



VDBD-Leitfaden

Die Injektion bei Diabetes mellitus



1. Auflage, Mai 2011

Verantwortlich für den Inhalt:

Birgit Cureu, Diabetesberaterin DDG
Evelyn Drobinski, Diabetesberaterin DDG
Dr. Jutta Liersch, Dipl. Oekotrophologin
Elisabeth Schnellbächer, Diabetesberaterin DDG
Harald Stäblein, Diabetesberater DDG

Kontakt:

VDBD-Geschäftsstelle
Am Eisenwald 16
66385 St. Ingbert
eMail: info@vdbd.de
Internet: www.vdbd.de



Wir danken der Firma Becton Dickinson GmbH
für ihre freundliche Unterstützung

Vorwort

Im Alltag unserer Diabetesberatung oder in der Diabetes-Sprechstunde werden wir bei fast jedem Insulin spritzenden Patienten mit unerklärlichen Blutzuckerschwankungen konfrontiert, die weder dem Patienten noch uns nachvollziehbar sind. Einer Vielzahl solcher Blutzucker-Exkursionen liegen Fehler in der Injektionstechnik oder ungleichmäßige Aufnahme des Insulins aus dem Fettgewebe zugrunde. Verwundert nimmt man zur Kenntnis, dass erst Ende der 1990er Jahre systematische Studien zu diesem therapeutisch überaus wichtigen Problem unternommen wurden, und nur zaghaft Leitfäden zur Injektionstechnik erschienen.

Bis heute werden die Probleme und Fallstricke beim Insulinspritzen weit unterschätzt und oft sträflich vernachlässigt. Allein schon die Tatsache, dass die überwiegende Mehrheit der Patienten mit Typ 1 Diabetes einzelne der lebenswichtigen Injektionen regelmäßig, z. T. bewusst, weglässt, muss uns aufhorchen lassen. Gerade die jüngeren, aber auch die älteren Patienten sind hier besonders anfällig. Auch sehen wir dank unserer wirkungsvollen Therapien immer mehr Patienten, die schon seit Jahrzehnten Insulin spritzen. Dies führt oft zu schwersten Veränderungen im Fettgewebe und entsprechenden Problemen bei der Insulinkinetik. Die Bestimmung geeigneter Spritzstellen und die Optimierung der Spritztechnik stehen hier im Mittelpunkt unserer Bemühungen.

Zahlreiche Versuche mit alternativen Applikationsformen des Insulins sind hoffnungsvoll und mit großer Medienaufmerksamkeit eingeführt worden. Aber nicht nur die Jet-Injektion, die Insulin nach der Methode der alten Grippe-Impfpistole unter die Haut geschossen hat, sondern auch die mit viel Hoffnungen überfrachtete inhalative Applikation des Insulins, ist letztendlich von den Patienten nicht angenommen worden, oder musste wegen folgenswerer Nebenwirkungen beendet werden. Die orale Verabreichung von Insulin wird noch über viele Jahre ein Wunschtraum bleiben.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen kann man dem Autorenteam des vorliegenden „Leitfaden zur Injektion bei Diabetes mellitus“ dankbar sein für die Erstellung dieses für die tägliche Praxis überaus wichtigen und hilfreichen Werkes. Durch eine Optimierung der Injektion kann zahlreichen Patienten mehr geholfen werden, als durch anderweitige Therapieumstellungen. Manchmal ist es auch nur die Inspektion und Untersuchung der Lieblings-Injektionsstellen der Patienten, und die darauf folgende Umstellung im Injektionsverhalten, was bei einem bisher frustranen Therapieverlauf die Wende zum Positiven einleiten kann. Besonders wichtige Ausführungen liefert

der Leitfaden im Hinblick auf die vielgestaltigen psychologischen Barrieren bei der Injektion. Hier bewährt sich auch der neue Trend zu besonders kurzen und wenig traumatischen Nadeln, welcher ebenso im Leitfaden ausführlich bearbeitet wird.

Ich bin überzeugt, dass der wertvolle und nützliche „Leitfaden zur Injektion bei Diabetes mellitus“ uns im täglichen Alltag unterstützen kann, und den zahlreichen Insulin spritzenden Diabetes-Patienten zu besseren Blutzuckerwerten und höherer Lebensqualität verhelfen wird.

Dr. Andreas Liebl

Diabetes- und Stoffwechselzentrum
an der Fachklinik Bad Heilbrunn,
im Mai 2011

INHALT

Vorwort	4, 5
Ziel	8
Einführung	9
Methoden	10, 11
Neuer Leitfaden zur Injektion	
1. Rolle der medizinischen Fachkraft	13
2. Psychologische Barrieren bei Injektionen	14
2.1. Kinder	14, 15
2.2. Jugendliche	16
2.3. Erwachsene	17
3. Schulung	18, 19
4. Auswahl und Pflege der Injektionsstelle	20, 21
5. Insulin lagern und resuspendieren (aufmischen)	22
6. Injektionsvorgang	23, 24
7. Richtige Anwendung von Pens	25
8. Richtige Anwendung von Spritzen	26
9. Humaninsuline	27
10. Insulinanaloge und GLP-1-Wirkstoffe	28
11. Nadellänge	29
11.1. Kinder und Jugendliche	30, 31
11.2. Erwachsene	32, 33
12. Bildung einer Hautfalte	34, 35
13. Geriatrie	36
14. Injektion durch Pflegepersonal	37
15. Sicherheits-Nadeln	38
16. Lipodystrophie	39
16.1. Lipoatrophie	39
16.2. Lipohypertrophie	40, 41
17. Wechsel der Injektionsstellen (Rotation)	42, 43
18. Blutungen und Blutergüsse	44
19. Entsorgung des Injektionsmaterials	45
Offene Fragen	46
Kernaussagen des Leitfadens	47, 48
Allgemeines	49
Literatur	50 – 57

Ziel

Injektionen, die sich der Mensch mit Diabetes selbst verabreicht oder durch Angehörige oder Pflegekräfte verabreicht bekommt, sind für seine Behandlung von entscheidender Bedeutung. Die richtige Injektionstechnik ist ausschlaggebend zur Vermeidung von intramuskulären Injektionen, der Gewährleistung der richtigen Abgabe des Insulins in das subkutane Gewebe und damit der zeitgerechten Insulinfreisetzung sowie der Vermeidung von verbreiteten Komplikationen wie Lipodystrophien.

Bislang sind in Europa nur wenige formale Leitfäden veröffentlicht worden, die bewährtes Wissen zur Insulininjektion im Sinne von „Best Practice“ zusammenfassen. Ein Expertengremium hat nun an Hand europäischer Empfehlungen für Deutschland einen Leitfaden auf der Basis wissenschaftlicher Evidenz erstellt.

Einführung

Dieser Leitfaden enthält die aktuellsten Empfehlungen zur Injektion bei Menschen mit Diabetes, die auf den neuesten Studien und Publikationen in diesem Bereich basieren. Während in der Vergangenheit viel Augenmerk auf die pharmakokinetischen und pharmakodynamischen Eigenschaften von Diabetes-Therapien gelegt wurde, widmete man verhältnismäßig wenig Aufmerksamkeit der Art und Weise wie diese Substanzen verabreicht werden sollten, um eine komfortable und stets subkutane Applikation der Medikamente zu erreichen. Gerade die richtige Injektionstechnik ist mit entscheidend für eine optimale Einstellung des Blutzuckers.

Die Arbeiten zur Erstellung internationaler „Guidelines“ begannen mit dem Second Injection Technique Questionnaire (Strauss 2010-1). Über acht Monate, von September 2008 bis Juni 2009, nahmen über 4300 Menschen mit Typ 1 und insulinbehandeltem Typ 2 Diabetes in 171 Zentren und aus 16 Ländern an der Untersuchung teil. Die Ergebnisse der Umfrage und ein erster Entwurf der neuen Empfehlungen wurden auf dem Third Injection Technique Workshop in Athen (TITAN) im September 2009 vorgestellt. 127 teilnehmende Ärzte, Diabetesberater, Pädagogen und Psychologen aus 27 Ländern diskutierten den Entwurf. Die daraus resultierenden internationalen Empfehlungen (Strauss 2010-2) wurden bereits in einigen europäischen Ländern (First UK Injection Technique Recommendations 2010, BVVDE 2011) in nationale Leitfäden umgesetzt.

Die internationalen Empfehlungen sind auch Basis des nun vorliegenden, von einer Arbeitsgruppe des VDBD entwickelten Leitfadens für Deutschland.

Methoden

Der vorliegende Leitfaden basiert auf der Analyse und Überprüfung aller begutachteten Studien und Publikationen, die sich mit dem Thema der Injektion bei Diabetes beschäftigen. Die Artikel wurden mit Hilfe von Pub Med, Medline und Cochrane Reviews recherchiert. Die Suche umfasste den Zeitraum von 1980 bis in die Gegenwart (Februar 2011), die Begriffe Insulin, subkutane Injektionen, Insulin-Injektionen, Injektionstechnik und Glukagon-like Peptide-1 (GLP-1) wurden als Key Words verwendet. Es wurde gezielt nach randomisierten, kontrollierten Studien im Zusammenhang mit

- subkutaner Insulininjektion
- intramuskulärer Injektion
- anatomischen Studien zur Haut und zu subkutanem Gewebe
- Studien zur Pharmakokinetik von Insulin in den üblichen Injektionsbereichen
- Studien zur Pharmakokinetik injiziert in unterschiedliche Gewebe

Ebenso wurden veröffentlichte Leitfäden und Arbeiten berücksichtigt, die sich im Sinne von Best Practice mit der Insulininjektion befassen. Von 294 überprüften Publikationen, erfüllten 157 die Kriterien der Relevanz für die Empfehlungen und waren geeignet, zitiert zu werden.

Um die Bedeutung der Empfehlungen einzustufen, wurde die folgende Skala verwendet:

- A. = dringend empfohlen
- B. = empfohlen
- C. = noch nicht geklärt

Um die wissenschaftliche Belegbarkeit einzustufen, benutzen wir folgende Skala:

- 1. = Es liegt mindestens eine randomisierte, kontrollierte Studie vor
- 2. = Es liegt mindestens eine nicht randomisierte (oder nicht kontrollierte oder epidemiologische) Studie vor
- 3. = Konsenz von Expertenmeinungen basierend auf umfangreichen Erfahrungen mit Menschen mit Diabetes

Jede der neuen Empfehlungen ist mit einem Code aus Großbuchstabe und Ziffer versehen (z. B. A2). Der Großbuchstabe gibt an, welche Bedeutung die Empfehlung in der täglichen Praxis haben sollte; die Ziffer gibt an, wie gut diese Empfehlung von der medizinischen Fachliteratur gestützt wird. Die wichtigsten Veröffentlichungen, auf denen die Empfehlung basiert, werden mit Quellenangaben angeführt.

Es gibt vergleichsweise wenige randomisierte klinische Studien im Bereich der Injektionstechnik (z. B. im Vergleich zu Studien zur Kontrolle des Blutdrucks), so dass Urteile wie „dringend empfohlen“ versus „empfohlen“ auf einer Kombination aus der Gewichtung der klinischen Evidenz, der Auswirkung auf die Therapie des Menschen mit Diabetes und der Beurteilung durch die Expertengruppe basieren. Für jedes Thema gibt es zunächst eine Einführung sowie einen Abschnitt mit Hintergrundinformationen, gefolgt von den eigentlichen Empfehlungen im hellgrünen Feld.

Diese gelten für die überwiegende Mehrheit der injizierenden Menschen mit Diabetes, es gibt aber unweigerlich individuelle Ausnahmen, bei denen diese Regeln angepasst werden müssen.

Neuer Leitfaden zur Injektion

1. Rolle der medizinischen Fachkraft

Gegenwärtig gibt es zwei Kategorien von injizierbaren Substanzen in der Diabetes-Therapie: Insulin und GLP-1 [Baron 2002, Birkebaek 2008, De Meijer 1990]. Das medizinische Personal (insbesondere diabetologisch ausgebildete Fachkräfte wie DiabetesberaterInnen, etc.) spielt eine entscheidende Rolle für die optimale Anwendung dieser Wirkstoffe. Die richtige Injektionstechnik mit der Verminderung von Schwankungen bei der Insulinresorption und der Erzielung einer optimalen Arzneimittelwirkung ist für ein gutes Diabetesmanagement entscheidend [Baron 2002, De Meijer 1990, Frid 1988, Frid 1993, Hildebrandt 1991-1, Johansson 2005, Vaag 1990-1].

Hauptaufgabe der medizinischen Fachkraft ist es, den Menschen mit Diabetes (und ggf. deren betreuenden Personen) die richtige Injektionstechnik zu zeigen und auf die möglichen psychologischen Barrieren einzugehen, die diese bei der Injektion überwinden müssen, insbesondere zu Beginn einer solchen Therapie.

Medizinische Fachkräfte müssen

- sich mit der Anatomie der Injektionsstellen auskennen, um Menschen mit Diabetes zu zeigen, wie sie intramuskuläre Injektionen vermeiden.
- sicherstellen, dass die Injektionen immer in das subkutane Gewebe erfolgen, ohne dass es zu Undichtigkeiten am Pen, Rückfluss von Insulin aus der Einstichstelle oder anderen Komplikationen kommt.
- Kenntnis von der Wirkweise der verschiedenen Substanzen in den unterschiedlichen Injektionsarealen haben.

2. Psychische Barrieren bei der Injektionsgabe

2.1 Kinder

Die Insulintherapie kann zu Beginn bei Kindern und Eltern Ängste auslösen, die durch eigene negative Erfahrungen mit Injektionen bedingt sind und durch allgemeine gesellschaftliche Vorurteile verstärkt werden [Chantelau 1991]. Bei jüngeren Kindern (bis zum ca. 6. Lebensjahr) haben Eltern und selbst medizinische Fachkräfte oft die Befürchtung, dem Kind Schmerzen zu bereiten. Dabei besteht die Gefahr, dass diese Ängste auf das Kind übertragen werden. Solche Erwartungsängste wirken subjektiv oft bedrohlicher als die realen Erfahrungen mit der Injektion. Besonders für jüngere Kinder haben Eltern eine suggestive Vorbildfunktion. Daher sollten sie eigene Ängste abbauen, in dem sie unter Anleitung sich selbst z.B. eine Kochsalzlösung injizieren. Bevor Eltern ihrem Kind eine Insulininjektion verabreichen, wird durch solche Übungen und einer gezielten Injektionsschulung eine möglichst hohe Selbstsicherheit und eine geringere Ängstlichkeit erreicht. Eltern, die gut vorbereitet sind, übertragen weniger Angst auf ihre Kinder, wirken beruhigend und können dadurch den Prozess der Insulininjektion entspannen [Cocoman 2008, Karlegård 2001].

