



## Lebensstil: körperliche Aktivität und Training in der Prävention und Therapie des Typ 2 Diabetes mellitus (Update 2023)

Claudia Francesconi · Josef Niebauer · Paul Haber · Othmar Moser · Raimund Weitgasser · Christian Lackinger

Angenommen: 3. März 2023  
© Der/die Autor(en) 2023

**Zusammenfassung** Lebensstil, insbesondere regelmäßige körperliche Aktivität, ist ein wichtiger Bestandteil in der Prävention und Therapie des Typ 2 Diabetes mellitus und sollte fester Bestandteil jeglicher Betreuung von Patient:innen sein. Es besteht breiter Konsens, dass eine effiziente Diabetes-Prävention und Therapie in den meisten Fällen auch von einer Modifikation des Lebensstils begleitet sein muss.

Ziele der Förderung der körperlichen Aktivität sind zunächst das Training des Herz-Kreislaufsystems, Kräftigung der Muskulatur, Steigerung des Energieumsatzes und die Reduktion von Inaktivität. Für einen sub-

stanziellen gesundheitlichen Nutzen sind wöchentlich mindestens 150 min aerobe körperliche Aktivität mit mittlerer oder höherer Intensität und zusätzlich muskelkräftigende Bewegungen erforderlich.

Das Ausmaß des positive Effektes von Bewegung steht in direktem Verhältnis zum Grad der erreichten kardiorespiratorischen Fitness, und kann nur durch entsprechendes Training aufrechterhalten werden. Körperliches Training ist in jedem Alter für beide Geschlechter wirksam und effektiv. Durch die Reduktion der Insulinresistenz und funktionelle Verbesserung der Insulinsekretion hat körperliches Training positiven Einfluss auf die Glykämie und zusätzlich wird das kardiovaskuläre Risiko gesenkt.

Im Speziellen hat Training nicht nur positiven Einfluss auf die Glykämie durch Verbesserung der Insulinresistenz und funktionelle Verbesserung der Insulinsekretion zu nehmen, sondern ist auch in der Lage, das kardiovaskuläre Risiko zu senken.

Inaktivität per se gilt unabhängig vom Konstrukt der körperlichen Aktivität als Risikofaktor. Insbesondere langandauernde sitzende Tätigkeit soll vermieden werden.

Standardisierte, regionale und angeleitete Bewegungsprogramme sind bestens geeignet, um ein ausreichendes wöchentliches Ausmaß an gesundheitsfördernder körperlicher Aktivität zu erreichen. Zusätzlich fordert die Österreichische Diabetes Gesellschaft die Position der Bewegungsberater:in als fixen Bestandteil eines multidisziplinären Behandlungsansatzes. Leider gab es in den letzten Jahren weder im Aufbau standardisierter Bewegungsangebote noch in der Bewegungsberatung erfolgsversprechende Entwicklungen.

**Schlüsselwörter** Körperliche Aktivität · Inaktivität · Standardisierte Bewegungsprogramme · Kardiovaskuläres Risiko · Bewegungsberatung

C. Francesconi  
Sonderkrankenanstalt Rehabilitationszentrum Alland,  
Alland, Österreich

J. Niebauer  
Universitätsinstitut für Präventive und Rehabilitative  
Sportmedizin, Landeskrankenhaus Salzburg –  
Universitätsklinikum, Paracelsus Medizinische  
Privatuniversität, Salzburg, Österreich

P. Haber  
Universitätsklinik für Innere Medizin II, Medizinische  
Universität Wien, Wien, Österreich

O. Moser (✉)  
Klinische Abteilung für Endokrinologie und Stoffwechsel,  
Universitätsklinik für , Innere Medizin, Medizinische  
Universität Graz, Graz, Österreich

Institut für Sportwissenschaft, Universität Bayreuth,  
Bayreuth, Deutschland  
othmar.moser@medunigraz.at

