

Persönliche PDF-Datei für Esefeld K, Kress S, Becker U, Moser O, Behrens M, Zimmer P, Stumvoll M, Thurm U, Gehr B, Halle M et al.

Mit den besten Grüßen von Thieme

www.thieme.de

**Diabetes, Sport und
Bewegung**

**Diabetologie und Stoff-
wechsel**

2025

288–298

10.1055/a-2592-8335

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kolleginnen und Kollegen oder zur Verwendung auf der privaten Homepage der Autorin/des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Copyright & Ownership

© 2025. Thieme. All rights reserved.

Die Zeitschrift *Diabetologie und Stoffwechsel* ist Eigentum von Thieme.

Georg Thieme Verlag KG,
Oswald-Hesse-Straße 50,
70469 Stuttgart, Germany
ISSN 1861-9002



Thieme

Diabetes, Sport und Bewegung

Autorinnen/Autoren

Katrin Esefeld¹, Stephan Kress^{2, 3}, Ulrike Becker^{2, 4}, Othmar Moser^{2, 5, 6, 7}, Meinolf Behrens^{2, 8}, Peter Zimmer², Michael Stumvoll⁹, Ulrike Thurm², Bernhard Gehr^{2, 10}, Martin Halle^{1, 2, 11†}, Christian Brinkmann^{2, 12, 13†}

Institute

- 1 Deutsches Zentrum für Herz-Kreislaufforschung (DZHK), partner site Munich Heart Alliance (MHA), München, Deutschland
- 2 AG Diabetes, Sport und Bewegung der DDG, Berlin, Deutschland
- 3 Medizinische Klinik Vinzentius-Krankenhaus Landau, Landau, Deutschland
- 4 Gesundheitspraxis Bonn, Bonn, Deutschland
- 5 Bayreuther Zentrum für Sportwissenschaft, Abteilung für Sportphysiologie und Metabolismus, Universität Bayreuth, Bayreuth, Deutschland
- 6 Forschungsgruppe für Sportphysiologie, Trainingswissenschaften und Trainingstherapie, Institut für Bewegungswissenschaften, Sport und Gesundheit, Universität Graz, Graz, Österreich
- 7 Trials Unit für interdisziplinäre metabolische Medizin, Klinische Abteilung für Endokrinologie und Diabetologie, Medizinische Universität Graz, Graz, Österreich
- 8 Diabeteszentrum Minden, Minden, Deutschland
- 9 Medizinische Klinik und Poliklinik III, Universitätsklinik Leipzig, Leipzig, Deutschland
- 10 m&i-Fachklinik Bad Heilbrunn, Bad Heilbrunn, Deutschland
- 11 Präventive Sportmedizin und Sportkardiologie, TUM School of Medicine and Health, Technische Universität München, München, Deutschland
- 12 Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, Deutsche Sporthochschule Köln, Köln, Deutschland
- 13 IST Hochschule Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

eingereicht 26.6.2025

akzeptiert 9.10.2025

Bibliografie

Diabetol Stoffwechs 2025; 20: S288–S298

DOI 10.1055/a-2592-8335

ISSN 1861-9002

© 2025. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

Zitierweise für diesen Artikel Diabetol Stoffwechs 2025; 20: S288–S298. doi: 10.1055/a-2592-8335

Dieser Beitrag ist eine aktualisierte Version und ersetzt den folgenden Artikel: Esefeld K, Kress S, Behrens M et al. Diabetes, Sport und Bewegung. Diabetol Stoffwechs 2024; 19: S279–S289. DOI: 10.1055/a-2312-0420

Korrespondenzadresse

Dr. med. Stephan Kress
AG Diabetes, Sport und Bewegung der DDG, Berlin, Deutschland
s.kress@vinzentius.de

Univ.-Prof. Dr. Martin Halle
Präventive Sportmedizin und Sportkardiologie, TUM School of Medicine and Health Technische Universität München, Am Olympiacampus 11, 80809 München, Deutschland
Martin.Halle@mri.tum.de

Prof. (FH) PD Dr. Christian Brinkmann
Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, Abteilung Präventive und Rehabilitative Sport- und Leistungsmedizin, Am Sportpark Müngersdorf 6, 50933 Köln, Deutschland
c.brinkmann@dshs-koeln.de

Aktualisierungshinweis

Die DDG-Praxisempfehlungen werden regelmäßig zur zweiten Jahreshälfte aktualisiert. Bitte stellen Sie sicher, dass Sie jeweils die neueste Version lesen und zitieren.

INHALTLICHE NEUERUNGEN GEGENÜBER DER VOR-JAHRESFASSUNG

Neuerung 1: Aktualisierung der Bewegungsempfehlungen für ein optimales Bewegungspensum gemäß den Empfehlungen der American Diabetes Association (ADA) für das Jahr 2025.

Begründung: Empfehlungen der neu erschienenen Guidelines der ADA 2025 werden nun berücksichtigt.

Stützende Quellenangabe: [1]

Neuerung 2: Hinweis auf neues Position Statement der European Association for the Study of Diabetes (EASD) und der International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) mit Empfehlungen zur individuellen Nutzung kommerziell erhältlicher AID Systeme.

Begründung: Das neue EASD und ISPAD Position Statement kann für Personen mit Typ-1-Diabetes mellitus äußerst hilfreich sein, Einstellungen vorzunehmen und ihre AID Systeme im Zusammenhang mit Sport optimal zu nutzen.

† Diese Autorinnen/Autoren haben zu gleichen Teilen beigetragen.

Stützende Quellenangabe: [2]

Neuerung 3: Anmerkungen zum Einsatz von Wocheninsulin (Insulin Icodec) im Kontext von Sport.

Begründung: Eine Dosisreduktion für Sport ist nicht möglich, daher müssen ggf. die Menge des Bolusinsulins reduziert werden und/oder Zusatz-Kohlenhydrate eingenommen werden.

Stützende Quellenangabe: [3]

Neuerung 4: Veränderung des erwarteten Glukosetrends nach anaeroben Belastungen.

Begründung: Neue Studiendaten zeigen, dass bei anaeroben Belastungen der Glukosewert bei Belastung oft zunächst auch abfällt.

Stützende Quellenangabe: [4]

Bewegung ist für alle Formen des Diabetes mellitus eine der wichtigsten Maßnahmen, die Gesundheit zu erhalten. Durch Sport und Bewegung werden Anpassungs- und Reparaturmechanismen in verschiedenen Organsystemen und Zellen wie der Muskulatur, den Nerven, Gefäßen, im Immunsystem oder Gehirn ausgelöst, die helfen können, Krankheiten abzuwehren [5, 6, 7, 8].

Es muss dabei keine körperliche Höchstleistung erbracht werden. Belastungen nach dem Motto „Laufen ohne Schnaufen“ bringen bereits gute Gesundheitsergebnisse. Neben gezielten Bewegungsmaßnahmen wird als effektiver Ansatz auch die Ausweitung der Chancen für Bewegung im Rahmen der Alltagsaktivitäten empfohlen. Nach den Empfehlungen der American Diabetes Association (ADA) aus dem Jahr 2025 sollen sich Erwachsene mit Diabetes 150 Minuten und mehr in moderater Intensität pro Woche bewegen. Jüngere und körperlich fitte Personen können sich auch intensiver belasten (Mindestempfehlung: 75 Minuten/Woche). Die Bewegung sollte verteilt sein auf mindestens 3 Tage, wobei nicht mehr als 2 bewegungsarme Tage hintereinander liegen sollten. Außerdem wird empfohlen, 2- bis 3-mal pro Woche Krafttraining durchzuführen, aber nicht an aufeinanderfolgenden Tagen. Sitzphasen sollen alle 30 Minuten unterbrochen werden. Für Ältere wird 2- bis 3-mal pro Woche zusätzlich Flexibilitäts- und Gleichgewichtstraining empfohlen. Auch alternative Sportarten wie Yoga und Tai-Chi können geeignet sein. Zur Adipositasbehandlung sind Bewegungsumfänge von 200 bis 300 Minuten pro Woche und ein Energiedefizit von ca. 500 bis 750kcal/Tag anzustreben [1]. Für Kinder und Jugendliche gilt eine Empfehlung für moderate bis anstrengende Bewegung von mindestens 60 Minuten Dauer/Tag [1].

Diese Praxisleitlinie soll die pathophysiologischen Hintergründe und therapeutischen Optionen zur Bedeutung von körperlicher Aktivität in der Therapie des Diabetes mellitus in Grundzügen umreißen und praktische Empfehlungen für die Umsetzung bei Menschen mit Typ-1 und Typ-2 Diabetes geben.

Physiologie des muskulären Glukosestoffwechsels

Kontraktionen der peripheren Skelettmuskulatur erhöhen den muskulären Energieverbrauch. In Abhängigkeit von der Belas-

tungsintensität und -dauer kann dieser auf das 8- bis 10-Fache des Ruhebedarfs ansteigen. Wird der Energieverbrauch unter Ruhebedingungen primär durch die Oxidation freier Fettsäuren gedeckt, so wird unter körperlicher Belastung der Energiebedarf vermehrt durch Glykolyse und bei länger andauernder Muskelarbeit ergänzend durch β -Oxidation von freien Fettsäuren gedeckt. Zu Beginn der körperlichen Belastung wird zunächst intramuskuläre Glukose verbraucht, die aus dem Abbau der muskulären Glykogenreserven stammt. Ergänzend gelangt Glukose über eine Steigerung des transmembranösen Glukosetransports aus dem Blut in die Muskelzelle. Dies erfolgt durch eine Translokation von Glukosetransportern, im Fall der Muskulatur GLUT-4, von intrazellulären Vesikeln an die Muskelzellmembran, ein Vorgang, der insulinunabhängig ist und durch Muskelkontraktion induziert wird. Die Eigenkontraktion der Muskelfasern ist somit der physiologischen Wirkung des Insulins ähnlich, auch wenn Insulingaben bei absolutem Insulinmangel dadurch natürlich nicht gänzlich ersetzt werden können. So kann auch bei Insulinresistenz wie bei Typ-2-Diabetes eine Steigerung des transmembranösen Glukosetransports ermöglicht und eine Senkung des Glukosespiegels induziert werden [9].

