



Kindheit so normal wie möglich

Update Typ-1-Diabetes bei Kids: Insuline, Technologie, Telemedizin

PD Dr. med. Thomas Kapellen – Median Kinderklinik am Nicolausholz, Naumburg

Die Inzidenz von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen nimmt weiter zu. Neben Stoffwechsellagen bei der Manifestation sind auch Einschränkungen durch die Coronaviruspandemie eine Herausforderung für die Versorgung. Die telemedizinische Betreuung hat zugenommen. Weitere Technologien, die den Trend der Technisierung in der Kinderdiabetologie fortsetzen, sollen den Stoffwechsel verbessern und die diabetesbedingte Belastung reduzieren. Hier auf dem Laufenden zu bleiben, ist für Diabetesteam sehr aufwändig.

Einleitung

Mit dem Trend der Inzidenzzunahme von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen zeigt sich ein leichter Anstieg diabetischer Ketoazidosen (DKA) bei den Manifestationen in Deutschland [1]. Insbesondere im ersten Lockdown der Coronapandemie kam es zu einem deutlichen Anstieg von DKA bei Manifestation mit Verdopplung der Fallzahlen im Kleinkindesalter [2]. Dies war am ehesten durch eine

zögerliche Vorstellung der Kinder wegen Zugangsbeschränkungen verursacht und durch Ängste, in einer Klinik Kontakt zu Coronainfizierten zu haben. Für Behandler war die Betreuung von Familien mit Kindern und Jugendlichen mit Diabetes während der Lockdowns und durch die vorhandenen Zugangsbeschränkungen von Ambulanzen, Praxen und Kliniken sehr herausfordernd. Dies führte zwangsläufig zum Ausbau von Telemedizin. Parallel



¹ In der aktuellen Leitlinie der International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) wird die Progression des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen in 4 Stufen/Stadien eingeteilt. Der Beginn ist durch mindestens 2 diabetesassoziierte Auto-Inselzell-Antikörper (AK) gekennzeichnet.

dazu wurden neue Therapiesysteme eingeführt, die mit mehr Schulungsaufwand verbunden sind. Auch hier wird zumindest teilweise auf telemedizinische Lösungen gesetzt. Noch gar nicht absehbar für die Betreuung von chronisch kranken Kindern und Jugendlichen ist der längerfristige Einfluss der Pandemie auf die psychische Gesundheit und die daraus folgenden Probleme in der Krankheitsbewältigung.

Epidemiologie

Europaweit geht man aktuell von einer Inzidenzzunahme des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen von etwa 3% pro Jahr aus, unabhängig vom Geschlecht. Für Deutschland konnte diese Inzidenzzunahme unter anderem in Sachsen unter Verwendung von Daten aus dem Register für Typ-1-Diabetes der DDR über eine Periode von mehr als 30 Jahre dargestellt werden [3]. Bei Manifestation kommt es in Deutschland in mehr als 26% der Fälle zu einer Stoffwechsellage mit diabetischer Ketoazidose. Die Inzidenz von diabetischer Ketoazidosen nimmt hierzulande über die Jahre diskret zu [1, 4]. Eine DKA bei Manifestation hat vielerlei Konsequenzen für die Patienten und ihre Familien. Meist erfolgt eine Aufnahme auf einer Intensivstation, die traumatisierend für alle ist. Schulungen können durch diesen Aufenthalt erst verzögert beginnen. Es gibt außerdem Hinweise, dass die Stoffwechselsituation bei Manifestation auch Einfluss auf die langfristige Stoffwechseleinstellung und damit die Prognose hat. Nicht zuletzt kann eine schwere DKA den Tod oder bleibende Schäden nach sich ziehen. Aus diesem Grund hat die Arbeitsgemeinschaft pädiatrische Diabetologie in diesem Jahr ein Präventionsprojekt zur Vermeidung von DKA bei Manifestation initiiert (<https://diabetes-kinder.de>). Hier wird bei den Vorsorgeuntersuchungen U6 und U7a ein Flyer ausgegeben und besprochen, auf dem die typischen Symptome des Typ-1-Diabetes bei Kindern beschrieben sind.

Prävention und Diagnose Typ-1-Diabetes

In der Leitlinie der International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) wird die Pro-

gression des Typ-1-Diabetes in 4 Stufen/Stadien eingeteilt [5]; ►Abb. 1. Neu ist dabei, dass man von Stufe/Stadium 1 spricht, wenn lediglich 2 oder mehr diabetesspezifische Antikörper vorhanden sind und die Kinder und Jugendlichen dabei komplett asymptomatisch sind. Bei Stufe zwei ist dann eine gestörte Glukosetoleranz nachweisbar. Diese beiden Stadien können der Manifestation mit typischen Symptomen (Polyurie, Polydipsie, Gewichtsverlust, Leistungsknick) um Monate oder Jahre vorausgehen. Ansätze zum Erhalt der Betazellfunktion sollten entweder schon vor dem Stadium 1 mit einem Screening auf ein genetisches Risiko beginnen oder bei manifestem Stadium 1.

Präventionsmaßnahmen sind aber bislang wissenschaftlichen Studien vorbehalten, wobei in Deutschland mittlerweile sowohl ein Screening auf Betazellantikörper (Stadium 1 Diabetes, in Bayern beim Kindern von 2-10 Jahren; Studien Fr1da und Fr1da Plus) als auch ein Screening auf ein genetisches Risiko bei Neugeborenen (Freder1k-Studie in Sachsen, Bayern und Niedersachsen) durchgeführt wird. In beiden Studien gibt es auch Angebote für die Teilnahme an Präventionsstudien.