Empfehlungen

- Bei jüngeren Kindern können Ablenkungsstrategien helfen, die aber nicht als Täuschung bzw. Übertreibung empfunden werden dürfen. Solche Maßnahmen sollen nicht ad hoc sondern im Vorfeld geplant sein. Spielerische Entdeckung der Injektion und „stellvertretendes Spritzen“ von Puppen/Stofftieren können negative Affekte mindern [Cocoman 2008]. Frühe Einbeziehung von Kindern (z. B. „Hautfalte halten“) ermöglicht eine wirksame Angstkontrolle. Eine Ritualisierung des Injektionsvorganges hilft jüngeren Kindern bei ihrer Angstbewältigung [Bartus 2001]. A2
- Ängstliche Schulkinder (bis zum ca. 12. Lebensjahr) profitieren von verhaltenspsychologischen Interventionen wie Entspannungstraining und Muskelrelaxation [Cocoman 2008]. Auch eine schrittweise Desensibilisierung hilft älteren Kindern, ihre Spritzenangst zu senken [Bartus 2001]. A2
- Durch die im Vergleich zu Erwachsenen niedrige Schmerzschwelle empfinden Kinder Injektionen schneller als unangenehm. Die jeweils subjektive Schmerzempfindlichkeit soll von den medizinischen Betreuern schon im Vorfeld erfragt werden [Karlegård 2001]. Auch die allgemeine Ängstlichkeit des Kindes hat einen Einfluss auf sein Schmerzerleben. A2
- Der Einsatz von Dauerkathetern und Ports kann bei besonders ängstlichen bzw. phobischen Patienten passager erfolgen, wobei durch die damit verbundenen häufigen Hautirritationen und Tragekomplikationen die Verwendung eher eine Ausnahme ist [Burdick 2009, Hanas 1997-1, Hanas 1997-2, Hanas 2002, Zambanini 1999]. B1

2.2 Jugendliche

Viele Jugendliche (Zeitraum vom Einsetzen der Pubertät bis zum ca. 18. Lebensjahr) beschäftigt es sehr, warum gerade sie Diabetes bekamen und lebenslang Insulin spritzen müssen. Die Insulininjektion wird oft als eine Stigmatisierung empfunden und besonders vor Gleichaltrigen verheimlicht. Auch neigen Jugendliche dazu, Insulininjektionen zu vergessen oder bewusst auszulassen. Gründe dafür sind eine geringe Akzeptanz bzw. Verdrängung der Erkrankung aber auch Schmerzen [Chantelau 1991] oder Scham spielen eine Rolle. Das bewusste Auslassen der Insulingabe zum Zweck der Gewichtsreduktion (Insulin-purging) findet sich eher bei Mädchen mit Diabetes.

Empfehlungen

- Jugendliche brauchen genügend Raum, um ihre Vorbehalte und Gefühle in Zusammenhang mit der Insulininjektion auszudrücken. Ängste und Frustrationen sollen ernst genommen und nicht bagatellisiert sondern mit Verständnis und konstruktiven Lösungen aufgefangen werden.
- Es ist wichtig, dass Jugendliche erkennen, dass niemand seinen Diabetes jederzeit perfekt im Griff hat und dass gelegentliche Ausrutscher kein Anlass zu Besorgnis sind, solange sie nicht zur Gewohnheit werden.
- Maßnahmen, die das Gefühl der Selbstkompetenz und Selbstwirksamkeit erhöhen, wirken bei Jugendlichen positiv auf ihre Motivation und ihre Mitarbeit bei der Behandlung (z.B. flexible Injektionszeiten und Essenspläne für Wochenenden und Ferien).
- Wenn Injektionen gezielt zur Gewichtsreduktion ausgelassen wurden, muss dies durch Überprüfung der verordneten und tatsächlich injizierten Insulindosis und den resultierenden Blutzuckerwerten geklärt und aufgedeckt werden. Wenn nötig, muss eine psychotherapeutische Mitbehandlung erfolgen.

2.3 Erwachsene

Die psychologische Insuliresistenz (PIR; Ablehnung einer Insulintherapie durch den Menschen mit Diabetes) ist noch nicht genügend erforscht worden, obwohl dieses Phänomen klinisch zunehmend diskutiert wird [26–31]. Während eine richtige Nadelphobie (eine lähmende Angst vor Nadeln) in der Allgemeinpopulation eher selten vorkommt [Nir 2003], sind Injektions- bzw. Nadelängste bei ca. 22% der Bevölkerung zu erwarten [Wright 2009]. Dabei muss zu Beginn einer Insulinbehandlung mit einer deutlich höheren Rate von Injektionsängstlichen gerechnet werden, die im Laufe der Behandlung absinkt [Polonsky 2004, Polonsky 2005]. Allerdings können Injektionsängste auch im Verlauf der Behandlung auftreten [Cefalu 2008, Martinez 2007]. DiabetesberaterInnen und andere medizinische Fachkräfte können ängstlichen Menschen mit Diabetes in speziellen Schulungen die Injektionstechniken vermitteln. Dabei wird durch praktische und (bei besonders ängstlichen Menschen mit Diabetes) schrittweise erfolgenden Übungen eine Desensibilisierung erreicht, die durch kontinuierliche Übung verfestigt wird.

Empfehlungen

- Alle Patienten mit Typ-2 Diabetes sollen möglichst von der Diagnosestellung an über die Möglichkeiten und Vorteile einer künftigen Insulintherapie informiert werden und dass im Verlauf des Typ-2 Diabetes die Insulinbehandlung eine normale Therapieoption darstellt [Meece 2006]. A3
- Die Empfehlung hin zu einer Insulintherapie soll so erfolgen, dass die Patienten daraus keine Vorwürfe, eigenes Versagen oder eine Bedrohung ableiten könnten [Meece 2006]. A3
- Bei der Darstellung der Insulinbehandlung ist es wichtig, dass die Vorteile für die eigene Lebensqualität und den Krankheitsverlauf die Vorbehalte übertreffen und dass sowohl kurzfristige als auch längerfristige Nutzen für die Blutzuckereinstellung zu erwarten sind [Davidson 2008, Davis 2006]. A2
- Injektionshilfen wie der Pen können für alle Altersgruppen positive psychologische Aspekte enthalten, die für die Akzeptanz einer Insulintherapie vorteilhaft sind [Bärtsch 2006, Bohannon 1999, Davis 2006, Klonoff 2001]. A2

3. Schulung

Studien haben gezeigt, dass nicht alle Menschen mit Diabetes eine Schulung zur Injektionstechnik erhalten. Aber auch bei denjenigen, die an einer Schulung teilgenommen haben, wurden nicht alle essentiellen Themenbereiche abgedeckt [Cefalu 2008, Martinez 2007, Strauss 2002-1, Strauss 2010-1].

Die Bereiche beinhalten:

- den Spritzplan
- die Auswahl und den Umgang mit den eingesetzten Spritzen und Pens sowie Hilfsmitteln (z. B. Blutzuckermessgerät)
- die Auswahl, Pflege und regelmäßige Selbstkontrolle der Injektionsstellen
- die richtige Injektionstechnik (einschließlich Wechsel der Injektionsstelle, Injektionswinkel und ggf. die Bildung einer Hautfalte)
- die Information über Komplikationen im Zusammenhang mit der Injektion und wie diese zu vermeiden sind
- die optimale Nadellänge
- die Entsorgung von Pen-Nadeln

[Davidson 2008, DiMatteo 1982, Genev 1992, Heinemann 2006, Joy 2008, Klonoff 2001, Reach 2008, Seyoum 1996]

Entscheidungen zu diesen Themenbereichen sollen immer in Gesprächen getroffen werden, in denen der Mensch mit Diabetes Partner ist und die medizinische Fachkraft Wissen vermittelt und individuell berät. [DiMatteo 1982, Joy 2008]. Untersuchungen zu Gruppenschulungen haben gezeigt, dass in der Folge der HbA1c-Wert niedriger und die Compliance höher ist, wenn die medizinische Fachkraft eine formale Ausbildung als Schulungskraft (DiabetesberaterIn, DiabetesassistentIn) hat. [Loveman 2008].

Empfehlungen

- Die medizinische Fachkraft soll abklären, ob beim Menschen mit Diabetes (oder ggf. dessen Angehörigen) Ängste gegenüber der Injektion oder dem Insulin selbst bestehen. [Joy 2008, Reach 2008] A3
- Zu Beginn der Injektionstherapie soll die medizinische Fachkraft jeden der oben beschriebenen Themenbereiche besprechen und sich vergewissern, dass die vermittelten Informationen vollständig verstanden wurden. [Genev 1992] A3
- Die aktuelle Injektionspraxis soll hinterfragt und der Mensch mit Diabetes bei der Injektion beobachtet werden. Die Injektionsbereiche sollen untersucht und abgetastet werden. Dies soll möglichst bei jedem Besuch aber mindestens einmal pro Jahr erfolgen. [Heinemann 2006, Joy 2008, Seyoum 1996] A3
- Es soll ein Verfahren zum Qualitätsmanagement eingerichtet werden, um sicherzustellen, dass die richtige Injektionstechnik angewendet wird und die Ergebnisse/Anpassungen dokumentiert werden. A3

4. Auswahl und Pflege der Injektionsstelle

Bauch, Beine und Gesäß sind die bevorzugten Injektionsbereiche (Abb. 1).
[Annersten 2005, Bantle 1993, Frid 1992-1, Koivisto 1980, Vidal 2008]

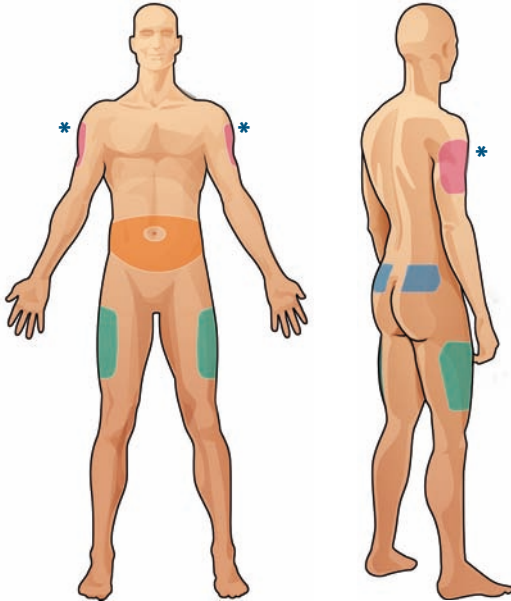


Abbildung 1. Injektionsbereiche

** Injektionen in den Oberarm: bei Erwachsenen ist eine sichere Insulininjektion in den Oberarm bei Verwendung einer kurzen Pen-Nadel (4 mm) auch ohne die Bildung einer Hautfalte möglich. Das Selbstverabreichen von Injektionen in den Oberarm soll allerdings erst nach einer Schulung erfolgen, da eine sichere, subkutane Injektion hier wegen der geringeren Stärke des Unterhautfettgewebes und der schwer zugänglichen Injektionszone nicht einfach ist.*

Eine Injektion durch die Kleidung hat zwar keinen ungünstigen Einfluss auf die Insulinwirkung [Fleming 1997], allerdings lässt sich bei dieser Praxis weder eine Hautfalte anheben noch die Injektionsstelle in Augenschein nehmen. Bei dem Stich durch die Kleidung kann die empfindliche Nadelspitze sowie die Oberflächenbeschichtung der Nadel beschädigt werden. Daher sollte die Injektion durch Kleidung grundsätzlich nicht empfohlen werden.

Empfehlungen

- Die Spritzstellen sind vor der Injektion zu überprüfen. [EADV 2008 , Danish Nurse Organization 2006] A3
- Es soll eine andere Stelle gewählt werden, wenn die ursprünglich gewählte Spritzstelle Anzeichen einer Lipodystrophie, Entzündung, Infektion oder eines Ödems aufweist. [Ariza-Andraca 1991, Chowdhury 2003, Frid 1992-2, Johansson 2005, Overland 2009, Saez-de Ibarra 1998, Young 1984] A2
- In Narben, Haarwurzeln, Muttermale und andere Hautauffälligkeiten soll nicht injiziert werden. A3
- Die Injektion soll immer mit sauberen Händen in eine saubere Injektionsstelle erfolgen. [Gorman 1993] A2
- Außer im Krankenhaus oder in Pflegeeinrichtungen ist eine Desinfektion der Injektionsstelle üblicherweise nicht erforderlich. [EADV 2008, DGKH 2010, Le Floch 1998, McCarthy 1993, Swahn 1982] B2

5. Insulin lagern und resuspendieren (aufmischen)

Die meisten Daten zur Lagerung von Insulin stammen von den Herstellern der Insuline, während nur wenige unabhängige Studien verfügbar sind. Studien [Brown 2004, Jehle 1999, Kaiser 2010, King 2003, Nath 2002, Springs 1999] haben das bislang unterschätzte Problem von unzureichend aufgemischtem NPH-Insulin verdeutlicht. Einige langwirkende Insuline beinhalten ein bestimmtes voreingestelltes Verhältnis von kristallinem Insulin und Lösungsmittel oder kristallinem Insulin und löslichem schnellwirkendem Insulin. Die kristalline Phase muss vor jeder Injektion resuspendiert werden. Allerdings wissen Menschen mit Diabetes nur selten, wie dies am besten zu tun ist.

Empfehlungen

- Das im Gebrauch befindliche Insulin (Fertigpen, Penpatrone oder Durchstechflasche) soll bei Raumtemperatur aufbewahrt werden (höchstens einen Monat nach dem ersten Gebrauch und innerhalb des Verfalldatums). Insulinvorräte sollen an einer Stelle im Kühlschrank gelagert werden, wo sie nicht einfrieren können. [Ahern 2001, Perriello 1988] A2
- Trübe Insuline (wie NPH- und Mischinsuline) müssen 20 Mal langsam auf den Kopf gestellt (Fertigpen und Penpatrone) oder vorsichtig gerollt (Durchstechflasche) werden, damit die Kristalle im Bodensatz wieder homogen resuspendiert werden. Die Flüssigkeit wird milchig weiß (Abb. 2). [Brown 2004, Jehle 1999, Kaiser 2010, King 2003, Nath 2002, Springs 1999] A2



Abbildung 2: Penpatrone mit NPH-Insulin als Bodensatz und resuspendiert

6. Injektionsvorgang

Die meisten Insulininjektionen sind schmerzfrei mit Ausnahme sehr seltener Fälle, in denen die Nadel in direkten Kontakt mit einem Nervenende kommt.

