

Ausdauer-Leistungsfähigkeit von Triathlon-Athleten mit Typ-1-Diabetes

Endurance capabilities of triathlon competitors with type 1 diabetes mellitus

Autoren

S. Boehncke¹ K. Poettgen² C. Maser-Gluth³ J. Reusch¹ W.-H. Boehncke⁴ K. Badenhoop¹

Institut

¹ Medizinische Klinik 1, Schwerpunkt Endokrinologie, Diabetes und Stoffwechsel, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main

² Medizinischer Direktor, Ironman Germany®

³ Steroid-Labor, Abteilung Pharmakologie, Universität Heidelberg

⁴ Zentrum der Dermatologie und Venerologie, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main

Ernährungsmedizin

Schlüsselwörter

- ▶ Typ-1-Diabetes
- ▶ intensivierte Insulintherapie
- ▶ Sport
- ▶ Triathlon
- ▶ ACTH
- ▶ Kortisol
- ▶ Aldosteron
- ▶ Renin
- ▶ Testosteron

Keywords

- ▶ diabetes mellitus type 1
- ▶ intensified insulin therapy
- ▶ exercise
- ▶ triathlon
- ▶ ACTH
- ▶ cortisol
- ▶ aldosterone
- ▶ renine
- ▶ testosterone

eingereicht 5.6.2008

akzeptiert 12.3.2009

Bibliografie

DOI

Dtsch Med Wochenschr 2009; 134: 1–6 · © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York · ISSN 0012-0472

Korrespondenz

Dr. Sandra Boehncke

Medizinische Klinik 1, Schwerpunkt Endokrinologie, Diabetes und Stoffwechsel Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität Theodor-Stern-Kai 7 60590 Frankfurt am Main Tel. 069/6301-7359 Fax 069/6301-7817 eMail Sandra.Boehncke@kgu.de

Zusammenfassung



Hintergrund und Fragestellung: Therapieziel beim Typ-1-Diabetes ist das Verhindern von Folgeerkrankungen durch eine optimale Blutzuckereinstellung. Obwohl Sport dieses Ziel fördert, wird angesichts der physiologischen Herausforderungen die Ausübung von Ausdauersportarten durch Typ-1-Diabetiker kontrovers diskutiert. Wir untersuchten daher die Leistungsfähigkeit von Triathleten mit Typ-1-Diabetes.

Patienten und Methodik: 10 Patienten (32–61 Jahre) mit Typ-1-Diabetes wurden über einen Zeitraum von 3 Jahren beobachtet, in dem sie 3 Wettkämpfe über die Triathlon-Langdistanz absolvierten. Während der Wettkämpfe erfolgten Glukose- und Hormonmessungen in Blut und Speichel; gleiche Untersuchungen wurden bei altersgleichen Kontrollpersonen durchgeführt.

Ergebnisse: Die Wettkampf-Ergebnisse der diabetischen Athleten entsprachen jeweils denjenigen altersgleicher nicht-diabetischer Athleten. Bei mehreren Probanden traten zu Anfang der Radstrecke Hyperglykämien auf. Alle Studienteilnehmer wiesen während des abschließenden Marathons niedrige Blutzuckerwerte auf. Am Wettkampftag wurde die Basalinsulindosis um bis zu 50% reduziert. Die gemessenen Hormonspiegel zeigten analoge Verläufe bei Diabetikern und Nicht-Diabetikern

Folgerungen: Patienten mit Typ-1-Diabetes sind erfolgreich in der Lage, extreme Ausdauerleistungen zu erbringen. Die dabei auftretenden Diabetes-spezifischen physiologischen Veränderungen der Stoffwechsellage können über eine Adaptation der intensivierten Insulintherapie sowie die Steuerung der Ernährung ausreichend kompensiert werden. Typ-1-Diabetes sollte nicht als Kontraindikation für die Ausübung von Ausdauersportarten angesehen werden.

Einleitung



Typ-1-Diabetes mellitus ist als Stoffwechselerkrankung gekennzeichnet durch absoluten Insulinmangel; der i.d.R. auf eine durch Autoimmunprozesse bedingte Zerstörung der Pankreas-Inselnzellen zurückgeht [5]. Trotz großer regionaler Unterschiede bzgl. der Inzidenz dokumentieren prospektive Register weltweit einen Anstieg von Typ-1-Diabetes [23].

