauigkeit verlässlich ist, ist bislang unklar. Injektoren sind erst vereinzelt in Studien erprobt, systematische Prüfungen der Vor- und Nachteile fehlen noch. [29] Sie sind teurer als Insulinpens oder Insulinspritzen.

Seit 2006 konnten Inhalationsgeräte angewendet werden. Diese wurden jedoch wieder vom Markt genommen. Sie setzen ein sehr feines Insulinpulver ein, das beim Einatmen bis in die Lunge gelangt, wo das Insulin dann in die Blutbahn aufgenommen wird. Hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.271.de.html>) können Sie mehr hier über inhalatives Insulin sowie Spritzen, Pens und Pumpen lesen.

Andere Methoden wie zum Beispiel Hautpflaster oder unter die Haut verpflanzte Insulinpumpen sind bisher noch in der Entwicklungs- oder Erprobungsphase.

5.2. Spritzen und Insulinpens

Kurt

Ich habe von Anfang an Insulin gespritzt. Im ersten Moment war es schon komisch, sich selber zu spritzen. Aber ich hatte keine Angst vor Spritzen.

Harald

Ich habe schon immer Angst vor Spritzen. Das war damals mein Hauptproblem. Die Ärzte haben mich dann gleich auf das Insulinspritzen mit einem Pen eingestellt. Das lief sehr gut. Die Ärztin hat mir die Angst genommen. Das war sehr wichtig für mich.

Am Anfang kostet es viele Menschen mit Diabetes Überwindung, sich selbst eine Spritze zu setzen. Manche möchten sich so wenig wie möglich spritzen. Für Menschen mit Typ-2-Diabetes kann die Abneigung gegen die Injektionen ein Grund sein, eine Behandlung mit Insulin abzulehnen, obwohl das aus medizinischer Sicht eine sinnvolle Alternative wäre. [30]

Das Spritzen von Insulin selbst ist relativ unkompliziert. Mit ein wenig Übung dauert es kaum eine Minute, um sich mit einer herkömmlichen Spritze Insulin zu injizieren: Ampullen vorbereiten, Spritze aufziehen, Injektion, Geräte wieder einpacken. Noch einfacher sind Insulinpens ("pen", englisch für Stift), die die meisten

Patientinnen und Patienten in Deutschland lieber benutzen. Sie haben etwa die Größe eines dicken Kugelschreibers. Pens enthalten Ampullen mit einem Insulinvorrat, der je nach Verbrauch etwa für eine Woche reicht. Mit einem Handgriff lässt sich einstellen, wie viele Einheiten gespritzt werden sollen. Mit einem zweiten Handgriff lässt sich die Dosis über eine dünne Nadel injizieren. Mit Übung geht das so unauffällig, dass man sich zum Beispiel auch im Restaurant am Tisch dezent Insulin spritzen kann.

Gesundheitliche Unterschiede zwischen beiden Injektionsmethoden gibt es jedoch nicht. Zuletzt hat eine kanadische Forschergruppe die Studien zusammengefasst, die Spritzen und Pens verglichen haben. [31] Nach dieser Analyse ließen sich zum Beispiel gemessen an der Blutzuckerkontrolle keine Unterschiede feststellen. Längere Studien, die auch Komplikationsraten verglichen haben, fand die Wissenschaftlergruppe nicht. Es spricht also nichts dagegen, bei der Wahl von Spritze oder Pen seinen eigenen Vorlieben zu folgen.

Es gibt auch Einweg-Pens, die fertig mit Insulin befüllt sind und nach Verbrauch der Füllung weggeworfen werden. Und es gibt verschiedene wiederbefüllbare Pens. Diese Pens werden von den Insulinherstellern oft kostenlos zur Verfügung gestellt. Dabei legt man sich mit einem Pen auch auf das Insulin eines bestimmten Herstellers fest. Die Form der Insulinampullen und die Befestigung der Injektionsnadel ist von Pen zu Pen so unterschiedlich, dass sich Pen und Ampulle verschiedener Hersteller nicht beliebig kombinieren lassen. Es kann sich also lohnen, verschiedene Pens anzuschauen und sie auszuprobieren, bevor man sich für einen entscheidet. Manche Menschen mögen den Pen eines bestimmten Herstellers lieber als den Pen eines anderen Herstellers. [32]

Konrad

Ich benutze zwei verschiedene Pens, weil ich zwei verschiedene Insulinsorten benutze. Das muss man aber nicht.

5.3. Insulinpumpen

Harald

Das Schöne an der Pumpe ist ja, dass man sie sehr fein einstellen kann. Man hat fast wie ein gesunder Mensch eine gleichmäßige Zufuhr an Insulin. Je nachdem was ich esse, pumpe ich auch noch Insulin zusätzlich dazu. Man ist

damit total flexibel. Meine Pumpe verfügt über einen Clip. Damit befestige ich sie meistens am Hemd unter dem Arm. Es gibt da aber auch andere Möglichkeiten. Man kann sie mit dem richtigen Rüstzeug quasi überall am Körper tragen.

Intensivierte Insulintherapie bedeutet, dass eine Person sich vier- bis fünfmal täglich eine Injektion gibt. Bereits in den 1970er-Jahren haben Firmen mit der Entwicklung von Insulinpumpen begonnen, die diese Injektionen so weit wie möglich automatisch vornehmen sollen. [33]

Moderne Pumpen sind etwas größer als eine Streichholzschachtel. Sie enthalten eine Insulinampulle, einen Akku und die Steuerungselektronik. Man sticht sich wie bei einer Injektion eine spezielle dünne Nadel an eine passende Stelle, diese Nadel wird dann aber mit Pflaster fixiert und über einen dünnen Schlauch (Katheter) dauerhaft mit der Pumpe verbunden. Die Nadel kann ein bis zwei Tage an Ort und Stelle bleiben, bis Injektionsstelle, Nadel und Katheter gewechselt werden sollten.

Die Insulinpumpe hat vor allem zwei Aufgaben: Zum einen wird sie so programmiert, dass sie zur Deckung des Grundbedarfs (Basalrate) regelmäßig eine kleine Menge schnellwirksames Insulin in den Körper pumpt. Zum anderen kann man sich zu den Mahlzeiten auf Knopfdruck zusätzliche Insulinmengen geben ("Insulinbolus"), so wie man es auch mit einer Spritze oder einem Pen täte. So lässt sich der Blutzucker auch zwischendurch sanft korrigieren. Diese bedarfsgerechte Insulinzufuhr hilft, starke Blutzuckerschwankungen zu vermeiden.