Empfehlungen (alle A3)

Der routinemäßige Ablauf der Injektion mit einem Pen soll folgendermaßen aussehen:

1. Überprüfen der Injektionsstelle (Sauberkeit, Abstand zu vorheriger Stelle, keine Lipodystrophien oder Hautveränderungen erkennbar)
2. Überprüfen, ob das Medikament der Verordnung entspricht (kurz- oder langwirksames Insulin)
3. Resuspendieren des Insulins (falls nötig)
4. Funktionskontrolle des Pens
5. Einstellen der Dosis
6. Ggf. Hautfalte anheben (nur wenn nötig)
7. Nadel im 90°-Winkel zur Oberfläche der Hautfalte (s. Kapitel 12 „Hautfalte“) einstechen
8. Insulin langsam und gleichmäßig injizieren
9. Nadel weitere 10 Sekunden in der Haut lassen, nachdem der Injektionsknopf des Pens vollständig heruntergedrückt ist
10. Nadel aus der Haut ziehen
11. Eventuell gebildete Hautfalte loslassen
12. Gebrauchte Nadel sicher entsorgen

Fortsetzung nächste Seite

Empfehlungen

- Das in Verwendung befindliche Insulin bei Raumtemperatur aufbewahren oder 30 Minuten vor der Injektion aus dem Kühlschrank holen, damit es Raumtemperatur annehmen kann. Kaltes Insulin kann bei einer Injektion Schmerzen verursachen.
- Wenn zur Desinfektion Alkohol benutzt wurde, soll dieser vollständig abgetrocknet sein, bevor die Injektion erfolgt.
- Kurze Nadeln mit geringem Durchmesser verwenden.
- Für jede Injektion eine neue Nadel verwenden. [EADV 2008, Bohannon 1999, Chantelau 1991, Danish Nurse Organization 2006, Dejgaard 1989, DGKH 2010] A2
- Die Nadel in einer zügigen Bewegung in die Haut einstechen. Die Injektion muss langsam und gleichmäßig erfolgen. Der Kolben (Spritze) oder Druckknopf (Pen) müssen vollständig hineingedrückt werden. [Ginsberg 1994] A3
- Das Massieren der Injektionsstelle vor oder nach der Injektion kann die Resorptionsgeschwindigkeit erhöhen und wird daher generell nicht empfohlen. [EADV 2008, Danish Nurse Organization 2006, Ezzo 2001] C3

7. Richtige Anwendung von Pens

In Deutschland verwenden mehr als 95% der Menschen mit Diabetes, die sich ihr Medikament injizieren, einen Pen.

Empfehlungen

- Bei Pens soll vor jeder Injektion die Funktionsfähigkeit geprüft werden. Dazu werden bei senkrecht gehaltenem Pen (Nadel nach oben) 1–2 Einheiten Insulin abgespritzt. Gegebenenfalls muss der Vorgang wiederholt werden bis Insulin an der Nadelspitze austritt. Nur so wird sichergestellt, dass die Pen-Nadel frei ist und das System entlüftet ist. Diese Funktionskontrolle muss unbedingt durchgeführt werden, wenn eine neue Penpatrone oder ein neuer Fertigpen verwendet wird. Nach erfolgter Funktionskontrolle, kann die gewünschte Dosis eingestellt und die Injektion verabreicht werden. [Bohannon 1999, Dejgaard 1989] A3
- Pens dürfen immer nur von einer(!) Person benutzt werden. Es besteht sonst die Gefahr, dass das in die Patrone eingedrungene biologische Material dieser Person einer anderen injiziert wird. [Bärtsch 2006, Le Floch 1998] A2
- Pen-Nadeln sollen sofort nach Gebrauch abgeschraubt und entsorgt werden und nicht auf dem Pen verbleiben. So wird vermieden, dass Luft oder andere kontaminierende Substanzen in die Penpatrone eindringen oder Wirkstoff ausläuft, was zu einer zunehmenden Ungenauigkeit der Dosierung führen kann. [Annersten 2000, Bärtsch 2006, Chantelau 1989, Jamal 1999] A2
- Pen-Nadeln sollen nur einmal benutzt werden. [EADV 2008, Chantelau 1991, Danish Nurse Organization 2006, Maljaars 2002, Strauss 2002–2, Torrance 2002, DGKH 2010] A2
- Nach dem vollständigem Eindrücken des Druckknopfs soll langsam bis 10 gezählt werden, bevor die Nadel aus der Haut gezogen wird. So wird die gesamte Dosis verabreicht und ein Rückfluss des Wirkstoffs aus der Einstichstelle vermieden. Bei höheren Dosierungen kann auch ein Zählen über 10 hinaus erforderlich sein. [Annersten 2000, Broadway 1991, Ginsberg 1994, Jamal 1999, King 2003, Rissler 2008] A1

8. Richtige Anwendung von Spritzen

In Deutschland wird neben dem gebräuchlichen U100 Insulin in seltenen Fällen auch noch U40-Insulin verwendet. Daher muss genau darauf geachtet werden, dass die richtige Spritze für die jeweilige Konzentration verwendet wird (Abb. 3).

*U-40 Insulinspritzen
Rote Kappe – rote Skala
NUR für U-40 Insulin aus Durchstechflaschen*



*U-100 Insulinspritzen
Orange Kappe – schwarze Skala
NUR für U-100 Insulin aus Durchstechflaschen (und Penpatronen)*



Abbildung 3. Farbcodierung von Insulinspritzen für U40- und U100 Insulin

Es gibt keine medizinische Begründung dafür, dass Menschen mit Diabetes Spritzen mit abnehmbaren Nadeln für die Insulininjektion einsetzen. Spritzen mit eingeschweißter Nadel erreichen eine höhere Dosisgenauigkeit und haben wesentlich weniger Totraum, so dass darin bei Bedarf auch Insuline gemischt werden können.

Wegen Kompatibilitätsproblemen mit den eingepressten Gummisepten bestimmter Durchstechflaschen gibt es keine Insulinspritzen mit einer Nadellänge von weniger als 8 mm. [Caffrey 2003]

Empfehlungen

- Bevor das Insulin aufgezogen wird, soll zuerst die der Dosis entsprechende Menge Luft aufgezogen und in die Durchstechflasche injiziert werden, um die Insulinentnahme zu erleichtern. A3
- Wenn in der Spritze Luftblasen zu sehen sind, klopft man gegen den mit der Nadeln nach oben gehaltenen Spritzenkörper bis die Blasen sich unter der Nadel gesammelt haben und durch Drücken des Kolbens entfernt werden können. A3
- Anders als beim Pen gibt es keine Belege dafür, dass die Nadel einer Spritze nach dem vollständigen Hineindrücken des Kolbens noch 10 Sekunden in der Haut verbleiben muss. [Annersten 2000, Broadway 1991, Ginsberg 1994] A3
- Wie Pen-Nadeln sollen auch Spritzen nur einmal benutzt werden. [EADV 2008, Chantelau 1991, Danish Nurse Organization 2006, Maljaars 2002, Strauss 2002-2, Torrance 2002, DGKH 2010] A2

9. Humaninsuline

Lösliches Humaninsulin hat ein langsames Resorptionsprofil als ein schnell wirkendes Insulinanalogon. Ältere lang wirkende Insuline wie NPH-Insulin haben pharmakologische Spitzen, was zu Hypoglykämien führen kann, insbesondere dann, wenn höhere Dosen verabreicht werden.

Empfehlungen für Humaninsuline

- Eine intramuskuläre Injektion von NPH-Insulin soll vermieden werden, da dies aufgrund der schnelleren Resorption zu einer schweren Hypoglykämie führen kann. [Frid 1990, Vaag-2 1990] A1
- NPH-Insulin wird langsamer aufgenommen, wenn es in den Oberschenkel oder das Gesäß injiziert wird. Diese Stellen sind zu bevorzugen, wenn NPH als Basalinsulin eingesetzt wird. Wenn möglich soll NPH-Insulin eher vor dem Schlafengehen als zum Abendessen gespritzt werden, um das Risiko nächtlicher Hypoglykämien zu reduzieren. [Bantle 1993, Henriksen 1991] A1
- Die schnellste Resorption von löslichen Humaninsulinen erfolgt am Bauch, der somit der bevorzugte Injektionsbereich ist. [Annersten 2005, Frid 1992-1, Frid 1993, Henriksen 1993, Sindelka 1994, Zehrer 1985] A1

Empfehlungen für Mischinsuline

- Mischinsuline sollen am Morgen in den Bauch injiziert werden, um die Resorptionsrate des schnell wirkenden Anteils zu erhöhen und damit postprandiale Blutglukosespitzen am Vormittag abzudecken. [Frid 1988] A1
- Am Abend sollen Mischinsuline in den Oberschenkel oder das Gesäß gespritzt werden, da sonst die Gefahr einer nächtlichen Hypoglykämie besteht, wenn der NPH-Anteil des Insulin zu schnell resorbiert wird. [Henriksen 1991, Kølendorf 1983] A1

10. Insulinanaloga und GLP-1 Wirkstoffe

Es wurden einige Studien durchgeführt, um die optimale Injektionstechnik für diese neueren Wirkstoffe direkt zu untersuchen. Die folgenden Empfehlungen wurden Studien entnommen, die sich mit der Sicherheit, der Wirksamkeit und der Pharmakokinetik dieser Wirkstoffe beschäftigen.

Empfehlungen

- Schnell wirkende Insulinanaloga können an jeder beliebigen Injektionsstelle verabreicht werden, da die Resorptionsraten anscheinend nicht von der Injektionsstelle abhängig sind. [Braakter 1996, Frid 2006, Guerci 2005, Mudaliar 1999, Rave 1998] A1
- Schnell wirkende Insulinanaloga sollen nicht intramuskulär verabreicht werden, auch wenn Studien gezeigt haben, dass die Resorptionsraten in Fettgewebe und ruhenden Muskeln ähnlich sind. Die Resorptionsrate in arbeitender Muskulatur ist noch nicht untersucht worden. [Frid 2006, Lippert 2008, Rave 1998] A2
- Vorbehaltlich weiterer Studien können Menschen mit Diabetes langsam wirkende Insulinanaloga an allen üblichen Injektionsstellen injizieren. [Owens 2000, Rassam 1999] B2
- Langsam wirkende Insulinanaloga sollen wegen des Risikos einer schweren Hypoglykämie nicht intramuskulär verabreicht werden. Menschen mit Diabetes, die sich nach der Injektion von Glargin (Lantus®) oder Demir (Levemir®) sportlich betätigen, sollen auf das Risiko einer dadurch verursachten Hypoglykämie hingewiesen werden. [Frid 2005, Karges 2005] A1
- Vorbehaltlich weiterer Studien sollen Menschen mit Diabetes, die GLP-1 Wirkstoffe (Exenatide, Byetta®; Liraglutide, Victoza®) injizieren, den Empfehlungen folgen, die sich bereits für die Insulininjektion hinsichtlich Nadellänge und Wechsel des Injektionsortes bewährt haben. [Byetta® Gebrauchsinformation 2007, Victoza® Gebrauchsinformation 2009] A2
- GLP-1 Wirkstoffe können in jedem beliebigen Injektionsbereich verabreicht werden, da die Resorptionsraten offensichtlich nicht vom Injektionsbereich abhängig sind. [Calara 2005] A1

11. Nadellänge

Ziel jeder Injektion mit Insulin oder GLP-1-Wirkstoffen ist es, den Wirkstoff zuverlässig ohne Rückfluss aus der Einstichstelle und mit möglichst wenig Beschwerden in das subkutane Fettgewebe zu bringen. Zur Erreichung dieses Ziels ist die Auswahl der richtigen Nadellänge unabdingbar. Die Auswahl der Nadellänge ist eine individuelle Entscheidung, die vom Menschen mit Diabetes und der medizinischen Fachkraft gemeinsam unter Berücksichtigung diverser Faktoren wie körperlichen und psychologischen Gegebenheiten sowie der Pharmakologie getroffen wird. [Becker 1998, Sindelka 1994, Uzun 2001] Nadellängen, die noch vor einiger Zeit für die subkutane Injektion empfohlen wurden, werden heute für viele Erwachsene (z. B. 10 mm und länger) und Kinder (z. B. 8 mm und länger) als zu lang beurteilt, da sie das Risiko einer intramuskulären Injektion erhöhen. Kürzere Nadeln sind in dieser Hinsicht sicherer und verträglicher. Selbst bei Menschen mit beträchtlichem Übergewicht haben mehrere Studien bestätigt, dass sich kürzere Nadeln (5 und 6 mm) bezüglich Wirksamkeit, Sicherheit und Verträglichkeit nicht von längeren Nadeln (8 mm und 12,7 mm) unterscheiden [Schwartz 2004, Wollfenbuttel 2011].

Es gibt bis dato weder einen schlüssigen Hinweis auf die Zunahme des Insulinerückflusses aus der Einstichstelle, des Schmerzempfindens oder der Bildung von Lipodystrophien, noch auf eine Verschlechterung der Blutglukoseeinstellung oder anderer Komplikationen bei Menschen mit Diabetes, die kürzere Nadeln (4, 5 und 6 mm) verwenden. [Birkebaek 2008, Clauson 1995, Hofman 2010, Jamal 1999, Kreugel 2007-2, Schwartz 2004, Van Doorn 1998, Wollfenbuttel 2011]

Jüngste Studien haben gezeigt, dass die Dicke der Haut an den Injektionsstellen bei Erwachsenen mit Diabetes nur minimal variiert. Adipöse Menschen mit Diabetes haben ähnliche Hautdicken wie normalgewichtige und schlanke [Gibney 2010, Hofman 2010]. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass eine 4 mm-Nadel bei erwachsenen Menschen jeder Statur sicher und wirksam ist (vergleichbare Blutglukoseeinstellung). Die Häufigkeit des Insulinerückflusses aus der Einstichstelle war vergleichbar und das Schmerzempfinden verbesserte sich gegenüber längeren, dickeren Nadeln [Hirsch 2010]. In dieser Studie wurde auch empfohlen, die Nadel senkrecht im 90° Winkel zur Haut ohne die Bildung einer Hautfalte einzustechen. Eine kleinere Studie lieferte ähnliche Ergebnisse für schlanke Kinder [Birkebaek 2008].