Der durch die Muskelarbeit bedingte systemische Glukoseabfall wird durch eine präzise und adäquate Steigerung der hepatischen Glukosefreisetzung ausgeglichen, wenn keine gleichzeitige Glukoseresorption aus der Nahrung zur Verfügung steht. Die Steigerung dieser Freisetzung wird im Wesentlichen durch eine Hemmung der pankreatischen Insulinsekretion und den daraus resultierenden Abfall des Insulinspiegels im Pfortaderblut bewirkt. Unterstützend und modulierend wirken dabei die kontrainsulinären Hormone (Glukagon, Katecholamine und Cortisol). Fehlen Hormone wie Glukagon nach Zelluntergang wie bei der Pankreatitis, ist diese Gegenregulation aufgehoben, und dies kann zu schwerwiegenden, z. T. letalen Hypoglykämien führen.

Diese hepatischen und muskulären Energiespeicher werden während und nach Beendigung der Muskelarbeit wieder aufgefüllt. In Abhängigkeit vom Entleerungsgrad kann die Glukoseaufnahme in die Muskulatur noch bis zu 48 Stunden nach Ende der Muskelarbeit erhöht sein, was für die medikamentöse Einstellung und Reduktion der Insulindosis von Bedeutung ist.

Nutzen und Herausforderungen von körperlicher Aktivität bei Typ-1-Diabetes

Pathophysiologie

Bei Menschen mit Typ-1-Diabetes mellitus fehlt die pankreatische Insulinsekretion, die exogen substituiert werden muss. Mit jeder subkutanen Insulininjektion kommt es zu einem peripheren Insulinüberschuss, der die muskuläre Glukoseaufnahme steigert, gleichzeitig aber die hepatische Glukosefreisetzung blockiert. Daraus resultiert ein Abfall des Blutglukosespiegels, der bei erhöhtem Ausgangsserumwert erwünscht ist, aber bei längerer Dauer der körperlichen Aktivität und bei bereits zu Beginn der Muskelarbeit bestehender Normoglykämie rasch unerwünschte Hypoglykämien zur Folge hat. Deshalb ist die genaue Abstimmung aus Be-

wegungssteigerung und Reduktion der Insulindosis von zentraler Bedeutung.

Zu Problemen kann es ebenfalls kommen, wenn körperliche Aktivität ausgeübt wird und bereits länger ein Mangel an Basisinsulin vorherrscht, weil unter Ruhebedingungen ohne Insulin eine Aufnahme von Glukose in die periphere Muskulatur kaum möglich ist. Das Auslassen von Insulininjektionen oder Katheterokklusionen bei Insulinpumpentherapie führen zu absolutem, Infekte zu relativem Insulinmangel. Dieser induziert eine Steigerung der kontrainsulinären Hormone mit Steigerung der hepatischen Glukosefreisetzung. Da gleichzeitig die Glukoseaufnahme in die Muskulatur eingeschränkt ist, steigt der Serumglukosespiegel an. Aufgrund der reduziert verfügbaren intramuskulären Glukose wird bei gesteigertem Energiebedarf der arbeitenden Muskulatur dieser dann primär durch freie Fettsäuren gedeckt, was die Entstehung einer potenziell lebensgefährlichen Ketoazidose bei Insulinmangel während Muskelarbeit erklärt.

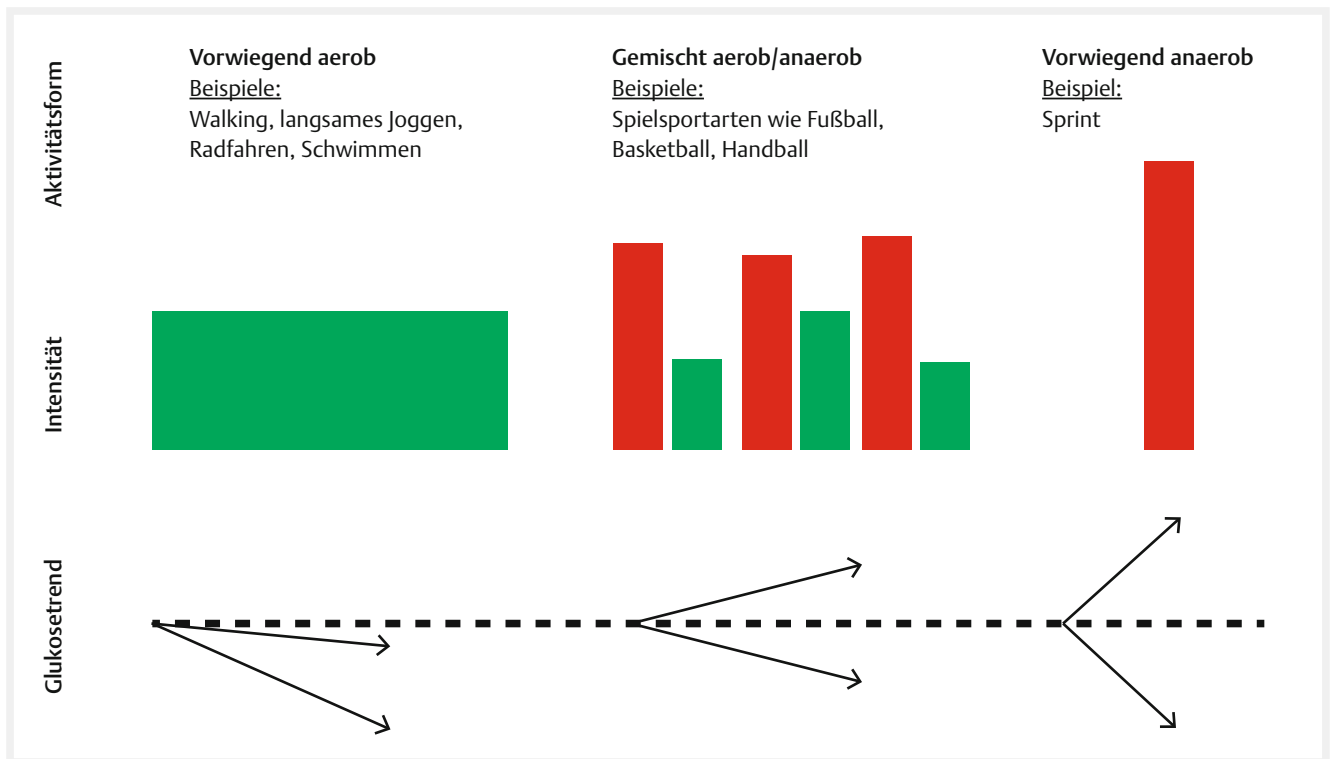
Konsequenzen für sportliche Aktivität bei Typ-1-Diabetes

- Sport und Spiel sind für alle Menschen ein Stück Lebensqualität und insbesondere für Kinder und Jugendliche ein wichtiges sozialintegratives Moment, das auch bei Menschen mit Typ-1-Diabetes mellitus gefördert werden sollte.
- Regelmäßige sportliche Aktivität spielt auch bei Menschen mit Typ-1-Diabetes mellitus eine wichtige Rolle zur Verbesserung des kardio-vaskulären Risikoprofils [10].
- Allerdings führen körperliche Aktivität und Training zu verstärkten Glukoseschwankungen während und nach körperlicher Belastung.
- Ein körperliches Training kann dann uneingeschränkt empfohlen werden, wenn Insulingabe, Glukoseaufnahme über die Nahrung und Energieumsatz durch körperliche Aktivität präzise aufeinander abgestimmt werden. Die Therapieanpassung wird vereinfacht, wenn körperliche Aktivität regelmäßig, möglichst gleichartig durchgeführt wird. Im Gegensatz hierzu ist die Therapieanpassung an sporadische oder ungewohnte Belastungen gerade bei ungeschulten und unerfahrenen Personen mit Diabetes deutlich erschwert und führt häufiger zu Stoffwechselkapriolen.
- Aufgrund der individuellen Unterschiede im Ansprechen 1. des muskulären Glukosestoffwechsels auf körperliche Belastung, 2. des Glukoseanstiegs nach Nahrungsaufnahme, 3. der Insulinreaktion nach Applikation sowie 4. des körperlichen Trainingszustands der Muskulatur und des gesamten Organismus ist eine praktische Wissensvermittlung und Schulung inklusive der Ermittlung der individuellen Anpassung von zentraler Bedeutung [11].
- In ► **Abb. 1** werden verschiedene Belastungsformen dargestellt mit dem jeweils zu erwartenden Einfluss auf den Blutglukosespiegel. Längere Belastungen im aeroben Intensitätsbereich induzieren primär eine Hypoglykämie, wenn keine Anpassung der Insulindosis bzw. Kohlenhydratzufuhr erfolgt. Klassische aerobe Sportarten sind Walken, Wandern, Radfahren, Schwimmen, Langlaufen etc., die mit moderater Intensität über eine gewisse Dauer absolviert werden. Bei intensiven

