

Therapie anpassen

bei körperlicher Aktivität mit AID-System

Körperliche Aktivität tut grundsätzlich gut, auch Menschen mit Typ-1-Diabetes. Spannend wird es hier, wenn es um das Anpassen der Insulin-Therapie geht. Dabei alle Einfluss-Faktoren zu berücksichtigen, ist herausfordernd. Systeme zur automatisierten Insulin-Abgabe (AID-Systeme) können hier gut unterstützen.

Anpassen der Insulin-Therapie beim Sport – in den „guten, alten Zeiten“ haben die Diabetes-Teams zusammen mit den **Sportlern und Sportlerinnen mit einem Typ-1-Diabetes im Vorfeld überlegt**: Wie viel Insulin ist zur Zeit des Sports wirksam? Wie ist zu der Tageszeit die Insulin-Empfindlichkeit? Wie stark reduziere ich deshalb den Bolus/die Basalrate/das Verzögerungs-Insulin? Was habe ich am Vortag gemacht, wirkt noch der Muskel-Auffülleffekt? Was habe ich wann vor Beginn der Aktivität zu mir genommen? Wie intensiv wird meine Belastung werden? Wie ist mein Trainings-Zustand? Und so weiter, und so weiter ...

Alle diese Überlegungen haben wir in unseren Gehirnen herumgewälzt und sind dann zu einer Therapie-Anpassung gekommen. Jetzt, in den Zeiten der AID-Systeme (AID: engl. *Automated Insulin Delivery*), sollen wir **diese komplexen Zusammenhänge „ganz einfach“ der künstlichen Intelligenz oder dem AID-Algorithmus übergeben**? Können diese Systeme unsere vielschichtigen Überlegungen ebenso in eine funktionierende Anpassung der Therapie bei körperlicher Aktivität umsetzen?

Sport – so wird es kein Problem

Die meisten Algorithmen der AID-Systeme ermitteln die Insulin-Empfindlichkeit als Mittelwert der letzten Tage und geben entsprechend das basale Insulin und die Korrekturen ab. Bei sehr schnell wechselnden Veränderungen der Insulin-Empfindlichkeit kann der Algorithmus **eine so differenzierte Anpassung, wie sie für Sport nötig ist, gar nicht leisten, wenn wir ihn nicht dabei unterstützen**. Wie kann so eine Unterstützung aussehen? Auch darauf gibt es keine allgemeingültigen Antworten, da **jeder Algorithmus anders „denkt, rechnet und arbeitet“**. Deshalb müssen im Vorfeld einige allgemeingültige Faktoren in die Überlegungen einbezogen werden. Diese werden dann mit den individuellen, für den jeweiligen AID-Algorithmus spezifischen Anpassungs-Möglichkeiten kombiniert.

„Sport-Prinzipien“ mit AID-Systemen

Diese allgemeingültigen Prinzipien sollten die Menschen mit einem AID-System vor, bei und nach dem Sport berücksichtigen (siehe auch Tabelle):

1. das **aktive Insulin** (IOB, Insulin on Board) so gering wie möglich halten,

2. dem System rechtzeitig, am besten mindestens 2 Stunden vor Beginn des Sports, **mitteilen, dass wir uns bewegen wollen**,
3. mit einer steigenden oder zumindest konstanten **Glukose-Tendenz** (CGM-Trendpfeil: ↑ oder ↗ oder →) den Sport beginnen,
4. **erhöhte Glukose-Zielwerte anstreben** und diese auch in das jeweilige AID-System eingeben (die Möglichkeiten, wie hoch man den Sport-Zielwert eingeben kann, sind spezifisch für die einzelnen Systeme),
5. **flüssige Glukose** (Glukose-Gels, Saft, flüssige Traubenzucker-Mischungen etc.) in ausreichender Menge mitführen,
6. bei der Zufuhr der flüssigen Glukose **kontinuierlich kleine Mengen an Kohlenhydraten trinken** und nicht z. B. an einer Verpflegungs-Station im Wettkampf 50 bis 60 Gramm Gels, Saft etc. auf einmal trinken – dadurch würden die Glukose-Werte in den meisten Fällen deutlich über die mögliche, einstellbare Glukose-Obergrenze im AID-System steigen und dieses würde möglicherweise mit einer Insulin-Abgabe (Erhöhen der basalen Insulin-Menge oder Abgabe eines Korrektur-Bolus) reagieren,
7. bei längeren sportlichen Aktivitäten **immer ein Blutketon-Messgerät und Blutketon-Messstreifen** mitführen, um eine Ketoazidose beim Sport rechtzeitig und sicher erkennen zu können,
8. bei längeren sportlichen Aktivitäten auch ein **Blutzucker-Messgerät und Blutzucker-Messstreifen** mitnehmen (am besten ein Gerät, mit dem man Blutzucker- und Blutketone messen kann), um bei einem Ablösen/Ausfallen des CGM-Sensors die aktuellen Blutzucker-Werte messen zu können; dann auch den **Umstieg auf die „manuelle Therapie-Anpassung“ ohne AID-Unterstützung geplant haben** inklusive Reduktion der Sicherheits-Basalrate, die in der Insulin-Pumpe immer hinterlegt ist, etc.,
9. den CGM-Sensor und den Katheter der Insulin-Pumpe **zusätzlich fixieren** und ggf. schweiß- und wasserfest verstauen (Tipps dazu in der Diabetes- und Sportfibel, Verlag Kirchheim),
10. nach Ende der körperlichen Aktivität den **Muskel-Auffülleffekt und die verbesserte Insulin-Empfindlichkeit** bei der Therapie-Anpassung berücksichtigen, falls das der Algorithmus nicht automatisch übernimmt.