Da Menschen ihre Pumpen selbst programmieren, brauchen sie einiges an Wissen. Auch Erfahrungen mit der intensivierten Insulintherapie, mit der regelmäßigen Selbstmessung des Blutzuckers und selbstständigen Dosisanpassung sind nötig. Pumpen sind nicht für jeden Menschen mit Diabetes eine sinnvolle Alternative. [34] Viele spritzen lieber mehrfach täglich Insulin, statt eine Pumpe zu benutzen. Es findet nicht jeder angenehm, dauerhaft eine Nadel und einen dünnen Schlauch am Körper zu tragen.

Untersuchungen haben zudem gezeigt, dass Menschen, die eine Pumpe benutzen, sich besonders gut mit ihrer Krankheit auskennen müssen, um Unter- und Überzuckerungen vermeiden zu können. [33] In Deutschland werden Pumpen speziell bei Patientinnen

und Patienten mit größeren Schwankungen des Blutzuckerspiegels eingesetzt. [4] Eine Gruppe sind Menschen, deren Blutzucker regelmäßig in den frühen Morgenstunden deutlich ansteigt. Ärztinnen und Ärzte sprechen vom "Dawn-Phänomen" ("dawn", englisch für Sonnenaufgang). Eine weitere Gruppe sind Menschen, die sehr flexibel bleiben möchten, zum Beispiel weil sie beruflich oder privat oder sportlich sehr aktiv sind. Auch Frauen, die eine Schwangerschaft planen oder bereits schwanger sind, wählen oft eine Insulinpumpe.

Wenn folgende medizinische Gründe vorliegen, übernehmen die Krankenkassen in Deutschland die Kosten einer Insulinpumpe:

- Schwankende Blutzuckerwerte
- Häufige, schwere Unterzuckerungen, besonders nachts
- Verminderte Hypoglykämie-Wahrnehmung
- Schwangere Frauen oder Frauen, die eine Schwangerschaft planen

Die jüngste Zusammenfassung des Wissensstandes stammt von einer britischen Wissenschaftlergruppe. [34] Nach deren Ergebnissen ist die Stoffwechselkontrolle mit Pumpen etwas besser als mit Insulinspritzen. Studien, die zeigen, dass dies auch langfristige gesundheitliche Vorteile bringt, fehlen aber. Die britische Forschergruppe sieht in Pumpen keine dramatische Verbesserung der Behandlung für alle Patientinnen und Patienten, sondern eher eine nützliche Alternative für Menschen mit bestimmten Problemen oder Vorlieben. Im Allgemeinen schildern Personen, die längere Zeit eine Pumpe verwenden, die Anwendung positiv. [34] Das überrascht freilich nicht: Wenn sie nicht zufrieden wären, würden sie die Pumpe nicht dauerhaft benutzen. Das trifft auch auf Eltern zu, deren Kinder eine Insulinpumpe verwenden. Sie sehen in Pumpen einen Weg zu mehr Flexibilität für alle Familienmitglieder. [35]

Marit

Die Entscheidung für eine Pumpe hat sich als richtig erwiesen. Am Anfang war es schwierig. Ich habe gedacht: "Oh Gott, jetzt immer dieses Gerät tragen!". Als ich dann gemerkt hatte, dass ich wirklich viel unabhängiger mit der Pumpe bin, dass ich keine Nadeln und keine Pens mehr mitnehmen muss, sondern nur die Pumpe bei mir habe, da war mir klar, dass es die richtige Entscheidung war. Ich stelle manchmal auch auf die intensiviertere Therapie mit Pen um. Zum Beispiel war ich auf einer Hochzeit und

wollte ein enges Kleid anziehen - da habe ich auf die intensiviertere Therapie umgestellt. Ich bin da ja immer flexibel. Ich kann die Pumpe jederzeit ablegen. Beim Sport und in der Sauna mache ich sie auch für die Stunde ab. Das geht alles.

5.4. Inhalatives Insulin

In Deutschland, den USA und einigen anderen Ländern wurde 2006 das erste inhalative Insulin für bestimmte Menschen mit Typ-1- und Typ-2-Diabetes zugelassen. [36] Grundprinzip ist, dass Insulin als sehr feines, trockenes Pulver aufbereitet wird, das bis tief in die Lunge eingeatmet werden kann. In den Lungenbläschen (Alveolen) kann ein Teil des Insulins durch die dünne Wand in das Blut übertreten. Dieses inhalative Insulin hieß "Exubera" und wurde auf der Basis von Humaninsulin hergestellt. Es wirkt so lange wie Normalinsulin, aber so schnell wie kurzwirksame Insulinanaloga. Es ersetzt nur das kurzwirksame Insulin, nicht das Basal- oder Basisinsulin. Menschen, die auch langwirksames Insulin brauchen, müssen dies weiterhin zusätzlich spritzen.

Der Hersteller von Exubera hat jedoch am 18. Oktober 2007 bekannt gegeben, dass er die Produktion einstellen wird. Exubera ist nicht mehr erhältlich. Ob inhalatives Insulin in Zukunft vielleicht von anderen Herstellern wieder auf den Markt gebracht wird, ist noch unklar.

Das Gerät selbst ist deutlich größer als ein Asthmaspray. Der Inhalator hat im Transportzustand etwa das Format einer kleineren Getränkedose, zur Benutzung zieht man ihn auf die doppelte Größe auseinander. Für jede Inhalation muss das Gerät frisch mit einer Portion Insulin befüllt werden. Für höhere Dosierungen braucht man mehrere Portionen, was mehrfaches Inhalieren erforderlich macht. Beim Spritzen ist eine solche Mehrfachanwendung nicht notwendig.

Das Insulin wird durch ein Mundstück mit einem langsamen und tiefen Atemzug inhaliert. Teile des Inhalators sollen laut Gebrauchsanweisung regelmäßig gespült werden, andere Teile sollen alle zwei Wochen ausgetauscht werden. Wie zu Beginn jeder anderen Insulinbehandlung müssen Anwenderinnen und Anwender den Umgang mit dem inhalativen Insulin lernen.

Forscherinnen und Forscher des IQWiG kamen in einer systematischen Zusammenfassung der geeigneten Studien

zu der Bewertung, dass die derzeit vorhandenen Daten nicht ausreichen, Nutzen und Risiken des inhalativen Insulins zu beurteilen. [36] Eine ausführliche Zusammenfassung dieser Bewertung finden Sie hier (URL: <http://www.gesundheitsinformation.de/index.271.de.html>) .