Wichtige diabetesassoziierte Antikörper sind GAD-AK (Glutamatdecarboxylase-AK), IA2-AK (Tyrosine-phosphatase-like-insulinoma-antigen-2-AK) und Betazellspezifische Zinktransporter-8-AK. Die Bestimmung der Antikörper wird derzeit nicht zu diagnostischen Zwecken allein empfohlen, können aber bei differenzialdiagnostischen Überlegungen herangezogen werden, wenn der Diabetestyp nicht sicher anhand der klinischen Symptome und Anamnese festgelegt werden kann. Dies kann zum Beispiel bei einem sehr adipösen Jugendlichen zur Differenzierung eines Typ-2-Diabetes oder bei sehr niedrigem Insulinbedarf zur Differenzierung gegenüber einem Typ-3-Diabetes sinnvoll sein.

Die Diagnose des Typ-1-Diabetes wird anhand typischer Symptome in Kombination mit einem diabetischen Blutzucker (zufälliger BZ >11,0 mmol/l oder 200 mg/dl oder Nüchtern-BZ >7 mmol/l oder 126 mg/dl) und/oder einem erhöhten HbA_{1c} >6,5% gestellt [5].



Insulinpumpen sind in der Kinderdiabetologie zunehmend weit verbreitet, ebenso wie Systeme zur kontinuierlichen Glukosemessung.

T1 Ziele der Diabetesbehandlung bei Kindern und Jugendlichen

- ▶ Vermittlung von Kompetenz zum individuellen Stoffwechselmanagement
- ▶ Normale körperliche Entwicklung (Längenwachstum, Gewichtsentwicklung, Pubertätsentwicklung)
- ▶ Normale psychosoziale Entwicklung (mit Inklusion in Kindergarten, Schule und Berufsausbildung)
- ▶ Vermeidung von akuten Komplikationen (schwere Hypoglykämie, Diabetische Ketoazidose)
- ▶ Prävention diabetesbedingter mikro- und makrovaskulärer Folgeerkrankungen durch möglichst normnahe Blutzuckereinstellung
- ▶ Festlegung situationsabhängiger individueller Therapieziele
- ▶ $HbA_{1c} < 7,0 \%$
- ▶ Time in Range (70-180 mg/dl; 3,9-10,0 mmol/l) $> 70 \%$

Therapie

Die Behandlung von Kindern und Jugendlichen ist immer eine individualisierte Therapie, die an die Bedürfnisse des Kindes und der Familie angepasst wird. Dabei sollte ein mit Kindern und Jugendlichen erfahrenes multidisziplinäres Team zum Einsatz kommen, um die insbesondere bei Manifestation wichtige Weichenstellung der Schulung, Gewährleistung von Teilhabe und das Erkennen und Abfangen psychosozialer Probleme im Zusammenhang mit der zusätzlichen Belastung durch den Diabetes zu gewährleisten. Eine leitliniengerechte Betreuung sollte ebenfalls sichergestellt werden [6]. Ziele der Diabetesbehandlung im Kindes und Jugendalter sind in ▶Tab. 1 dargestellt. Wichtig ist es, individuell besprochenen Ziele, die sich über die Zeit der Betreuung durchaus ändern können, mit den Patienten und Familien abzusprechen.

Aktuell werden zur Einschätzung der Stoffwechseleinstellung der HbA_{1c} -Wert und seit der zunehmenden Nutzung von kontinuierlicher Glukosemessung (CGM) auch die Zeit im Zielbereich (TIR= Time In Range) gebraucht. Das HbA_{1c} -Ziel wurde 2018 von der ISPAD auf 7,0% gesenkt, die Zeit im

Zielbereich (70-180 mg/dl; 3,9-10,0 mmol/l) sollte bei über 70 % liegen [6].

Um diese Therapieziele zu erreichen ist eine kontinuierliche Betreuung und Schulung erforderlich. Hier werden alters- und therapiespezifische Schulungsprogramme verwendet. Bei Kindern kommt das „Diabetes-Buch für Kinder“ zum Einsatz, bei Jugendlichen das Schulungsprogramm „Diabetes bei Jugendlichen“ (beide Kirchheim-Verlag). Für die CGM-Schulung gibt es eine Version für Kinder und Jugendliche von Spektrum.

Grundsätzlich unterliegt die Kinderdiabetologie aktuell einem Umbruch, und zwar im Sinne eines zunehmenden Einsatzes von Insulinpumpen und CGM und deren Kombination (sensorunterstützte Pumpentherapie (SUP) bis zur automatisierten Insulinabgabe (AID = automated insulin delivery, Automatische Insulin-Dosierungssysteme).

Daten aus dem DPV-Register dokumentieren für 2019 eine CGM-Verwendung von $>70 \%$, aktuell ist zu erwarten, dass bereits mehr als 80 % der jungen Menschen ein CGM verwenden. Ähnlich ist die Entwicklung bei der Pumpentherapie, hier lagen die Zahlen 2019 bei annähernd 60 %, aktuell sicher fast bei 70 %, die SUP wurde in 2019 von etwa 50 % aller Kinder und Jugendlichen verwendet [7].

Insulintherapie

Es herrscht Konsens, dass der Behandlungsstandard bei Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes die intensiviertere Insulintherapie ist [8]. Dabei kommen je nach Alter und individuellem Insulinbedarf unterschiedliche Therapieformen und Insuline zum Einsatz.

Alle kurzwirksamen Insulinanaloge sind für die Therapie im Kindesalter zugelassen und in Studien überprüft, ohne dass es wesentliche Unterschiede im Wirkprofil gibt [9]. Die postprandiale Gabe des Insulins ist gerade bei Kleinkindern mit unklarer Nahrungsaufnahme manchmal nicht zu vermeiden. Aus CGM-Daten wissen wir aber, dass dann ein deutlicher postprandialer Blutzuckeranstieg zu erwarten ist. Daher wird mittlerweile die präprandiale Gabe wieder empfohlen und geschult und teilweise auch wieder mit individuellem Spritz-Ess-Abstand zur Minimierung von Blutzuckergipfeln nach dem Essen (insbesondere nach dem Frühstück) gearbeitet. Für die Insulinpumpentherapie wird die Verwendung von kurzwirksamen Analoge empfohlen [6].