Therapieziel beim Typ-1-Diabetes ist eine optimale Blutzucker-Einstellung, um so der Entwicklung Diabetes-spezifischer Folgeerkrankungen vorzubeugen. Diese basieren auf Mikro- oder Makroangiopathie und führen u.a. zu Niereninsuffizienz, Retinopathie, Neuropathie, oder Amputationen von Gliedmaßen. Durch die sog. „intensivierte Insulintherapie“, bestehend aus mehreren Insulininjektionen pro Tag oder den Einsatz von

Insulinpumpen, können diese Komplikationen deutlich verzögert werden, so dass diese Behandlungsform heute den Goldstandard der Therapie des Typ-1-Diabetes darstellt [6,20,21,25]. Darüber hinaus sollte körperliche Betätigung wegen der günstigen Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem auch für Typ-1-Diabetiker ein integraler Bestandteil des Therapiekonzeptes sein. Für diabetische Kinder und Jugendliche ist es zudem ein Stück Lebensqualität, wenn sie im Sportunterricht nicht ausgegrenzt werden.

Intensive Belastungen im Allgemeinen sowie Ausdauersportarten im Besonderen führen bereits bei Stoffwechsel-Gesunden zu tiefgreifenden Veränderungen und Adaptationsprozessen [11,26]. Bei Patienten mit Typ-1-Diabetes sind dabei neben Effekten auf Wasser- und Elektrolythaushalt

die Auswirkungen auf den Blutzucker und somit die Gefahren für eine potenziell lebensbedrohliche Hypoglykämie von herausragender Bedeutung. Art, Dauer und Intensität der Belastung stellen hier die relevanten Parameter dar. Für diese unterschiedlichen Anforderungsprofile liegen jedoch z.T. nur unzureichende Daten vor, um in jeder Situation eine adäquate Hypoglykämie-Prävention sicherstellen zu können [12].

Triathlon ist ein Ausdauersport mit den Teildisziplinen Schwimmen, Radfahren und Laufen. Bei der Langdistanz betragen die Strecken 3,8 km, 180 km und 42,195 km. Gut trainierte junge Amateure benötigen hierfür etwa 10–12 h. Ein Langdistanz-Triathlon stellt somit eine extreme Herausforderung an die aerobe Ausdauerleistung sowie an den Glukose- und Flüssigkeitshaushalt der Athleten dar [24, 14].

Um die Ausdauer-Leistungsfähigkeit von Patienten mit Typ-1-Diabetes und deren metabolische Risiken zu untersuchen, begleiteten wir eine Gruppe von 10 Triathleten mit Typ-1-Diabetes über einen Zeitraum von 3 Jahren, in dem sie 3 Langdistanz-Wettkämpfe bestritten.

Patienten und Methodik



Patienten

Diese Studie wurde gemäß den Standards der Ethik-Kommission des Klinikums der Goethe-Universität Frankfurt am Main nach schriftlichem Einverständnis aller Teilnehmer durchgeführt.

Von 2005 bis 2007 begleiteten wir 10 männliche Athleten im Alter von 32 – 61 Jahren und einer Krankheitsdauer von 2–35 Jahren; alle Studienteilnehmer erfüllten die Diagnosekriterien der American Diabetes Association (ADA) bzw. der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG) [1, 17] und führten eine intensivierete Insulintherapie durch, davon 3 unter Einsatz einer Insulinpumpe.

Während des Beobachtungszeitraumes bestritten die Athleten 3 Langstrecken-Triathlonwettkämpfe (Ironman Germany® 2005–2007). Für die während des Ironman Germany 2006® durchgeführten Hormon-Untersuchungen wurden 5 altersgleiche nicht-diabetische Athleten rekrutiert.

Wettkampfbedingungen

Die Leistungen aller Studienteilnehmer wurden i.R. der Wettkampf-Dokumentation durch den Veranstalter zur Verfügung gestellt und umfassten die Zeiten aller Teildisziplinen, Wechselzeiten zwischen den Disziplinen und die Ergebnisse sämtlicher Teilnehmer. Daneben wurden meteorologische Parameter vom Deutschen Wetterdienst in Offenbach erfragt.

Im Rahmen des Ironman Germany® erfolgt das Schwimmen in einem Süßwassersee. Beim Radfahren ist ein Gesamt-Höhenunterschied von knapp 1000 m zu bewältigen. Die Laufstrecke verläuft flach im Stadtgebiet von Frankfurt am Main.

Die Verpflegung erfolgte weitestgehend an den Verpflegungsstellen des Veranstalters und umfasste neben Wasser, koffeinhaltigen Softdrinks, Fruchtsäften und isotonischen Getränken auch Salzgebäck und Obst sowie Gels und Riegel auf Basis von Maltodextrin und Fruktose-Lysaten.

Tab. 1 Übersicht der Teilnehmer des Ironman Germany®.

	Starter*	ins Ziel kamen	Abbruch	Bemerkung
2005	10	9	1	Aspiration beim Schwimmstart
2006	5	5	0	
2007	3	2	1	Aufgabe wegen schlechter Platzierung während des Radfahrens

*diabetische Athleten unserer Kohorte

Monitoring

Das Glukosemonitoring wurde während der Wettkämpfe von den Athleten selbst unter Verwendung eines Blutzucker-Messgerätes mit Messstreifentrommel (Accu-Chek® Compact Plus, Roche Diagnostics GmbH, Deutschland) durchgeführt. 2007 erfolgte eine Transmitter-gestützte Übertragung der Blutzuckerwerte auf der Radstrecke zum Teamarzt in der Wettkampfbühnenzentrale sowie eine Kommunikation bzgl. der Insulindosierung über Handy.