R. Weitgasser  
Abteilung für Innere Medizin, Privatklinik  
Wehrle-Diakonissen, Salzburg, Österreich

C. Lackinger  
Österreichische Gesellschaft für Public Health, Wien,  
Österreich

## Lifestyle: physical activity and training as prevention and therapy of type 2 diabetes mellitus (Update 2023)

**Summary** Lifestyle, in general and particularly regular physical activity, is known to be an important component in the prevention and therapy of type 2 diabetes. To gain substantial health benefits, a minimum of 150 min of moderate or vigorous intense aerobic physical activity and muscle strengthening activities per week should be performed. Additionally, inactivity should be recognized as health hazard and prolonged episodes of sitting should be avoided.

Especially exercise is not only efficient in improving glycaemia by lowering insulin resistance and enhance insulin secretion, but to reduce cardiovascular risk. The positive effect of training correlates directly with the amount of fitness gained and lasts only as long as the fitness level is sustained. Exercise training is effective in all age groups and for all genders. It is reversible and reproducible.

Standardized, regional and supervised exercise classes are well known to be attractive for adults to reach a sufficient level of health enhancing physical activity. Additionally, based on the large evidence of exercise referral and prescription, the Austrian Diabetes Associations aims to implement the position of a “physical activity adviser” in multi-professional diabetes care. Unfortunately, the implementation of booth—local exercise classes and advisers is missing so far

**Keywords** Health enhancing physical activity · Standardised exercise programme Cardiovascular risk · Physical activity counselling

### Grundlagen und Nutzen

Regelmäßige Bewegung und damit verbunden eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit ist für alle Menschen gesundheitswirksam. Im Besonderen profitieren jedoch Menschen mit metabolischem Syndrom bzw. Typ 2 Diabetes mellitus (T2DM) von Bewegung. Körperliche Aktivität bildet die Grundlage jeder Therapie und ist nicht nur eine Ergänzung der medikamentösen Maßnahmen. Die Ursache liegt in der Erkrankung zugrunde liegenden Insulinresistenz, welche sowohl durch Ausdauer- als auch durch Krafttraining grundlegend beeinflusst werden kann [1–7].

Durch Ausdauertraining kommt es zur effizienteren Aufnahme und Verstoffwechslung von Glukose in der Muskelzelle. Da die Muskulatur 50–70% der aufgenommenen Glukose verbraucht, ist eine weitgehende Normalisierung des Glukosestoffwechsels in der Muskelzelle essentiell für eine Verbesserung der Insulinresistenz insgesamt [8, 9]. Krafttraining kann über einen zusätzlichen Glukosetransporter die Glukoseaufnahme in die Zelle verbessern und bewirkt durch Zunahme der Muskelmasse vor allem eine Bedarfserhöhung und eine Steigerung des Grundumsat-

zes, verbunden mit einer positiven Beeinflussung der Gewichtsentwicklung (Gewichtsreduktion), was vor allem bei zumeist sarkopenen, adipösen Stoffwechselfatient:innen von Vorteil ist. Zusätzlich kommt es durch die erhöhte Muskelmasse zu besserer Gelenks- und Wirbelsäulenstabilität, verringerter Morbidität betreffend Stürze und Folgeschäden sowie positiver Beeinflussung von Osteoporose und deren Folgen [10, 11]. Insbesondere bei älteren und kardiorespiratorisch eingeschränkten Individuen ist Krafttraining auf Grund des geringeren Trainingsumfangs und Aufwandes oft einfacher einzusetzen, sollte aber wenn immer möglich durch Ausdauertraining ergänzt werden [12, 13].