Nach den bisherigen Studien können Menschen mit Typ-1- oder Typ-2-Diabetes ihren Blutzuckerspiegel durch die Inhalation etwa ebenso gut kontrollieren wie durch herkömmliche Injektionen. Zu den offenen Fragen gehört die langfristige Sicherheit: Bei Menschen mit Typ-1-Diabetes kam es während der Behandlung mit inhalativem Insulin etwas häufiger zu schweren Unterzuckerungen.

Nach Vorgabe der Zulassungsbehörden dürfen bestimmte Menschen Insulin generell nicht inhalieren, dazu gehören vor allem Raucherinnen, Raucher und Personen mit Lungenerkrankungen wie Asthma und chronisch obstruktiver Bronchitis (COPD). Weil das Einatmen des Insulinpulvers bei manchen Menschen die Lungenfunktion spürbar verschlechtern kann, muss die Lungenfunktion vor Beginn der Behandlung mit inhalativem Insulin geprüft und dann überwacht werden.

Inhalatives Insulin ist sicherlich nicht die letzte Neuerung in der Diabetes-Therapie. Weitere Behandlungsmöglichkeiten sind bereits in Entwicklung. Sobald es wichtige Neuerungen gibt, werden wir diesen Beitrag aktualisieren.

Konrad

Ich habe nicht das Gefühl, dass ich in meinem Leben auf etwas Bestimmtes durch den Diabetes verzichten muss. Ich muss ein wenig bewusster essen. Wenn man Appetit auf Schokolade oder ein Eis hat, dann kann man auch etwas davon essen. Aber eben in Maßen. Ich glaube nicht, dass ich wirklich etwas vermisse. Ich achte jetzt ein bisschen mehr auf meinen Körper und auf das, was in meinem Körper passiert. Ich sehe die Krankheit nicht unbedingt als negativ für mich an.

Marit

Der Diabetes ist nicht das Schlimmste, was mir passiert ist. Ich gehe seit der Diagnose viel bewusster mit mir um. Ich kenne meinen Puls, meinen Blutzucker, meinen Körper und ich weiß sofort, wenn etwas nicht stimmt. Es ist nicht immer so, dass ich den Diabetes als Riesenbelastung empfinde. Ich setze mich damit auseinander. Ich habe

schon eine hohe Lebensqualität.

Glossar

Hormone

Hormone sind der Sammelbegriff für verschiedene Klassen von Botenstoffen des Körpers. Sie werden in bestimmten Organen oder Geweben gebildet und über das Blut- oder Lymphsystem im Körper verteilt. Hormone wirken nur an Stellen im Organismus, an denen die passenden Andockstellen vorhanden sind. Dadurch entwickeln Hormone auch ganz spezifische Wirkungen. Bekannte Hormone sind z.B. Insulin, Östrogene, Oxytocin, Vasopressin und Thyroxin. Viele medizinische Wirkstoffe imitieren die Wirkung von Hormonen.

Cochrane Collaboration

Die Cochrane Collaboration ist ein internationaler Zusammenschluss von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die sich zusammengetan haben, um in einzelnen Teams ("Cochrane Review Groups") zu medizinischen Fragen sogenannte systematische Übersichten (Reviews) zu erstellen, mit deren Hilfe wissenschaftlich begründete Aussagen über die Wirksamkeit medizinischer Therapien möglich werden. Zu diesem Zweck haben die Mitglieder der Cochrane Collaboration Methoden entwickelt, um systematisch und umfassend die verfügbaren Informationen über klinische Studien und die Wirksamkeit medizinischer Maßnahmen zu sammeln. Das Ziel der Cochrane Collaboration ist es, Ärztinnen, Ärzten, Patientinnen und Patienten wissenschaftlich fundierte Hilfen für informierte Entscheidungen zur medizinischen Versorgung zu geben und somit medizinische Entscheidungen insgesamt zu verbessern. Die deutsche Internetadresse der Cochrane Collaboration, auf der sich die Organisation selbst vorstellt, lautet www.cochrane.de.

Asthma

Asthma (Asthma bronchiale) ist eine dauerhaft bestehende (chronische) Erkrankung mit oft anfallsartig auftretenden Beschwerden wie Husten und Atemnot. Bei Menschen mit Asthma sind die Atemwege übermäßig empfindlich. Asthma entsteht oft im Zusammenhang mit einer Überreaktion auf fremde Stoffe oder physikalische Reize, häufig im Zusammenhang mit einer Allergie.

Diabetes mellitus

Diabetes mellitus heißt wörtlich "süßer Urin". Zu den

Kennzeichen gehört, dass der Körper Zucker ausscheidet. Umgangssprachlich wird die Krankheit auch Zuckerkrankheit genannt. Es gibt mehrere Typen des Diabetes mellitus, am bekanntesten sind Typ 1 und Typ 2. Allen Typen gemeinsam ist, dass zu viel Glukose, eine Form von Zucker, im Blut schwimmt, weil es Probleme mit dem Hormon Insulin gibt. Die langfristigen Folgen reichen von Durchblutungsstörungen, erschwelter Harnentleerung und Müdigkeit über schlecht heilende Wunden, Nervenschädigungen und Erblindung bis zu Herzinfarkt und Schlaganfall. Auch bei Patientinnen und Patienten, die noch keine lange Krankengeschichte haben, kann es durch starken Insulinmangel zu Bewusstseinsstörungen und lebensgefährlichem Koma kommen. Glukose gelangt ins Blut, weil der Körper Kohlenhydrate und Zucker aus Nahrungsmitteln wie Brot, Kuchen, Nudeln oder Kartoffeln verdaut und in seine kleinsten Bestandteile zerlegt. Außerdem produziert die Leber selbst Glukose. Die Zellen des Körpers brauchen die einfach gebaute Glukose als Energielieferanten. Das Hormon Insulin ist der "Türöffner" für Glukose: Insulin dockt an die Zelle an und bewirkt, dass sie Zucker aus dem Blut aufnimmt. Beim Typ-1-Diabetes zerstört in den meisten Fällen das eigene Immunsystem die Insulin produzierenden Zellen in der Bauchspeicheldrüse, oft schon früh in der Kindheit und Jugend. Deshalb fehlt dem Körper das Hormon, die Glukose gelangt nicht in die Zellen, der Blutzuckerspiegel ist ständig zu hoch. Beim Typ-2-Diabetes produzieren die Zellen der Bauchspeicheldrüsen zwar ausreichend Insulin, aber die Zellen, die Glukose brauchen und an die das Insulin andockt, reagieren nicht auf den "Türöffner". Sie sind Insulin-resistent und lassen die Glukose nicht hinein. Auch hier ist die Folge ein Anstieg der Blutzuckerwerte. Während Menschen mit Typ-1-Diabetes regelmäßig Insulin spritzen müssen, können Menschen mit Typ-2-Diabetes vor allem im Anfangsstadium den Blutzuckerspiegel schon durch eine angepasste Ernährung und viel Bewegung normalisieren. Ein weiterer bedeutender Diabetes mellitus ist der Gestationsdiabetes. Er heißt auch Schwangerschaftsdiabetes, weil er Frauen in der Schwangerschaft treffen kann. Meist klingt dieser Diabetes nach dem Ende der Schwangerschaft wieder ab.