Anlässlich des Ironman Germany® 2006 wurden Nebennierenhormone sowie Testosteron, TSH und freies T3/T4 mittels kommerzieller ELISAs (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) bzw. RIAs (Radioimmunotest) bestimmt. Die Messung der Serumproben erfolgte im Hormonlabor des Zentrums der Inneren Medizin. Die Analyse erfolgte 36 h vor dem Wettkampf, sowie direkt beim Zieleinlauf. Klinische Symptome, die ermittelten Blutzuckerwerte sowie Insulin-, Flüssigkeits- und Kohlenhydratzufuhr wurden mit standardisierten Fragebögen erfasst.

Ergebnisse



Wettkampfleistungen

Anlässlich des Ironman Germany® 2005 sollte untersucht werden, ob Athleten mit Typ-1-Diabetes eine Triathlon-Langdistanz ohne medizinische Risiken bewältigen können. Tatsächlich beendeten 9 der 10 Athleten das Rennen erfolgreich in Zeiten zwischen 10:45 h und 14:53 h (Tab. 1). Dies entspricht in etwa den Ergebnissen des gesamten Teilnehmerfeldes in den entsprechenden Altersklassen. An diesem Tag erreichten 6% aller Starter das Ziel nicht innerhalb der vorgeschriebenen maximalen Zeit von 16 h. Die Aufgabe des einzigen diabetischen Teilnehmers unserer Kohorte resultierte aus einem nicht Diabetes-assoziierten Zwischenfall direkt beim Schwimmstart. An Beschwerden traten Muskelkrämpfe insbesondere beim Radfahren sowie Bauchschmerzen beim Laufen auf.

Am Ironman Germany® 2006 und 2007 nahmen 5 bzw. 3 Athleten unserer Kohorte teil. Dabei brach lediglich 2007 ein einzelner Athlet das Rennen ab, jedoch nicht aus medizinischen Gründen (Tab. 1).

Therapie, Ernährung und Blutzuckerlauf

Das C-Peptid, als Indikator für die Insulinsekretion der diabetischen Athleten, lag bei 3 Teilnehmern unterhalb der Nachweisgrenze von 0,5 ng/ml; der höchste Wert bei einem Mitglied unserer Kohorte mit Restsekretion betrug 1,5 ng/ml. Es wurde jeweils eine intensivierete Insulintherapie durchgeführt, wobei 3 Athleten eine Insulinpumpe und alle anderen einen Insulin-Pen benutzten. Neben einem von allen Teilnehmern eingesetzten schnell