vorwiegend anaeroben Aktivitäten, wie z. B. Sprints oder Krafttrainingsübungen, kann es dagegen durch die Ausschüttung von Katecholaminen und hepatischer Glukosefreisetzung auch zu einem Anstieg des Blutzuckers kommen. Aktuelle Real-World-Daten zeigen allerdings, dass intensives Intervall- und auch Krafttraining – durchgeführt im Rahmen eines Heimtrainings – auch zu einer signifikanten Abnahme des Blutzuckerspiegels führen können [12]. Sportsportarten sind gekennzeichnet durch einen Wechsel von geringer, moderater und hoher Intensität. Dabei wird oft eine stabile Blutzuckerlage erzielt. Grundsätzlich muss beachtet werden, dass es (auch ggf. trotz eines möglichen Anstiegs des Blutzuckerspiegels während der Belastung) in der Nachbelastungsphase (aufgrund des Muskelauffüllleffektes) zu einer protrahierten (nächtlichen) Hypoglykämie kommen kann und Kohlenhydratzufuhr und Insulindosis dementsprechend angepasst werden müssen. Die konkrete Blutzuckerantwort jedes Einzelnen ist abhängig von vielen Faktoren und muss bei Neubeginn von sportlicher Aktivität durch regelmäßige Blutzuckermessungen (alternativ kann zur Abschätzung die Messung der Gewebsglukose mittels Systemen zur kontinuierlichen Glukosemessung (CGM) erfolgen) sowohl während als auch bis zu 12 h nach der Aktivität erfasst werden. Individuelle Abweichungen von den in ► **Abb. 1** dargestellten Glukosetrends bei körperlicher Belastung sind möglich. Es können sich entsprechende Bedarfe für eine Therapieanpassung ergeben.

Praxis der Prävention sportinduzierter Komplikationen: Basisregeln

- Da es nur grobe Dosis-Wirkungs-Beziehungen gibt, müssen individuelle Anpassungsregeln für jeden Menschen mit Diabetes erarbeitet werden.
- Dazu sollten bei sportlicher Aktivität regelmäßig Glukoseprofile erstellt und zusammen mit Insulindosis, Applikations-Trainingszeit-Abstand, Zusatzkohlenhydraten und Belastungsform (Ausdauer-, Krafttraining, Intensität, Trainingspuls) in einem Sporttagebuch oder digital (meistens z. B. direkt in der CGM App möglich) protokolliert werden. Dieses Protokoll bildet die Basis für die Analyse individueller Stoffwechselreaktionen beim Sport, dient zur Sammlung von Erfahrungen und hilft bei der Therapieoptimierung mit dem Ärzte- oder Diabetesteam.
- Bei Glukosewerten über 270 mg/dl (15 mmol/l) sollte eine Testung auf Ketonkörper erfolgen. Sind Ketonlevel im Blut gering (<0.6 mmol/l) kann leichte bis moderat-intensive Aktivität durchgeführt werden, sind sie leicht erhöht (bis zu 1,4 mmol/l), sollte man sich nur mit leichter Intensität und weniger als 30 Minuten belasten. Zusätzlich ist ggf. eine Insulinkorrektur notwendig, bevor mit dem Sport begonnen wird. Bei Werten $\geq 1,5$ mmol/l sind Bewegungsaktivitäten kontraindiziert und Maßnahmen zur Rekompensation erforderlich [14].
- Die Verwendung von Geräten zur kontinuierlichen Glukosemessung (CGM) ist hilfreich, um Stoffwechselreaktionen beim nach Sport besser einzuschätzen. Der Glukosewert wird dabei jedoch in der Gewebsflüssigkeit (Interstitium) und nicht im Blut gemessen. Vor Beginn von sportlicher Aktivität sollte das Alarmprofil im CGM-System angepasst werden: niedrige



► **Abb. 1** Verschiedene Belastungsarten (aerob, gemischt aerob-anaerob, anaerob) und der jeweilige erwartete Glukosetrend. Die Reaktionen können jedoch individuell verschieden sein. Daten nach [4, 13].

Alarmgrenze anheben und Voralarm sehr empfindlich einstellen, hohe Alarmgrenze anheben oder sogar deaktivieren und Voralarm hier auf geringe Empfindlichkeit einstellen oder deaktivieren.

- Bei körperlicher Aktivität folgt der Wert im Interstitium dem Wert im Blut zeitverzögert. Daher sollten sich Menschen mit Diabetes beim Sport eher an den Trendpfeilen orientieren als an exakten Glukosewerten.
- Der Einsatz von CGM-Systemen kann Menschen mit Diabetes mellitus helfen, die Stoffwechsellage im Zusammenhang mit Sport und Bewegung besser einzuschätzen. Im Positionspapier der European Association for the Study of Diabetes (EASD) werden Empfehlungen abgegeben, welche Entscheidungen zur Aufnahme von Kohlenhydraten oder Insulintherapie vor, beim und nach Sport sinnvoll sein können, in Abhängigkeit vom aktuellen Sensorglukosewert, der Trendrichtung und dem weiteren erwarteten Verlauf des Glukosespiegels sowie der abgeschätzten Sporterfahrung und dem Hypoglykämierisiko [15]. Diese Empfehlungen gelten nicht für AID Systeme (AID = Automatische Insulindosierung; d. h. ein Algorithmus reduziert oder steigert die Insulinabgabe der Insulinpumpe in Abhängigkeit von den CGM-Daten).
- Bei der Nutzung eines AID-Systems ist die Therapieanpassung an körperliche Aktivität sehr system- und produktspezifisch. Der Einsatz und die individuellen Einstellungen kommerziell erhältlicher AID Systeme bei körperlicher Aktivität werden in einem aktuellen Position Statement der EASD und der International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD)

diskutiert [2]. Zur Sportanpassung sehen die AID-Systeme in der Regel einen Aktivitätsmodus oder die Möglichkeit einer temporären Erhöhung des Glukose-Zielwertes vor. Diese Eingabe muss rechtzeitig erfolgen (mind. 60–120 Minuten vor Beginn!); für längere und/oder intensivere Aktivitäten ist dies jedoch oft nicht ausreichend. Hier ist es oft empfehlenswert, je nach System schrittweise weitere AID-Parameter für die Dauer der Aktivität zu verstellen, oder sogar den AID-Modus zu pausieren und die Therapieanpassung, wie beschrieben, manuell durchzuführen, um Hypoglykämien zu verhindern (im AID-Modus kann es auch im „Sport-Modus“ zu überhöhten Insulinabgaben z. B. nach Glukoseanstieg durch Sport-Kohlenhydrateinheit (KE) kommen). Hilfreiche systemspezifische Tipps finden sich hier: <https://www.vdbd-akademie.de/videofortbildungen/vfb-aid-systeme-in-der-gebuehrenfreien-version/> (Bitte auf „Bonusmaterial“ klicken!).

- Bei leistungsorientierten Athleten kann eine Ergometrie inklusive Laktatbestimmung oder Spiroergometrie zur Bestimmung des aeroben und anaeroben Stoffwechsels erfolgen. Aufgrund der Bestimmung dieser Stoffwechselgrenzen und der assoziierten Pulsfrequenzen können dezidierte Trainingsempfehlungen gegeben werden.
- In der Nachbelastungsphase, gerade jenseits von 6 h, können Hypoglykämien begünstigt werden (sogenannter Muskelauffülleffekt). Dabei muss vor allem auch auf nächtliche Hypoglykämien geachtet werden.

- Beim Sport immer ein SOS-Sportset (z. B. Blutzuckermessgerät, Traubenzucker, Glukosegels, Softdrinks, Saft) mitführen, um bei Hypoglykämie sofort reagieren zu können.
- Bei langen Belastungen im Wasser, die Blutzuckermessungen unmöglich machen, sollte auf die Verwendung eines CGM-Systems zurückgegriffen werden. Dann muss der Empfänger des CGM-Systems mit einer wasserfesten, aber funkdurchlässigen Schutzhülle mitgeführt werden.
- Sportkameraden, Freunde, Trainer, Lehrer über Hypoglykämierisiko und Gegenmaßnahmen informieren.
- Umgebungsbedingungen (Hitze, Kälte) und Höhe müssen mitberücksichtigt werden, da diese die Interaktion zwischen Insulin, Glukose, Glukagon und Katecholaminen beeinflussen. In diesen Fällen sind häufigere Blutzuckerkontrollen indiziert.