Bei den ultrakurzwirksamen Insulinanaloge ist derzeit nur das fast acting Insulin aspart (Fiasp®) für Kinder zugelassen [10]. Hier ist die gleiche Pharmakodynamik und -kinetik wie bei Erwachsenen zu erwarten, sodass kein Spritz-Ess-Abstand eingehalten werden muss und der Bolus direkt vor der Mahlzeit abgegeben wird. Die Kinderstudie für das ultrakurzwirksame Insulin lispro (Lyumjev®) ist noch nicht abgeschlossen (Stand August 2021).

Abhängig vom Alter und individuellen Insulinbedarf wird auch unter den auf dem Markt befindli-

T2 CGM-Systeme für Kinder und Jugendliche

	Dexcom G6	Freestyle libre 2	Medtronic guardian 3	GlukoMen day
Art	rtCGM	Scannen notwendig	rtCGM	rtCGM
Zulassungsalter ab:	2 Jahre	4 Jahre	1 Jahr	6 Jahre
Kalibration	Möglich, nicht nötig	Nicht möglich	Notwendig (2xtgl)	Notwendig (1x tgl, am ersten Tag 2x)
Liegedauer	10 Tage	14 Tage	7 Tage	14 Tage
Anzeige	App oder Anzeigegerät	App oder Anzeigegerät	Pumpe mit 770G auf App	App
Follower-Funktion	Ja	Ja	Möglich mit Zusatzgerät (nicht vom Hersteller zugelassen)	Ja
Auslesen	Clarity, Diasend	Libre view	Carelink	Glucolog Web
Studiendaten bei Kindern publiziert	Ja	Ja	Ja	?
Kostenübernahme	Ja	Ja	Ja	Ja
Empfohlener Tragebereich	Gesäß, Oberarm, Bauch	Oberarm	Oberarm, Bauch	Bauch

chen Langzeitinsulinen ausgewählt. Tatsächlich wird häufig initial immer noch NPH-Insulin verwendet. Alle langwirksamen Insulinanaloga sind auch für Kinder und Jugendliche zugelassen. Es gibt Studien, die bei Kindern und Jugendlichen Unterschiede bezüglich der Frequenz von Hypoglykämien mit Gargin (Lantus®, Toujeo®) und Detemir (Levemir®) im Vergleich zu NPH zeigen. Auch das ultralangwirksame Degludec (Tresiba®) ist für Kinder und Jugendliche zugelassen. In der Zulassungsstudie konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede im HbA_{1c} und der Rate von Hypoglykämien im Vergleich mit Detemir gefunden werden [11]. Durch die lange Wirkdauer könnte es Vorteile bei der Behandlung von Jugendlichen geben, insbesondere, wenn einmal eine Injektion vergessen wird. Studiendaten zu dieser Frage existieren bislang nicht. Problematisch ist in meiner persönlichen Erfahrung der Einsatz von Insulin in niedrigen Dosen bei kleineren Kindern, hier ist dann oft eine Insulinlücke am Nachmittag zu sehen.

Insulinpumpentherapie

Die Insulinpumpentherapie (CSII) kann mit mehr als 90 % im Kleinkindealter, aber auch bei älteren Kindern mittlerweile als Standardtherapie angesehen werden [7]. Sie stellt zumindest theoretisch bislang die physiologischste Art der Insulinsubstitution dar. Es besteht die Möglichkeit, besonders durch Modifikation der Basalrate auf unterschiedliche Situationen (Sport, Krankheit) besser einzugehen als mit Einzelinjektionen. Die in vielen Modellen integrierten Bolusmanager erleichtern die Berechnung der Bolusgabe, vor allem für Kinder, die noch nicht sicher rechnen können.

In einer großen populationsbasierten Kohorte konnte im Real-Life-Vergleich für Kinder und Jugendliche mit Typ-1-Diabetes gezeigt werden, dass die Pumpentherapie in vielen Aspekten besser ist als eine Therapie mit multiplen Injektionen. Hier wurden fast 10.000 Patienten mit CSII mit 10.000 Kin-

dern und Jugendlichen mit Pentherapie gematcht und mittels eines Propensityscore verglichen. Der Pumpengebrauch war assoziiert mit einer Reduktion schwerer Hypoglykämien (9,55 vs. 13,97 pro 100 Patientenjahre) sowie einer signifikanten Reduktion von DKA (3,64 vs. 4,26 pro 100 Patientenjahren). Der HbA_{1c}-Wert war ebenfalls signifikant niedriger mit einer CSII (8,04 % vs. 8,22 %), [12]. Auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität kann mit einer Insulinpumpentherapie sowohl bei Eltern als auch Kindern und Jugendlichen verbessert werden [13]. Eine aktuelle Analyse von DPV-Daten konnte zeigen, dass ein früher Beginn mit einer CSII im Vergleich zu einem späteren Beginn langfristig zu besseren Behandlungsergebnissen führt [14].

Kontinuierliche Glukosemessung (CGM)

Seit die Nutzung und GKV-Erstattung von CGM durch den Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) auch für Kinder und Jugendliche offen steht, steigen die Nutzungszahlen steil an [7]. Aktuell sind 4 Systeme auf dem Markt mit unterschiedlichem Zulassungsalter und unterschiedlichen Möglichkeiten von Sensorlegeort, Liegedauer, Zulassungsalter, Auslesesoftware (►Tab. 2). In der Leitlinie wird noch vorsichtig formuliert, dass CGM bei Nichterreichen der Stoffwechselziele eingesetzt werden soll. Allerdings zeigt die Versorgungsrealität, dass auch diese Art der Glukosemessung mittlerweile Standard ist. Real-life-Daten aus der DPV-Datenbank machen deutlich, dass Kinder und Jugendliche mit Typ-1-Diabetes im ersten Behandlungsjahr mit CGM weniger DKA und weniger schwere Hypoglykämien haben [15].