Diese Empfehlungen sind natürlich nur als Starthilfe gedacht und müssen individuell ausgetestet und angepasst werden. Sollten z. B. bei Stufe 1 noch Hypoglykämien bei körperlicher Aktivität auftreten, dann die Algorithmus-Anpassungen von Stufe 2 wählen etc.

ULRIKE THURM, DR. BERNHARD GEHR 

AID-Systeme: Anpassung an körperliche Aktivität

Situation	MiniMed 670G/770G/780G	t:slim mit Control-IQ	CamAPS FX	DBLGI
<p>Stufe 1: geringe körperliche Aktivität</p> <p>(leichter Spaziergang, Haus- oder Gartenarbeit mit geringer Intensität und Dauer, kurze Radtour etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität den Zielwert auf 150 mg/dl bzw. 8,3 mmol/l einstellen • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über 150 mg/dl bzw. 8,3 mmol/l zu kommen, weil der Algorithmus sonst mit einer erhöhten Insulin-Abgabe reagiert) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität AID-Modus Bewegung wählen (Basalrate wird unter 140 mg/dl bzw. 7,8 mmol reduziert, unter 80 mg/dl bzw. 4,4 mmol/l gestoppt) • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über 160 mg/dl bzw. 8,9 mmol/l zu kommen, weil der Algorithmus sonst mit einer erhöhten basalen Insulin-Abgabe und über 180 mg/dl bzw. 10,0 mmol/l mit einer erhöhten Bolus-Abgabe reagiert) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität den Ease-off-Modus aktivieren (reduziert die Aggressivität automatisch um ca. 35 % und stoppt die Insulin-Abgabe unter 126 mg/dl bzw. 7,0 mmol/l) • Zielwert anheben (mögliche Grenzen 80 – 200 mg/dl bzw. 4,4 – 11,1 mmol/l, Tipp: 160 mg/dl bzw. 8,9 mmol/l wählen) • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über z. B. 160 mg/dl bzw. 8,9 mmol/l zu kommen, weil der Algorithmus sonst mit einer, wenn auch um 35 % reduzierten, Insulin-Abgabe reagiert) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität „Körperliche Aktivität“ wählen (erhöht den Zielwert um 70 mg/dl bzw. 3,9 mmol/l) und Aktivität als gering einstellen • falls bekannt, kann die Eingabe schon viele Stunden vorher erfolgen (ab 0 Uhr) • bei sehr geringer körperlicher Aktivität und sehr gutem Trainings-Zustand reicht ggf. auch das Aktivieren des ZEN-Modus (dann maximale Erhöhung um 40 mg/dl bzw. 2,2 mmol/l für die Dauer der körperlichen Aktivität einstellen) • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über 150 bzw. 8,3 (bei ZEN)/170 bzw. 9,4 (bei leichter körperlicher Aktivität) mg/dl bzw. mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer erhöhten basalen Insulin-Abgabe) • bei körperlicher Aktivität innerhalb von 2–3 Stunden nach einer Mahlzeit diese mit der Mahlzeit ankündigen (Aktivitäts-Symbol)
<p>Stufe 2: mittelgradige körperliche Aktivität</p> <p>(30–60 Minuten Joggen, zügige Radtour über 1–2 Stunden, intensive Garten- oder Hausarbeit, z. B. langes Schneeschippen, Frühjahrsputz etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität den Zielwert auf 150 mg/dl bzw. 8,3 mmol/l einstellen • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: regelmäßig und kontinuierlich kleine Mengen trinken, um nicht über 150 mg/dl bzw. 8,3 mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer erhöhten Insulin-Abgabe) • den Niedrig-Abschaltwert von z. B. 60 auf 90 mg/dl bzw. 3,3 auf 5,0 mmol/l erhöhen • nach Ende der Aktivität den Muskel-Auffülleffekt berücksichtigen und ggf. die Kohlenhydrat-Faktoren reduzieren und Ziel- und Abschaltwerte weiter erhöhen • ggf. Insulin-Wirkzeit von 2 auf 5 Stunden verlängern • nach der Aktivität die geänderten Parameter wieder zurückstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität ein alternatives Basalraten-Profil aktivieren (Basalrate z. B. um 30–50 % sowie Kohlenhydrat- und Korrektur-Faktor um 50–80 % reduzieren); dem Sport-Profil einen Namen geben: z. B. „Sport mittel“ • AID-Modus „Bewegung“ wählen • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über 160 mg/dl bzw. 8,9 mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer erhöhten basalen Insulin-Abgabe und über 180 mg/dl bzw. 10,0 mmol/l mit einer erhöhten Bolus-Abgabe) • nach Ende der Aktivität den Muskel-Auffülleffekt berücksichtigen und entsprechend Basalrate, Kohlenhydrat- und Korrektur-Faktor reduzieren • nach der Aktivität die geänderten Parameter wieder zurückstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität den Ease-off-Modus aktivieren • ggf. Zielwert anheben (mögliche Grenzen bei 80–200 mg/dl bzw. 4,4–11,1 mmol/l), Tipp: 160 mg/dl bzw. 8,9 mmol/l wählen • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: regelmäßig und kontinuierlich kleine Mengen trinken, um nicht z. B. über 160 mg/dl bzw. 8,9 mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer Insulin-Abgabe, wenn auch um 35 % reduziert) • nach Ende der Aktivität den Muskel-Auffülleffekt berücksichtigen und ggf. die Kohlenhydrat-Faktoren (in der Funktion Bolusrechner) reduzieren und Zielwert weiter leicht erhöhen, z. B. auf 140 mg/dl bzw. 7,8 mmol/l oder Ease-off-Modus weiterlaufen lassen • nach der Aktivität die geänderten Parameter wieder zurückstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität „Körperliche Aktivität“ wählen und die Aktivität als mittel einstellen • unteren Abschaltwert auf 85 mg/dl bzw. 4,7 mmol/l anheben • ggf. Zielwert auf 120 mg/dl bzw. 6,7 mmol/l anheben (damit würde der Zielwert insgesamt auf 190 mg/dl bzw. 10,6 mmol/l erhöht; Zielwert ↑ und „Körperliche Aktivität“ erhöhen um 70 mg/dl bzw. 3,9 mmol/l) • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über 190 mg/dl bzw. 10,6 mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer erhöhten basalen Insulin-Abgabe) • ggf. die Aggressivität bei normalen und erhöhten Glukose-Werten noch um 20–30 % reduzieren • bei körperlicher Aktivität innerhalb von 2–3 Stunden nach einer Mahlzeit diese mit der Mahlzeit ankündigen (Aktivitäts-Symbol) • der Algorithmus berücksichtigt automatisch den Muskel-Auffülleffekt in den folgenden 14 Stunden; sollte das nicht ausreichen, kann man zusätzlich die Aggressivität zur folgenden Mahlzeit und die Aggressivität in der Normoglykämie um 20–30 % reduzieren • nach der Aktivität die geänderten Parameter wieder zurückstellen

AID-Systeme: Anpassung an körperliche Aktivität (Fortsetzung)