Dosisfindung für Insulin und Zusatzkohlenhydrate

Für die Festlegung der Insulindosisreduktion und zusätzlicher Kohlenhydrate beim Sport müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden [11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]:

- Alter
- kardio-vaskuläre Risikofaktoren und Erkrankungen
- Diabeteskomplikationen
- Medikation
- Trainingszustand
- Art, Intensität und Dauer der Muskularbeit
- Physischer/Mentaler Stress (z. B. Wettkampf)
- Tageszeitpunkt der Aktivität
- Phasen des Menstruationszyklus
- Zeitpunkt der letzten Mahlzeit vor der Bewegung
- Art und Menge der aufgenommenen Kohlenhydrate
- Einflüsse auf Insulinverfügbarkeit durch Umgebungstemperatur, Applikationsort und -zeitpunkt des Insulins, Art des Insulinpräparats (Normalinsulin, Basalinsulin, Mischinsulin, Insulinanaloge), Höhe der Insulindosis, Art der Therapieform (konventionelle Insulintherapie [CT], intensivierte konventionelle Insulintherapie [ICT], kontinuierliche subkutane Insulininfusion [CSII])
- Höhe des aktuellen Blutzuckers vor der Bewegung: In Abhängigkeit von der Sportart und den genannten Einflussfaktoren sind in der Regel Ausgangswerte zwischen 126 und 180 mg/dl (7,0–10,0 mmol/l) anzustreben. Bei besonderem Hypoglykämierisiko können auch höhere Werte sinnvoll sein. Dann besonders auf ausreichende Flüssigkeitszufuhr achten.
- Bei Verwendung eines CGM-Systems sollte der Trendpfeil bei Werten, die im Bereich zwischen 126–180 mg/dl (7,0–10,0 mmol/l) liegen, vor Aufnahme von körperlichen Aktivitäten mit zu erwartendem Glukoseabfall (z. B. moderates Ausdauertraining) horizontal bis steigend sein. Je niedriger der Ausgangswert, umso wichtiger ist ein tendenziell stabiler, bzw. steigender Trend.
- Vor mehrstündigem und ganztägigem Sport Basal- und Bolusinsulin in Abhängigkeit von der Therapie reduzieren: Multiple daily injection (MDI): Basalinsulin bis zu 25 % und Bolusinsulin bis zu 75 %; Pumpentherapie (CSII): Basalrate um bis zu 80 %, Bolus bis zu 75 %; AID: Bolus bis zu 33 %. Die Auffüllung der Glykogendepots kann bis zum Folgetag dauern. Gleichzeitig sollte eine Kohlenhydratzufuhr vor, während und nach dem Sport erfolgen. Aufgrund ihrer langen Wirkdauer (Insulin Degludec > Insulin Glargin U300 > Insulin Glargin U100 > Insulin Detemir) sind Empfehlungen zur Basalinsulindosisreduktion im Rahmen einer MDI, bzw. ICT-Therapie mit langwirksamen Insulinanaloge, schwierig allgemeingültig zu formulieren und in der Regel nur bei mehrstündigen, ganz- oder mehrtägigen Aktivitäten sinnvoll. Bei der Verwendung von Wocheninsulin (Basalinsulin Icodec) ist eine Reduktion der zugeführten Gabe nicht möglich. Hier bleibt dann ggf. Bolusinsulindosen zu reduzieren oder Zusatz-KH zuzuführen.
- Bei Sport von kurzer Dauer und geringer Intensität nur zusätzliche Kohlenhydrate (sog. Sport-KE) zuführen
- Bei Sport in der Wirkungszeit des Bolusinsulins dieses um 25–75 % reduzieren.
- Wenn die Verminderung der Insulindosis nicht möglich ist, müssen je nach Aktivität und Intensität 0,5–1,0 g Kohlenhydrate mit hoher Energiedichte/kg Körpergewicht/h in kleinen Mengen (alle 20–30 Minuten) getrunken oder gegessen werden [13].
- Mehrere Portionen von 1–2 KE sollen auf den Zeitraum vor, während und nach der Bewegung verteilt werden.
- In Abhängigkeit von Dauer und Intensität können Zusatzkohlenhydrate von insgesamt 8 KE oder mehr erforderlich sein. Geeignet sind Cola, Fruchtsäfte, Müsliriegel, Obst und Brot.
- Bei festen Kohlenhydraten wie Brot müssen diese mindestens 1–2 Stunden vor Belastungsbeginn zugeführt werden. Während körperlicher Aktivität sind flüssige Kohlenhydrate zu empfehlen.
- Auf ausreichende Flüssigkeitszufuhr muss immer geachtet werden. Erhöhte Blutzuckerwerte erfordern eine zusätzliche Steigerung der Flüssigkeitszufuhr, um eine Dehydrierung zu vermeiden.
- Bei einer post HIIT (High-Intensity-Intervall-Training)-Hyperglykämie ist eine Korrektur basierend auf dem üblichen Korrekturfaktor eines Patienten sicher und wirksam [23].

INFORMATION

Prävention sportinduzierter Komplikationen bei der Therapie mit einer Insulinpumpe

- Für Reduktion des Mahlzeitenbolus und zusätzlicher Kohlenhydrate: gleiche Regeln wie bei traditioneller Insulininjektionstechnik
- Bei Sport von mehr als 1–2 h Halbierung der Basalrate bei Normalinsulin 2 h und bei Analoginsulin ca. 1–2 h vor Sportbeginn, dann je nach Dauer und Intensität
- Bei Ablegen der Pumpe für mehr als 2–4 h Umstellung auf eine ICT (Insulinpumpentherapie (multiple dose injection – MDI)),
- Nach der Aktivität wegen des Muskelauffülleeffekts Reduktion der Basalrate um 10–50 % für bis zu 14 Stunden

INFORMATION

Prävention sportinduzierter Komplikationen bei der Therapie mit Insulinanaloga

- Bei Sportbeginn bis zu 3 h nach Insulininjektion und einer Mahlzeit Reduktion kurz wirkender Insulinanaloga um 25–75 %
- Bei Sportbeginn mehr als 3 h nach Insulininjektion und einer Mahlzeit keine Reduktion kurz wirkender Insulinanaloga, bedarfsweise zusätzliche Kohlenhydrate
- Bei kurzzeitigem Sport keine Reduktion lang wirkender Insulinanaloga; ggf. zusätzliche Kohlenhydrate bzw. Reduktion kurzwirksamer Insuline zur Vermeidung von Hypoglykämien
- Vor ganztägigen körperlichen Aktivitäten Reduktion von langwirksamen Insulinanaloga

Besonderer Hinweis zum Wettkampf- und Extremsport bei Typ-1-Diabetes

Menschen mit Typ-1-Diabetes mellitus können im Grunde jegliche Sportart auch als Wettkampf- oder Leistungssport ausüben. Allerdings sind Sportarten, bei denen das Risiko von Bewusstseinsstörungen/eingeschränkter Urteilsfähigkeit infolge evtl. Hypoglykämien erhöht ist (z. B. Tauchen, Fallschirmspringen, Extremklettern, Skitouren in großer Höhe, Wildwasserkanufahren oder Drachenfliegen) weniger geeignet. Falls diese Sportarten doch durchgeführt werden, erfordern sie eine langjährige persönliche Erfahrung des Menschen mit Diabetes, besonders sorgfältiges Verhalten, individuelle Planung und eine intensive Schulung. Der Austausch mit anderen erfolgreichen Leistungssportlern der selben Sportart ist ebenfalls ratsam: www.idaa.de.

Nutzen und Herausforderungen von Muskularbeit bei gestörter Glukosetoleranz/Typ-2-Diabetes

Pathophysiologie

Die grundlegende pathophysiologische Störung bei Menschen mit gestörter Glukosetoleranz und Typ-2-Diabetes mellitus ist eine gestörte Insulinsensitivität, häufig in Verbindung mit einer Insulinsekretionsstörung. Maßnahmen, die eine Steigerung der Insulinsensitivität induzieren, wie regelmäßige muskuläre Belastung, bieten eine kausale therapeutische Option. Jede Bewegung der Muskelfasern steigert den transmembranösen Glukosetransport durch Stimulation der Translokation von Glukosetransportern wie GLUT-4 aus intrazellulären Vesikeln an die Muskelzellmembran. Diese führt zur Blutzuckersenkung unter körperlicher Belastung, ein Vorgang, der unabhängig vom regulären Glukoseaufnahmeweg über den Insulinrezeptor vermittelt wird [9]. Dieser akute Prozess kann durch ständige Wiederholung von Muskularbeit wie durch Ausdauer- oder Krafttraining verstetigt werden. Ergänzend sind weitere Mechanismen wie eine stärkere Insulinbindung an muskuläre Insulinrezeptoren wie auch eine Zunahme

der Zahl der muskulären Insulinrezeptoren ebenso wie eine gesteigerte Aktivität von Enzymen des Energiestoffwechsels und die Zunahme der muskulären Kapillardichte beteiligt [9].

Therapeutischer Nutzen

- Lebensstilmaßnahmen mit Ernährungsumstellung und Erhöhung der körperlichen Aktivität zur Gewichtsreduktion sind essenziell für übergewichtige Menschen mit Diabetes mellitus Typ 2 und können zu einer Remission der Erkrankung führen. Übergewichtige Menschen mit Diabetes, können durch eine Kalorienreduktion (hypokalorischer Mahlzeitenersatz über 3 Monate mit ca. 800 kcal/Tag) mit anschließendem Wiederaufbau von normaler Kost und Empfehlung zu einer Aktivität von optimalerweise 15 000 Schritten pro Tag deutlich an Gewicht abnehmen und eine Remission des Diabetes erzielen [24]. In einer randomisierten Interventionsstudie hatte fast die Hälfte der Menschen mit Diabetes (46 %) nach einjähriger Intervention keinen Diabetes mellitus mehr und fast ein Viertel der Personen (24 %) hatte eine Gewichtsabnahme von ≥ 15 kg erzielt. Auch in der Langzeitauswertung nach 2 Jahren [25] konnten diese positiven Daten bestätigt werden: Fast ein Drittel der Teilnehmer war immer noch in Remission. Fazit für die Praxis: Lebensstilmaßnahmen zur Gewichtsreduktion sind für übergewichtige Menschen mit Diabetes mellitus Typ 2 als essenzielle Therapie zu sehen.
- Bei Menschen mit Typ-2-Diabetes zeigen sich beim hochintensiven Intervalltraining (HIIT) sowie beim kombinierten Kraft- und Ausdauertraining die größten Effekte auf HbA_{1c} Werte [26]. Ein aktuelles Umbrella Review kommt zu dem Schluss, dass HIIT überlegene Effekte auch bei anderen kardiometabolischen Outcomes gegenüber moderat-intensiven kontinuierlichen Trainings aufweist [27].
- Das kardio-vaskuläre Risikofaktorenprofil bei Insulinresistenz und Metabolischem Syndrom kann durch Lebensstilumstellung signifikant verbessert werden [28].
- Unklar sind die Effekte einer Lebensstilintervention auf die kardio-vaskuläre Ereignisrate [29, 30]. Ein vermindertes Risiko für die Entstehung von Sekundärerkrankungen/mikrovaskulärer Komplikationen ließ sich in zahlreichen Studien nachweisen [30].
- Die positiven Effekte körperlichen Trainings auf den muskulären Glukosetransport halten nach Beendigung des Trainings nur wenige Tage an. Um einen dauerhaften positiven Therapieeffekt zu erreichen, ist eine muskuläre Belastung von mindestens 3 ×/Woche notwendig. Eine lebenslange Umstellung auf einen aktiven Lebensstil mit regelmäßiger Bewegung ist erforderlich.