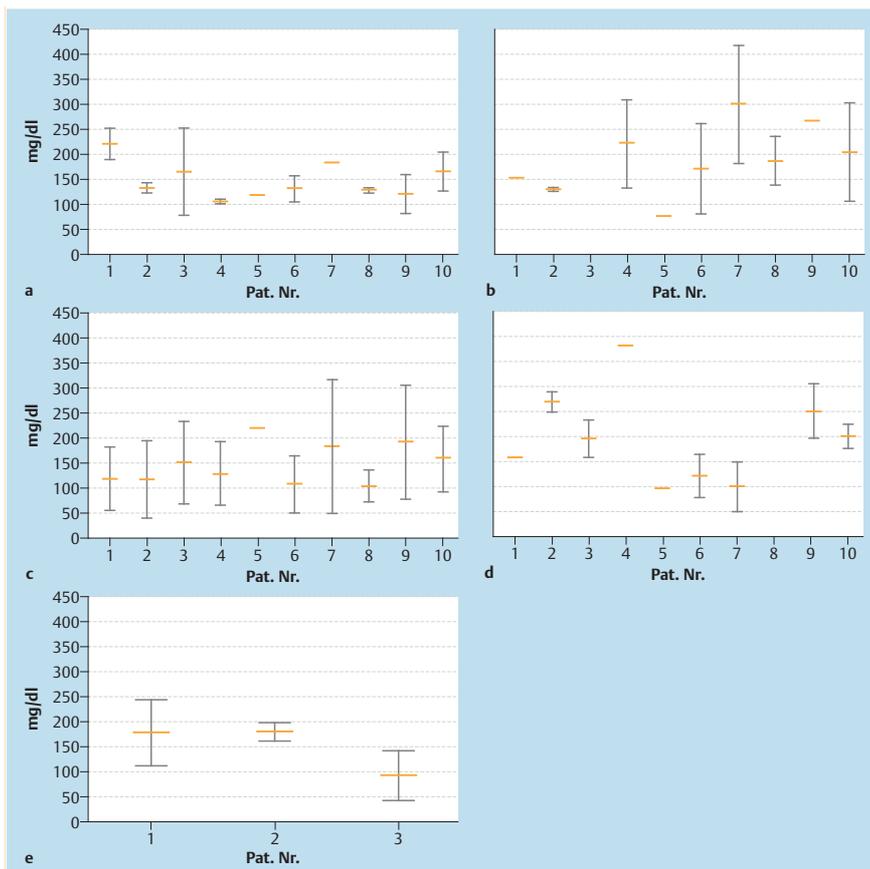


Abb. 1 Glukoseverläufe der diabetischen Athleten (Minima und Maxima in den jeweiligen Wettkampfphasen) während des Ironman Germany® 2005. **a)** vor und unmittelbar nach dem Schwimmen, **b)** Radfahren, **c)** Laufen/Marathon, **d)** im Zielbereich. Auffällig sind die Glukoseverläufe (a–d) mit Neigung zur Hyperglykämie auf der Radstrecke und zu Blutzuckerwerten < 100 mg/dl, bzw. Hypoglykämien im Verlauf des Marathons. Patient 5 schied nach dem Schwimmen aus. **e)** Radfahren 2007, kein Wert > 250mg/dl mehr.

wirksamen Insulin-Analogen setzten 3 Athleten zusätzlich lang wirksame Insulin-Analoga ein, ein Diabetiker mit einer Restsekretion verwendete intermediäres (NPH) Insulin einmal täglich.

Als Begleitmedikation nahm je ein Athlet einen ACE-Hemmer (100 mg Captopril) bzw. ein Formoterol/Budesonid-Spray (bei Anstrengungsasthma).

Die Flüssigkeitsaufnahme während des Rennens betrug ca. 1,5 l/h, insgesamt etwa 12–13 Liter. Daneben wurden 24–60 g Kohlenhydrate pro Stunde konsumiert, bevorzugt in schnell resorbierbarer Form mit hohem glykämischen Index mittels entsprechender Gels und Riegel.

Für den Wettkampf reduzierten die Athleten die Basalinsulindosis um 30–50%. Die während des Rennens benötigte Dosis pro 12 g Kohlenhydrate variierte zwischen 0 und 1 Einheit eines schnell wirksamen Insulin-Analogs.

Beim Ironman Germany® 2005 entwickelten die Athleten unserer Kohorte eine Hyperglykämie auf der ersten Hälfte der Radstrecke. Bei allen 9 Teilnehmern kam es während des abschließenden Marathons zu niedrigen Blutzuckerwerten, bzw. einer Hypoglykämie, definiert als ≤ 60 mg/dl im Kapillarblut, die bis zur Zielankunft wieder ausgeglichen wurde (**Abb. 1**). In der Nacht nach dem Wettkampf erfolgte eine Basalinsulin-Reduktion von 20–40%.

Anlässlich des Ironman Germany® 2007 wurde ein transmittergestütztes System auf der Radstrecke getestet. Mit diesem System gelang es, die in den Jahren zuvor aufgetretenen hohen Glukosewerte bei dieser Disziplin zu begrenzen.

Hormonprofile während des Wettkampfes

Ziel der Untersuchungen i.R. des Ironman Germany® 2006 war die Abklärung hormoneller Einflüsse während des Rennens. Diese Messungen konnten an 5 diabetischen Athleten unserer Kohorte und 5 altersgleichen nicht-diabetischen Athleten durchgeführt werden. Beide Gruppen zeigten ähnliche Hormonprofile.

Während des Wettkampfes stiegen die Werte für Kortisol, adrenokortikotropes Hormon ((ACTH), Katecholamine und humanes Wachstumshormon (hGH) bei den meisten Athleten an, als Zeichen einer Stressreaktion der hypothalamisch-hypophysären sowie der hypophysär-adrenalen Achse unter dieser extremen Ausdauerbelastung. Wobei unterschiedliche Stresslevel zu beobachten sind. Bei 2 Athleten stiegen auch die Testosteronspiegel an (**Abb. 2** und **3**).

Auch für Renin und Aldosteron wurde ein Anstieg während des Rennens beobachtet; dieser fiel jedoch bei 3 diabetischen Athleten vergleichsweise gering aus (**Abb. 2**). Einer dieser Athleten nahm einen ACE-Hemmer ein, hatte jedoch die Einnahme am Tag des Rennens ausgesetzt. Um eine Nierenschädigung bei den beiden anderen auszuschließen, erfolgten nach dem Rennen Urinuntersuchungen, ohne dass sich hier eine Proteinurie zeigte. Alle Studienteilnehmer substituierten ausreichend Natrium, was sich entsprechend in Normalwerten im Ziel niederschlug (diabetische Athleten: 138–144 mmol/l, nicht-diabetische Athleten: 140–147 mmol/l).