11.1 Kinder und Jugendliche

Die Hautdicke bei Kindern ist etwas geringer als bei Erwachsenen und nimmt mit dem Alter zu [Hofman 2010, Seidenari 2000]. Die Stärke des subkutanen Gewebes ist bis zur Pubertät bei beiden Geschlechtern praktisch gleich. Danach entwickeln Mädchen mehr Fettmasse, während die Stärke des subkutanen Gewebes bei Jungen etwas abnimmt [Smith 1991]. Bei Jungen besteht also längerfristig ein höheres Risiko von intramuskulären Injektionen [Birkebaek 1998, Lippert 2008, Tafait 2007]. Die zunehmende Prävalenz von Adipositas bei Kindern und Jugendlichen ist ein zusätzlicher Parameter, der berücksichtigt werden muss [Haines 2007].

Tabelle 1
Empfehlungen zur Nadellänge und Injektionstechnik bei Kindern und Jugendlichen

Patientengruppe	Nadellänge	Hautfalte	Injektionswinkel	Einstufung Evidenz
Kinder und Jugendliche	4 mm	Ohne ¹	90° (senkrecht)	A ¹
	5 mm	Mit	90° (senkrecht)	A ¹
	6 mm	Mit	90° (senkrecht) ²	A ¹

¹⁾ Sehr schlanke Kinder und Jugendliche bilden zur Injektion eine Hautfalte (A1).

²⁾ Statt der Bildung einer Hautfalte ist auch eine Injektion im 45°-Winkel (schräg) möglich (A1).

Empfehlungen

- Kinder und Jugendliche sollen eine Nadellänge von 4, 5 oder 6 mm verwenden. Bei schlanken Kindern und Jugendlichen, die in Oberarm oder Oberschenkel injizieren, soll die Injektion in eine Hautfalte erfolgen, insbesondere dann, wenn 5- oder 6 mm-Nadeln verwendet werden. [Birkebaek 2008, Frid 2006, Gibney 2010, Haines 2007, Hirsch 2010, Hofman 2007, Hofman 2010, Lippert 2008, Polak 1996, Seidenari 2000, Strauss 1999, Tafeit 2007, Tubiana-Rufi 1999] A1
- Es gibt keinen medizinischen Grund, Nadeln mit einer Länge von mehr als 6 mm für Kinder und Jugendliche zu empfehlen. [Chiarelli 2000] A2
- Eine schräge Injektion (Winkel von 45°) kann bei 6 mm-Nadeln an Stelle einer Hautfalte verwendet werden. [Hofman 2007] A1
- Eine 4 mm-Nadel kann in einem 90°-Winkel ohne Hautfalte bei vielen Kindern und Jugendlichen verwendet werden. Sehr schlanke Kinder und Jugendliche benötigen jedoch auch mit einer 4 mm-Pen-Nadel eine Hautfalte. [Birkebaek 2008] A1
- Wenn für Kinder nur eine 8 mm-Pen-Nadel verfügbar ist (z. B. bei Verwendung von Insulinspritzen), soll bei der Injektion eine Hautfalte gebildet und im 45°-Winkel injiziert werden. [Birkebaek 1998, Chiarelli 2000, Ross 1999] A1
- Das Eindrücken der Haut mit dem Pen oder der Spritze während der Injektion ist zu vermeiden, da dadurch die Nadel tiefer eindringen kann als beabsichtigt und ggf. in den Muskel sticht. B3
- Der Oberarm soll für Injektionen nur dann verwendet werden, wenn eine Hautfalte gebildet werden kann, wozu man in der Regel eine zweite Person benötigt. A3

11.2 Erwachsene

Die Dicke des subkutanen Gewebes beim Erwachsenen variiert stark je nach Geschlecht, Injektionsbereich und BMI (Abb. 4) [Gibney 2010, Hildebrandt 1991-2, Hofman 2010, Strauss 1998, Thow 1990-1, Thow 1992, Vora 1992]. Die Dicke der Haut (Epidermis und Dermis) hingegen ist relativ konstant und beträgt im Durchschnitt etwa 1,9 bis 2,4 mm (über Injektionsbereiche, Alter, ethnische Zugehörigkeit, BMI und Geschlecht hinweg) Die Hautdicke in einem Injektionsbereich ist sehr selten größer als 3,0 mm [Gibney 2010, Hofman 2010, Huzaira 2001, Lasagni 1995, Laurent 2007, Swindle 2003, Tan 1982, Vora 1992]. Die Abbildung 4 fasst Beobachtungen bezüglich der Dicke des subkutanen Fettgewebes bei Männern und Frauen zusammen. Sie zeigt, dass subkutanes Gewebe an den üblichen Injektionsstellen so dünn sein kann, dass die Wahrscheinlichkeit einer intramuskulären Injektion sehr groß ist. [Gibney 2010, Strauss 1998, Thow 1992, Hildebrandt 1991-2, Vidal 2008, Vora 1992, Hofman 2010] Bei der Wahl der individuell geeigneten Nadellänge lässt sich bei den meisten Menschen mit Diabetes eine subkutane Injektion zuverlässig durchführen. Eine Hautfaltenbildung ist dann entbehrlich. Eine intramuskuläre Injektion soll sicher ausgeschlossen werden können.

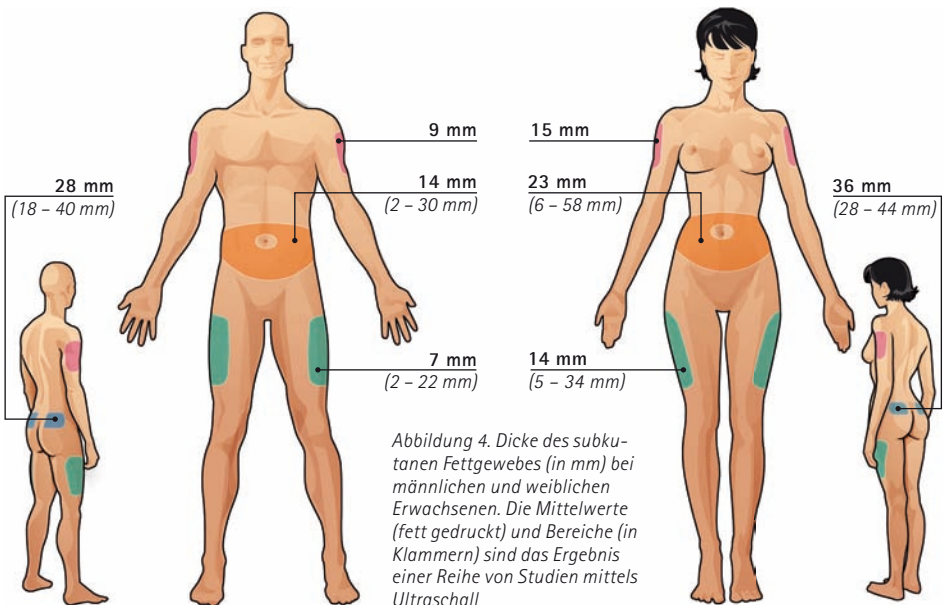


Tabelle 2
Empfehlungen zur Nadellänge und Injektionstechnik bei Erwachsenen

Patientengruppe	Nadellänge	Hautfalte	Injektionswinkel	Einstufung Evidenz
Erwachsene	4 und 5 mm	Ohne ¹	90° (senkrecht)	A ¹
	6 mm	Mit	90° (senkrecht) ²	A ¹
	8 mm	Mit	90° (senkrecht) ²	A ¹

¹⁾ Bei der Injektion in den Oberschenkel und bei schlanken Personen auch im Bauchbereich kann die Bildung einer Hautfalte angezeigt sein (A2).

²⁾ Statt der Bildung einer Hautfalte ist auch eine Injektion im 45°-Winkel (schräg) möglich (A2).

Empfehlungen

- 4-, 5- und 6 mm-Nadeln können von jedem erwachsenen Menschen mit Diabetes – auch bei Vorliegen von Adipositas – verwendet werden und erfordern in der Regel keine Hautfalte, insbesondere bei 4 mm-Nadeln. [Birkebaek 2008, Clauson 1995, Gibney 2010, Hirsch 2010, Hofman 2010, Jamal 1999, Kreugel 2007-2, Van Doorn 1998, Wollfenbuttel 2011] A1
- Injektionen mit kürzeren Nadeln (4, 5, 6 mm) sollen bei Erwachsenen im 90°-Winkel zur Hautoberfläche erfolgen. [Birkebaek 2008, Clauson 1995, Gibney 2010, Hirsch 2010, Hofman 2010, Jamal 1999, Kreugel 2007-2, Solvig 2000, Van Doorn 1998] A1
- Um intramuskuläre Injektionen bei der Injektion in den Oberschenkel oder den Oberarm oder bei schlanken Personen auch im Bauchbereich zu verhindern, kann auch bei 4- und 5 mm-Nadeln die Bildung einer Hautfalte angezeigt sein. Injektionen mit 6 mm-Nadeln sollen entweder in eine Hautfalte oder im 45°-Winkel erfolgen. [Birkebaek 2008, Frid 1986, Kreugel 2007-2, Schwartz 2004] A2
- Es gibt keinen medizinischen Grund für die Empfehlung von Nadeln länger als 8 mm. Initial soll man bei der Insulintherapie mit kürzeren Längen beginnen. [Frid 1996, Ross 1999, Schwartz 2004] A2
- Menschen mit Diabetes, die bereits Nadeln länger als 8 mm verwenden, sollen eine Hautfalte bilden oder im 45°-Winkel einstechen, um intramuskuläre Injektionen zu vermeiden. [Frid 1986, Schwartz 2004] A2

12. Bildung einer Hautfalte

Die Bildung einer Hautfalte ist in der Regel nicht erforderlich. Nur wenn zu befürchten ist, dass der Abstand zwischen Hautoberfläche und Muskel weniger als die gewählte Nadellänge beträgt, sollte die Bildung einer Hautfalte erfolgen. Das Anheben einer Hautfalte im Bauchbereich und am Oberschenkel ist relativ einfach (außer bei einem sehr adipösen, angespannten Bauch). Im Bereich des Gesäßes (wo es nur selten benötigt wird) ist es schon schwieriger und am Arm ist es praktisch unmöglich ohne die Hilfe einer weiteren Person eine korrekte Hautfalte zu bilden.

Eine Hautfalte wird zwischen Daumen und Zeigefinger (eventuell noch mit dem Mittelfinger) gebildet. Das Greifen der Hautfalte mit der ganzen Hand erhöht das Risiko, den Muskel mitsamt dem subkutanen Gewebe anzuheben. Dies kann zu intramuskulären Injektionen führen (Abb. 5). [Strauss 1998] Bei einer senkrechten Injektion in eine Hautfalte ist auf die korrekte Ausrichtung des Pens zu achten (Abb. 6).

Empfehlungen

- Jede Injektionsstelle soll individuell darauf untersucht werden, inwieweit das Bilden einer Hautfalte bei gegebener Nadellänge notwendig ist. Die Empfehlung soll dem Menschen mit Diabetes schriftlich gegeben werden. A3
- Menschen mit Diabetes sollen zu Beginn ihrer Insulintherapie die richtige Technik zum Bilden einer Hautfalte erlernen. A3
- Die Hautfalte soll unverkrampft und locker gehalten werden. Sie darf nicht so fest zusammengedrückt werden, dass es schmerzt oder die Haut weiß wird. A3

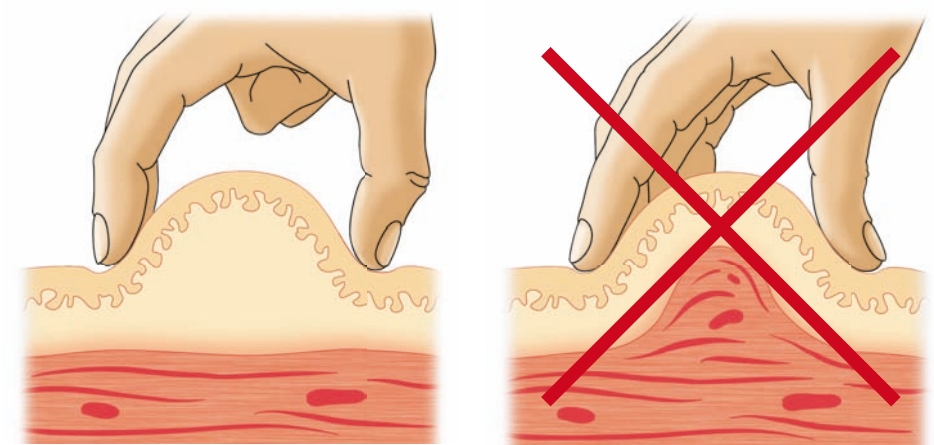


Abbildung 5. Korrekte (links) und fehlerhafte (rechts) Hautfaltenbildung

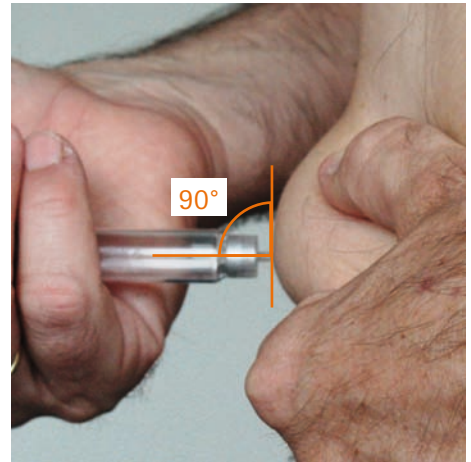
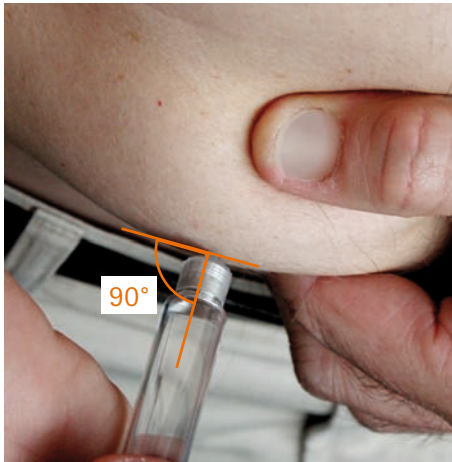


Abbildung 6. Senkrechte Injektion auf dem Scheitelkamm einer Hautfalte. Der Injektionswinkel beträgt von allen Seiten 90° (von oben: linkes Foto; seitlich: rechtes Foto)

13. Geriatrie

Geriatrische Patienten sind nicht allein über das Lebensalter zu definieren. In der Regel werden sie sich jedoch jenseits des 65. Lebensjahres befinden. Der demografische Wandel und die damit verbundene sich verändernde Altersstruktur bei Menschen mit Diabetes wird die medizinische Fachkraft zunehmend mit geriatrischen Problemen konfrontieren. Die medizinische Fachkraft soll sich daher mit unterschiedlichen Krankheiten und Beeinträchtigung der Funktionalität beschäftigen.