Hindernisse auf dem Weg zu einem aktiven Lebensstil und Überlegungen zu deren Überwindung

Ein grundlegendes Problem besteht darin, dass die Mehrzahl aller Menschen mit Typ-2-Diabetes mellitus älter als 60 Jahre ist und wegen erhöhter Morbidität und Risikofaktoren (koronare Herzkrankheit, Herzinsuffizienz, periphere arterielle Verschlusskrankheit, periphere diabetische Neuropathie, proliferative diabetische Retinopathie, arterielle Hypertonie), orthopädischen Erkrankungen, Immobilität und fehlender Motivation nicht oder nur einge-

schränkt an Bewegungsprogrammen teilnehmen kann. Allerdings ist gerade in diesen Fällen der Nutzen körperlicher Aktivität besonders evident.

- Bewegungsprogramme sollten vor allem dazu genutzt werden, Freude an der Bewegung zu wecken und den Einstieg in einen aktiven Lebensstil zu ermöglichen.
- Um bei älteren Menschen Erfolg zu haben, müssen Bewegungsprogramme deren körperliche Fähigkeiten, altersbedingten Leistungsabbau, krankheitsbedingte Beeinträchtigungen, ihre Interessen, ihre sozialen Bindungen und vor allem ihre Lebensgewohnheiten berücksichtigen.
- Konkrete Empfehlungen im Sinne eines Trainingsplans sind essenziell. Die Zielsetzung kann nach dem SMART-Prinzip erfolgen. S = Spezifisch, M = Messbar, A = Aktivierend, R = Realistisch, T = Terminiert. Ein Trainingsplan sollte sowohl die Art als auch die Dauer und Intensität der Belastung vorgeben. Wichtig ist zu Beginn, dass Empfehlung zum Sport und ggf. erste Übungsanleitungen möglichst durch den behandelnden Arzt oder Diabetesberater stattfinden. Dies erhöht die Glaubwürdigkeit der Bewegungstherapie als eines wesentlichen Teils der Gesamttherapie.
- Bewegungsprogramme sind dann zum Scheitern verurteilt, wenn sie die potenziellen Teilnehmer körperlich und psychisch überfordern. Dies ist gerade zu Beginn des Trainings innerhalb der ersten 6 Wochen von zentraler Bedeutung, denn zumeist ist das Belastungsniveau extrem niedrig. Zur Bewegungssteigerung sind „kleine“ Ziele sinnvoll. Eine Metastudie mit gesunden Personen und solchen mit erhöhtem Risiko für kardio-vaskuläre Erkrankungen zeigte, dass bereits 500 Schritte mehr pro Tag das kardio-vaskuläre Mortalitätsrisiko um ca. 7 % senken können [31].
- Entscheidend zu Beginn des Trainings ist die Regelmäßigkeit, auch wenn es nur 5 min am Tag sind. Steigerung der Dauer und Intensität ist in den ersten Wochen nachrangig und kann individuell angepasst werden. Als grobe Faustregel kann eine Steigerung der Dauer um 1 min pro Trainingseinheit pro Woche angenommen werden (Prinzip: „Start low – go slow“). Bewegungsprogramme, die diese Prinzipien nicht berücksichtigen, können eher schaden, wenn sie organische Schäden auslösen und Minderwertigkeits- oder Schuldgefühle wecken oder verstärken.
- Bewegungsprogramme können Keimzelle für neue Freundeskreise werden, in denen Wandern, Nordic-Walking, Radfahren, Schwimmen, Gymnastik oder andere Ausdauersportarten gepflegt werden. Diese Gemeinschaft verstärkt die Adhärenz zu den Programmen.
- Bewegungsprogramme für Menschen mit Diabetes mellitus werden auch im Rahmen von ambulanten Diabetesgruppen angeboten, können aber auch in ambulante Herzsportgruppen integriert werden. Letztere sind besonders für Menschen mit Diabetes mellitus mit Herzerkrankungen sinnvoll.

Chancen und Möglichkeiten der digitalen Welt im Kontext Bewegung

Die Nutzung der kontinuierlichen Glukosemessung mit und ohne Insulinpumpentherapie hat viele Menschen mit Diabetes in die

Lage versetzt, die metabolische Kontrolle bei Bewegung und Sport besser zu überwachen, zu kontrollieren und zu optimieren. Die individuelle Blutzuckerreaktion auf verschiedene körperliche Belastungen ist leichter erlernbar, und Hypoglykämien sind früher vorhersag- und behandelbar [32, 33, 34, 35]. Es gibt zudem bereits einige Studien, die darauf hindeuten, dass Menschen mit Typ-2-Diabetes mellitus durch CGM motiviert werden können, ihr Ernährungs- und Bewegungsverhalten positiv zu verändern und dass Lebensstilinterventionen mit CGM Systemen erfolgreicher sind als ohne den Einsatz von CGM Geräten [36, 37, 38, 39].

Sensoren, die nichtinvasiv physiologische Signale wie z. B. Herzfrequenz, Beschleunigung, Wärmefluss und Hautfeuchtigkeit aufzeichnen, können zur Trainingsüberwachung eingesetzt werden [40]. Wearables (u. a. Sportuhren, Fitness- und Aktivitätstracker, Smartwatches) bieten auch bei geringen Bewegungsumfängen die Chance, zur individuellen körperlichen Aktivität zu motivieren und diese zu überwachen.

Diverse Gesundheits-Apps zur Optimierung des Lebensstils können für die Prävention und Therapie genutzt werden [41, 42, 43, 44]. Es gibt Gesundheits-Apps zum Selbstmanagement bei Gestationsdiabetes [42, 45] oder Smartphone-Apps für Sportler mit Typ-1-Diabetes [46]. Ihre Qualität und ihr Nutzen sollten wissenschaftlich belegt sein und erst dann sollten sie allgemein empfohlen werden.

Telemedizinisches Coaching [47], digitale Selbsthilfe [48] und Fitness-Portale für ein Training per Stream oder Download können Bewegung ohne örtliche Bindung fördern.

Digitale Gesundheitsangebote (DIGA), Gesundheitsapps auf Rezept, zielen zum Teil auch auf Lebensstilveränderungen mit mehr Sport und Bewegung ab [49]. Die Hersteller müssen einen Wirksamkeitsnachweis erbringen. Im Verzeichnis des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) gibt es ein DIGA-Verzeichnis. Hier können sich Ärzte und Menschen mit Diabetes über aktuelle Angebote informieren: <https://diga.bfarm.de/de/verzeichnis?search=diabetes>.

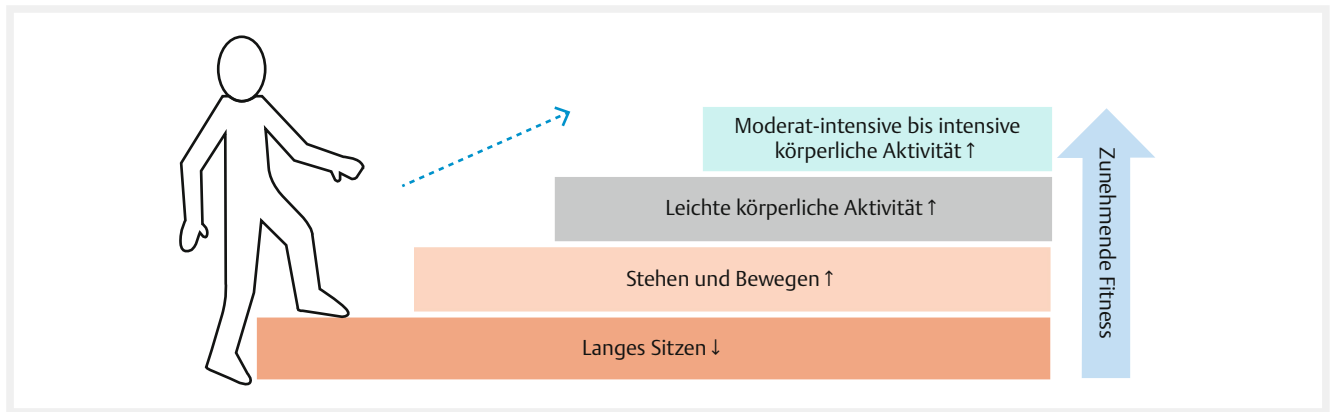
Gerade in einer bewegungsarmen digitalen Welt besteht die Chance, besonders bei bewegungsarmen Kindern durch digitale Bewegungsspiele (Exergaming) eine Verbesserung der körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit zu erreichen [50].