Sensorunterstützte Pumpentherapie

Nur folgerichtig ist die Kombination aus Daten der kontinuierlichen Glukosemessung mit Algorithmen, die eine teilweise Steuerung der Insulinabgabe ermöglichen. Die ersten Systeme wurden mit der Möglichkeit einer Abschaltung bei Unterzuckerung, spä-

T3 CE-zertifizierte AID(automatisierte Insulinabgabe)-Systeme

	T-Slim™ X:2 mit Control IQ	MiniMed™ 780G	MiniMed 770G	MiniMed 670G	Diabeloop	CamAPS® FX
Insulinpumpe	T:Slim X2	MiniMed 780G	MiniMed 770G	MiniMed 670G	Kaleido Accu chek® insight	Dana R/S
Glukosesensor	Dexcom G6™	Guardian 3™	Guardian 3	Guardian 3	Dexcom G6	Dexcom G6
Sensorliegedauer	10 Tage	7 Tage	7 Tage	7 Tage	10 Tage	10 Tage
Nötige BZ-Checks	Kein Minimum, selten	Mind. 2x/d	Mind. 4-6x/d	Mind. 4-6x/d	Kein Minimum, selten	Kein Minimum, selten
Plattform des Algorithmus	In der Pumpe	In der Pumpe	In der Pumpe	In der Pumpe	Handgerät	Android Smartphone
Altersbeschränkung	> 6 Jahre	>7 Jahre	>7 Jahre	>7 Jahre	12-18 Jahre (DBLAT) Alter ab 18 Jahre (DBLG1*)	>1 Jahr (auch für Schwangere)
Glukoseziel	110 mg/dl	100/120 mg/dl	120 mg/dl	120 mg/dl	100-180 mg/dl	80-200 mg/dl
Insuline	Humalog® und Novorapid®	Humalog und Novorapid	Humalog und Novorapid	Humalog und Novorapid	Humalog und Novorapid	Humalog und Novorapid, Fiasp®
Automatische Korrekturbolusgaben	Ja	Ja	Nein	Nein	ja	nein
Möglichkeit der Datenverfügbarkeit	Download, Diasend® (Sensordaten Clarity™)	Automatisch, CareLink™	Automatisch, CareLink	Download CareLink	Download, Diasend (Sensordaten Clarity)	Automatisch, Diasend
Sonstiges	Nachtmodus	per Handy anzusehen	per Handy anzusehen		Variable „Agressivität“	Boost-Modus bei erhöhtem Bedarf
Mahlzeitenart	-	-	-	-	fettreich	fettreich
Temporäres Ziel erhöhen	Aktivitätsmodus	Temp. Ziel (150)	Temp. Ziel (150)	Temp. Ziel (150)	Zen-Modus (20-40 höher als aktiviertes Ziel)	„Aktivitätsziel = Ease-off-Modus“
Verfügbar in Deutschland	Ja	nein	Ja	ja	Als Algorithmus DBLG1 (Alter ab 18 Jahre)	Ggf. bei privater Krankenkasse

ter prädiktiv auch vor einer zu erwartenden Hypoglykämie insbesondere bei Kindern eingesetzt [16]. Aktuell sind zwei solcher System auf dem deutschen Markt für Kinder erhältlich. Das Medtronic-System ist schon ab dem Alter von einem Jahr zugelassen, der verwendete Sensor muss aber zweimal täglich kalibriert werden [17]. Seit verganginem Jahr erhältlich ist das System t:slim X2. Es hat ebenfalls eine prädiktive Hypoglykämieabschaltung, ist allerdings erst ab einem Alter von 6 Jahren zugelassen. Dieses System arbeitet in Kombination mit einem Dexcom-Sensor [18].

Automatische Insulindosierungs-Systeme

Der nächste Entwicklungsschritt war dann ein Algorithmus mit Insulinanpassung bei erhöhten Blutzuckerwerten. Das erste zugelassene System (Medtronic 670G) wurde in Deutschland erst auf den Markt gebracht, nachdem es schon 2 Jahre in den USA zur Verfügung stand [19]. Für die Systeme wurde anfänglich der Bezeichnung „hybrid closed loop“ benutzt, was die automatische Insulinsteuerung mit Ausnahme der Mahlzeitenbolus-Gaben einbezieht. Inzwischen ist diese Bezeichnung aber mit einem bestimmten Produkt assoziiert. Man spricht daher mittlerweile international von AID (automated insulin delivery) als deskriptive Bezeichnung der teilautomatisierten Systeme. Daten dieser Systeme haben uns auch ermöglicht abzuschätzen, wie hoch die

Tag-zu-Tag-Differenz des Insulinbedarfs ist [20]. Es zeigt sich, dass die jüngsten Patienten die höchste Variabilität im Insulinbedarf haben und damit per se den größten Bedarf für eine automatisierte Insulinabgabe.

Der Algorithmus eines AID arbeitet mit Gewebsglukosewerten, die permanent aus dem verwendeten CGM einfließen. Das Programm errechnet aus dem aktuellen Wert und dem festgelegten Zielwert eine Differenz, die dann zu einer Änderung der Stellgröße (Insulinabgabe) führt. Grundsätzlich arbeiten solche Systeme mit verschiedenen Algorithmen, die nach verschiedenen Modellen den Insulinbedarf berechnen. Es handelt sich aber bislang immer um Systeme, die die Abgabe eines Insulinbolus vor der Mahlzeit erfordern. Dies liegt in der Natur der zugrundeliegenden Glukosewerte (Gewebsglukose mit möglichem timelag) und den verwendeten Insulinen (Analoginsulin mit Wirkbeginn nach frühestens 10 Minuten).