Bei der in aller Regel vorliegenden Multimorbidität kann es zu Defiziten in unterschiedlichen Funktionsbereichen auf körperlicher und seelischer Ebene sowie auf sozialer Ebene kommen.

Die Körperfunktionen der Betroffenen sind grenzkomponiert, d.h. es handelt sich um ein in sich funktionierendes Gefüge, das aber aufgrund der verringerten Anpassungsfähigkeit wenig Veränderungen verträgt.

Bei geriatrischen Menschen mit Diabetes sind die Aktivitäten des täglichen Lebens beeinträchtigt bzw. drohen beeinträchtigt zu werden. Sie benötigen spezielle Schulungen und bei Bedarf individuelle Anleitung in der eigenen Häuslichkeit, z.B. durch speziell geschulte Diabetes-Pflegefachkräfte.

Empfehlungen

- Schulung und Beratung geriatrischer Menschen mit Diabetes haben das Hauptziel, den Patienten zu helfen, im technisch-praktischen sowie psychologischen Umgang mit der Krankheit sicher zu bleiben bzw. sicherer zu werden. Nach Möglichkeit sollen Angehörige in die Schulung/Beratung einbezogen werden. A3
- Medizinische Fachkräfte sollen sich vom Patienten zeigen lassen, wie er sich selbst injiziert. Sie sollen erkennen, inwieweit der Patient in der Lage ist, die Therapie selbstständig durchzuführen und welche Unterstützung notwendig ist. A3
- Bezüglich der Injektionstechnik ist auf Veränderungen in den Bereichen Sehen und Hören, auf neuropathische und degenerative Veränderungen zu achten. Merkfähigkeit und Konzentrationsvermögen müssen ebenfalls überprüft werden. A3

14. Injektion durch Pflegepersonal

Für Injektionen durch Pflegepersonal in Krankenhäusern, Pflegeheimen und in der ambulanten Pflege gelten die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene und des Robert Koch-Instituts (DGKH 2010, RKI 2005).

Empfehlungen

- Für jede Insulininjektion ist eine neue Kanüle zu verwenden. (DGKH 2010, RKI 2005)
- Benutzte Pen-Kanülen müssen sicher entsorgt werden, sodass keine Verletzungs- und Expositionsgefahr besteht. (TRBA-250 2008)
- Bei subkutanen Injektionen ist die Haut im Bereich der Einstichstelle sorgfältig mit Hautantiseptikum abzureiben und seine Einwirkungszeit zu beachten. (DGKH 2010, RKI 2005)
- Darüberhinaus haben Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen in der Regel zusätzliche Hygienevorschriften für die Insulininjektion, nach denen zu verfahren ist. Es gilt die jeweilige Anweisung bzw. der Hygieneplan der Einrichtung.

15. Sicherheitsprodukte für die Insulininjektion

Nadelstichverletzungen sind bei medizinischen Fachkräften weit verbreitet. Die meisten Studien zeigen, dass die Meldung der Vorkommnisse aus einer Vielzahl von Gründen signifikant oft unterbleibt [Smith 2005]. Daher sollen alle Tätigkeiten, bei denen „Körperflüssigkeiten in infektionsrelevanter Menge übertragen werden können“ vom medizinischen Personal mit verletzungssicheren Instrumenten durchgeführt werden (TRBA-250 2008).

Sicherheitsprodukte sind sowohl für die Injektion mit Spritzen als auch mit Pens verfügbar und helfen das Risiko von Verletzungen mit kontaminierten Nadeln zu minimieren [Adams 2006]. Die Fachkräfte müssen geschult werden, um sicherzustellen, dass die derzeit verfügbaren Sicherheitsprodukte richtig und effektiv eingesetzt werden. [Workman 2000]

Empfehlungen

- Sicherheitsprodukte (Pen-Nadeln und Insulinspritzen) sollen immer dann empfohlen werden, wenn das Risiko einer Stichverletzung mit einer kontaminierten Nadel besteht (z. B. im Krankenhaus oder im Pflegebereich). [Adams 2006, TRBA-250 2008] B1
- Da die meisten Sicherheitsmechanismen keinen ausreichenden Schutz vor Durchstichverletzungen bei Injektionen in eine Hautfalte bieten, wird der Einsatz kürzerer Nadeln ohne Bildung einer Hautfalte empfohlen. B3

16. Lipodystrophie

Durch die Insulinapplikation ausgelöste Lipodystrophien (Veränderungen des Unterhautfettgewebes) können als Lipohypertrophien (gutartige Wucherung und/oder Verhärtung des Unterhautfettgewebes) oder als Lipoatrophien (Schwund des Unterhautfettgewebes) an den Injektionsstellen auftreten. Während die Lipohypertrophien eine große klinische Relevanz haben, sind Lipoatrophien heutzutage selten.

16.1 Lipoatrophie

Es liegen wenige Untersuchungen und Studien zur Entstehung von Lipoatrophien im Zusammenhang mit der Insulintherapie vor. Vorbehaltlich weiterer Erkenntnisse gilt die Empfehlung, nicht in Areale mit Lipoatrophie zu injizieren. Für Rückbildung bestehender Lipoatrophien gibt es keine Belege.



Abbildung 7. Lipoatrophien links und rechts des Nabels.
Foto mit freundlicher Genehmigung der Becton Dickinson GmbH

16.2 Lipohypertrophie

Eine Lipohypertrophie ist eine „gummiartige“ Schwellung im subkutanen Gewebe, die bei vielen insulinpflichtigen Menschen mit Diabetes in den Injektionsbereichen auftritt. Bei einigen Menschen mit Diabetes können diese Läsionen auch hart oder narbenähnlich sein [Richardson 2003, Thow 1990–2]. Um eine Lipohypertrophie zu erkennen, muss man die Injektionsstellen sowohl in Augenschein nehmen als auch abtasten, da einige Läsionen leichter zu fühlen als zu sehen sind [Seyoum 1996]. So lässt sich normale Haut eng zusammendrücken, was mit lipohypertrophen Läsionen nicht möglich ist (Abb. 8).



Abbildung 8. Tastbare Lipohypertrophie: Normale Hautfalte (links, Pfeilspitzen nahe zusammen) und lipohypertrophes Gewebe (rechts, Pfeilspitzen weiter auseinander). Foto mit freundlicher Genehmigung von Lourdes Saez-de Ibarra und Ruth Gaspar, „Diabetes Nurses and Specialist Educators“ aus dem La Paz Hospital, Madrid, Spanien.

Sowohl bei Pens und Spritzen als auch bei Insulinpumpenkathedern treten Lipohypertrophien auf, wenn die Kanülen immer wieder in die gleiche Stelle gestochen werden. Dies gilt für alle Nadellängen und Durchmesser. Es gibt keine randomisierte, prospektive Studie, die die ursächlichen Faktoren einer Lipohypertrophie beschreibt [Overland 2009]. Veröffentlichte Beobachtungen sehen einen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Lipohypertrophie und der Injektion von älteren, weniger gereinigten Insulinen, dem ungenügenden Wechsel der Injektionsstellen (Rotation), der Verwendung kleiner Injektionszonen mit wiederholten Injektionen in die gleiche Injektionsstelle und der Wiederverwendung von Nadeln [Nielsen 1998, Saez-de Ibarra 1998, Schmeisl 2009, Strauss 2002–2, Strauss 2010–1, Vardar 2007].

Injektionen in lipohypertrophes Gewebe können die Lipohypertrophie verstärken. Die Insulinresorption kann verzögert und/oder nicht vorhersagbar sein, was möglicherweise zu einer Verschlechterung der Blutglukoseeinstellung führt, obwohl keine Studie dies bisher bestätigt hat [Chowdhury 2003, Frid 1992–2, Johansson 2005, Overland 2009, Saez-de Ibarra 1998, Young 1984].

Empfehlungen

- Die Injektionsbereiche und Spritzstellen sollen bei jedem Besuch von der medizinischen Fachkraft inspiziert werden, besonders dann, wenn schon eine Lipohypertrophie vorhanden ist. Jeder Injektionsbereich soll mindestens einmal jährlich inspiziert werden (in der Pädiatrie vorzugsweise bei jedem Besuch). Menschen mit Diabetes sollen lernen, ihre eigenen Injektionsbereiche und Spritzstellen zu inspizieren und Lipohypertrophien zu erkennen. [Seyoum 1996, Teft 2002] A2
- Mittels Markierungen an den gegenüberliegenden Rändern einer Lipohypertrophie (Übergang von normalem zu „gummiartigem“ Gewebe) lässt sich die Ausdehnung der Läsion messen und für die Beurteilung des Verlaufs dokumentieren. Bei sichtbaren Lipohypertrophien bietet sich die photographische Dokumentation an. A3
- Menschen mit Diabetes sollen nicht in den Bereich einer Lipohypertrophie injizieren bis sich das veränderte Gewebe wieder normalisiert hat (was Monate bis Jahre dauern kann). [Hambridge 2007, Jansà 2008] A2
- Die Umstellung von Injektionen in Lipohypertrophien auf Injektionen in normales Gewebe erfordert oft eine Reduzierung der Insulindosis. Das Ausmaß der Insulinreduzierung ist individuell unterschiedlich und muss durch häufigere Blutglukosemessungen kontrolliert werden. [Jansà 2008, Saez-de Ibarra 1998] A2
- Die beste gegenwärtige Strategie zur Vermeidung und zur Therapie von Lipohypertrophien sind:
 - der Einsatz von gereinigten Insulinen
 - der Wechsel der Injektionsstelle bei jeder Injektion
 - die Nutzung größerer Injektionszonen und
 - die Einmalverwendung der Nadel[Ampudia-Blasco 2005, De Villiers 2005, Hauner 1996, Nielsen 1998, Schmeisl 2009, Teft 2002, Vardar 2007] A2
- Es wurde beobachtet, dass bei Injektionen ohne Hautfalte größere Injektionsareale erreicht werden können. Damit lässt sich u. a. Lipohypertrophien vorbeugen. B3

17. Wechsel der Injektionsstellen (Rotation)

Mehrere Studien haben gezeigt, dass der beste Weg das Gewebe zu schützen, der richtige und konsequent durchgeführte Wechsel der Injektionsstelle ist (Rotation der Einstichstellen). [Ahern 2001, Bantle 1990, Davis 1992]

Empfehlungen

- Menschen mit Diabetes sollen gleich zu Beginn der Injektionstherapie auf ein leicht zu befolgendes Rotationssystem eingewiesen werden. [Lumber 2004, Thatcher 1985] A2
- Das einfachste Rotationsschema besteht darin, die Injektionszone in Quadranten einzuteilen (oder Hälften, wenn es sich um Oberschenkel oder Gesäß handelt) und den Quadranten im Uhrzeigersinn jede Woche zu wechseln (Abb. 9). A3
- Injektionen innerhalb einer Injektionszone sollen mindestens 2,5 cm voneinander entfernt sein, um ein Gewebetrauma durch wiederholte Injektion in die gleiche Einstichstelle zu vermeiden. Detailliertere Rotationsschemata helfen dabei (Abb. 10). A3
- Die medizinische Fachkraft soll sich bei jedem Besuch davon überzeugen, dass das Rotationsschema eingehalten wird und bei Bedarf den Menschen mit Diabetes entsprechend beraten. A3

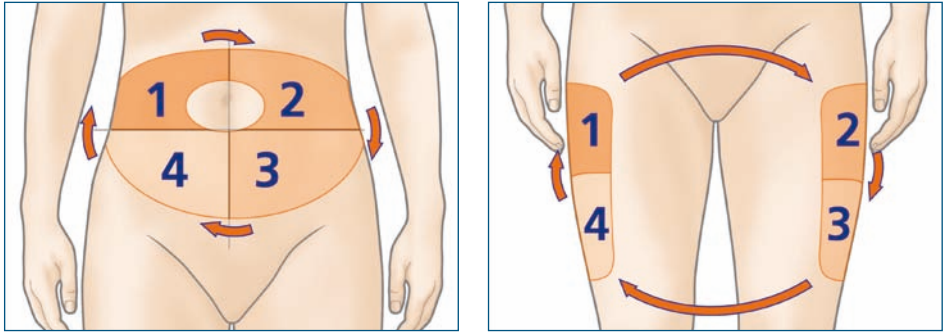


Abbildung 9. Rotationsmuster nach Quadranten am Bauch und an den Oberschenkeln

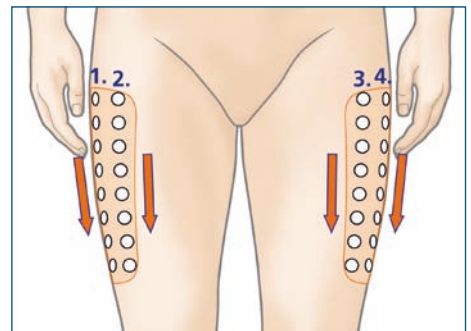
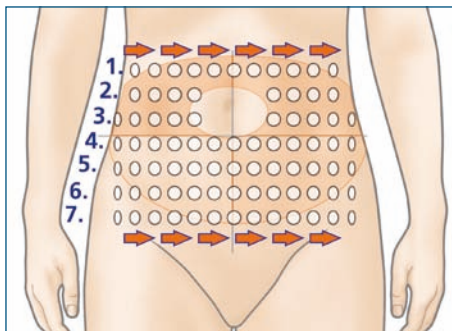
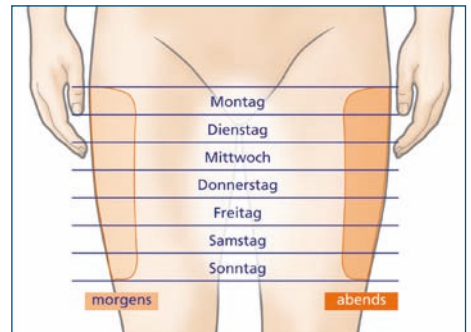


Abbildung 10. Beispiele für Rotationsmuster mit detaillierterer Einteilung der Injektionsstellen am Bauch und an den Oberschenkeln

18. Blutungen und Blutergüsse

Nadeln treffen bei der Injektion gelegentlich ein Blutgefäß, was lokale Blutungen oder Blutergüsse hervorruft [Kahara 2004]. Änderung der Nadellänge oder anderer Injektionsparameter scheinen die Häufigkeit von Blutungen oder Blutergüssen nicht zu beeinflussen, obwohl Studien [Hofman 2010, Kreugel 2007-1] vermuten lassen, dass diese weniger häufig bei der Verwendung von 5 mm-Nadeln auftreten.