Mit E-Bikes bekommen Menschen mit eingeschränkter körperlicher Leistungsfähigkeit neue Freiheitsgrade, sodass die Fitness bei deren Nutzung zunehmen kann [51].

Lange Sitzzeiten überwinden

Eine Stunde zusätzliches Sitzen am Tag erhöht die Wahrscheinlichkeit um 22 % für die Entstehung eines Typ-2-Diabetes mellitus [52]. Dies macht es unbedingt auch erforderlich, Sitzzeiten bei der Gesundheitsprävention am Arbeitsplatz zu berücksichtigen. Für Personen mit einem großen Anteil an sitzender Tätigkeit ist es besonders schädlich, wenn sie in ihrer Freizeit auch noch inaktiv sind [53]. Die aktive Unterbrechung der sitzenden Tätigkeit ist besonders für diese Personengruppe wichtig (► Abb. 2).

Eine niederländische Studie zeigte, dass häufiges Unterbrechen des Sitzens durch Stehen und leichtes Gehen den 24-Stunden-Glukosespiegel und die Insulinsensitivität bei Personen mit Typ-2-Diabetes mellitus sogar in höherem Maße verbessern kann



► **Abb. 2** Konzept zur schrittweisen Steigerung der körperlichen Aktivität. Daten nach [53].

als strukturierte Bewegung. Es wird gefolgert, dass eine häufige Unterbrechung des Sitzens durch Stehen und leichtes Gehen eine Alternative zu strukturierter Bewegung sein kann, um die Blutzuckerkontrolle bei Menschen mit Typ-2-Diabetes mellitus zu fördern [54]. Eine Pilotstudie zeigte, dass die Nutzung eines Schreibtischfahrrads zu niedrigeren Insulinkonzentrationen nach den Mahlzeiten führen kann. Dies könnte ein besonderer Lösungsansatz bei dominant sitzenden Tätigkeiten sein, die Gesundheit zu erhalten [55].

Praktisches Vorgehen bei der Durchführung von Bewegungsprogrammen

- **Ausdauerorientierte Bewegungsprogramme** sollen primär die aerobe Kapazität steigern und sind aufgrund der positiven metabolischen und kardiopulmonalen Effekte eine gute Trainingsart. Empfehlenswert sind Ausdauersportarten, die dynamische Beanspruchungen möglichst großer Muskelgruppen gegen einen möglichst geringen Widerstand in rhythmisch gleichbleibender Form erlauben, wie z. B. Nordic-Walking, schnelles Gehen/Walken, Bergwandern, Skiwandern, Schwimmen oder Radfahren.
Von der Trainingsintensität wird oft primär ein moderates Ausdauertraining (ca. 50–60 % der maximalen Herzfrequenz, aerober Trainingsbereich) empfohlen. Gerade ein Wechsel unterschiedlicher Belastungsintensitäten im Rahmen eines höher intensiven Intervalltrainings kann in manchen Outcomes größere Effekte erzielen [25, 56].
- Auch ein **Krafttraining** für die großen Muskelgruppen sollte zusätzlich empfohlen werden, da die Kraftbelastungen zu einer Zunahme der Muskel- und somit fettfreien Masse führen, resultierend in einer verbesserten Insulinsensitivität. Für ein Krafttraining empfiehlt sich ein Ganzkörper-Kraftausdauertrainingsprogramm mit 2–3 Sätzen pro Muskelgruppe bei 15–20 Wiederholungen und einer Intensität von ca. 50–65 % vom 1er-Bewegungsmaximum und für Fortgeschrittene ein Muskelaufbautraining bei 8–12 Wiederholungen und einer Intensität von ca. 70–80 % vom 1er-Bewegungsmaximum [57].
- Die Bewegungsprogramme sollten auch motorische Beanspruchungsformen enthalten, die **Koordination und Beweglichkeit** verbessern helfen, z. B. im Rahmen von Ballspielen, beim Tanzen oder gezielten Dehnübungen. Erste Studien deuten darauf hin, dass durch (ergänzende) **alternative Trainingsformen** wie Elektromyostimulationstraining (EMS-Training), Ganzkörper-Vibrationstraining oder Sport mit interaktiven Computerkonsolen (Exergaming) bei fachgerechter Anleitung ebenfalls positive Wirkungen, u. a. auf glykämische Werte, bei Menschen mit Typ-2-Diabetes erreicht werden können [58, 59, 60], wenngleich die Effektivität im Vergleich zu klassischem Ausdauer-/Krafttraining zukünftig noch weiter zu bewerten ist. Aktuell gilt für ein EMS-Training im kommerziellen Setting Diabetes mellitus als relative Kontraindikation, insbesondere auch, da die Steuerung der Intensität über das eigene Empfinden aufgrund von Neuropathien erschwert bis unmöglich sein kann [61].
- Zusätzlich sollte die **Alltagsaktivität** (Treppensteigen, Spaziergehen, Gartenarbeit etc.) gesteigert werden. Auch dadurch lassen sich bereits positive Effekte auf den Glukosestoffwechsel/die Insulinresistenz erzielen.
- Eine weitere Möglichkeit insbesondere für Menschen, denen regelmäßiger Sport schwerfällt, könnte die Anwendung sogenannter „**Exercise snacks**“ darstellen [62, 63]. Hierbei handelt es sich um kurze Bewegungseinheiten von zum Teil nur 1 Minute Dauer, die mehrfach über den Tag durchgeführt werden, um die gesundheitsschädlichen Wirkungen langer Inaktivitätsphasen abzuwenden. Sie sollen ohne viel Aufwand in den Lebensalltag integrierbar sein. Insgesamt ist die Evidenzlage zu Exercise snacks bei Menschen mit Diabetes aber noch schwach.
- Eine Metastudie hat hervorgebracht, dass bezüglich des **Timings** von Bewegungseinheiten zur Reduktion postprandialer Glukosespitzen Bewegung (wie z. B. 20 Minuten Walking) idealerweise am besten so zeitnah wie möglich nach der Nahrungsaufnahme erfolgen sollte. Dies war günstiger als Bewegung vor dem Essen [64].

INFORMATION

Prinzipien des Bewegungsprogramms bei Typ-2-Diabetes

- Zur Beurteilung der körperlichen Belastung wird als indirektes Maß die Herzfrequenz genutzt, da gesicherte Beziehungen zwischen Herzfrequenz und körperlicher Leistungsfähigkeit (VO_2max) bestehen.
- Der Trainingspuls sollte individuell bestimmt werden, optimal durch Ergometrie mit Laktatbestimmung bzw. spiroergometrisch, ansonsten Ermittlung mithilfe der Karvonen-Formel ($\text{Trainingspuls} = \text{Herzfrequenz (HF)}_{\text{Ruhe}} + (\text{HF}_{\text{max}} - \text{HF}_{\text{Ruhe}}) \times 0,6$). Faustregeln, wie z. B. $\text{HF} = 180/\text{min} - \text{Lebensalter}$ sind ungeeignet.
- Die initiale Belastungsintensität sowie -dauer (anfangs < 10 min pro Trainingseinheit) sollte niedrig gehalten werden. Stattdessen sollte die Bewegung an möglichst vielen Tagen der Woche (optimal täglich) durchgeführt werden bzw. bevorzugt kurze Einheiten mehrmals am Tag. Die Belastungsdauer und -intensität sollte über Wochen langsam gesteigert werden
- Zur Erzielung der gewünschten Langzeiteffekte sind Belastungsintervalle von 20–30 min optimal 6–7 ×/Woche.
- Ergänzend kann die Steigerung der Alltagsaktivität die positiven Effekte verstärken.

Vermeiden von Komplikationen infolge von Bewegungsprogrammen

- Erwachsene Menschen mit Diabetes haben ein höheres Risiko an einer (subklinischen) koronaren Herzkrankheit zu erkranken. Die Empfehlungen verschiedener Fachgesellschaften unterscheiden sich in erster Linie in der Frage, ob bereits vor geplanter Aktivität mit niedriger oder moderater Intensität bei asymptomatischen Patienten eine kardiologische Diagnostik erfolgen sollte. Konsens besteht, dass zur Einschätzung des individuellen Risikoprofils kardiovaskuläre Risikofaktoren und atypische Symptome der KHK sorgfältig anamnestisch zu erheben sind. Ferner gilt, weitere relevante diabetesassoziierte Organkomplikationen (peripher arterielle Verschlusskrankheit, Retino-, Neuro- und Nephropathie, diabetisches Fußsyndrom, Charcot-Arthropathie) im Hinblick auf die geplante körperliche Aktivität zu erfassen. Zudem sollte auf jeden Fall vor Aufnahme eines Trainingsprogramms mit hoher Intensität eine Herz-Kreislauf-Diagnostik durchgeführt werden. Diese beinhaltet in der Regel zunächst ein Elektrokardiogramm, eine Echokardiographie sowie eine Ergometrie [65].
- Menschen mit Herzerkrankungen sollten nach Rücksprache mit ihrem Arzt die Teilnahme an einer Herzsportgruppe erwägen.
- Zur Vermeidung von Hypoglykämien sollte eine Glukosemessung unbedingt vor, während und nach dem Bewegungsprogramm bei Menschen mit Diabetes mellitus unter Insulintherapie durchgeführt werden. Anpassungen der Insulindosis und Zusatz-KHE sollen berücksichtigt werden.
- Bei Vorliegen einer arteriellen Hypertonie kann es während des Sports, insbesondere bei höheren Intensitäten, zu besonders hohen Blutdruckanstiegen kommen. Der Blutdruck sollte vor

Trainingsbeginn möglichst optimal medikamentös eingestellt und ggf. auch unter Belastung bei einem medizinischen Check-up kontrolliert werden. Beim Krafttraining ist auf eine gleichmäßige Atmung zu achten, da durch Pressatmung sehr hohe Blutdruckspitzen erzeugt werden können.