Zuckerkrankheit

Zuckerkrankheit ist die umgangssprachliche Bezeichnung für Diabetes mellitus.

Netzhaut

Die Netzhaut (Retina) kleidet die Rückwand des Augapfels aus, auf die die Linse ein Abbild der Umwelt wirft. In der Netzhaut befinden sich lichtempfindliche Zellen, die Farben und Helligkeit des Bildes in Nervensignale umwandeln, die das Gehirn verarbeiten kann.

Alveolen

Wenn wir atmen, strömt die Luft durch den Kehlkopf hindurch und weiter in die Luftröhre. Diese gabelt sich in die zwei Hauptbronchien. Jede der Hauptbronchien verzweigt sich weiter in Bronchien und Bronchiolen. Am Ende der Bronchien und Bronchiolen befinden sich Anhäufungen von winzigen, luftgefüllten Bläschen, die Alveolen. Alveolen werden auch als Lungenbläschen bezeichnet.

Bronchitis

Bei einer Bronchitis sind die Atemwege, die sogenannten Bronchien, entzündet. Dies äußert sich gewöhnlich dadurch, dass über einen längeren Zeitraum fast täglich gehustet und Auswurf produziert wird. Eine Bronchitis kann akut, also vorübergehend, oder chronisch, also dauerhaft, sein.

COPD

COPD ist die medizinische Abkürzung für den englischen Begriff "chronic obstructive pulmonary disease". Der deutsche Fachausdruck dafür ist "chronisch obstruktive Lungenerkrankung" (chronisch = dauerhaft, obstruktiv = verengt). Bei einer COPD sind die Atemwege also dauerhaft verengt und die Lunge geschädigt. Eine COPD ist kein Asthma - beide Erkrankungen können jedoch gleichzeitig vorliegen.

Katheter

Katheter ist die medizinische Bezeichnung für dünne Röhrchen oder Schläuche, die in Körperöffnungen eingeführt werden und dort oft für längere Zeit verbleiben. Über Medikamentenkatheter lassen sich zum Beispiel Schmerz- oder Betäubungsmittel gezielt in bestimmte Körperregionen leiten. Andere Katheter dienen dazu, Flüssigkeiten aus dem Körper zu befördern.

Lungenbläschen

Wenn wir atmen, strömt die Luft durch den Kehlkopf hindurch und weiter in die Luftröhre. Diese gabelt sich in

die zwei Hauptbronchien. Jede der Hauptbronchien verzweigt sich weiter in Bronchien und Bronchiolen. Am Ende der Bronchien und Bronchiolen befinden sich Anhäufungen von winzigen, luftgefüllten Bläschen, die Alveolen. Alveolen werden auch als Lungenbläschen bezeichnet.

Immunsystem

Das Immunsystem, oft auch Abwehrsystem genannt, hat die Aufgabe, in den Körper eingedrungene Krankheitserreger sowie entartete Körperzellen (zum Beispiel Krebszellen) unschädlich zu machen. Das Immunsystem ist sehr komplex und noch nicht in allen Details verstanden. Man unterscheidet zwei Komponenten: die zelluläre Immunabwehr (zum Beispiel "Fresszellen", "Killerzellen") und die durch Moleküle (zum Beispiel "Antikörper") vermittelte Immunabwehr.

Inhalatives Insulin

Insulin zum Inhalieren besteht aus einem Trockenpulver. Das Medikament wird in einem Inhalator mithilfe von Druck zerstäubt. Der Anwender atmet das Medikament tief in die Lunge ein. Dort gelangt das Insulin in die kleinen Lungenbläschen, die von Blutgefäßen netzartig überspannt sind. Über diese Blutgefäße gelangt das inhalede Insulin in den Blutkreislauf.

Humaninsulin

Humaninsulin ist Insulin, wie es von der menschlichen Bauchspeicheldrüse produziert wird. Humaninsulin kann auch auf zwei verschiedene Arten industriell hergestellt werden: entweder mithilfe von Bakterien bzw. Hefen in gentechnischen Verfahren oder durch chemische Veränderung von Insulin aus der Bauchspeicheldrüse vom Schwein.

Insulinaloga

Ein Insulinalogon ist ein gentechnisch hergestelltes Insulin mit einer veränderten chemischen Struktur. Hierbei werden bestimmte Aminosäuren ausgetauscht. Je nachdem, welche Aminosäuren verändert sind, wirken Insulinaloga schneller und kürzer als Normalinsuline bzw. langsamer und länger als NPH-Verzögerungsinsuline.

Insulin

Das Hormon Insulin wird in bestimmten Zellen der Bauchspeicheldrüse, den so genannten Betazellen, gebildet. Die Bauchspeicheldrüse setzt mehr Insulin frei, wenn wir Kohlenhydrate mit der Nahrung aufnehmen. Insulin führt dazu, dass die Blutglukose (Blutzucker) von der Leber oder den Muskeln aufgenommen, verwertet oder gespeichert wird. Außerdem fördert Insulin die Produktion von Eiweiß, fördert das Wachstum und reguliert den Fettstoffwechsel.

Inhalator

Ein Inhalator ist ein Gerät, mit dem man Medikamente einatmet und über die Lunge aufnimmt. Der Wirkstoff liegt häufig in Pulverform vor, wird im Inhalator fein zerstäubt und über ein Mundstück eingeatmet. Über die Bronchien gelangt der Wirkstoff in die kleinen Lungenbläschen (Alveolen), wo er in das Blut aufgenommen wird. Mit Inhalatoren können Menschen mit Asthma, Bronchitis oder anderen Erkrankungen der Atemwege ihre Beschwerden behandeln.