Im klinischen Gebrauch gibt es bei Kindern und Jugendlichen unterschiedliche Erfahrungen. So zeigt die notwendige Kalibrierung bei ersten zugelassenen System bei Jugendlichen und Erwachsenen teilweise eine Kalibrierermüdigkeit nach sich, die dazu führte, dass bei einem Teil der Patienten das System nicht mehr im automatisierten Modus verwendet wurde [21]. Dies macht deutlich, dass die Schulung und Erläuterungen, welche Aufgaben mit einem AID auf

die Patienten zukommen, entscheidend für die Verwendung und den Erfolg der Therapie sind. Jugendliche mit mäßiger Stoffwechseleinstellung können von solchen Systemen tatsächlich profitieren [22]. Aus den Erfahrungen einer eigenen Studie profitieren aber insbesondere Familien mit kleinen Kindern von AID-Systemen [23]. Und genau hier liegt aktuell die Problematik. Die derzeit erhältlichen und von der GKV bezahlten Systeme sind alle erst ab einem Alter von 7 Jahren zugelassen (►Tab. 3). Es gibt nur ein System, welches ab einem Alter von einem Jahr in einer Studie überprüft wurde und CE-zertifiziert ist, aber noch keine Kostenübernahme von Seiten der GKV hat (CamAPS, ►Tab. 3).

Aufgrund der Vielfalt der nun zur Verfügung stehenden Insulinpumpen, CGM-Systeme und Kombinationen ist eine gute Beratung vor der Entscheidung für ein System wesentlich. Dies sollte möglichst alle Teilaspekte (Vor- und Nachteile im Vergleich) beinhalten. Es zeigt sich einmal mehr, dass der Schulungs- und Betreuungsbedarf mit zunehmender Technisierung nicht weniger wird.

Telemedizin

Gerade während der Pandemie waren in der Diabetologie kurzfristige Lösungen ohne Besuch der Klinik oder Ambulanz vonnöten. Der Kontakt zu den meisten Patienten in vielen kinderdiabetologischen Zentren wurde telemedizinisch gehalten. Dabei kamen unterschiedlichste Modelle zum Einsatz. Da nicht alle Kliniken über die Möglichkeit von Videosprechstunden verfügten, wurde häufig das Telefon und der Austausch von Daten per E-Mail oder über eine cloudbasierte Software genutzt. Während Letzteres datenschutzrechtlich überprüft ist, haben nur wenige Kliniken die Möglichkeit, per verschlüsselter E-Mail-Technologie Daten datenschutzkonform zu verarbeiten.

Italienische Kinderdiabetologen sahen unter einer telemedizinischen Betreuung eine Verbesserung des Glukose-Managementindikators (GMI 7,4 % vs. 7,25 %), ein errechneter Parameter aus CGM-Systemen, der die mittlere Glukose und Abweichungen standardisiert. Auch die TIR stieg von 60,5 auf 63 % [24].

Das Modellprojekt der virtuellen Sprechstunde in Lübeck, Kiel und Hamburg (VIDIKI) ergab nach 12 Monaten regulärer Videosprechstunde in einer monatlichen Frequenz zusätzlich zur regulären Versorgung eine signifikante Verbesserung des HbA_{1c} (-0,22 %) im Vergleich zu einer Wartekontrollgruppe. Das primäre Studienziel (signifikante Senkung des HbA_{1c} nach 6 Monaten) wurde aber nicht erreicht. Auch die Belastung durch den Diabetes sank in dieser Zeit bei den Müttern signifikant [25]. Die Eltern empfanden die Möglichkeit der Videosprechstunde aus unterschiedlichen Gründen als vorteilhaft. Positiv waren die Zeitersparnis durch fehlende Anfahrt, Parkplatzsuche und Wartezeit in der Ambulanz sowie die Möglichkeit kurzfristiger Therapie-

anpassung und neuer Einblicke in die Daten, die ein Selbstmanagement leichter machen [26]. Dennoch hat der GBA in seiner Beurteilung der VIDIKI-Studie als Studie des Innovationsfonds einer Überführung in die Regelversorgung nicht zugestimmt (hauptsächlich wegen Nichterreichen des primären metabolischen Ziels).

Es wird also noch ein Stück des Weges zu gehen sein, bis eine solche Diabetessprechstunde per Video bezahlte Realität in kinderdiabetologischen Ambulanzen wird. Es sind ja auch noch regulatorische und administrative Hürden zu nehmen, auf die Simone von Sengbusch die Antworten zumindest in Teilen schon publiziert hat [27]. VIDIKI geht derzeit über 2.0 in die Version 3.0. Aus persönlicher Erfahrung und auch von vielen Kollegen betont wird es natürlich auch Patienten und Familien geben, die weder technisch in der Lage noch gewillt sind, sich telemedizinisch beraten zu lassen. Auch wird es Patienten geben, die man bei schlechter Stoffwechseleinstellung in kurzen Abständen persönlich treffen muss, um eine Entgleisung zu vermeiden. Ganz abgesehen von den Softwarehürden, die mit immer mehr firmeneigenen Softwarelösungen zum Auslesen von CGM- und Pumpendaten den diabetologischen Betreuern das Leben nicht unbedingt einfacher machen. Hier wäre aus meiner Sicht eine universell nutzbare Lösung (denkbar mit Diasend, Smart Pix oder Diabass®) wünschenswert.

Fazit

Die Kinderdiabetologie hat im Bereich der Nutzung von Insulinpumpen, CGM und AID eine Vorreiterrolle. Viele neue Technologien haben Einzug gehalten und werden ausgiebig genutzt. In der Coronavirus-Pandemie wurden auch erweiterte Möglichkeiten der Kommunikation mit den Patienten und Familien notwendig, die aber derzeit noch nicht ausreichend in die Versorgungsstruktur einbezogen sind. Das äußert sich z. B. sowohl in Defiziten bei der technischen Unterstützung durch Einrichtungen und Hersteller als auch in der adäquaten Refinanzierung. Hier ist noch einiges an Arbeit zu leisten.