Empfehlungen

- Menschen mit Diabetes sollen wissen, dass möglicherweise auftretende Blutungen oder Blutergüsse nach der Injektion keine ungünstigen Auswirkungen auf die Resorption des Insulins oder die Blutglukoseeinstellung insgesamt zu haben scheinen. [Kahara 2004, Kreugel 2007-1] A2

19. Entsorgung des Injektionsmaterials

In Deutschland gibt es für Privathaushalte keine einheitlichen Vorschriften für die Entsorgung von kontaminiertem, biologischem Abfall wie gebrauchten Pen-Nadeln oder Spritzen.

Diese Materialien können entsorgt werden in:

1. Abwurfbehälter speziell für gebrauchte Nadeln und Spritzen
2. Dickwandige durchstichsichere Plastikflasche (alternativ)

Die Entsorgung der Sammelbehälter kann z.B. durch Abgeben in eine medizinischen Einrichtung (z. B. Krankenhaus) oder in einer Gesundheitseinrichtung im niedergelassenen Bereich (z. B. Apotheke, Arztpraxis, Labor) erfolgen.

Alle Beteiligten (Menschen mit Diabetes, medizinische Fachkräfte, Apotheker, Kommunalverwaltung, Hersteller) tragen Verantwortung für die ordnungsgemäße Entsorgung gebrauchter Injektionshilfsmittel.

Empfehlungen

- Menschen mit Diabetes sollen zu Beginn der Injektionstherapie die angemessene Entsorgung von Injektionsmaterialien lernen. Dieses Wissen soll immer wieder aufgefrischt werden. [Bain 1998, Workman 2000] A3
- Menschen mit Diabetes sollen über die Risiken von Nadelstichverletzungen ihrer Angehörigen (z. B. Nadelstichverletzungen der Kinder) und weiterer Personen (z. B. Reinigungspersonal und Mitarbeiter der Müllabfuhr) durch unsachgemäß entsorgte Injektionsmaterialien aufgeklärt werden. A3
- Scharfe oder spitze Materialien wie Injektionsnadeln dürfen auf keinen Fall offen im normalen Haushaltsmüll entsorgt werden. A3

Offene Fragen

Nach wie vor verbleiben noch eine Reihe offener Fragen, die zukünftig Gegenstand von Untersuchungen, Studien und Diskussionen sein müssen.

Tabelle 3
Offene Fragen

Thema	Offene Fragen
4 mm-Nadeln	Sicherheit und Wirksamkeit bei – unterschiedlichen Populationen einschließlich Kindern und Jugendlichen – Erwachsenen mit Übergewicht – Verwendung von GLP-1 Wirkstoffen
Lipodystrophie	Ursache(n) und effektive Prophylaxe und Behandlung
Lipohypertrophie	Ursachen für den erhöhten Insulinverbrauch bei Injektionen in Lipohypertrophien
Neue Insulinanaloga / GLP-1 Wirkstoffe	Geeignete Injektionsbereiche, Nadellängen und Injektionstechniken, die den optimalen pharmakologischen Effekt gewährleisten
Schwangere, die Insulin injizieren	Geeignete Nadellängen und Injektionstechniken
Wiederverwendung von Pen-Nadeln	Potentielle Folgen und Risikobewertung

Kernaussagen des VDBD-Leitfadens zur Injektion

Die Kernaussagen des Leitfadens sind in folgender Übersicht zusammengefasst. Diese sind evidenzbasiert und zeigen eine Kurzfassung der Empfehlungen für Menschen mit Diabetes und medizinische Fachkräfte. Wird diesen Empfehlungen gefolgt, ist eine sichere Verabreichung von Insulin und anderen Wirkstoffen in das subkutane Fettgewebe am ehesten gewährleistet.

Ablauf der Injektion (alle Empfehlungen A3)

Der routinemäßige Ablauf der Injektion mit einem Pen soll folgendermaßen aussehen:

1. Überprüfen der Injektionsstelle (Sauberkeit, Abstand zu vorheriger Stelle, keine Lipodystrophien oder Hautveränderungen erkennbar)
2. Überprüfen, ob das Medikament der Verordnung entspricht (kurz- oder langwirksames Insulin)
3. Resuspendieren des Insulins (falls nötig)
4. Funktionskontrolle des Pens
5. Einstellen der Dosis
6. Ggf. Hautfalte anheben (nur wenn nötig)
7. Nadel im 90°-Winkel zur Oberfläche der Hautfalte (Abb. 3) einstechen
8. Insulin langsam und gleichmäßig injizieren
9. Nadel weitere 10 Sekunden in der Haut lassen, nachdem der Injektionsknopf des Pens vollständig heruntergedrückt ist
10. Nadel aus der Haut ziehen
11. Eventuell gebildete Hautfalte loslassen
12. Gebrauchte Nadel sicher entsorgen

Injektionsbereiche (alle Empfehlungen A1)

- Insulinanaloga und GLP-1 Wirkstoffe können an jeder beliebigen Injektionsstelle verabreicht werden, da die Resorptionsraten offensichtlich nicht von der Injektionsstelle abhängig sind.
- Normalinsulin soll wegen der dort erhöhten Resorptionsrate in das Abdomen injiziert werden.
- NPH-Insulin soll in den Oberschenkel oder das Gesäß injiziert werden, um eine langsame Resorption zu erzielen und das Risiko von Hypoglykämien zu reduzieren.
- Intramuskuläre Injektionen von NPH-Insulin und langwirkenden Analoga müssen aufgrund des Risikos schwerer Hypoglykämien vermieden werden.

Wechsel der Injektionsstelle (Rotation)

- Menschen mit Diabetes sollen schon zu Beginn der Injektionstherapie einen leicht zu befolgenden Rotationsplan erlernen. (A2)

Lipodystrophie

- Menschen mit Diabetes sollen lernen, ihre eigenen Injektionsbereiche zu inspizieren und sie sollen darin geschult werden, wie man Lipodystrophien erkennt.
- Menschen mit Diabetes sollen nicht in Bereiche mit Lipodystrophie injizieren.
- Die besten gegenwärtigen Strategien zur Vermeidung und zur Behandlung von Lipodystrophie sind
 - Einsatz von gereinigten Insulinen
 - Wechsel der Injektionsstelle bei jeder Injektion
 - Verteilen der Injektionen auf größere Injektionszonen
 - Einmalverwendung der Nadeln
- Die Injektionsbereiche und Spritzstellen sollten bei jedem Besuch von der medizinischen Fachkraft inspiziert werden, besonders dann, wenn schon eine Lipodystrophie vorhanden ist.
- Jeder Injektionsbereich soll mindestens einmal jährlich inspiziert werden (in der Pädiatrie vorzugsweise bei jedem Besuch).

Nadellänge

- Kinder und Jugendliche sollten 4, 5 oder 6 mm-Nadeln verwenden. (A1)
- Es gibt keinen medizinischen Grund, Nadeln mit einer Länge von mehr als 6 mm für Kinder und Jugendliche zu empfehlen. (A2)
- Nadeln der Länge 4, 5 oder 6 mm können von erwachsenen Menschen mit Diabetes einschließlich solchen mit Übergewicht verwendet werden. (A1)
- Es gibt keinen medizinischen Grund, Nadeln mit einer Länge von mehr als 8 mm für Erwachsene zu empfehlen. (A2)

	Nadellänge	Hautfalte	Injektionswinkel	Einstufung
Kinder und Jugendliche	4 mm	Ohne*	90° (senkrecht)	A1
	5 mm	Mit	90° (senkrecht)	A1
	6 mm	Mit	90° (senkrecht)**	A1
Erwachsene	4 + 5 mm	Ohne+	90° (senkrecht)	A1
	6 mm	Mit	90° (senkrecht)++	A1
	8 mm	Mit	90° (senkrecht)++	A2

* Sehr schlanke Kinder und Jugendliche bilden zur Injektion eine Hautfalte. (A1)

** Statt der Bildung einer Hautfalte ist auch eine Injektion im 45°-Winkel (schräg) möglich. (A1)

+ Bei der Injektion in den Oberschenkel und bei schlanken Personen auch im Bauchbereich kann die Bildung einer Hautfalte angezeigt sein. (A2)

++ Statt der Bildung einer Hautfalte ist auch eine Injektion im 45°-Winkel (schräg) möglich. (A2)

Allgemeines

Download:

Die VDBD-Leitfaden liegen als pdf-Download auf der Website des VDBD vor:
www.vdbd.de/leitfaden

Autorenteam:

Birgit Cureu, Diabetesberaterin DDG, Mainz

Evelyn Drobinski, Diabetesberaterin DDG, Wensin/Garbek

Dr. Jutta Liersch, Dipl. Oekotrophologin, Universitätsklinikum Gießen
und Marburg

Elisabeth Schnellbächer, Diabetesberaterin DDG, Birkenfeld

Harald Stäblein, Diabetesberater DDG, Heustreu

Wir danken den nachfolgend genannten Personen und Organisationen für die kritische und konstruktive Begleitung des VDBD-Leitfadens zur Injektion bei Diabetes mellitus:

Dipl.-Psych. Béla Bartus, Olgahospital Stuttgart

Dr. Andreas Liebl, Diabetes- und Stoffwechsellzentrum an der
Fachklinik Bad Heilbrunn

Dr. Gerhard-W. Schmeisl, Deegenbergklinik und Klinik Saale
der DRV-Bund, Bad Kissingen

Bundesverband der Diabetologen in Kliniken (BVDK)

Bundesverband Niedergelassener Diabetologen (BVND)

Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG)

diabetesDE

Institut für Innovatives Gesundheitsmanagement (IIGM)

Literatur

Referenz	Literaturstelle
Adams 2006	Adams D, Elliott TS. Impact of safety needle devices on occupationally acquired needlestick injuries: a four-year prospective study. <i>J Hosp Infect</i> 2006;64:50-55.
Ahern 2001	Ahern J, Mazur ML. Site rotation. <i>Diabetes Forecast</i> 2001;54:66-68.
Ampudia-Blasco 2005	Ampudia-Blasco J, Girbes J, Carmena R. A case of lipoatrophy with insulin glargine. <i>Diabetes Care</i> 2005;28:2983.
Annersten 2000	Annersten M, Frid A. Insulin pens dribble from the tip of the needle after injection. <i>Pract Diab Int</i> 2000;17:109-111.
Annersten 2005	Annersten M, Willman A. Performing subcutaneous injections: a literature review. <i>Worldv Evid-Based Nu</i> 2005; 2:122-130.
Ariza-Andraca 1991	Ariza-Andraca CR, Altamirano-Bustamante E, Frati-Munari AC, Altamirano-Bustamante P, Graef-Sanchez A. Delayed insulin absorption due to subcutaneous edema. <i>Arch Invest Med</i> 1991;22:229-233.
Bain 1998	Bain A, Graham A. How do patients dispose of syringes? <i>Pract Diab Int</i> 1998;15:19-21.
Bantle 1990	Bantle JP, Weber MS, Rao SM, Chattopadhyay MK, Robertson RP. Rotation of the anatomic regions used for insulin injections day-to-day variability of plasma glucose in type 1 diabetic subjects. <i>JAMA</i> 1990;263:1802-1806.
Bantle 1993	Bantle JP, Neal L, Frankamp LM. Effects of the anatomical region used for insulin injections on glycaemia in type 1 diabetes subjects. <i>Diabetes Care</i> 1993;16:1592-1597.
Baron 2002	Baron AD, Kim D, Weyer C. Novel peptides under development for the treatment of type 1 and type 2 diabetes mellitus. <i>Curr Drug Targets</i> 2002;2:63-82.
Bärtsch 2006	Bärtsch U, Comtesse C, Wetekam B. Insulinpens in der Diabetesbehandlung. <i>Ther Umsch</i> 2006;63:398-404.
Bartus 2001	Bartus B. Psychische Auffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1. <i>Kinder- und Jugendarzt</i> 2001;8(32):654-662.
Becker 1998	Becker D. Individualized insulin therapy in children and adolescents with type 1 diabetes. <i>Acta Paediatr Suppl</i> 1998;425:20-24.
Birkebaek 1998	Birkebaek NH, Johansen A, Solvig J. Cutis/subcutis thickness at insulin injection sites and localization of simulated insulin boluses in children with type 1 diabetes mellitus; need for individualization of injection technique? <i>Diabetic Medicine</i> 1998;15:965-971.
Birkebaek 2008	Birkebaek N, Solvig J, Hansen B, Jorgensen C, Smedegaard J, Christiansen J. A 4 mm needle reduces the risk of intramuscular injections without increasing backflow to skin surface in lean diabetic children and adults. <i>Diabetes Care</i> 2008;22:e65.
Bohannon 1999	Bohannon NJ. Insulin delivery using pen devices. Simple-to-use tools may help young and old alike. <i>Postgrad Med</i> 1999;106:57-58.
Braakter 1996	Braakter EW, Woodworth JR, Bianchi R, Cermele B, Erkelens DW, Thijssen JH, Kurtz D. Injection site effects on the pharmacokinetics and glucodynamics of insulin lispro and regular insulin. <i>Diabetes Care</i> 1996;19:1437-1440.
Broadway 1991	Broadway CA. Prevention of insulin leakage after subcutaneous injection. <i>Diabetes Educator</i> 1991;17:90.
Brown 2004	Brown A, Steel JM, Duncan C, Duncun A, McBain AM. An assessment of the adequacy of suspension of insulin in pen injectors. <i>Diab Med</i> 2004;21:604-608.
Burdick 2009	Burdick P, Cooper S, Horner B, Cobry E, McFann K, Chase HP. Use of a subcutaneous injection port to improve glycemic control in children with type 1 diabetes. <i>Pediatr Diab</i> 2009;10:116-119.
BVVDE 2011	Beroepsvereniging voor Vlaamse Verpleegkundigen Diabetes-Educatoren (BVVDE). Nieuwe aanbevelingen voor injecties bij mensen met diabetes. 2011.
Byetta® Gebrauchs-information 2007	Byetta® Gebrauchsinformation. Eli Lilly and Company, 2007.
Caffrey 2003	Caffrey RM. Diabetes under Control: Are all Syringes created equal? <i>Am J Nursing</i> 2003;103:46-49.