### Prävention des T2DM

Für einen substantiellen gesundheitlichen Nutzen sollten erwachsene Frauen und Männer wöchentlich mindestens 150 min aerobe Aktivität mit mindestens mittlerer Intensität erreichen (oder 75 min mit höherer Intensität bzw. eine äquivalente Kombination aus beiden) und zusätzlich muskelkräftigende Übungen durchführen [14]. Für einen weitreichenden gesundheitlichen Nutzen wäre das doppelte Ausmaß erforderlich. Mittlere Intensität ist definiert mit einem Energieverbrauch von 3–6 METs [15]. Naturgemäß ist jede Bewegung besser als keine Bewegung, aber die gesundheitlichen Effekte von körperlicher Aktivität mit leichter Intensität sind deutlich geringer als jene mit mittlerer oder hoher Intensität [16]. Laut den nationalen Bewegungsempfehlungen ist der Wechsel von körperlich inaktiv zu ein wenig aktiv ein erster, wichtiger Schritt. Auch die aktuellen Leitlinien der American Diabetes Association thematisieren erstmalig, dass Alltagsaktivität wichtig ist – vorrangig um Perioden mit Inaktivität zu unterbrechen. Wichtig ist jedoch die Unterscheidung, dass körperliches Training eine spezifische Form der körperlichen Aktivität ist, mit dem klaren Ziel, die Fitness und Leistungsfähigkeit zu verbessern. Dennoch sind sowohl die Alltagsaktivität als auch das körperliche Training wichtig in der Prävention und Therapie des Diabetes Mellitus Typ2.

Gegenwärtig gibt es in Österreich nur wenige Studien, welche das Erreichen der Bewegungsempfehlungen untersuchte: bei der körperlich aktivsten Altersgruppe der österreichischen Allgemeinbevölkerung, den 20- bis 29-Jährigen, erreichen lediglich 39,4% die Bewegungsempfehlungen. Selbst bei Medizinstudent:innen erreicht diese nur eine Minderheit [17]. Im Euro Heart Survey wurde gar gezeigt, dass 86% der männlichen und 94% der weiblichen Patient:innen die Empfehlungen für körperliche Aktivität in den Leitlinien nicht erfüllten [18]. Dabei ist seit Jahren bekannt, dass gezielte körperliche Aktivität besser geeignet ist, um die Zahl an Diabetes-Neuerkrankungen zu reduzieren als die herkömmliche Medikation ([19–21]; Tab. 1).

**Tab. 1** Körperliche Aktivität und Inaktivität in der Prävention und Therapie des T2DM. (Aus [22])

<b>Aerobe Aktivität</b>	
Umfang mit mittlerer Intensität	≥ 150 min pro Woche
Oder Umfang mit höherer Intensität Regelmäßigkeit	≥ 75 min pro Woche ≥ 3 × pro Woche
<b>Muskelkräftigende Aktivität</b>	
Regelmäßigkeit	≥ 2 × pro Woche
Intensität	Hypertrophie- oder Kraftausdauertraining
Umfang	9 Muskelgruppen mit jeweils 4 Sätzen pro Woche
<b>Alltagsaktivität</b>	
Aktivitäten mit leichter Intensität	Jegliche Aktivität, auch mit leichter Intensität ist zu fördern
Inaktivität	Jede Bewegung ist besser als keine. Regelmäßige körperliche Aktivität muss in den Alltag integriert werden

Die Empfehlungen für Umfang und Intensität von körperlicher Aktivität von Seiten der Österreichischen Diabetes Gesellschaft sind in Analogie zu den Empfehlungen internationaler Fachgesellschaften [23–28] (ADA level A, CDA Grade B level 2, NVLA): siehe Tab. 1. Diese sind auch ident mit den aktuellen nationalen Bewegungsempfehlungen für Erwachsene – mit oder ohne chronische Einschränkungen. Diese schließen auch explizit Menschen mit Diabetes Mellitus Typ2 mit ein [16]. Sollten Personen auf Grund ihrer chronischen Erkrankung die Empfehlungen nicht umsetzen können, sollten sie dennoch soweit wie möglich körperlich aktiv sein und Inaktivität vermeiden.