Die Untersuchung der thyreotropen Achse zeigte erwartungsgemäß weitestgehend unauffällige Werte (**Abb. 2**). Lediglich ein diabetischer Athlet wies leichte Zeichen einer Hypothyreose (hoch-

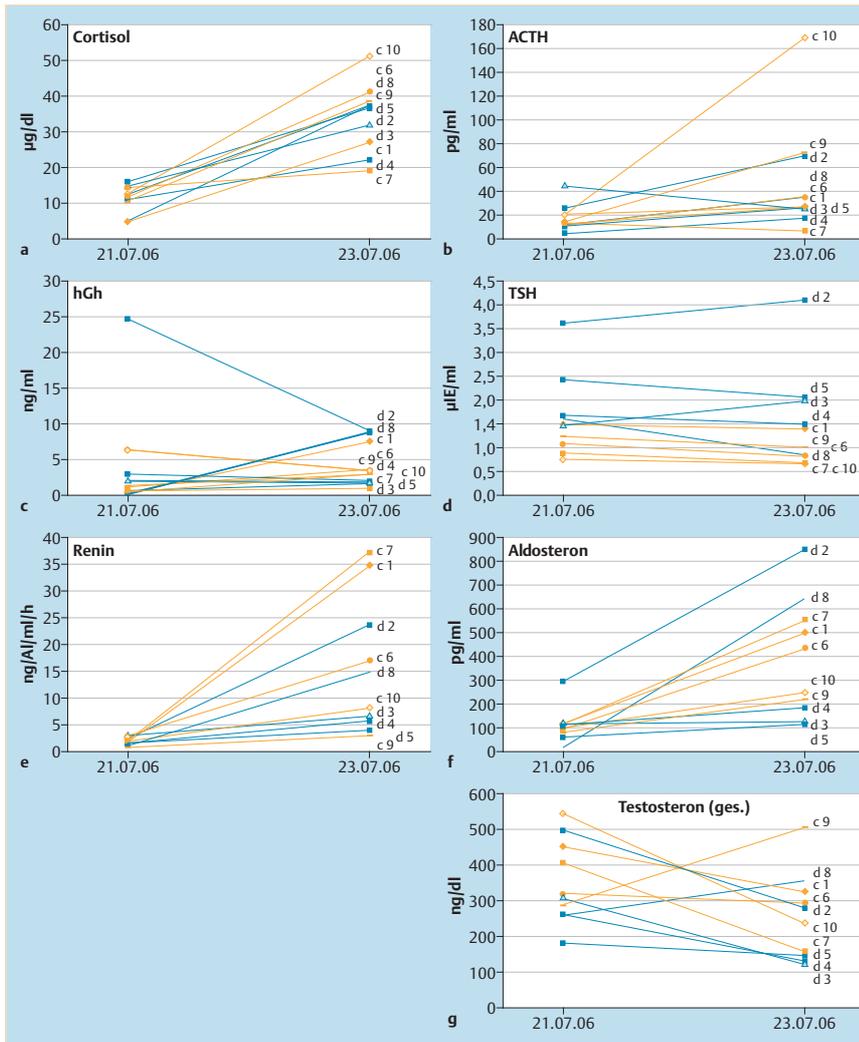


Abb. 2 Hormonprofile während des Ironman Germany® 2006. Blau (d): diabetische Athleten, gelb (c) gesunde Kontrollen. Die Ergebnisse entsprechen Einzelmessungen (Probe 1: 36 h vor dem Wettkampf, Probe 2: unmittelbar nach dem Zieleinlauf). **a)** Kortisolanstieg: die Athleten weisen deutliche Anstiege auf, bei unterschiedlichen Stressniveaus. **b)** Adrenokortikotropes Hormon (ACTH)-Spiegel: Die basalen und stimulierten ACTH-Spiegel variieren bei den einzelnen Athleten und korrespondieren nicht immer mit den Kortisolspiegeln des jeweiligen Athleten. **c)** Humanes Wachstumshormon (hGH): hGH zeigt variable Verläufe. **d)** Thyreoideastimulierende Hormon(TSH)-Spiegel zeigen keine ausgeprägten Veränderungen. **e-f)** Renin- und Aldosteronspiegel: Die Athleten mit der längsten Diabetesdauer wiesen unter Wettkampfbedingungen die geringste Stimulation des Renin-Aldosteronsystems auf. **g)** Testosteronspiegel vor und nach dem Rennen.

normales TSH) als Zeichen einer bei Typ-1-Diabetikern vergleichsweise häufigen Autoimmunthyreoiditis (Nachweis von TPO-Antikörpern) auf.