- Bei proliferativer Retinopathie Blutdruckanstiege über 180–200/100 mmHg vermeiden. Nach Laserung der Netzhaut oder Augenoperation 6 Wochen keine körperliche Belastung. Krafttraining und Kampfsportarten sind bei Retinopathie ungeeignet und potenziell schädlich.
- Bei peripherer diabetischer Neuropathie können spezielle Gymnastikübungen die Symptome einer Neuropathie lindern, den Abrollvorgang des Fußes verbessern und so das Risiko für die Entstehung eines diabetischen Fußsyndroms reduzieren [66]. Grundsätzlich bestehen Risiken für die Manifestation eines diabetischen Fußulkus durch unpassendes Schuhwerk.
- Bei diabetischem Fußsyndrom muss das angepasste Bewegungsprogramm eine Gewebeüberlastung verhindern und sollte nur von spezialisierten Trainern durchgeführt werden. Bei einem diabetischen Fußulkus muss das Bewegungsprogramm pausiert werden.
- Bei autonomer Neuropathie muss die Störung der physiologischen Blutdruck- und Herzfrequenzregulation beachtet werden.

Verfügbare Konzepte zur Bewegungsinitiation

Die Arbeitsgruppe „Diabetes, Sport und Bewegung“ der Deutschen Diabetes Gesellschaft stellt mehrere Konzepte für Praxisteams zur Verfügung, welche dazu dienen sollen, Menschen mit Diabetes zum Sport/zu mehr Bewegung zu motivieren. Das „Disko+“-Schulungsmodul beinhaltet einen 30-minütigen Spaziergang und die Verwendung von Schrittzählern. Mittlerweile gibt es eine ganze Reihe an Daten, die darauf hinweisen, dass die Verwendung eines Schrittzählers die Steigerung der körperlichen Aktivität im Zusammenhang mit Bewegungsprogrammen fördern kann [67]. Im Wechselspiel zwischen konkreten Bewegungszielen (Schrittzahl) und Ergebnismeldung (Schrittzähler) können bemerkenswerte Motivationseffekte entstehen. Das Modul ist in einigen Bundesländern abrechnungsfähig. Das Konzept „Praxis in Bewegung“ dient zur nachhaltigen Bewegungsförderung durch das gesamte Praxisteam. Durch gemeinsames Bewegungserleben soll das gesamte Praxisteam unter Anleitung eines Sporttherapeuten die regionalen Möglichkeiten für Bewegung und Sport kennenlernen, für sich selbst ausprobieren und in einen gemeinsamen Praxisauftritt mit abgestimmten Praxisempfehlungen umsetzen.

Weitere Informationen finden sich auf der Internetseite: <https://www.diabetes-bewegung.de/>.

Interessenkonflikt

U. Becker erhielt Vortrags- und Beratungshonorare von Boehringer Ingelheim, Astra Zeneca, Santis, Lilly und Berlin Chemie O. Moser erhielt Forschungsunterstützung von Sêr Cymru II COFUND Fellowship/European Union, Novo Nordisk A/S, Novo Nordisk AT, Abbott, Sanofi, Dexcom, Team Novo Nordisk, SAIL, Maisels Brauerei, Medtronic, EFSD/EASD, BISp, perfood, Ypsomed, Sinocare sowie Vortragshonorare von Medtronic, Eli Lilly, Novo Nordisk, Sanofi, TADPharma, ADA, Diatec, Berufsverband

deutscher Internist*innen, Dexcom, Insulet, Astra Zeneca, Ypsomed, perfood, Abbott, Diabetologen Hessen, Katholische Akademie Bayern und Reiseunterstützung durch Novo Nordisk A/S, Novo Nordisk AT, Novo Nordisk UK, Medtronic AT, Sanofi, EASD, OEDG, DDG; Advisory Board: Sanofi, Dexcom, perfood, Medtronic, GlaiCe. S. Kress erhielt für Vorträge/Beratertätigkeit Honorare von folgenden Firmen sowie Einladungen zu Kongressen: AstraZeneca, Bayer Vital, Boehringer Ingelheim, Eli Lilly, Merck Sharp & Dohme, Novo Nordisk, Sanofi; er ist Mitglied der DDG. M. Behrens erhielt Vortrags- und Beratungshonorare von AstraZeneca GmbH, BBraun Melsungen AG, Berlin Chemie, Chiesi, Fresenius, Lilly, MSD Sharp Dohme GmbH, Mediq direkt, Novo Nordisk, Novartis, Roche, Sanofi Aventis, UCB Pharma, Santis GmbH. U. Thurm erhielt Berater-/Vortrags-honorare der Firmen Diashop, Abbott, Dexcom, Novo Nordisk, Berlin Chemie, Roche, Astra Zeneca. B. Gehr erhielt Vortrags- und Beratungs-honorare von Abbott, Ascensia, Dexcom, Diabeloop, Insulet, Lilly, Novartis, Novo Nordisk, Medtronic, Roche, Vitalaire. M. Halle erhielt Honorare der Firmen Almased, Abbott, Roche, Amgen, Astra-Zeneca, Berlin-Chemie, BMS, Daiichi-Sankyo, MSD, Novartis, Pfizer, Recordati-Pharma. Funding for Institution (studies): Almased für ACCORH-Studie; Weissbräu für MAGIC-Studie; Novartis für Activity Study; Scientific Advisory Board: Novartis. C. Brinkmann erhielt Forschungsunterstützung/Honorare der Firmen Astra-Zeneca, Medicap, Abbott, Novo Nordisk, Lilly sowie Muco Pharma und RG Ärztefortbildung.

Literatur

- [1] American Diabetes Association. Standards of care in diabetes – 2025. *Diabetes Care* 2024; 48: S86–S127
- [2] Moser O, Zaharieva DP, Adolfsson P et al. The use of automated insulin delivery around physical activity and exercise in type 1 diabetes: a position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD). *Diabetologia* 2024; 68: 255–288
- [3] Sourij H, Bracken RM, Carstensen L et al. No evidence of increased hypoglycaemia attributed to physical activity with once-weekly insulin icodex versus once-daily basal insulin degludec in type 1 diabetes: A post hoc analysis of ONWARDS 6. *Diabetes Obes Metab* 2025; 27: 2882–2886
- [4] Zivkovic J, Mitter M, Theodorou D et al. Immediate and extended effects of exercise on glycaemic control and hypoglycaemia risk. *Diabetes* 2025; 74 (Suppl. 1): 217–OR
- [5] Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 2015; 25 (Suppl. 3): 1–72
- [6] Kirchner H, Osler ME, Krook A et al. Epigenetic flexibility in metabolic regulation: disease cause and prevention? *Trends Cell Biol* 2013; 23: 203–209
- [7] Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases-myokine regulation. *Nat Rev Rheumatol* 2015; 11: 86–97
- [8] Fiuza-Luces C, Garatachea N, Berger NA et al. Exercise is the real polypill. *Physiology* 2013; 28: 330–358
- [9] Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. *Adv Physiol Educ* 2014; 38: 308–314
- [10] Herbst A, Kordonouri O, Schwab KO et al. Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in children with type 1 diabetes: a multicenter study of 23251 patients. *Diabetes Care* 2007; 30: 2098–2100
- [11] Tonoli C, Heyman E, Roelands B et al. Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Sports Med* 2012; 42: 1059–1080
- [12] Riddell MC, Li Z, Gal RL et al. Examining the acute glycemic effects of different types of structured exercise sessions in type 1 diabetes in a real-world setting: The type 1 diabetes and exercise initiative (T1DEXI). *Diabetes Care* 2023; 46: 704–713
- [13] Riddell MC, Peters AL. Exercise in adults with type 1 diabetes mellitus. *Nat Rev Endocrinol* 2023; 19: 98–111
- [14] Riddell MC, Gallen IW, Smart CE et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2017; 5: 377–390
- [15] Moser O, Riddell MC, Eckstein ML et al. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Diabetologia* 2020; 63: 2501–2520
- [16] Roberts AJ, Taplin CE. Exercise in Youth with Type 1 Diabetes. *Curr Pediatr Rev* 2015; 11: 120–125
- [17] Pivovarov JA, Taplin CE, Riddell MC. Current perspectives on physical activity and exercise for youth with diabetes. *Pediatr Diabetes* 2015; 16: 242–255
- [18] Bally L, Laimer M, Stettler C. Exercise-associated glucose metabolism in individuals with type 1 diabetes mellitus. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2015; 18: 428–433
- [19] Garcia-Garcia F, Kumareswaran K, Hovorka R et al. Quantifying the acute changes in glucose with exercise in type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015; 45: 587–599
- [20] Riddell MC, Scott SN, Fournier PA et al. The competitive athlete with type 1 diabetes. *Diabetologia* 2020; 63: 1475–1490
- [21] Toghi-Eshghi SR, Yardley JE. Morning (fasting) vs afternoon resistance exercise in individuals with type 1 diabetes: a randomized crossover study. *J Clin Endocrinol Metab* 2019; 104: 5217–5224
- [22] Toor S, Yardley JE, Momeni Z. Type 1 Diabetes and the Menstrual Cycle: Where/How Does Exercise Fit in? *Int J Environ Res Public Health* 2023; 20: 2772
- [23] Aronson R, Brown RE, Li A et al. Optimal insulin correction factor in post high-intensity exercise hyperglycemia in adults with type 1 diabetes: the FIT study. *Diabetes Care* 2019; 42: 10–16
- [24] Lean ME, Leslie WS, Barnes AC. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an open-label, cluster randomised trial. *Lancet* 2018; 391: 541–551
- [25] Lean MEJ, Leslie WS, Barnes AC. Durability of a primary care-led weight management intervention for remission of type 2 diabetes: 2 year results of the DiRECT open-label, cluster randomised trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2019; 7: 344–355
- [26] Garcia SP, Cureau FV, Iorra FQ et al. Effects of exercise training and physical activity advice on HbA_{1c} in people with type 2 diabetes: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract* 2025; 221: 112027
- [27] Poon ET, Li HY, Kong APS et al. Efficacy of high-intensity interval training in individuals with type 2 diabetes mellitus: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Diabetes Obes Metab* 2025; 27: 1719–1734
- [28] Wing RR, Bolin P, Brancati FL et al. Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2013; 369: 145–154
- [29] Goldberg RB, Orchard TJ, Crandall JP et al. Effects of long-term metformin and lifestyle interventions on cardiovascular events in the diabetes prevention program and its outcome study. *Circulation* 2022; 145: 1632–1641
- [30] Rietz M, Lehr A, Mino E et al. Physical activity and risk of major diabetes-related complications in individuals with diabetes: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Diabetes Care* 2022; 45: 3101–3111
- [31] Banach M, Lewek J, Surma S et al. The association between daily step count and all-cause and cardiovascular mortality: a meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2023; 30: 1975–1985