Literatur

1. Cherubini V, Grimsman JM, Akesson K et al. Temporal trends in diabetic ketoacidosis at diagnosis of paediatric type 1 diabetes between 2006 and 2016: results from 13 countries in three continents. *Diabetologia* 2020; 63:1530-1541
2. Kamrath C, Mönkemöller K, Biester T et al. Ketoacidosis in children and adolescents with newly diagnosed type 1 diabetes during the COVID-19 Pandemic in Germany. *JAMA* 2020 25; 324:801-804
3. Manuwald U, Heinke P, Salzsieder E et al. Incidence trends of type 1 diabetes before and after the reunification in children up to 14 years of age in Saxony, Eastern Germany. *PLoS One* 2017; 12:e0183665
4. Manuwald U, Schoffer O, Hegewald J et al. Ketoacidosis at onset of type 1 diabetes in children up to 14 years of age and the changes over a period of 18 years in Saxony, East Germany: a population based register study. *PLoS One*

- 2019; 14:e0218807
5. Couper JJ, Haller MJ, Greenbaum CJ et al. ISPAD clinical practice guidelines 2018: stages of type 1 diabetes mellitus in children and adolescents. *Pediatric Diabetes* 2018; 19 Suppl 27:20-27
 6. Neu A, Bürger-Büsing J, Danne T et al. Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Kindes und Jugendalter *Diabetologie* 2020; 15 (Suppl1):551-564
 7. Holl RW, Prinz N. Versorgung von Kindern und Jugendlichen mit Diabetes – aktuelle Situation und Veränderungen der letzten 25 Jahre. In: *Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2021*. Verlag Kirchheim Mainz.
 8. Kapellen TM. Pharmacotherapy of children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Handb Exp Pharmacol* 2020; 261:105-118
 9. Fullerton B, Siebenhofer A, Jeitler K et al. Short acting insulin analogues versus regular human insulin for adults with type 1 diabetes. *Cochrane Database Syst Rev* 2016:CD012161.
 10. Fath M, Danne T, Biester T et al. Faster-acting insulin aspart provides faster onset and greater early exposure vs insulin aspart in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Diabetes* 2017; 18:903-910
 11. Thalange N, Deeb L, Iotova V et al. Insulin Degludec in combination with bolus insulin aspart is safe and effective in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2015; 16:164-176
 12. Karges B, Schwandt A, Heidtmann B et al. Association of insulin pump therapy versus insulin injection therapy with severe hypoglycemia, ketoacidosis, and glycemic control among children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes. *JAMA* 2017; 318:1358-66
 13. Mueller-Godeffroy E, Vonthein R, Ludwig-Seibold C et al. on behalf of the German working group for Pediatric Pump Therapy (agip). Psychosocial benefits of insulin pump therapy in children with type 1 diabetes and their families: the pumpkin multicenter randomized controlled trial. *Pediatr Diabetes* 2018; 19:1471-80
 14. Kamrath C, Tittel S, Kapellen T et al. Early versus delayed insulin pump therapy in children with newly diagnosed type 1 diabetes: results from the multicentre, prospective diabetes follow-up DPV registry. *Lancet Child Adolesc Health* 2021;5:17-25
 15. Tauschmann M, Herrmann JM, Freiberg C et al. Reduction in diabetic ketoacidosis and severe hypoglycemia in pediatric type 1 diabetes during the first year of continuous glucose monitoring: a multicenter analysis of 3553 subjects from the DPV Registry. *Diabetes Care* 2020; 34:e40-e42
 16. Beato-Vibora PI, Quiros-Lopez C, Lazaro-Martin L et al. Impact of sensor-augmented pump therapy with predictive low glucose suspend function on glycemic control and patient satisfaction in adults and children with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2018; 20:738-43
 17. Biester T, Kordonouri O, Holder M et al. Let the Algorithm Do the Work: Reduction of Hypoglycemia Using Sensor-Augmented Pump Therapy with Predictive Insulin Suspension (SmartGuard) in Pediatric Type 1 Diabetes Patients. *Diabetes Technol Ther*. 2017;19(3):173-82.
 18. Forlenza GP, Li Z, Buckingham BA, Pinsker JE et al. Predictive Low-Glucose Suspend Reduces Hypoglycemia in Adults, Adolescents, and Children With Type 1 Diabetes in an At-Home Randomized Crossover Study: Results of the PROLOG Trial. *Diabetes Care*. 2018;41(10):2155-61.
 19. Forlenza GP, Pinhas-Hamile O, Liljenquist DR et al. Safety evaluation of the Minimed 670G system in children 7-13 years of age with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther* Dec 26
 20. Dovc K, Boughton C, Tauschmann M et al. Young children have higher variability of insulin requirements: observation during hybrid closed loop insulin delivery. *Diabetes Care* 2019; 62:1344-1347
 21. Lal RA, Basina M, Maahs DM et al. One Year Clinical Experience of the First Commercial Hybrid Closed-Loop System. *Diabetes Care*. 2019;42(12):2190-6.
 22. Tauschmann M, Thabit H, Bally L et al. APCam¹ Consortium. Closed loop delivery in suboptimal controlled type 1 diabetes: a multicentre, 12 week randomized trial. *Lancet* 2018; 392: 1321-29
 23. Musolino G, Dovs K, Boughton C et al. Reduced burden of diabetes and improved quality of life: Experiences from unrestricted day and night hybrid closed loop use in very young children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2019; 20:794-99
 24. Predieri B, Leo F, Candia F et al. Glycemic Control Improvement in Italian Children and Adolescents With Type 1 Diabetes Followed Through Telemedicine During Lockdown Due to the COVID-19 Pandemic. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11:595735.
 25. von Sengbusch S, Eisemann N, Mueller-Godeffroy E et al. Outcomes of monthly video consultations as an add-on to regular care for children with type 1 diabetes: A 6-month quasi-randomized clinical trial followed by an extension phase. *Pediatr Diabetes*. 2020;21(8):1502-15.
 26. von Sengbusch S, Doerdelmann J, Lemke S et al. Parental expectations before and after 12-month experience with video consultations combined with regular outpatient care for children with type 1 diabetes: a qualitative study. *Diabet Med*. 2020:e14410.
 27. Frielitz F-S, Storm N, Hiort O, Katalinic A, von Sengbusch S. Die Erstellung eines Datenschutzkonzepts: eine Anleitung für telemedizinische Versorgungskonzepte. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz* 2019; 62:479-485