### Therapie des T2DM

Die Art, Dauer, Intensität und der wöchentliche Umfang an körperlicher Aktivität in der Therapie unterscheidet sich per se nicht von den Bewegungsempfehlungen in der Prävention.

Ältere oder behinderte Menschen sollen nach Maßgabe ihrer Möglichkeiten ebenfalls die obigen Ziele anstreben und zusätzlich ein Gleichgewichts- und Flexibilitätstraining durchführen.

Die gezielte Beratung, das Erarbeiten persönlicher Zielsetzungen, das Protokollieren der Aktivitäten, Kontrolle und Besprechung der Protokolle sowie kontinuierliche Motivation dienen dem niederschweligen Zugang und der Überwindung von Widerständen von Seiten der Patient:innen (CDA Grade B Level 2). Jedenfalls soll eine möglichst genaue Bewegungsanleitung mit den Patient:innen besprochen werden, um die Umsetzung zu erleichtern [29, 30]. Dazu gehört:

- die Auswahl der geeigneten Bewegungsform,
- die Dauer der Belastung,
- die Intensität der Belastung,
- die Anzahl der wöchentlichen Belastungen (Frequenz).

### Einschränkungen

Es gibt keine Kontraindikation für Bewegungstherapie bei Menschen mit Typ 2 Diabetes mellitus, jedoch muss auf bestehende Komorbiditäten Rücksicht genommen werden, um Schäden zu vermeiden [31, 32].

Diabetische makro-/mikrovaskuläre Komplikationen, die eine spezielle Abklärung bzw. Aufklärung der Patient:innen notwendig machen, sind:

- Proliferative Retinopathie (cave: Blutdruckspitzen: Kraftausdauer- statt Hypertrophietraining; moderate statt intensives Ausdauertraining),
- Periphere Diabetische Neuropathie (cave: Druckstellen und Charcotfrakturen), autonome Neuropathie,
- Klinisch symptomatische koronare Herzerkrankung/Herzinsuffizienz (Ergometrie, Herzfrequenzgesteuertes Training),
- Möglichkeit der Hypoglykämie: bei Therapie mit Insulinsekretagoga und/oder Insulin muss die Patient:in über die Möglichkeit einer durch Bewegung ausgelösten Unterzuckerung aufgeklärt und die entsprechenden Gegenmaßnahmen besprochen werden (ADA ohne Angabe von Evidenzgrad, CDA Grad D+ Consensus).

Vorübergehende Kontraindikationen sind alle akuten Erkrankungen, z. B. fieberhafte Infekte.

Routinemäßige Belastungsuntersuchungen bei Menschen mit Typ 2 Diabetes mellitus ohne koronare Herzkrankheit werden nicht empfohlen [33]. Ein Bewegungsprogramm mit leichter oder mittlerer Intensität kann bei asymptomatischen Patient:innen mit normalem Ruhe-EKG und ohne bekannter kardiovaskulärer Begleiterkrankung auch ohne vorheriger Belastungsuntersuchung umgesetzt werden [1]. Selbstverständlich ist eine genaue Anamnese und Erhebung von kardiovaskulären Risikofaktoren unerlässlich in der Betreuung von Menschen mit T2DM. Auch wenn eine routinemäßige Belastungsuntersuchung nicht empfohlen wird, ist dennoch für eine effiziente und risikoarme Trainingssteuerung, der Dokumentation des Trainingserfolgs, sowie zur Objektivierung der wichtigsten kardiovaskulären Risikofaktoren eine symptomlimitierte Ergometrie unabdingbar [34].