Insulinpumpen

Eine Insulinpumpe ist ein Gerät, das etwa so groß ist wie ein Mobiltelefon oder eine Zigarettenschachtel. Die Insulinpumpe trägt der Anwender außen am Körper. Im Gerät befindet sich ein Insulinreservoir, das durch einen dünnen Schlauch (Katheter) mit einer Nadel verbunden ist. Der Anwender führt die dünne Nadel in das Unterhautfettgewebe ein. Das Gerät versorgt den Körper dann rund um die Uhr mit Insulin. Die Technik wird deshalb "kontinuierliche subkutane Insulininfusion" genannt. Auf Englisch heißt dies "continuous subcutaneous insulin infusion", die Abkürzung dafür lautet CSII. Die Insulinampulle der Pumpe kann schnellwirkendes Normalinsulin oder Insulinanaloge enthalten. Die Pumpe gibt regelmäßig eine vorprogrammierte Menge an Insulin ab, die über den Schlauch in das Unterhautfettgewebe und in die Blutgefäße gelangt (Basalrate). Zusätzlich zu jeder Mahlzeit drückt der Anwender auf einen Knopf der Pumpe und erhält zusätzliches Insulin (Bolus). Der Anwender bestimmt, wie viel Insulin er sich zuführt. Die Menge hängt davon ab, wie viel er isst und wie hoch sein Blutzuckerspiegel ist. Nach ein bis drei Tagen werden üblicherweise Nadel und Katheter gewechselt.

subkutan

Der Begriff kommt aus dem Lateinischen und bedeutet "unter der Haut". In der Medizin wird subkutan häufig mit

den Buchstaben "s. c." abgekürzt. Menschen mit Diabetes spritzen sich das Insulin in das subkutane Gewebe (Unterhaut). Von dort wird es in die Blutgefäße aufgenommen.

Schweine-Insulin

Schweine- oder Rinder-Insulin wird aus der Bauchspeicheldrüse von Schweinen oder Rindern gewonnen. Schweine-Insulin unterscheidet sich vom menschlichen Humaninsulin chemisch durch einen Eiweißbaustein (Aminosäure). Rinder-Insulin hat drei andere Aminosäuren als Humaninsulin.

Unterzuckerung

Bei einer Unterzuckerung liegt der Blutzuckerspiegel unter 60 mg/dl (3,3 mmol/l). Der medizinische Begriff ist Hypoglykämie. Menschen mit einer Unterzuckerung sind blass, haben einen schnellen Puls, sind kaltschweißig, zittern und können sich schlecht konzentrieren. Einige haben Kopfschmerzen oder sind verwirrt. Bei sehr niedrigem Blutzucker kann das Bewusstsein beeinträchtigt sein. Dies bezeichnet man als schwere Hypoglykämie.

Spritz-Ess-Abstand

Der Spritz-Ess-Abstand ist der Zeitraum zwischen der Injektion des Insulins und dem Beginn des Essens.

HbA1c

HbA1c ist ein Teil des roten Blutfarbstoffs (Hämoglobin), an dem Glukosemoleküle (Blutzucker) chemisch anhaften können. Jeder gesunde Mensch hat eine bestimmte Menge von "verzuckertem" rotem Blutfarbstoff. Der Anteil von HbA1c beträgt normalerweise bis zu 6 Prozent. Die Höhe des HbA1c ist ein Zeichen dafür, wie gut der Blutzucker bei Diabetes eingestellt ist: Der HbA1c-Wert gibt an, wie hoch der Blutzucker in den letzten drei Monaten im Durchschnitt war und ob die Behandlung zufriedenstellend war oder ob sie verändert werden sollte.

Verzögerungsinsulin

Verzögerungsinsulin, zum Beispiel NPH-Insulin, ist ein Insulin, das langsam vom Unterhautfettgewebe in das Blut gelangt und zur Wirkung kommt. Verzögerungsinsulin wird auch als Basalinsulin bezeichnet, das den Grundbedarf an Insulin abdecken soll.

Bauchspeicheldrüse

Die Bauchspeicheldrüse ist ein etwa 12 bis 18 cm langes Organ und liegt unterhalb des Magens quer im Oberbauch. Sie produziert einen Verdauungssaft mit Verdauungsenzymen, der durch einen Gang im Inneren der Bauchspeicheldrüse in den Darm fließt. Dort helfen die Enzyme bei der Verdauung zum Beispiel von Fett. Weiterhin liegen in der Bauchspeicheldrüse die Langerhans'schen Inseln mit verschiedenen Zellen, die Hormone für den Stoffwechsel produzieren. Die Hormone werden nicht wie die Verdauungsenzyme in den Darm, sondern in das Blut abgegeben. In den Alphazellen entsteht das Glukagon, in den Betazellen das Insulin und in den Deltazellen das Somatostatin. Diese sind die drei wichtigsten Hormone für die Regulierung des Glukosestoffwechsels.

paVk

Bei der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit, kurz paVk genannt, sind die großen Blutgefäße meist im Becken und den Beinen verengt. Dadurch ist die Durchblutung gestört und verursacht Beschwerden, zum Beispiel in Form von Schmerzen beim Laufen von kurzen Strecken oder aber in Ruhestellung. Auch schlecht heilende Wunden oder Amputationen können Folgen einer paVk sein. Ursachen für eine paVk sind unter anderem Rauchen, unbehandelter Bluthochdruck, hohe Blutfette und Diabetes mellitus.

Insulinbolus

Ein Insulinbolus ist eine Insulinmenge, die vor dem Essen gespritzt wird, zum Beispiel der Mahlzeitenbolus ("Bolus" ist das lateinische Wort für "Stoß") oder der Korrekturbolus, eine Insulinmenge, die zur sofortigen Korrektur des Blutzuckers bestimmt ist. Ein Bolus wird mit schnellwirkendem Insulin gegeben.

Basisinsulin

Ein Basisinsulin ist meistens ein langwirksames Insulin. Es soll den "basalen", das heißt den Insulingrundbedarf des Körpers abdecken. Es wird täglich ein- oder zweimal gespritzt.