Referenz	Literaturstelle
Calara 2005	Calara F, Taylor K, Han J, Zabala E, Carr EM, Wintle M, Fineman M. A randomized, open-label, crossover study examining the effect of injection site on bioavailability of exenatide (synthetic exendin-4). <i>Clin Ther</i> 2005;27:210-215.
Cefalu 2008	Cefalu WT, Mathieu C, Davidson J, Freemantle N, Gough S, Canovatchel W, OPTIMIZE Coalition. Patients' perceptions of subcutaneous insulin in the OPTIMIZE study: a multicenter follow-up study. <i>Diab Tech Ther</i> 2008;10:25-38.
Chantelau 1989	Chantelau E, Heinemann L, Ross D. Air Bubbles in insulin pens. <i>Lancet</i> 1989;334:387-388.
Chantelau 1991	Chantelau E, Lee DM, Hemmann DM, Zipfel U, Echterhoff S. What makes insulin injections painful? <i>Brit Med J</i> 1991;303:26-27.
Chiarelli 2000	Chiarelli F, Severi F, Damacco F, Vanelli M, Lytzen L, Coronel G. Insulin leakage and pain perception in IDDM children and adolescents, where the injections are performed with NovoFine 6 mm needles and NovoFine 8 mm needles. Abstract presented at Federation European Nurses in Diabetes, Jerusalem, Israel. 2000.
Chowdhury 2003	Chowdhury TA, Escudier V. Poor glycaemic control caused by insulin induced lipohypertrophy. <i>Brit Med J</i> 2003;327:383-384.
Clauson 1995	Clauson PG, Linde B. Absorption of rapid-acting insulin in obese and nonobese NIDDM patients. <i>Diabetes Care</i> 1995;18:986-991.
Cocoman 2008	Cocoman A, Barron C. Administering subcutaneous injections to children: what does the evidence say? <i>Journal Child Young People Nurs</i> 2008;2:84-89.
Danish Nurses Organization 2006	Danish Nurses Organization. Evidence-based Clinical Guidelines for Injection of Insulin for Adults with Diabetes Mellitus, 2nd edition, December 2006.
Davidson 2008	Davidson M. No need for the needle (at first). <i>Diabetes Care</i> 2008;31:2070-2071.
Davis 1992	Davis ED, Chesnaky P. Site rotation.taking insulin. <i>Diabetes Forecast</i> 1992;45:54-56.
Davis 2006	Davis SN, Renda SM. Psychological insulin resistance: overcoming barriers to starting insulin therapy. <i>Diabetes Educator</i> 2006;32:146S-152S.
De Meijer 1990	De Meijer PHEM, Lutterman JA, van Lier HJJ, van't Laar A. The variability of the absorption of subcutaneously injected insulin; effect of injection technique and relation with brittleness. <i>Diabetic Med</i> 1990;7: 499-505.
De Villiers 2005	De Villiers FP. Lipohypertrophy - a complication of insulin injections. <i>S Afr Med J</i> 2005;95:858-859.
Dejgaard 1989	Dejgaard A, Murmann C. Air bubbles in insulin pens. <i>The Lancet</i> 1989;334:871.
DGKH 2010	Konsensus der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) Sektion „Hygiene in der ambulanten und stationären Kranken- und Altenpflege, Rehabilitation“, 05.2010.
DiMatteo 1982	DiMatteo RM, DiNicola DD, eds. Achieving patient compliance. The psychology of medical practitioner's role. Oxford: Pergamon Press Inc. 1982, 233-256.
EADV 2008	Association for Diabetescare Professionals (Eerste Associatie van Diabetes Verpleegkundigen, EADV, NL). Guideline: The Administration of Insulin with the Insulin Pen. September 2008.
Ezzo 2001	Ezzo J, Donner T, Nickols D, Cox M. Is Massage Useful in the Management of Diabetes? A Systematic Review. <i>Diabetes Spectrum</i> 2001;14:218-224.
Fleming 1997	Fleming D, Jacober SJ, Vanderberg M, Fitzgerald JT, Grunberger G. The safety of injecting insulin through clothing. <i>Diabetes Care</i> 1997;20:244-247.
Forum for Injection Technique 2010	Hicks D, Burmiston S, Basi M, Kirkland F, Pledger J. Forum for Injection Technique (FIT) - The First UK Injection Technique Recommendations. 2010.
Frid 1986	Frid A, Linden B. Where do lean diabetics inject their insulin? A study using computed tomography. <i>Brit Med J</i> 1986;292:1638.
Frid 1988	Frid A, Gunnarsson R, Güntner P, Linden B. Effects of accidental intramuscular injection on insulin absorption in IDDM. <i>Diabetes Care</i> 1988;11:41-45.

Referenz	Literaturstelle
Frid 1990	Frid A, Östman J, Linde B. Hypoglycemia risk during exercise after intramuscular injection of insulin in thigh in IDDM. <i>Diabetes Care</i> 1990;13:473-477.
Frid 1992-1	Frid A, Linden B. Intra-regional differences in the absorption of unmodified insulin from the abdominal wall. <i>Diabetic Med</i> 1992;9:236-239.
Frid 1992-2	Frid A, Linden B. Computed tomography of injection sites in patients with diabetes mellitus. Injection and Absorption of Insulin. Stockholm: Thesis, 1992.
Frid 1993	Frid A, Linden B. Clinically important differences in insulin absorption from the abdomen in IDDM. <i>Diabetes Res Clin Pr</i> 1993;21:137-141.
Frid 1996	Frid A, Lindén B. CT scanning of injection sites in 24 diabetic patients after injection of contrast medium using 8 mm needles (Abstract). <i>Diabetes</i> 1996;45:A444.
Frid 2005	Persönliche Mitteilung: Frid A. Data on file: Novo Nordisk.
Frid 2006	Frid A. Fat thickness and insulin administration, what do we know? <i>Infusystems Int</i> 2006;5:17-19.
Gibney 2010	Gibney MA, Arce CH, Byron KJ, Hirsch LJ. Skin and subcutaneous adipose layer thickness in adults with diabetes at sites used for insulin injections: Implications for needle length recommendations. <i>Curr Med Res Opin</i> 2010;26:1519-1530.
Ginsberg 1994	Ginsberg BH, Parkes JL, Sparacino C. The kinetics of insulin administration by insulin pens. <i>Horm Metab Research</i> 1994;26:584-587.
Gorman 1993	Gorman KC. Good hygiene versus alcohol swabs before insulin injections (Letter). <i>Diabetes Care</i> 1993;16:960-961.
Guerci 2005	Guerci B, Sauvanet JP. Subcutaneous insulin: pharmacokinetic variability and glycemic variability. <i>Diabetes Metab</i> 2005;31:457-4524.
Haines 2007	Haines L, Chong Wan K, Lynn R, Barrett T, Shield J. Rising Incidence of Type 2 Diabetes in Children in the U.K. <i>Diabetes Care</i> 2007;30:1097-1101.
Hambridge 2007	Hambridge K. The management of lipohypertrophy in diabetes care. <i>Br J Nurs</i> 2007;16:520-524.
Hanas 1997-1	Hanas R, Ludvigsson J. Experience of pain from insulin injections and needle phobia in young patients with IDDM. <i>Pract Diab Int</i> 1997;14:95-99.
Hanas 1997-2	Hanas SR, Carlsson S, Frid A, Ludvigsson J. Unchanged insulin absorption after 4 days' use of subcutaneous indwelling catheters for insulin injections. <i>Diabetes Care</i> 1997;20:487-490.
Hanas 2002	Hanas R, Adolfsson P, Elfvin-Akesson K, Hammaren L, Ilvered R, Jansson I, Johansson C, et al. Indwelling catheters used from the onset of diabetes decrease injection pain and pre-injection anxiety. <i>J Pediatr</i> 2002;140:315-320.
Hauner 1996	Hauner H, Stockamp B, Haastert B. Prevalence of lipohypertrophy in insulin-treated diabetic patients and predisposing factors. <i>Exp Clin Endocrinol Diabetes</i> 1996;104:106-10.
Heinemann 2006	Heinemann L, Hompesch M, Kapitza C, Harvey NG, Ginsberg BH, Pettis RJ. Intra-dermal insulin lispro application with a new microneedle delivery system led to a substantially more rapid insulin absorption than subcutaneous injection. <i>Diabetologia</i> 2006;49:755, Abstract 1014.
Henriksen 1991	Henriksen JE, Vaag A, Hansen IR, Lauritzen M, Djurhuus MS, Beck-Nielsen H. Absorption of NPH (isophane) insulin in resting diabetic patients; evidence for subcutaneous injection in the thigh as preferred site. <i>Diabetic Medicine</i> 1991;8:453-457.
Henriksen 1993	Henriksen JE, Djurhuus MS, Vaag A, Thye-Ronn P, Knudsen D, Hother-Nielsen O, Beck-Nielsen H. Impact of injection sites for soluble insulin on glycaemic control in type 1 (insulin-dependent) diabetic patients treated with a multiple insulin injection regimen. <i>Diabetologia</i> 1993;36:752-758.
Hildebrandt 1991-1	Hildebrandt P. Subcutaneous absorption of insulin in insulin-dependent diabetic patients. Influences of species, physico-chemical properties of insulin and physiological factors. <i>Dan Med Bull</i> 1991;38:337-346.
Hildebrandt 1991-2	Hildebrandt P. Skinfold thickness, local subcutaneous blood flow and insulin absorption in diabetic patients. <i>Acta Physiol Scand</i> 1991;603:41-45.

Referenz	Literaturstelle
Hirsch 2010	Hirsch L, Klaff L, Bailey T, Gibney M, Albanese J, Ou S, Kassler-Taub K. Comparative glycemic control, safety and patient ratings for a new 4 mm x 32G insulin pen needle in adults with diabetes <i>Curr Med Res Opin</i> 2010;26:1531–1541.
Hofman 2007	Hofman PL, Lawton SA, Peart JM, Holt JA, Jefferies CA, Robinson E, Cutfield WS. An angled insertion technique using 6 mm needles markedly reduces the risk of IM injections in children and adolescents. <i>Diabet Med</i> 2007;24:1400–5.
Hofman 2010	Hofman PL, Behrendorf Derraik JG, Pinto TE, Tregurtha S, Faherty A, Peart JM, Drury PE, Robinson E, Chi RT, Donsmark M, Cutfield WS. Defining the Ideal Injection Techniques When Using 5-mm Needles in Children and Adults. <i>Diabetes Care</i> 2010;33:1940–1944.
Huzaira 2001	Huzaira M, Rius F, Rajadhyaksha M, Anderson RR, González S. Topographic Variations in Normal Skin, as Viewed by In Vivo Reflectance Confocal Microscopy. <i>J Invest Dermatol</i> 2001;116:846–852.
Jamal 1999	Jamal R, Ross SA, Parkes JL, Pardo S, Ginsberg BH. Role of injection technique in use of insulin pens: prospective evaluation of a 31-gauge, 8 mm insulin pen needle. <i>Endocr Pract</i> 1999;5:245–50.
Jansà 2008	Jansà M, Colungo C, Vidal M. Actualización sobre técnicas y sistemas de administración de la insulina (II). [Update on insulin administration techniques and devices (II)]. <i>Av Diabetol</i> 2008;24:255–269.
Jehle 1999	Jehle PM, Micheler C, Jehle DR, Breitig D, Boehm BO. Inadequate suspension of neutral protamine Hagedorn (NPH) insulin in pens. <i>Lancet</i> 1999;354:1604–1607.
Johansson 2005	Johansson U, Amsberg S, Hannerz L, Wredling R, Adamson U, Arqvist HJ, Lins P. Impaired Absorption of insulin Aspart from Lipohypertrophic Injection Sites. <i>Diabetes Care</i> 2005;28:2025–2027.
Joy 2008	Joy SV. Clinical pearls and strategies to optimize patient outcomes. <i>Diabetes Educator</i> 2008;34:545–595.
Kahara 2004	Kahara T Kawara S, Shimizu A, Hisada A, Noto Y, Kida H. Subcutaneous hematoma due to frequent insulin injections in a single site. <i>Intern Med</i> 2004;43:148–149.
Kaiser 2010	Kaiser P, Maxeiner S, Weise A, Nolden F, Borck A, Forst T, Pfützner A. Assessment of the Mixing Efficiency of Neutral Protamine Hagedorn Cartridges. <i>J Diabetes Sci Technol</i> 2010;4(3):652–657.
Karges 2005	Karges B, Boehm BO, Karges W. Early hypoglycaemia after accidental intramuscular injection of insulin glargine. <i>Diabetic Medicine</i> 2005;22:1444–1445.
Karlegård 2001	Karlegård M, Eldholm S, Lindblad B, Sigström L. Stickrädsla hos barn och ungdomar med diabetes (Fear of injection in children and adolescents with diabetes). <i>Sv Läkaresällskapets Handlingar Hygga</i> 2001;110:301(32P).
King 2003	King L. Subcutaneous insulin injection technique. <i>Nurs Stand</i> . 2003;17:45–52.
Klonoff 2001	Klonoff DC The pen is mightier than the needle (and syringe). <i>Diab Tech Ther</i> 2001;3:631–633.
Koivisto 1980	Koivisto VA, Felig P. Alterations in insulin absorption and in blood glucose control associated with varying insulin injection sites in diabetic patients. <i>An Int Med</i> 1980;92:59–61.
Kølendorf 1983	Kølendorf K, Bojsen J, Deckert T. Clinical factors influencing the absorption of 125 I-NPH insulin in diabetic patients. <i>Horm Metab Research</i> 1983;15:274–278.
Kreugel 2007-1	Kreugel G, Beter HJM, Kerstens MN, Maaten ter JC, Sluiter WJ, Boot BS. Influence of needle size on metabolic control and patient acceptance. <i>Europ Diab Nursing</i> 2007;4:51–55.
Kreugel 2007-2	Kreugel G, Beijer HJM, Kerstens MN, ter Maaten JC, Sluiter WJ, Boot BS. Influence of needle size for SC insulin administration on metabolic control and patient acceptance. <i>Europ Diab Nursing</i> 2007;4:1–5.
Lasagni 1995	Lasagni C, Seidenari S. Echographic assessment of age-dependent variations of skin thickness. <i>Skin Res Technol</i> 1995;1:81–85.
Laurent 2007	Laurent A, Mistretta F, Bottiglioli D, Dahel K, Goujon C, Nicolas JF, Hennino A, Laurent PE. Echographic measurement of skin thickness in adults by high frequency ultrasound to assess the appropriate microneedle length for intradermal delivery of vaccines. <i>Vaccine</i> 2007;25:6423–6430.
Le Floch 1998	Le Floch JP, Herbreteau C, Lange F, Perlemuter L. Biologic material in needles and cartridges after insulin injection with a pen in diabetic patients. <i>Diabetes Care</i> 1998;21:1502–1504.