### Inaktivität

Inaktivität wurde lange Zeit als das untere Ende eines Aktivität-Kontinuums gesehen, jedoch ist diese Betrachtung nicht mehr zeitgemäß [35, 36]. Das Ausmaß

**Tab. 2** Übersicht über die Tätigkeiten in der Bewegungsberatung. (Aus [22])

		Erstberatung	Folgeberatungen
Krankenakte	Lesen und notwendige Information verstehen	✓	✓
Bewegungsanamnese	Aktuelle körperliche Aktivität	✓	✓
	Gezieltes Training	✓	✓
	Bevorzugte Bewegungsform aktuell	✓	–
	Bevorzugte Bewegungsform in der Vergangenheit	✓	–
Ist-Zustand	Bestimmung der körperlichen Fitness	✓	✓
	Veränderungen seit der letzten Beratung	–	✓
Intervention	Aktuelle körperliche Aktivität	✓	✓
	Selbstständiges Training		
	Angeleitetes Training		
	Kombinationen		
Mustertraining	Krafttrainingsübungen	Bei Bedarf	Bei Bedarf
	Intensitätssteuerung Ausdauer	Bei Bedarf	Bei Bedarf
Risikomanagement		✓	✓
Information über regionale Angebote		✓	✓
Soziale Unterstützung und Bewältigungsstrategien		✓	✓

der Inaktivität beträgt in Europa bereits mehr als 40 h pro Woche [37]. Moderne Büroarbeit wird zum überwiegenden Anteil im Sitzen verbracht und steht somit kausal im Zusammenhang mit Inaktivität. Demnach wird 77 % der Büroarbeitszeit körperlich inaktiv verbracht [38]. Generell können auch Personen, welche die Kriterien der Bewegungsempfehlungen erreichen, durch ununterbrochene sitzende Tätigkeit einem gesundheitlichen Risiko ausgesetzt sein. Das systematische Unterbrechen von sitzender Tätigkeit nach idealerweise 30 min bringt bereits sowohl kurzfristige Effekte, einen gesteigerten Blutfluss und beeinflusst die Glukosekonzentration, als auch langfristig werden Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen, sowie Diabetes mellitus assoziierte Morbidität und Mortalität reduziert [39–42]. Die nationalen Bewegungsempfehlungen beschreiben, dass langandauerndes Sitzen überhaupt vermieden, und immer wieder durch Bewegung unterbrochen werden sollte [16]. Folglich sollten der Arbeitsalltag, der Arbeitsweg und die Freizeit möglichst viel körperliche Aktivität und körperliches Training beinhalten.

**Schnittstellenmanagement als eine zentrale Herausforderung**

Internationale Leitlinien haben bereits erkannt, dass die zukünftigen Herausforderungen im Bereich der Förderung der körperlichen Aktivität darin liegen, dass Zugänge zu geeigneten regionalen Einrichtungen, welche standardisierte Bewegungsprogramme umsetzen können, gefunden und gefestigt werden müssen [43]. Sportvereine spielen hier eine wichtige Rolle, und es konnte gezeigt werden, dass standardisierte Sportvereinsprogramme nicht nur das Ausmaß der körperlichen Aktivität erhöhen, sondern auch die Fitness signifikant verbessern [44]. Die Zusammenarbeit zwischen dem Gesundheitssystem und regiona-

len Sportvereinen hat somit durchwegs Potenzial, das aber noch nicht Ansatzweise zu einer flächendeckenden Versorgung mit Bewegungsprogrammen geführt hat [45]. Selbst in den wenigen Fällen, wo geeignete, zielgruppenspezifische Bewegungsprogramme vorhanden sind, gibt es viele Barrieren in der Empfehlung dieser Programme [46]. Als häufige Barrieren werden oft genannt: Zeitmangel (92 %), fehlende Standardisierung des Schnittstellenmanagements (88 %) oder geringe Patient:innencompliance (32 %) [47]. Jedoch wurde bereits gezeigt, dass knapp 50 % der Patient:innen in einer Diabetes-Ambulanz Interesse an einem zielgruppenspezifischen Bewegungsprogramm haben.

Immerhin knapp ¼ aller Patient:innen hat in weiterer Folge ein Bewegungsprogramm aktiv in Anspruch genommen [44].