Normalinsulin

Gelöstes Insulin ohne weitere Zusatzstoffe wird als Normalinsulin bezeichnet. Das Insulin wird aus der

Bauchspeicheldrüse von Schweinen oder Rindern gewonnen oder gentechnisch hergestellt. Normalinsulin wirkt innerhalb von 15 bis 20 Minuten. Nach etwa zwei Stunden ist die maximale Wirkung erreicht. Normalinsulin wirkt etwa sechs Stunden lang. Wegen der kurzen Wirkdauer wird Normalinsulin als "kurzwirksames Insulin" und wegen der rasch einsetzenden Wirkung daneben auch als "schnellwirkendes" Insulin bezeichnet.

Insulinwirkung

Insulin bindet sich auf den Körperzellen an einen Rezeptor. Diese Bindung verursacht in der Zelle verschiedene biochemische Reaktionen. Diese Reaktionen führen dazu, dass die Blutglukose in die Zellen aufgenommen und verwertet werden kann.

Hyperglykämie

Bei einer Überzuckerung ist der Glukosespiegel im Blut über 200 mg/dl (11,1 mmol/l) angestiegen. Der medizinische Begriff ist Hyperglykämie.

Hypoglykämie

Bei einer Unterzuckerung liegt der Blutzuckerspiegel unter 60 mg/dl (3,3 mmol/l). Der medizinische Begriff ist Hypoglykämie. Menschen mit einer Unterzuckerung sind blass, haben einen schnellen Puls, sind kaltschweißig, zittern und können sich schlecht konzentrieren. Einige haben Kopfschmerzen oder sind verwirrt. Bei sehr niedrigem Blutzucker kann das Bewusstsein beeinträchtigt sein. Dies bezeichnet man als schwere Hypoglykämie.

Rinder-Insulin

Schweine- oder Rinder-Insulin wird aus der Bauchspeicheldrüse von Schweinen oder Rindern gewonnen. Schweine-Insulin unterscheidet sich vom menschlichen Humaninsulin chemisch durch einen Eiweißbaustein (Aminosäure). Rinder-Insulin hat drei andere Aminosäuren als Humaninsulin.

Insulinanalogon

Ein Insulinanalogon ist ein gentechnisch hergestelltes Insulin mit einer veränderten chemischen Struktur. Hierbei werden bestimmte Aminosäuren ausgetauscht. Je nachdem, welche Aminosäuren verändert sind, wirken Insulinanaloge schneller und kürzer als Normalinsuline bzw. langsamer und länger als NPH-Verzögerungsinsuline.

Insulinpens

"Pen" ist Englisch und bedeutet "Stift". Insulin-Pens sind so genannte Injektionshilfen: An einem Dosierknopf wird die gewünschte Insulinmenge eingestellt. Wie beim Spritzen von Insulin wird die Nadel des "Stiftes" in das Unterhautgewebe eingestochen. Durch einen Knopfdruck wird das Insulin abgegeben. Es gibt nachfüllbare Pens, bei denen das Insulin wie bei einem Füllfederhalter in einer Patrone eingelegt wird, und Fertig-Pens, die nach Gebrauch weggeworfen werden. Insulin-Pens sehen häufig aus wie "normale" Stifte oder Füllfederhalter und fallen daher im Alltag kaum auf. Die Nadeln der Insulin-Pens sind sehr dünn und so scharf geschliffen, dass man den Einstich kaum spürt.

NPH

NPH-Insulin ist das gebräuchlichste Verzögerungsinsulin. Dem Insulin wird ein bestimmtes Eiweiß (NPH = Neutral-Protamin-Hagedorn) beigemischt. Dadurch wird das gespritzte Insulin langsamer aus der Unterhaut vom Körper aufgenommen.

periphere arterielle Verschlusskrankheit

Bei der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit, kurz paVk genannt, sind die großen Blutgefäße meist im Becken und den Beinen verengt. Dadurch ist die Durchblutung gestört und verursacht Beschwerden, zum Beispiel in Form von Schmerzen beim Laufen von kurzen Strecken oder aber in Ruhestellung. Auch schlecht heilende Wunden oder Amputationen können Folgen einer paVk sein. Ursachen für eine paVk sind unter anderem Rauchen, unbehandelter Bluthochdruck, hohe Blutfette und Diabetes mellitus.

Überzuckerung

Bei einer Überzuckerung ist der Glukosespiegel im Blut über 200 mg/dl (11,1 mmol/l) angestiegen. Der medizinische Begriff ist Hyperglykämie.

Blutkörperchen

Blutzellen (mikroskopisch kleine Strukturen im Blut), die entweder Sauerstoff durch den Körper transportieren (rote Blutkörperchen) oder Krankheitserreger erkennen und bekämpfen (weiße Blutkörperchen).

Entzündung

(Abwehr-)Reaktion des Körpers auf eine Verletzung, Reizung oder Infektion. Um den Körper zu schützen, wird die betroffene Körperstelle stärker durchblutet. Dadurch fühlt sie sich wärmer an, schwillt an, rötet sich und wird meist empfindlich. Sind Schleimhäute entzündet, sondern sie zudem mehr Flüssigkeit ab als sonst. Dies hilft, eingedrungene Keime auszuschwemmen.

Stoffwechselerkrankung

Alle Vorgänge im menschlichen Körper beruhen letztlich auf chemischen Reaktionen, bei denen Stoffe auf-, ab- oder umgebaut werden. Die Gesamtheit dieser Reaktionen nennt man Stoffwechsel. Der Stoffwechsel sorgt beispielsweise dafür, dass der Körper ausreichend mit Energie versorgt wird, und er hält so die Körperfunktionen aufrecht. Von einer Stoffwechselerkrankung oder Stoffwechselstörung spricht man, wenn der gesamte Stoffwechsel oder Teilbereiche nicht mehr richtig funktionieren. Die Ursache ist meistens, dass für den Stoffwechsel wichtige Enzyme oder Hormone fehlen. Dies ist beispielsweise bei Typ-1-Diabetes der Fall, bei dem es an dem Hormon Insulin mangelt. Dadurch gerät der gesamte Zuckerstoffwechsel aus dem Gleichgewicht. Andere Beispiele sind Gicht, bei der der Harnsäurestoffwechsel gestört ist, und eine Schilddrüsenunterfunktion, bei der es an lebenswichtigen Schilddrüsenhormonen mangelt. Stoffwechselstörungen können angeboren sein oder sich erst später im Leben entwickeln.