Interessenkonflikte

Thomas Kapellen erklärt, dass er sich bei der Erstellung des Beitrags von keinen wirtschaftlichen Interessen hat leiten lassen. Er gibt an, dass er Studienleiter der KiDSAPP-Studie Leipzig ist, in der ein automatisiertes Insulindelivery-System (AID) eingesetzt wird. Und er ist Sprecher der Arbeitsgemeinschaft pädiatrische Diabetologie.

Der Verlag erklärt, dass die inhaltliche Qualität des Beitrags von zwei unabhängigen Gutachtern geprüft wurde. Werbung in dieser Zeitschriftenausgabe hat keinen Bezug zur CME-Fortbildung. Der Verlag garantiert, dass die CME-Fortbildung sowie die CME-Fragen frei sind von werblichen Aussagen und keinerlei Produktempfehlungen enthalten. Dies gilt insbesondere für Präparate, die zur Therapie des dargestellten Krankheitsbildes geeignet sind.



PD Dr. med. Thomas Kapellen

Median Kinderklinik am Nicolausholz
 Elly Kutscher Strasse 16
 06628 Naumburg
 PDDr.med.Thomas.Kapellen@median-kliniken.de

Update Typ-1-Diabetes bei Kids: Insuline, Technologie, Telemedizin

FIN gültig bis 11.11.2021:

ID2105Kg

Teilnehmen und Punkte sammeln können Sie

- als e.Med-Abonnent von SpringerMedizin.de
- als registrierter Abonnent dieser Fachzeitschrift
- zeitlich begrenzt unter Verwendung der abgedruckten FIN.



Dieser CME-Kurs ist auf [SpringerMedizin.de/CME](https://www.springermedizin.de/CME) zwölf Monate verfügbar. Sie finden ihn, wenn Sie die FIN oder den Titel in das Suchfeld eingeben. Alternativ können Sie auch mit der Option „Kurse nach Zeitschriften“ zum Ziel navigieren oder den QR-Code links scannen.

? Wie entwickelt sich derzeit die Inzidenz von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen?

- Die Inzidenz bei Kindern nimmt ab.
- Nur bei Mädchen nimmt die Inzidenz zu.
- Nur bei Jungs nimmt die Inzidenz zu.
- Das Unzidenzniveau ist derzeit stabil.
- Sie steigt pro Jahr um etwa 3 %.

? Welche Aussage ist korrekt? Diabetische Ketoazidosen bei Typ-1-Diabetes-Manifestation...

- ...sind mit guter Intensivmedizin unproblematisch behandelbar.
- ...treten bei etwa 10 % der Neumanifestationen in Deutschland auf.
- ...von Kindern nehmen derzeit hierzulande leicht zu.
- ...sind von den Bedingungen in der Coronavirus-Pandemie unbeeinflusst.
- ...haben keine Konsequenzen für den späteren Verlauf des Diabetes.

? Was kennzeichnet Stufe/Stadium 2 der Typ-1-Diabetes-Progression bei Kindern und Jugendlichen laut Leitlinie der International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD)?

- Es sind 2 oder mehr diabetesspezifische Antikörper vorhanden und eine gestörte Glukosetoleranz nachweisbar.
- Mindestens Verwandte ersten Grades sind an Typ-1-Diabetes erkrankt.
- Es müssen mindestens 3 verschiedene diabetesspezifische Antikörper vorhanden sein.
- Erst dann kann mit diabetespräventiven

Maßnahmen begonnen werden.

- Sie kündigt die Diabetes-Manifestation mit typischen Symptomen innerhalb der nächsten 4 Wochen an.

? Was ist kein Ziel einer guten Diabetesbehandlung bei Kindern und Jugendlichen?

- Eine normale körperliche Entwicklung.
- Eine normale psychosoziale Entwicklung.
- Teilhabe an allen Aspekten des normalen Lebens.
- Die Vorbeugung von mikro- und makrovaskulären Folgeerkrankungen.
- Ein HbA_{1c}-Wert <5,0 %.

? Was ist korrekt? Kinder und Jugendliche mit Typ-1-Diabetes...

- ...nutzten nach Daten des DPV-Registers 2019 zu über 70 % ein System zur kontinuierlichen Glukosemessung (CGM).
- ...nutzen überwiegend einen Insulinpumpen zur Injektion.
- ...können derzeit noch keine automatisierte Insulinabgabe nutzen, da diese Technologie nur für Erwachsene mit Diabetes zugelassen ist.
- ...nutzen derzeit in weniger als 30 % der Fälle eine Insulinpumpe.
- ...profitieren hinsichtlich ihrer gesundheitsbezogenen Lebensqualität nicht von einer Insulinpumpe.

? Welche Aussage zur Insulintherapie bei Kindern und Jugendlichen ist falsch?

- Die Wirkprofile von kurzwirksamen Analoginsulinen unterscheiden sich nicht wesentlich.
- NPH-Insulin wird in diesen Altersgruppen gar nicht mehr eingesetzt.
- Nicht alle ultrakurzwirksamen Insuline sind derzeit (August 2021) für Kinder zugelassen.
- Alle in Deutschland auf dem Markt befindlichen lang- und ultralangwirksamen Analoginsuline sind auch für Kinder zugelassen (August 2021).
- Mittlerweile wird wieder eine präprandiale Injektion von kurzwirksamen Insulinanaloga auch bei Kleinkindern empfohlen.