Als Lösungsansatz fordert die ÖDG die Position der Bewegungsberater:in zu etablieren und beruft sich auf eine breite Evidenz betreffend „exercise referral“ und „exercise prescription“ [48–53]. Das ÖDG-Positionspapier zur Bewegungsberat:in basiert auf dieser breiten Evidenz und leitet daraus folgende Handlungsfelder ab:

- Bewegungsanamnese
- Ist-Analyse
- Intervention (Beratung, Mustertraining, Risikomanagement, soziale Unterstützung und Bewältigungsstrategien, Information über regionale Bewegungsangebote)
- Zielvereinbarung und Kontrolle

Nach einer erfolgreichen Erstberatung sind quartalsweise Folgeberatungen geplant.

Das Ziel der ÖDG für die nächsten Jahre ist die dauerhafte Implementierung der Bewegungsberatung im ambulanten und niedergelassenen Bereich (<http://>

[www.oedg.org/pdf/1410\\_Positionspapier\\_Bewegungsberater.pdf](http://www.oedg.org/pdf/1410_Positionspapier_Bewegungsberater.pdf) (Tab. 2).

**Funding** Open access funding provided by Medical University of Graz.

**Interessenkonflikt** C. Francesconi, J. Niebauer, P. Haber, O. Moser, R. Weitgasser und C. Lackinger geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

**Open Access** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

- Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, et al. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009;119(25):3244–62.
- Bruce CR, Thrush AB, Mertz VA, Bezaire V, Chabowski A, Heigenhauser GJ, et al. Endurance training in obese humans improves glucose tolerance and mitochondrial fatty acid oxidation and alters muscle lipid content. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2006;291(1):99–107. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00587.2005>.
- Barakat A, Williams KM, Prevost AT, Kinmonth AL, Wareham NJ, Griffin SJ, et al. Changes in physical activity and modelled cardiovascular risk following diagnosis of diabetes: 1-year results from the ADDITION-Cambridge trial cohort. *Diabet Med*. 2013;30(2):233–8.
- Larose J, Sigal RJ, Khandwala F, Kenny GP. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sports*. 2012;22(4):e45–54.
- Blüher M, Bullen JWJ, Lee JH, Kralisch S, Fasshauer M, Klötting N, et al. Circulating adiponectin and expression of adiponectin receptors in human skeletal muscle: associations with metabolic parameters and insulin resistance and regulation by physical training. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006;91(6):2310–6.
- Oberbach A, Bossenz Y, Lehmann S, Niebauer J, Adams V, Paschke R, et al. Altered fiber distribution and fiber-specific glycolytic and oxidative enzyme activity in skeletal muscle of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2006;29(4):895–900.
- Sixt S, Beer S, Bluher M, Korff N, Peschel T, Sonnabend M, et al. Long- but not short-term multifactorial intervention with focus on exercise training improves coronary endothelial dysfunction in diabetes mellitus type 2 and coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2010;31(1):12–9.
- Seals DR, Hagberg JM, Hurley BF, Ehsani AA, Holloszy JO. Effects of endurance training on glucose tolerance and plasma lipid levels in older men and women. *JAMA*. 1984;252(5):645–9.
- Valenta I, Dilsizian V, Quercioli A, Schelbert HR, Schindler TH. The influence of insulin resistance, obesity, and diabetes mellitus on vascular tone and myocardial blood flow. *Curr Cardiol Rep*. 2012;14(2):217–25.
- Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract*. 2010;4(4):259–69.
- Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci*. 2006;18(4):19–27.
- Tan S, Li W, Wang J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *J Sports Sci Med*. 2012;11(3):495–501.
- Niebauer J, Schreier MM, Bauer U, Reiss J, Osterbrink J, Iglseider B. Combined endurance and resistance training during geriatric day care improve exercise capacity, balance and strength. *Sports Orthop Traumatol*. 2018;34(1):15–22.
- U.S. Department of Health Human services. 2008 physical activity guidelines for americans. 2007.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr., Tudor-Locke C, et al. 2011 compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(8):1575–81.
- Titze S, Lackinger C, Fessl C, Dorner TE, Zeuschner V. Österreichische Bewegungsempfehlungen für Erwachsene und ältere Erwachsene ohne und mit Körper-, Sinnes- oder Mentalbehinderung sowie für Menschen mit chronischen Erkrankungen. *Gesundheitswesen*. 2020;82(03):S170–S6.
- Lackinger C, Dorner TE. Achievement of physical activity recommendation and activity levels in students of human medicine compared with the general Austrian population aged between 20 and 29 years. *Wien Med Wochenschr*. 2015;19:116–23.
- Drechsler K, Dietz R, Klein H, Wollert KC, Storp D, Molling J, et al. Euro heart failure survey. Medical treatment not in line with current guidelines. *Z Kardiol*. 2005;94(8):510–5.
- Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*. 2001;344(18):1343–50.
- Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med*. 2002;346(6):393–403.
- Lindstrom J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemio K, et al. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish diabetes prevention study. *Lancet*. 2006;368(9548):1673–9.
- Francesconi C, Niebauer J, Haber P, Weitgasser R, Lackinger C (2019) Lebensstil: körperliche Aktivität und Training in der Prävention und Therapie des Typ 2 Diabetes mellitus (Update 2019). *Wien Klin Wochenschr* 131:61–66. <https://doi.org/10.1007/s00508-019-1457-x>
- American Diabetes Association. Diabetes clinical practice recommendations focus attention on individualization of care. *IEEE Trans Med Imaging*. 2014;91(16):22.
- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2012. *Diabetes Care*. 2012;35(1):S11–63.