Resistenz

Von einer Resistenz oder Widerstandsfähigkeit wird in der Medizin gesprochen, wenn ein Organismus zum Beispiel vor Viren oder Giften geschützt ist. Beim Menschen gibt es Resistenzen, die den Körper vor Infektionen schützen. Aber auch Krankheitserreger selbst können Resistenzen entwickeln. Zum Beispiel können Bakterien gegen Antibiotika resistent werden; diese Mittel wirken dann weniger gut oder gar nicht mehr gegen diese resistenten Bakterien.

Neuropathie

„Neuropathie“ (griechisch) bedeutet übersetzt „Nervenerkrankung“. Dabei sind Nervenbahnen des Körpers geschädigt. Menschen mit Neuropathie können Missempfindungen, Schmerzen, Lähmungserscheinungen sowie Kreislauf- oder Verdauungsbeschwerden haben. Eine Neuropathie ist oft Folge einer anderen Erkrankung,

zum Beispiel einer Autoimmunerkrankung, einer Entzündung oder eines Diabetes. Aber auch akute Vergiftungen, Verletzungen oder Unfälle können zu einer Neuropathie führen.

Diagnose

Mit dem Begriff Diagnose (von „diagnosi“, griechisch: Erkenntnis, Urteil) ist das Feststellen und Benennen einer Erkrankung gemeint. Die Diagnose sollte unter anderem anhand der Vorgeschichte, der vorhandenen Beschwerden und der Untersuchungsergebnisse gestellt werden. Zu den Untersuchungen gehören sowohl eine eingehende körperliche Untersuchung als auch beispielsweise die Bestimmung von Blutwerten oder apparative Untersuchungen wie Ultraschall oder Röntgen.

Therapie

Als Therapie (von „therapeia“, griechisch: Pflege, Heilung) wird in der Medizin die Behandlung von Krankheiten, einzelnen Beschwerden oder Verletzungen bezeichnet. Genauer sind damit die einzelnen Maßnahmen zur Behandlung einer Erkrankung gemeint. Diese Maßnahmen umfassen beispielsweise eine Änderung der Ernährungsweise, die Einnahme von Medikamenten, Operationen oder Krankengymnastik. Das Ziel einer Therapie ist Heilung oder zumindest eine Verbesserung der Beschwerden.

Quellen

- [1] Banting FG, Best CH, Collip JB, Campbell WR, Fletcher AA. Pancreatic extracts in the treatment of diabetes mellitus. *CMAJ* 1922; 12: 141–146.
(http://www.jameslindlibrary.org/trial_records/20th_Century/1920s/banting/banting_whole_1.html)
- [2] Rafuse J. Seventy-five years later, insulin remains Canada's major medical-research coup. *CMAJ* 1996; 155: 1306–1308.
(Zusammenfassung auf PubMed <http://www.pubmedcentral.gov/pagerender.fcgi?artid=1335078&pageindex=1>)
- [3] World Health Organization. Interview with Dr. CH Best. The discoverers. *Bulletin of the World Health Organization* 1971; : .
(<http://www.newtecumseth.library.on.ca/banting/database/000023a.html>)
- [4] Berger M Hrsg. *Diabetes mellitus*. München: Urban & Fischer. 2000.
- [5] Krichbaum K, Aarestad V, Bueth M. Exploring the connection between self-efficacy and effective diabetes self-management. *Diabetes Educ* 2003; 29(4): 653–62.
(Kurztext <http://tde.sagepub.com/cgi/content/abstract/29/4/653>)
- [6] Sarkar U, Fisher L, Schillinger. Is self-efficacy associated with diabetes self-management across race/ethnicity and health literacy?. *Diabetes Care* 2006; 29: 823–829.
(Zusammenfassung auf PubMed http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=16567822&dopt=Abstrac)
- [7] Bradley C, Speight J. Patient perceptions of diabetes and diabetes therapy: assessing quality of life. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews* 2002; 18(S3): S64–S69.
(Zusammenfassung auf PubMed http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=12324988&dopt=Abstrac)
- [8] Scollan-Koliopolous M, O'Connell KA, Walker EA. The first diabetes educator is the family: using illness representation to recognize a multigenerational legacy of diabetes. *Clin Nurse Spec* 2005; 19: 302–307.
(Zusammenfassung auf PubMed http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=16294056&dopt=Abstrac)
- [9] Danne T, Mortensen HB, Hougaard P, Lynngaard H et al. Persistent differences among centers over 3 years in glycemic control and hypoglycemia in a study of 3,805 children and adolescents with type 1 diabetes from the Hvidøre Study Group. *Diabetes Care* 2001; 24: 1342–1347.
(<http://care.diabetesjournals.org/cgi/reprint/24/8/1342>)
- [10] Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen. Gutachten 2000/2001: Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit. 2001; 14/6871: 40.
- [11] Rubin RR, Peyrot M, Siminerio LM on behalf of the International DAWN Advisory Panel. Health care and patient-reported outcomes: Results of the cross-national Diabetes Attitudes, Wishes and Needs (DAWN) study. *Diabetes Care* 2006; 29: 1249–1255.
(Zusammenfassung auf PubMed http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=16732004&dopt=Abstrac)
- [12] International DAWN Advisory Panel, Peyrot M, Rubin RR, Lauritzen T, Skovlund SE et al. Patient and provider perceptions of care for diabetes: results of the cross-national DAWN Study. *Diabetologia* 2006; 49: 279–88.
(Zusammenfassung auf PubMed http://www.dawnstudy.com/documents/article_page/document/References.asp)