Optimierung des Monitorings während des Wettkampfes

Um das Blutzucker-Monitoring während des Wettkampfes zu optimieren und so das Gesundheitsrisiko für die diabetischen Athleten weiter zu reduzieren, wurde anlässlich des Ironman Germany® 2007 ein transmittergestütztes System getestet. Die auf der Radstrecke ermittelten Blutzuckerwerte wurden auf den Computer des im Wettkampfbüro stationierten Mannschaftsarztes übertragen, der dann über Handy mit dem Athleten die Adaptation der Insulindosis sowie der Kohlenhydrataufnahme besprach. Mit diesem System gelang es, die in den Jahren zuvor aufgetretenen hohen Glukosewerte bei dieser Disziplin zu begrenzen (kein Wert > 250 mg/dl). Dazu genügte i.d.R. eine geringgradige Insulin-Dosisanpassung von wenigen Einheiten.

Diskussion

Neben einer intensivierten Insulintherapie spielen regelmäßige sportliche Aktivitäten eine wichtige Rolle im Management des Typ-1-Diabetes. Daher ist die Beobachtung bedenklich, dass Kinder und Jugendliche mit Typ-1-Diabetes körperlich weniger

aktiv sind als ihre nicht-diabetischen Altersgenossen [31]. Ein Grund dafür liegt in der weit verbreiteten Vorstellung bei Kontaktpersonen der Patienten, wie z.B. Lehrern und Eltern, aber auch Kinder- und Hausärzten, dass Typ-1-Diabetiker durch Sport schweren metabolischen Entgleisungen und insbesondere Hypoglykämien ausgesetzt sein könnten. Die hier geschilderten Beobachtungen dokumentieren, dass die Teilnahme an einem Langdistanz-Triathlon für Athleten mit Typ-1-Diabetes prinzipiell möglich ist. Sie erzielen dabei Leistungen, die mit denjenigen altersgleicher nicht-diabetischer Teilnehmer vergleichbar sind. Im Beobachtungszeitraum ist es in keinem Fall zur Aufgabe eines Athleten aufgrund Diabetes-assoziiertter Probleme gekommen.

Trotz z.T. widersprüchlicher Befunde ist davon auszugehen, dass nicht-diabetische Ausdauersportler während eines Wettkampfes i.d.R. keine Hypoglykämien entwickeln [15, 16]. Im Gegensatz dazu zeigten alle diabetischen Athleten dieser Studie eine Hyperglykämie während des ersten Teils der Radstrecke sowie niedrige Blutzuckerwerte bzw. eine kurzfristige Hypoglykämie gegen Ende des Marathons. Die aufgetretenen Blutzuckerschwankungen erwiesen sich als beherrschbar, wobei technische Fortschritte wie ein transmitterunterstütztes Monitoring durch einen Mannschaftsarzt dieses Risiko weiter minimieren. Diese Schwankungen lassen sich nicht mit den Hormonprofilen erklären. Es zeigte sich ein Anstieg der kon-

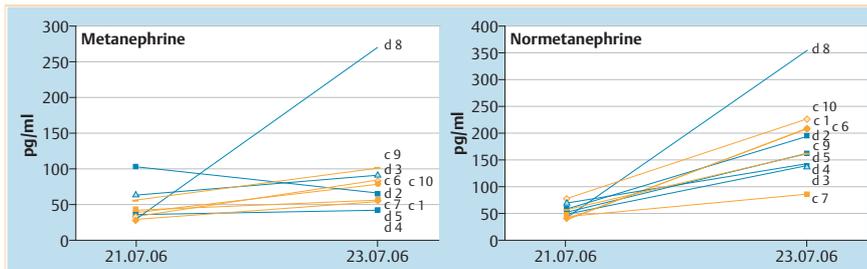


Abb. 3 Metanephrine und Normetanephrine: Vor dem Wettkampf zeigten sich Unterschiede im Stressniveau, sowie ein variables Niveau an Stimulation im Wettkampf, möglicherweise als Adaptation der Nebenniere auf exzessives Ausdauer-Training. Blau (d): diabetische Athleten, gelb (c): gesunde Kontrollen. Die Ergebnisse entsprechen Einzelmessungen (Probe 1: 36 h vor Wettkampf, Probe 2: direkt nach Zieleinlauf). Zwischenzeitlich wurden keine Proben entnommen.

trainsulinären bzw. Stress-Hormone während des Rennens, während die Blutglukose in der ersten Phase des Wettkampfes maximale Werte und in der letzten Phase des Rennens minimale Werte aufwies. Wir führen sie daher a.e. auf Triathlon-spezifische Einflüsse zurück, insbesondere auf die gesteigerte Kohlenhydrataufnahme während des Radfahrens bzw. eine beim Laufen wegen veränderter gastrointestinaler Motilität erschwerte Glukoseaufnahme („runner’s diarrhea“). Erfahrene diabetische Triathleten können sich darauf in der zweiten Hälfte des Marathons einstellen und erreichen weitgehend normoglykämisch das Ziel. [3, 22].