25. IDF Clinical Guidelines Task Force. Global guideline for type 2 diabetes: recommendations for standard, comprehensive, and minimal care. *Diabet Med.* 2006;23(6):579–93. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2006.01918.x>.
26. Colberg S, Sigal R, Fernhall B, Regensteiner J, Blissmer B, Rubin R, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American college of sports medicine and the American diabetes association: joint position statement. *Diabetes Care.* 2010;33(12):147–67.
27. Blair SN, Sallis RE, Hutber A, Archer E. Exercise therapy—the public health message. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(4):e24–8.
28. Weitgasser R, Niebauer J. Life-style modification. *Wien Klin Wochenschr.* 2012;124(2):7–9.
29. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16(1):3–63.
30. Kirk AF, Barnett J, Mutrie N. Physical activity consultation for people with type 2 diabetes. Evidence and guidelines. *Diabet Med.* 2007;24:809–16.
31. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, De Feo P, Cavallo S, Cardelli P, et al. Effect of an intensive exercise intervention strategy on modifiable cardiovascular risk factors in subjects with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial: the Italian diabetes and exercise study (IDES). *Arch Intern Med.* 2010;170(20):1794–803.
32. Lackinger C, Lamprecht T, Winhofer Y, Kosi L, Kautzky-Willer A. Recruitment of patients with type 2 diabetes for target group specific exercise programs at an outpatient department of a medical university: a factor analysis. *Wien Klin Wochenschr.* 2011;123(11):350–3.
33. Bax JJ, Young LH, Frye RL, Bonow RO, Steinberg HO, Barrett EJ. Screening for coronary artery disease in patients with diabetes. *Diabetes Care.* 2007;30(10):2729–36.
34. Al-Mallah MH, Juraschek SP, Whelton S, Dardari ZA, Ehrman JK, Michos ED, et al. Sex differences in cardiorespiratory fitness and all-cause mortality: the Henry Ford Exercise Resting (FIT) Project. *Mayo Clin Proc.* 2016;91(6):755–62.
35. Department of Health. Physical activity and sedentary behaviour guidelines for adults. 2014. S. 18–64.
36. Young DR, Hivert MF, Alhassan S, Camhi SM, Ferguson JE, Katzmarzyk PT, et al. Sedentary behavior and cardiovascular morbidity and mortality: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation.* 2016;134(13):15.
37. Ng SW, Popkin BM. Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obes Rev.* 2012;13(8):659–80.
38. Thorp AA, Healy GN, Winkler E, Clark BK, Gardiner PA, Owen N, et al. Prolonged sedentary time and physical activity in workplace and non-work contexts: a cross-sectional study of office, customer service and call centre employees. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;9(1):128. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-128>.
39. Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW, Winkler EA, Owen N. Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003–06. *Eur Heart J.* 2011;32(5):590–7.
40. Dunstan DW, Howard B, Healy GN, Owen N. Too much sitting—a health hazard. *Diabetes Res Clin Pract.* 2012;97(3):368–76.