- [13] Cramer JE. A systematic review of adherence with medications for diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27: 1218–1224.
(<http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/abstract/27/5/1218>)
- [14] Vermeire E, Wens J, Van Royen P, Biot Y, Hearnshaw H, Lindenmeyer A. Interventions for improving adherence to treatment recommendations in people with type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005, 2. (Cochrane Datenbank <http://www.cochrane.org/reviews/en/ab003638.html>)
- [15] Richter B et al. Cochrane Metabolic and Endocrine Disorders Group. *The Cochrane Library* 2006, 2.
- [16] World Health Organisation (WHO). *Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications*. Geneva: World Health Organization. 1999.
(Kurztext http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/WHO_NCD_NCS_99.2.pdf)
- [17] The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *NEJM* 1993; 329: 977–986.
(Zusammenfassung auf PubMed
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=8366922&query_hl=1&itd)
- [18] The Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications (DCCT/EDIC) Study Research Group. Intensive diabetes treatment and cardiovascular disease in patients with Type 1 Diabetes. *NEJM* 2005; 353: 2643–2653.
(<http://content.nejm.org/cgi/content/short/353/25/2643>)
- [19] Mühlhauser I, Overmann H, Bender R, Bott U, Berger M. Risk factors of severe hypoglycaemia in adult patients with Type 1 diabetes – a prospective population based study. *Diabetologia* 1998; 41: 1274–1282.
(Zusammenfassung auf PubMed
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=9833933&query_hl=1&itd)
- [20] Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG). *Kurzwirksame Insulinanaloga zur Behandlung des Diabetes Mellitus Typ 2. Abschlussbericht A05-04. Version 1.0*. Köln: IQWiG. 2005.
(Kurztext <http://www.iqwig.de/index.download.bf3c2e8f2a7a7c08e98e68ac454f0b0a.pdf>)
- [21] Dimitriadis GD, Gerich JE. Importance of timing of preprandial subcutaneous insulin administration in the management of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1983; 6: 374–377.
(Zusammenfassung auf PubMed
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=6352210&dopt=Abstract)
- [22] Lean MEJ, Ng LL, Tennison BR. Interval between insulin injection and eating in relation to blood glucose control in adult diabetics. *BMJ* 1985; 290: 105–108.
(Kurztext <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1415461>)
- [23] Heinemann L, Starke AAR, Hohmann A, Berger M. Timing between the subcutaneous administration of insulin and consumption of a carbohydrate rich meal. *Hormon Metab Res Suppl* 1992; 26: 137–139.
(Zusammenfassung auf PubMed
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=1490682&query_hl=1&itd)
- [24] Scheen AJ, Letiexhe MR, Lefebvre PJ. Minimal influence of the time interval between injection of regular insulin and food intake on blood glucose control of type 1 diabetic patients on a basal-bolus insulin scheme. *Diabetes Metab* 1999; 25:

157–162.

(Zusammenfassung auf PubMed)

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=10443327&dopt=Abstract)

[25] Overmann H, Heinemann L. Injection-meal interval: recommendations of diabetologists and how patients handle it. *Diabetes Res Clin Pract* 1999; 43: 137–142.

(Zusammenfassung auf PubMed)

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=10221666&dopt=Abstract)

[26] Richter B, Neises G. ‚Human‘ insulin versus animal insulin in people with diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005, 1.

(Cochrane Datenbank <http://www.mrw.interscience.wiley.com/cochrane/clsystrev/articles/CD003816/frame.html>)

[27] Warren E, Weatherley-Jones E, Chilcott J, Beverley C. Systematic review and economic evaluation of a long-acting insulin analogue, insulin glargine. *Health Tech Assess* 2004; 8(45): .

(Kurztext <http://www.hta.ac.uk/execsumm/summ845.htm>)

[28] Siebenhofer A, Plank J, Berghold A, Jeitler K, et al. Short acting insulin analogues versus regular human insulin in patients with diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, 2.

(Cochrane Datenbank <http://www.mrw.interscience.wiley.com/cochrane/clsystrev/articles/CD003287/frame.html>)

[29] Bode B, Shelmet J, Gooch B, Hassman DR, Liang J, Smedegaard JK, et al. Patient perception and use of an insulin injector/glucose monitor combined device. *Diabetes Educ* 2004; 30: 301–309.

[30] Polonsky WH. Emotional and quality-of-life aspects of diabetes management. *Curr Diab Rep* 2002; 2: 153–159.

(Zusammenfassung auf PubMed)

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=12643134&dopt=Abstract)

[31] The Canadian Coordinating Office for Health Technology Assessment (CCOHTA). *Insulin pen-fill formulations*. Ottawa: CCOHTA. 2004.

(Kurztext http://www.cadth.ca/media/pdf/271_No29_insulin_preassess_e.pdf)

[32] Stiftung Warentest. Die große Stichprobe. *Test* 2006; 9: 90-95.

[33] Pickup J, Mattock M, Kerry S. Glycaemic control with continuous subcutaneous insulin infusion compared with intensive insulin injections in patients with type 1 diabetes: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2002; 324: 705.

(Kurztext <http://bmj.bmjournals.com/cgi/content/full/324/7339/705>)

[34] Colquitt JL, Green C, Sidhu MK, Hartwell D, Waugh N. Clinical and cost-effectiveness of continuous subcutaneous insulin infusion for diabetes. *Health Technol Assess* 2004; 8(43): .

(Kurztext <http://www.hta.ac.uk/execsumm/summ843.htm>)

[35] Sullivan-Bolyai S, Knafelz K, Tamborlane W, Grey M. Parents' reflections on managing their children's diabetes with insulin pumps. *J Nurs Scholarsh* 2004; 36: 316–323.

(Zusammenfassung auf PubMed)

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=15636411&query_hl=7&it

[36] Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG). *Inhalatives Insulin (Exubera)*. Rapid Report A05-22. Version 1.0. Köln: IQWiG. 2006.

(Kurztext <http://www.iqwig.de/index.download.54c4d658bd2f42012b2536a92e9ca73f.pdf>)

Das Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG)

Dem Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) obliegt von Gesetzes wegen die wissenschaftliche Bewertung des Nutzens, der Qualität und der Wirtschaftlichkeit von medizinischen Leistungen. Dazu gehören auch die Nutzenbewertung von Arzneimitteln sowie die Herausgabe von Gesundheitsinformationen für Bürger und Patienten.

Wissenschaftliche Basis dieser Gesundheitsinformation

Unsere Informationen basieren primär auf so genannten systematischen Übersichten. Um ein objektives Bild über eine medizinische Maßnahme zu erhalten, ist eine systematische Übersicht notwendig. Hierzu werden zunächst die relevanten Fragestellungen formuliert. Zu diesen Fragen werden Forscher dann alle Studien zu diesem Thema suchen und auswerten.

Eine Liste der berücksichtigten wissenschaftlichen Literatur dieser Gesundheitsinformation finden Sie unter www.gesundheitsinformation.de.

Hinweis für die Nutzer:

Diese Gesundheitsinformationen wurden vom Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) erstellt und veröffentlicht. Sie basieren auf der Bewertung der zum Zeitpunkt der Erstellung verfügbaren wissenschaftlichen Literatur und anderer Informationsquellen.

Gesundheitsinformationen des IQWiG werden ausschließlich für Patienten in Deutschland zur Verfügung gestellt. Die Informationen sollten nicht für die Erstellung eigenständiger Diagnosen verwendet werden, da sie eine Beratung zwischen Ärztin/Arzt und Patientin/Patient nicht ersetzen können und nicht ersetzen sollen.