Situation	MiniMed 670G/770G/780G	t:slim mit Control-IQ	CamAPS FX	DBLGI
<p>Stufe 3: sehr intensive und lange körperliche Aktivität</p> <p>(Marathon, Triathlon, ganztägige Wanderungen (hochalpin), ganztägiger Umzug mit Tragen von vielen Kisten und Möbeln, ganztägige Radrennen etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität den Automodus deaktivieren (ausschalten) und den PLGS-Modus wählen (prädiktive Hypoglykämie-Abschaltung); den Niedrig-Abschaltwert von z. B. 70 auf 100 mg/dl bzw. 3,9 auf 5,6 mmol/l erhöhen • die Basalrate und die Kohlenhydrat-Faktoren um 60–90% reduzieren bzw. alternatives Basalraten-Profil verwenden • flüssige und feste Sport-Kohlenhydrate zuführen • für den Muskel-Auffülleffekt nach Ende der Aktivität die Kohlenhydrat-Faktoren weiterhin reduzieren und ggf. den erhöhten Ziel- und Abschaltwert weiter erhöhen und damit wieder den Automodus aktivieren • nach der Aktivität die geänderten Parameter wieder zurückstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität ein alternatives Basalraten-Profil aktivieren (Basalrate z. B. um 50–80% sowie Kohlenhydrat- und Korrektur-Faktor um 60–90% reduzieren); dem Sport-Profil einen Namen geben: z. B. Sport intensiv • AID-Modus „Bewegung“ wählen • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über 160 mg/dl bzw. 8,9 mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer erhöhten basalen Insulin-Abgabe und über 180 mg/dl bzw. 10,0 mmol/l mit einer erhöhten Bolus-Abgabe) • nach Ende der Aktivität den Muskel-Auffülleffekt berücksichtigen und entsprechend Basalrate, Kohlenhydrat- und Korrektur-Faktor reduzieren • weiterhin den AID-Modus „Bewegung“ wählen • nach Abschluss der Aktivität und des Muskel-Auffülleffekts die geänderten Parameter wieder zurückstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität den Ease-off-Modus aktivieren • Zielwert anheben (mögliche Grenzen bei 80–200 mg/dl bzw. 4,4–11,1 mmol/l), Tipp: 190 mg/dl bzw. 10,6 mmol/l wählen • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: regelmäßig und kontinuierlich kleine Mengen trinken, um nicht z. B. über 190 mg/dl bzw. 10,6 mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer Insulin-Abgabe, wenn auch um 35% reduziert) • nach Ende der Aktivität den Muskel-Auffülleffekt berücksichtigen und ggf. die Kohlenhydrat-Faktoren (in der Funktion Bolusrechner) reduzieren und Zielwert weiter leicht erhöhen, z. B. auf 140 mg/dl bzw. 7,8 mmol/l oder Ease-off-Modus weiterlaufen lassen • nach der Aktivität die geänderten Parameter wieder zurückstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 1–2 Stunden vor Beginn der Aktivität „Körperliche Aktivität“ wählen und die Aktivität als hoch einstellen • unteren Abschaltwert auf 85 mg/dl bzw. 4,7 mmol/l anheben • ggf. Zielwert von 100 auf 130 mg/dl bzw. 5,6 auf 7,2 mmol/l anheben und bei Bedarf noch zusätzlich ZEN-Modus aktivieren (damit würde der Zielwert insgesamt auf 240 mg/dl bzw. 13,3 mmol/l erhöht: Zielwert ↑ und „Körperliche Aktivität“ erhöhen um 70 mg/dl bzw. 3,9 mmol/l plus ZEN-Modus um 40 mg/dl bzw. 2,2 mmol/l) • je nach Menge des aktiven Insulins und der aktuellen Glukose-Tendenz Sport-Kohlenhydrate trinken (Achtung: immer nur kleine Mengen, um nicht über 240 mg/dl bzw. 13,3 mmol/l zu kommen, sonst reagiert der Algorithmus mit einer erhöhten basalen Insulin-Abgabe) • die Aggressivität bei normalen Glukose-Werten (59%) und bei erhöhten Glukose-Werten (43%) und bei den Mahlzeiten vor Beginn und während der körperlichen Aktivität (50%) reduzieren und diese mit ankündigen (Aktivitäts-Symbol) • der Algorithmus berücksichtigt automatisch den Muskel-Auffülleffekt in den folgenden 14 Stunden; sollte das nicht ausreichen, kann man zusätzlich die Aggressivität zur folgenden Mahlzeit und die Aggressivität in der Normoglykämie um 40–50% reduzieren, ggf. noch den Glukose-Zielwert auf 120 mg/dl bzw. 6,7 mmol/l erhöhen und, falls auch das nicht reicht, zusätzlich den ZEN-Modus aktivieren • nach der Aktivität die geänderten Parameter wieder zurückstellen