41. Thosar SS, Bielko SL, Mather KJ, Johnston JD, Wallace JP. Effect of prolonged sitting and breaks in sitting time on endothelial function. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(4):843–9.
42. American Diabetes Association. Facilitating behavior change and well-being to improve health outcomes: standards of medical care in diabetes-2021. *Diabetes Care.* 2021;44(1):S53–S72.
43. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, Eng JJ, Franklin BA, Johnson CM, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: a statement for health-care professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2014;45(8):2532–53.
44. Lackinger C, Haider S, Kosi L, Harreiter J, Winhofer Y, Kautzky-Willer A. Potential of a sports club-based exercise program for improving physical activity in type 2 diabetes mellitus. *J Phys Act Health.* 2015;12(9):1221–8.
45. Lackinger C, Wilfinger J, Mayerhofer J, Strehn A, Dick D, Dorner TE. Adherence to and effects on physical function parameters of a community-based standardised exercise programme for overweight or obese patients carried out by local sports clubs. *Public Health.* 2017;147:109–18. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2017.01.029>.
46. Titze S, Lackinger C, Grossschädl L, Strehn A, Dorner TE, Niebauer J, et al. How does counselling in a stationary health care setting affect the attendance in a standardised sports club programme? Process evaluation of a quasi-experimental study. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(1):E134. <https://doi.org/10.3390/ijerph15010134>.
47. Smock C, Alemagno S. Understanding health care provider barriers to hospital affiliated medical fitness center facility referral: a questionnaire survey and semi structured interviews. *BMC Health Serv Res.* 2017;17(1):17–2474.
48. Harrison RA, Roberts C, Elton PJ. Does primary care referral to an exercise programme increase physical activity one year later? A randomized controlled trial. *J Public Health.* 2005;27(1):25–32.
49. Kirk A, Barnett J, Leese G, Mutrie N. A randomized trial investigating the 12-month changes in physical activity and health outcomes following a physical activity consultation delivered by a person or in written form in type 2 diabetes: Time2Act. *Diabet Med.* 2009;26(3):293–301.
50. Anokye NK, Trueman P, Green C, Pavey TG, Hillsdon M, Taylor RS. The cost-effectiveness of exercise referral schemes. *BMC Public Health.* 2011;11:954. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-954>.
51. Foley L, Maddison R, Jones Z, Brown P, Davys A. Comparison of two modes of delivery of an exercise prescription scheme. *NZ Med J.* 2011;124(1338):44–54.
52. O'Hagan C, De Vito G, Boreham CA. Exercise prescription in the treatment of type 2 diabetes mellitus: current practices, existing guidelines and future directions. *Sports Med.* 2013;43(1):39–49.
53. Corra U, Piepoli MF, Carre F, Heuschmann P, Hoffmann U, Verschuren M, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: key components of the position paper from the cardiac rehabilitation section of the European association of cardiovascular prevention and rehabilitation. *Eur Heart J.* 2010;31(16):1967–74.

**Hinweis des Verlags** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.