Die gemessenen Hormonprofile zeigten keinerlei qualitative Unterschiede zwischen diabetischen und nicht-diabetischen Athleten. Der beobachtete Anstieg von Kortisol, ACTH, Katecholaminen und hGH als Zeichen einer Stressreaktion der hypothalamisch-hypophysären sowie der hypophysär-adrenalen Achse ist durch sportmedizinische Untersuchungen zu den Effekten von Ausdauertraining gut dokumentiert [4, 28, 29, 32]. Ebenfalls nach großen Trainingsumfängen und Langdistanzwettkämpfen beschrieben ist der von uns beobachtete Abfall des Testosterons nach dem Rennen [10, 27, 2, 13, 9]. Bei einem Athleten lagen die gemessenen Testosteronwerte deutlich unterhalb des Normbereichs und normalisierten sich erst nach einer Trainingspause; dies könnte ein Hinweis auf ein „Über-Training“ sein. Im zweiten Fall könnte der Anstieg während des Rennens auf eine anaerobe Stoffwechsellage und somit eine zu hoch gewählte Belastung hinweisen (Ziel für Breitensportler über die Langdistanz sollte eine Dauerbelastung im aeroben Bereich sein; **Abb. 2**).

Das Verhältnis von Testosteron und Kortisol kann als Indikator für die Leistungsfähigkeit von Ausdauersportlern herangezogen werden [18, 19, 29]. Der Quotient fällt in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer der Belastung [29]. Ein entsprechender Trend lässt sich auch bei den in dieser Studie untersuchten Athleten erkennen. Der höchste Quotient fand sich bei einem nicht-diabetischen Athleten, welcher von den hier untersuchten Teilnehmern die schnellsten Rennzeiten aufwies und sich für die Weltmeisterschaft über die Triathlon-Langdistanz qualifizieren konnte. Den niedrigsten Quotienten wies ein diabetischer Athlet mit vergleichsweise schlechter Blutzucker-Einstellung auf (84,9 vs. 14,1).

Autorenerklärung: S. Boehncke ist Teamärztin des von der Firma Roche Diagnostik GmbH unterstützten Accu-Chek®-Triathlon-Teams. Die anderen Autoren erklären, dass sie keine finanzielle Verbindungen mit einer Firma haben, deren Produkt in dem Beitrag eine wichtige Rolle spielt (oder mit einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt).

Konsequenz für Klinik und Praxis

- ▶ Die Beobachtungen zeigen, dass Patienten mit Typ-1-Diabetes extreme Ausdauerleistungen erbringen können.
- ▶ Diabetes-spezifische Veränderungen der Stoffwechsellage können über eine Adaptation der intensivierten Insulintherapie sowie die Steuerung der Ernährung kompensiert werden.
- ▶ Patienten mit Typ-1-Diabetes, aber auch deren betreuende Ärzte sowie Kontaktpersonen, insbesondere Eltern und Lehrer, sollten Sport als wesentlichen Teil des Managements des Typ-1-Diabetes ansehen.
- ▶ Typ-1-Diabetes sollte nicht als Kontraindikation für einschlägige Sportarten angesehen werden; diese bieten vielmehr eine große Chance der Selbstbestätigung für Patienten mit Typ-1-Diabetes und tragen so nachhaltig zur Verbesserung der Lebensqualität bei.

Abstract

Endurance capabilities of triathlon competitors with type1 diabetes mellitus



Background and objective: Treatment of type 1 diabetes mellitus (DM) aims to prevent complications by strictly optimizing blood glucose levels. Although physical exercise is an important part of metabolic control, endurance sports are considered hazardous for patients with type 1 diabetes because of the extreme physiological stress they represent. To further elucidate the metabolic challenge this form of exercise presented we investigated the performance of triathlon competitors with type 1 diabetes.

Patients and methods: Ten patients (32-61 years) with type 1 diabetes (disease duration 2-35 years) were followed for three years, during which each year they participated in one triathlon long-distance competitions (2.4 miles swimming, 26.2 miles running and 112 miles cycling; Ironman Germany™ 2005-2007). Glucose, cortisol, aldosterone, renin, thyroid hormones, testosterone, growth hormone and catecholamines were measured in blood and saliva. Five non-diabetic competitors served as controls.

Results: The performance equalled those of age-matched healthy athletes. Several participants experienced hyperglycemia early in the bike leg, whereas all of them developed low blood glucose levels during the marathon leg. Basal insulin supply was reduced up to 50 % on race day. Hormone levels in athletes with type 1 DM and healthy controls were similar.

Conclusions: Patients with type 1 DM can successfully sustain extreme endurance challenges. Physiological alterations of the metabolic state complicated by type 1 DM can readily be compensated by adapting intensified insulin therapy and nutritional modifications. Thus 1 DM should not be regarded a contraindication to participating in high endurance sports.