? Was ist korrekt? Die Insulinpumpentherapie...

- ...wird in der Kleinkinderdiabetologie noch selten genutzt.
- ...hat gegenüber der Pentherapie keine Vorteile bei der kurzfristigen Insulinbedarfsanpassung.
- Brachte in der Real-life-Analyse bei Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes im Vergleich zur Pentherapie eine geringere Zahl von schweren Hypoglykämien und Ketoazidosen mit sich.
- ...schneidet bei der HbA_{1c}-Senkung im Schnitt schlechter als die Pentherapien.
- ...bietet bei früher Anwendung im Krankheitsverlauf keine Vorteile gegenüber einem späteren Beginn.

Dieser CME-Kurs wurde von der Bayerischen Landesärztekammer mit zwei Punkten in der Kategorie I (tutorielle unterstützte Online-Maßnahme) zur zertifizierten Fortbildung freigegeben und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70 % der Fragen richtig beantwortet werden. Pro Frage ist jeweils nur eine Antwortmöglichkeit zutreffend. Bitte beachten Sie, dass Fragen wie auch Antwortoptionen online abweichend vom Heft in zufälliger Reihenfolge ausgespielt werden.

Bei inhaltlichen Fragen erhalten Sie beim Kurs auf [SpringerMedizin.de/CME](https://www.springermedizin.de/CME) tutorielle Unterstützung. Bei technischen Problemen erreichen Sie unseren Kundenservice kostenfrei unter der Nummer 0800 7780777 oder per Mail unter kundenservice@springermedizin.de.

? Was trifft bezüglich der kontinuierlichen Glukosemessung (CGM) bei Kindern und Jugendlichen zu?

- Alle CGM-Systeme sind für jedes Alter zugelassen.
- Alle CGM-Systeme benötigen eine tägliche Kalibrierung, um ausreichend genau zu arbeiten
- CGM-Sensoren können ausschließlich am Oberarm gelegt werden.
- Zum Auslesen der Daten stellen die Hersteller für Patienten Softwarelösungen zur Verfügung.
- Die Liegedauer von CGM-Sensoren unterscheidet sich nicht.

? Was ist korrekt? Automatische Insulindosierungs-Systeme (AID)...

- ...sind mittlerweile auch für Kinder und Jugendliche verfügbar.
- ...werden auch für Kleinkinder von der gesetzlichen Krankenkasse erstattet.
- ...nutzen alle dieselbe Art von mathematischem Modell zur Berechnung.
- ...haben alle den Algorithmus in der Pumpe integriert.
- ...liefern bei Kindern und Jugendlichen derzeit keine ausreichend guten Stoffwechsel-Ergebnisse.

? Welche Antwort zur Telemedizin in der Diabetologie ist richtig?

- Das Modellprojekt der virtuellen Sprechstunde in Lübeck, Kiel und Hamburg (VIDIKI) wird durch den Gemeinsamen Bundesausschuss in die Re-

gelversorgung überführt.

- Videosprechstunden sind datenschutzrechtlich unproblematisch etablierbar.
- Videosprechstunden sind für alle Patientengruppen die ideale Lösung zur Diabetesbetreuung.
- Telemedizinische Betreuung war in der Coronavirus-Pandemie oft die einzige Möglichkeit zum Patientenkontakt.
- Es gibt eine einheitliche Softwarelösung zum Auslesen von Glukosesensordaten und Pumpendaten.

Aktuelle CME-Kurse aus der Inneren Medizin

► **Evidenz in der Ernährungstherapie des Diabetes mellitus**

aus: Der Diabetologe | Ausgabe 6/2021
von: Prof. Dr. Hans Hauner
Zertifiziert bis: 20.09.2022
CME-Punkte: 3

► **Hepatische Steatosen**

aus: Gastro-News | Ausgabe 4/2021
von: Dr. med. Henriett Kreimeyer, Dr. med. Nicole Selbach,
Prof. Dr. med. Ali Canbay
zertifiziert bis: 17.08.2022
CME-Punkte: 2

► **Diagnostik und Therapie von statinassoziierten Muskelsymptomen**

aus: Der Internist | Ausgabe 8/2021
von: Ursula Kassner, Stefanie Grunwald, Dominik Spira,
Nikolaus Buchmann, Thomas Bobbert, Elisabetta Gazzero,
Tim Hollstein, Simone Spuler, Prof. Dr. med. Elisabeth
Steinhagen-Thiessen
zertifiziert bis: 02.08.2022
CME-Punkte: 3

Diese Fortbildungskurse finden Sie, indem Sie den Titel in das Suchfeld auf CME.SpringerMedizin.de eingeben. Zur Teilnahme benötigen Sie das e.Med-Abo.

Effizient fortbilden, gezielt recherchieren, schnell und aktuell informieren – das e.Med-Abo bietet Ihnen alles, was Sie für Ihren Praxis- oder Klinikalltag brauchen: Sie erhalten Zugriff auf alle Premium-Inhalte von SpringerMedizin.de, darunter die Archive von 99 deutschen Fachzeitschriften. Darüber hinaus ist im Abo eine Springer-Medizin-Fachzeitschrift Ihrer Wahl enthalten, die Ihnen regelmäßig per Post zugesandt wird.

Als e.Med-Abonnent steht Ihnen außerdem das komplette CME-Kursangebot von SpringerMedizin.de zur Verfügung: Hier finden Sie aktuell über 550 CME-zertifizierte Fortbildungskurse aus allen medizinischen Fachrichtungen!

**Testen Sie die CME.SpringerMedizin.de
14 Tage lang kostenlos und unverbindlich
mit dem e.Med-Abo:
www.springermedizin.de/eMed**