- [32] Colberg SR, Laan R, Dassau E et al. Physical activity and type 1 diabetes: time for a rewire? *J Diabetes Sci Technol* 2015; 9: 609–618
- [33] Jayawardene DC, McAuley SA, Horsburgh JC et al. Closed-loop insulin delivery for adults with type 1 diabetes undertaking high-intensity interval exercise versus moderate-intensity exercise: a randomized, crossover study. *Diabetes Technol Ther* 2017; 19: 340–348
- [34] Breton MD, Chernavsky DR, Forlenza GP et al. Closed-loop control during intense prolonged outdoor exercise in adolescents with type 1 diabetes: the artificial pancreas ski study. *Diabetes Care* 2017; 40: 1644–1650
- [35] Dovc K, Macedoni M, Bratina N et al. Closed-loop glucose control in young people with type 1 diabetes during and after unannounced physical activity: a randomised controlled crossover trial. *Diabetologia* 2017; 60: 2157–2167
- [36] Porter M, Fonda S, Swigert T et al. Real-time continuous glucose monitoring to support self-care: results from a pilot study of patients with type 2 diabetes. *J Diabetes Sci Technol* 2022; 16: 578–580
- [37] Taylor PJ, Thompson CH, Luscombe-Marsh ND et al. Tolerability and acceptability of real-time continuous glucose monitoring and its impact on diabetes management behaviours in individuals with type 2 diabetes – A pilot study. *Diabetes Res Clin Pract* 2019; 155: 107814
- [38] Vallis M, Ryan H, Berard L et al. How continuous glucose monitoring can motivate self-management: Can motivation follow behaviour? *Can J Diabetes* 2023; S1499–S2671: 00064–3
- [39] Taylor PJ, Thompson CH, Luscombe-Marsh ND et al. Efficacy of Real-Time Continuous Glucose Monitoring to Improve Effects of a Prescriptive Lifestyle Intervention in Type 2 Diabetes: A Pilot Study. *Diabetes Ther* 2019; 10: 509–522
- [40] Ding S, Schumacher M. Sensor monitoring of physical activity to improve glucose management in diabetic patients: a review. *Sensors* 2016; 16: 589
- [41] Lunde P, Blakstad Nilsson B, Bergland A et al. The effectiveness of smartphone apps for lifestyle improvement in noncommunicable diseases: systematic review and meta-analyses. *J Med Internet Res* 2018; 20: 1–12
- [42] Wu X, Guo X, Zhang Z. The efficacy of mobile phone apps for lifestyle modification in diabetes: systematic review and meta-analysis. *JMIR mHealth uHealth* 2019; 7: e12297
- [43] Yom-Tov E, Feraru G, Kozdoba M et al. Encouraging physical activity in patients with diabetes: intervention using a reinforcement learning system. *J Med Internet Res* 2017; 19: e338
- [44] Jimenez G, Lum E, Car J. Examining diabetes management apps recommended from a Google search: content analysis. *JMIR mHealth uHealth* 2019; 7: e11848
- [45] Pais S, Parry D, Petrova K et al. Acceptance of using an ecosystem of mobile apps for use in diabetes clinic for self-management of gestational diabetes mellitus. *Stud Health Technol Inform* 2017; 245: 188–192
- [46] Kordonouri O, Riddell MC. Use of apps for physical activity in type 1 diabetes: current status and requirements for future development. *Ther Adv Endocrinol Metab* 2019; 10: 1–7
- [47] Thomas JG, Bond DS, Raynor HA et al. Comparison of smartphone-based behavioral obesity treatment with gold standard group treatment and control: a randomized trial. *Obesity (Silver Spring)* 2019; 27: 572–580
- [48] Schütte L. Digitale Selbsthilfe. Digitalisierungs- und Technologiereport Diabetes. 2019. Zugriff am 26.05.2019 unter https://www.dutreport.de/wp-content/uploads/2019/01/Selbsthilfe_Schuette.pdf
- [49] Bretschneider MP, Schwarz PEH. Digitale Gesundheitsanwendungen – digitale Diabetestherapie mit CGM. *Diabetes aktuell* 2024; 22: 96–97
- [50] Staiano AE, Beyl RA, Guan W et al. Home-based exergaming among children with overweight/obesity: a randomized clinical trial. *Pediatr Obes* 2018; 13: 724–733
- [51] Cooper AR, Tibbitts B, England C et al. Potential of electric bicycles to improve the health of people with type 2 diabetes: a feasibility study. *Diabet Med* 2018; 35: 1279–1282
- [52] van der Berg JD, Stehouwer CD, Bosma H et al. Associations of total amount and patterns of sedentary behaviour with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: The Maastricht Study. *Diabetologia* 2016; 59: 709–718
- [53] Dunstan DW, Dogra S, Carter SE et al. Sit less and move more for cardiovascular health: emerging insights and opportunities. *Nat Rev Cardiol* 2021; 18: 637–648
- [54] Duvivier BM, Schaper NC, Hesselink MK et al. Breaking sitting with light activities vs structured exercise: a randomised crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetologia* 2017; 60: 490–498
- [55] Han HO, Lim J, Viskochil R et al. Pilot study of impact of a pedal desk on postprandial responses in sedentary workers. *Med Sci Sports Exerc* 2018; 50: 2156–2163
- [56] Karstoft K, Winding K, Knudsen SH et al. The effects of free-living interval walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: a randomized, controlled trial. *Diabetes Care* 2013; 36: 228–236
- [57] Yang Z, Scott AC, Mao C et al. Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014; 44: 487–499
- [58] van Buuren F, Horstkotte D, Mellwig KP et al. Electrical myostimulation (EMS) improves glucose metabolism and oxygen uptake in type 2 diabetes mellitus patients – results from the EMS study. *Diabetes Technol Ther* 2015; 17: 413–419
- [59] Robinson CC, Barreto RP, Sbruzzi G et al. The effects of whole body vibration in patients with type 2 diabetes: a systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. *Braz J Phys Ther* 2016; 20: 4–14
- [60] Kempf K, Martin S. Autonomous exercise game use improves metabolic control and quality of life in type 2 diabetes patients – a randomized controlled trial. *BMC Endocr Disord* 2013; 13: 57
- [61] Stengel von S, Fröhlich M, Ludwig O. Recommended contraindications for the use of non-medical WB-electromyostimulation. *Front Sports Act Living* 2024; 16: 6
- [62] Wang T, Laher I, Li S. Exercise snacks and physical fitness in sedentary populations. *Sports Med Health Sci* 2024
- [63] Krouwel M, Greenfield SM, Chalkley A et al. Promoting participation in physical activity through Snacktivity: A qualitative mixed methods study. *PLoS One* 2023; 18: e0291040
- [64] Engeroff T, Groneberg DA, Wilke J. After Dinner Rest a While, After Supper Walk a Mile? A Systematic Review with Meta-analysis on the Acute Postprandial Glycemic Response to Exercise Before and After Meal Ingestion in Healthy Subjects and Patients with Impaired Glucose Tolerance. *Sports Med* 2023; 53: 849–869
- [65] Behrens M, Brinkmann C. Exercise and type 1 diabetes mellitus. *Dtsch Z Sportmed* 2023; 74: 242–242
- [66] Bus SA, Sacco ICN, Monteiro-Soares M et al. Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2023 update). *Diabetes Metab Res Rev* 2024; 40: e3651
- [67] Baskerville R, Ricci-Cabello I, Roberts N et al. Impact of accelerometer and pedometer use on physical activity and glycaemic control in people with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabet Med* 2017; 5: 612–620