Referenz	Literaturstelle
Lippert 2008	Lippert WC, Wall EJ. Optimal intramuscular needle-penetration depth. <i>Pediatrics</i> 2008;122:e556-e563.
Loveman 2008	Loveman E, Frampton G, Clegg A. The clinical effectiveness of diabetes education models for type 2 diabetes. <i>Health Technol Assess</i> 2008;12:1-36.
Lumber 2004	Lumber T. Tips for site rotation. When it comes to insulin, where you inject is just as important as how much and when. <i>Diabetes Forecast</i> 2004;57:68-70.
Maljaars 2002	Maljaars C. Scherpe studie naalden voor eenmalig gebruik [Sharp study needles for single use] <i>Diabetes and Levity</i> 2002;4:36-37.
Martinez 2007	Martinez L, Consoli SM, Monnier L, Simon D, Wong O, Yomtov B, et al. Studying the Hurdles of Insulin Prescription (SHIP): development, scoring and initial validation of a new self-administered questionnaire. <i>Health Qual Life Out</i> 2007;5:53.
McCarthy 1993	McCarthy JA, Covarrubias B, Sink P. Is the traditional alcohol wipe necessary before an insulin injection? Dogma disputed (Letter). <i>Diabetes Care</i> 1993;16:402.
Meece 2006	Meece J. Dispelling myths and removing barriers about insulin in type 2 diabetes. <i>Diabetes Educator</i> 2006;32:95-185.
Mudaliar 1999	Mudaliar SR, Lindberg FA, Joyce M, Beerdson P, Strange P, Lin A, Henry RR. Insulin aspart (B28 asp-insulin): a fast-acting analog of human insulin: absorption kinetics and action profile compared with regular human insulin in healthy nondiabetic subjects. <i>Diabetes Care</i> 1999;22:1501-1506.
Nath 2002	Nath C. Mixing insulin: shake, rattle or roll? <i>Nursing</i> 2002;32:10.
Nielsen 1998	Nielsen BB, Musaeus L, Gæde P. Attention to injection technique is associated with a lower frequency of lipohypertrophy in insulin treated type 2 diabetic patients. Abstract European Association for the Study of Diabetes, Barcelona, Spain, 1998.
Nir 2003	Nir Y, Paz A, Sabo E, Postman I. Fear of injections in young adults: prevalence and associations. <i>Am J Trop Med Hyg</i> 2003;68:341-344.
Overland 2009	Overland J, Molyneaux L, Tewari S, et al. Lipohypertrophy: Does it matter in daily life? A study using a continuous glucose monitoring system. <i>Diab, Obes Metab</i> 2009;11:460-463.
Owens 2000	Owens DR, Coates PA, Luzzio SD, Tinbergen JP, Kurzhals R. Pharmacokinetics of 125I-labeled insulin glargine (HOE 901) in healthy men: comparison with NPH insulin and the influence of different subcutaneous injection sites. <i>Diabetes Care</i> 2000;23:813-819.
Perriello 1988	Perriello G, Torglone E, Di Santo S, Fanelli C, De Feo P, Santusano F, et al. Effect of storage temperature on pharmacokinetics and pharmacodynamics of insulin mixtures injected subcutaneously in subjects with type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus. <i>Diabetologia</i> 1988;31:811-815.
Polak 1996	Polak M, Beregszaszi M, Belarbi N, Benali K, Hassan M, Czernichow P, Tubiana-Rufi N. Subcutaneous or intramuscular injections of insulin in children. Are we injecting where we think we are? <i>Diabetes Care</i> 1996; 19:1434-1436.
Polonsky 2004	Polonsky WH, Jackson R. What's so tough about taking insulin? Addressing the problem of psychological insulin resistance in type 2 diabetes. <i>Clin Diab</i> 2004;22:147-150.
Polonsky 2005	Polonsky WH, Fisher L, Guzman S, Villa-Caballero L, Edelman SV. Psychological insulin resistance in patients with type 2 diabetes: the scope of the problem. <i>Diabetes Care</i> 2005;28:2543-2545.
Rassam 1999	Rassam AG, Zeise TM, Burge MR, Schade DS. Optimal Administration of Lispro Insulin in Hyperglycemic Type 1 Diabetes. <i>Diabetes Care</i> 1999;22:133-136.
Rave 1998	Rave K, Heise T, Weyer C, Herrnberger J, Bender R, Hirschberger S, Heinemann L. Intramuscular versus subcutaneous injection of soluble and lispro insulin: comparison of metabolic effects in healthy subjects. <i>Diab Med</i> 1998;15:747-751.
Reach 2008	Reach G. Patient non-adherence and healthcare-provider inertia are clinical myopia. <i>Diab Metab</i> 2008;34:382-385.
Richardson 2003	Richardson T, Kerr D. Skin-related complications of insulin therapy: epidemiology and emerging management strategies. <i>Am J Clin Dermatol</i> 2003;4:661-667.

Referenz	Literaturstelle
Rissler 2008	Rissler J, Jørgensen C, Rye Hansen M, Hansen NA. Evaluation of the injection force dynamics of a modified pre-filled insulin pen. <i>Expert Opin Pharmacother</i> 2008;9:2217-2222.
RKI 2005	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Infektionsprävention in Heimen. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2005;48:1061-1080.
Ross 1999	Ross SA, Jamal R, Leiter LA, Josse RG, Parkes JL, Qu S, Kerestian SP, Ginsberg BH. Evaluation of 8 mm insulin pen needles in people with type 1 and type 2 diabetes. <i>Pract Diab Int</i> 1999;16:145-148.
Saez-de Ibarra 1998	Saez-de Ibarra L, Gallego F. Factors related to lipohypertrophy in insulin-treated diabetic patients; role of educational intervention. <i>Pract Diab Int</i> 1998;15:9-11.
Schmeisl 2009	Schmeisl GW, Drobinski E. Koinzidenzen: Injektionsgewohnheiten, Lipohypertrophien, Glukoseschwankungen. <i>Diabetes Stoffw Herz</i> 2009;18:251-258.
Schwartz 2004	Schwartz S, Hassman D, Shelmet J, Sievers R, Weinstein R, Liang J, Lyness W. A multicenter, open-label, randomized, two-period crossover trial comparing glycemic control, satisfaction, and preference achieved with a 31 gauge x 6 mm needle versus a 29 gauge x 12.7 mm needle in obese patients with diabetes mellitus. <i>Clin Ther</i> 2004;26:1663-1678.
Seidenari 2000	Seidenari S, Giusti G, Bertoni L, et al. Thickness and echogenicity of the skin in children as assessed by 20-MHz ultrasound. <i>Dermatology</i> 2000;201:218-222.
Seyoum 1996	Seyoum B, Abdulkadir J. Systematic inspection of insulin injection sites for local complications related to incorrect injection technique. <i>Trop Doct</i> 1996;26:159-161.
Sindelka 1994	Sindelka G, Heinemann L, Berger M, Frenck W, Chantelau E. Effect of insulin concentration, subcutaneous fat thickness and skin temperature on subcutaneous insulin absorption in healthy subjects. <i>Diabetologia</i> 1994;37:377-380.
Smith 1991	Smith CP, Sargent MA, Wilson BP, Price DA. Subcutaneous or intramuscular insulin injections. <i>Arch Dis Child</i> 1991;66:879-882.
Smith 2005	Smith DR, Leggat PA. Needlestick and sharps injuries among nursing students. <i>J Adv Nurs</i> 2005;51:449-455.
Solvig 2000	Solvig J, Christiansen JS, Hansen B, Lytzen L. Localisation of potential insulin deposition in normal weight and obese patients with diabetes using Novofine 6 mm and Novofine 12 mm needles. Abstract Federation European Nurses in Diabetes, Jerusalem, Israel, 2000.
Springs 1999	Springs MH. Shake, rattle, or roll? "Challenging traditional insulin injection practices" <i>Am J Nursing</i> 1999;99:14.
Strauss 1998	Strauss K. Insulin injection techniques. <i>Pract Diab Int</i> 1998;15:181-184.
Strauss 1999	Strauss K, Hannel I, McGonigle J, Parkes JL, Ginsberg B, Jamal R, Frid A. Ultra-short (5 mm) insulin needles: trial results and clinical recommendations. <i>Pract Diab Int</i> 1999;16:218-222.
Strauss 2002-1	Strauss K, De Gols H, Hannel I, Partanen TM, Frid A. A pan-European epidemiologic study of insulin injection technique in patients with diabetes. <i>Pract Diab Int</i> 2002;19:71-76.
Strauss 2002-2	Strauss K, De Gols H, Letondeur C, Matyjaszczyk M, Frid A. The second injection technique event (SITE), May 2000, Barcelona, Spain. <i>Pract Diab Int</i> 2002;19:17-21.
Strauss 2010-1	De Coninck, Frid A, Gaspar R, Hicks D, Hirsch L, Kreugel G, Liersch J, Letondeur C, Sauvanet JP, Tubiana N, Strauss K. Results and analysis of the 2008-2009 Insulin Injection Technique Questionnaire survey. <i>J Diabetes</i> 2010;2:168-179.
Strauss 2010-2	Frid A, Hirsch L, Gaspar R, Hicks D, Kreugel G, Liersch J, Letondeur C, Sauvanet J-P, Tubiana-Rufi N, Strauss K. New Injection Recommendations For Patients With Diabetes. <i>Diabetes & Metabolism</i> 2010;36:S3-S18.
Swahn 1982	Swahn Å. Erfarenheter av 94000 osterilt givna insulininjektioner (Experiences from 94000 insulin injections given without skin swab). <i>Sv Läkaresällskapets Handlingar Hygiea</i> 1982;92:160(30).
Swindle 2003	Swindle LD, Thomas SG, Freeman M, Delaney PM. View of Normal Human Skin In Vivo as Observed Using Fluorescent Fiber-Optic Confocal Microscopic Imaging. <i>J Invest Dermatol</i> 2003;121:706-712.
Tafeit 2007	Tafeit E, Möller R, Jurimae T, Sudi K, Wallner SJ. Subcutaneous adipose tissue topography (SAT-Top) development in children and young adults. <i>Coll Antropol</i> 2007;31:395-402.

Referenz	Literaturstelle
Tan 1982	Tan CY, Statham B, Marks R, Payne PA. Skin thickness measured by pulsed ultrasound: its reproducibility, validation and variability. <i>Br J Dermatol</i> 1982;106:657-667.
Teft 2002	Teft G. Lipohypertrophy: patient awareness and implications for practice. <i>J Diab Nursing</i> 2002;6:20-23.
Thatcher 1985	Thatcher G. Insulin injections. The case against random rotation. <i>Am J Nursing</i> 1985;85:690-692.
Thow 1990-1	Thow JC, Home PD. Insulin injection technique: depth of injection is important. <i>Brit Med J</i> 1990;301:3-4.
Thow 1990-2	Thow JC, Johnson AB, Marsden S, Taylor R, Home PH. Morphology of palpably abnormal injection sites and effects on absorption of isophane (NPH) insulin. <i>Diabetic Medicine</i> 1990;7:795-799.
Thow 1992	Thow JC, Coulthard A, Home PD. Insulin injection site tissue depths and localization of a simulated insulin bolus using a novel air contrast ultrasonographic technique in insulin treated diabetic subjects. <i>Diabetic Medicine</i> 1992;9:915-920.
Torrance 2002	Torrance T. An unexpected hazard of insulin injection. <i>Pract Diab Int</i> 2002;19:63.
TRBA-250 2008	Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 250. Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in derWohlfahrtspflege.Gemeinsames Ministerialblatt Nr.4 v. 14.02.2008, S. 83.
Tubiana-Rufi 1999	Tubiana-Rufi N, Belarbi N, Du Pasquier-Fediaevsky L, Polak M, Kakou B, Leridon L, Hassan M, Czernichow P. Short needles (8 mm) reduce the risk of intramuscular injections in children with type 1 diabetes. <i>Diabetes Care</i> 1999;22:1621-1625.
Uzun 2001	Uzun S, Inanc N, Azal S. Determining optimal needle length for subcutaneous insulin injection. <i>J Diab Nursing</i> 2001;5:83-87.
Vaag 1990-1	Vaag A, Damgaard Pedersen K, Lauritzen M, Hildebrandt P, Beck-Nielsen H. Intramuscular versus subcutaneous injection of unmodified insulin; consequences for blood glucose control in patients with type 1 diabetes mellitus. <i>Diabetic Med</i> 1990;7:335-342.
Vaag 1990-2	Vaag A, Handberg A, Laritzen M et al. Variation in absorption of NPH insulin due to intramuscular injection. <i>Diabetes Care</i> 1990;13:74-76.
Van Doorn 1998	Van Doorn LG, Alberda A, Lytzen L. Insulin leakage and pain perception with NovoFine 6 mm and NovoFine 12 mm needle lengths in patients with type 1 or type 2 diabetes. <i>Diabetic Medicine</i> 1998;1:550.
Vardar 2007	Vardar B, Kizilci S. Incidence of lipohypertrophy in diabetic patients and a study of influencing factors. <i>Diab Res Clin Pract</i> 2007;77:231-236.
Victoza® Gebrauchs-information 2009	Victoza® Gebrauchsinformation. Novo Nordisk A/S, 2009.
Vidal 2008	Vidal M, Colungo C, Jansà M. Actualización sobre técnicas y sistemas de administración de la insulina (I). [Update on insulin administration techniques and devices (I)]. <i>Av Diabetol</i> 2008;24:175-190.
Vora 1992	Vora JP, Peters JR, Burch A, Owens DR. Relationship between Absorption of Radiolabeled Soluble Insulin Subcutaneous Blood Flow, and Anthropometry. <i>Diabetes Care</i> 1992;15:1484-1493.
Wolffenbittel 2011	Kreugel G, Keers JC, Kerstens MN, Wolffenbittel BHR. Randomized Trial on the Influence of the Length of Two Insulin Pen Needles on Glycemic Control and Patient Preference in Obese Patients with Diabetes. <i>Diab Tech Ther</i> 2011;13:1-5.
Workman 2000	Workman RGN. Safe injection techniques. <i>Prim Hlth C</i> 2000;10:43-50.
Wright 2009	Wright S, Yelland M, Heathcote K, Ng SK. Fear of needles, nature and prevalence in general practice. <i>Australian Family Physician</i> 2009;38(3):172-176.
Young 1984	Young RJ, Hannan WJ, Frier BM, Steel JM, et al. Diabetic lipohypertrophy delays insulin absorption. <i>Diabetes Care</i> 1984;7:479-480.
Zambanini 1999	Zambanini A, Newson RB, Maisey M, Feher MD. Injection related anxiety in insulin-treated diabetes. <i>Diab Res Clin Pract</i> 1999;46:239-246.
Zehrer 1985	Zehrer C, Hansen R, Bantle J. Reducing blood glucose variability by use of abdominal insulin injection sites. <i>Diabetes Educator</i> 1985;16:474-477.



© 2011 VDBD e. V.