Literaturverzeichnis

- 1 American Diabetes Association. Diagnosis and classification of Diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2004; 27: S5–S10
- 2 Barron JL, Noakes TD, Levy W, Smith C, Millar RP. Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes. *J Endocrinol Metab* 1985; 60: 803–806
- 3 Brouns F. Gastrointestinal symptoms in athletes: Physiological and nutritional aspects. In Brouns F, editor (Hrsg). *Advances in nutrition and top sport: medicine and sport science*. Basel: Karger, 1991: 166–169
- 4 Dearman J, Francis KT. Plasma levels of catecholamines, cortisol and β -endorphins in male athletes after running 26.2, 6 and 2 miles. *J Sports Med* 1983; 23: 30–38
- 5 Decode Study Group. Glucose tolerance and mortality: comparison of WHO and American Diabetes Association diagnostic criteria. *Lancet* 1999; 354: 617–621
- 6 deWitt DE, Hirsch IB. Outpatient insulin therapy in type 1 and type 2 diabetes mellitus. *JAMA* 2003; 289: 2254–2264
- 7 Dorn LD, Lucke JF, Loucks TL, Berga SL. Salivary cortisol reflects serum cortisol: analysis of circadian profiles. *Ann Clin Biochem* 2007; 44 (Pt3): 281–284
- 8 Eisenbarth GS. Update in type 1 Diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92 (7): 2403–2407
- 9 Fernandez-Garcia B, Lucia A, Hoyos J, Chicharro JL, Rodriguez-Alonso M, Bandres F, Terrados N. The response of sexual and stress hormones of male pro-cyclists during continuous intense competition. *Int J Sports Med* 2002; 23 (8): 555–560
- 10 Flynn MG, Pizza RX, Boone BJ. Indices of training stress during competitive running and swimming seasons. *Int J Sports Med* 1994; 15: 21–26
- 11 Galbo H. The hormonal response to exercise. *Diabetes Metab Rev* 1986; 1: 385–408
- 12 Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA. New insights into managing the risk of hypoglycaemia associated with intermittent high-intensity exercise in individuals with type 1 diabetes mellitus: implications for existing guidelines. *Sports Med* 2007; 37: 937–946
- 13 Houmard JA, Costill DL, Mitchell JB et al. Testosterone, cortisol and creatine kinase levels in male distance runners during reduced training. *Int J Sports Med* 1990; 11: 41–45
- 14 Jeukendrup AE, Jetjens RL, Moseley L. Nutritional considerations in triathlon. *Sports Med* 2005; 35: 163–181
- 15 Jürimäe T, Viru A, Karelson K, Smirnova T. Biochemical changes in blood during the long and short triathlon competition. *J Sports Med Phys Fitness* 1989; 29: 305–309
- 16 Kelly JC, Godlonton JD. The 1980 Comrades Marathon. *S Afr Med J* 1980; 58: 509–510
- 17 Kerner W, Brückel J, Böhm BO, Scherbaum WA, Kiess W (Ed). Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus. Aktualisierte Version auf den Webseiten der DDG [www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/Evidenzbasierte Leitlinien/Definition](http://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/Evidenzbasierte_Leitlinien/Definition). Scherbaum WA, Kiess W (Hrsg). Oktober 2004
- 18 Lopez-Calbert JA, Navarro MA, Barbany JR et al. Salivary steroid changes and physical performance in highly trained cyclists. *Int J Sports Med* 1993; 14: 111–117
- 19 Mujicka I, Claude-Chatard J, Padilla S, Yannick-Guezennec C, Geysant A. Hormonal responses to training and its tapering off in competitive swimmers: relationship with performance. *European J of Applied Physiol* 1996; 74: 361–366
- 20 Pickup J, Keen H. Continuous subcutaneous insulin infusion at 25 years. *Diabetes Care* 2002; 25: 593–598
- 21 Reichard P, Nilsson B-Y, Rosenqvist U. The effect of long-term intensified insulin treatment on the development of microvascular complications of diabetes mellitus. *New Engl J Med* 1993; 329: 304–309
- 22 Ryan AJ, Bleiler TL, Carter JE, Gisolfi CV. Gastric emptying during prolonged cycling exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 1: 51–58
- 23 Soltesz G, Patterson CC, Dahlquist G und die EURODIAB Studiengruppe. Worldwide childhood type 1 diabetes incidence – what can we learn from epidemiology? *Pediatr Diabetes* 2008; 8 (Suppl. 6): 6–14
- 24 Speedy DB, Noakes TD, Kimber NE, Rogers IR, Thompson JM, Boswell DR, Ross JJ, Campbell RG, Gallagher PG, Kuttner JA. Fluid balance during and after an ironman triathlon. *Clin J Sports Med* 2001; 11: 44–50
- 25 The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993; 329: 977–986
- 26 Tremblay MS, Copeland JL, van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* 2004; 96: 531–539
- 27 Tyndall GL, Kobe RW, Houmard JA. Cortisol, testosterone and insulin action during intense swimming training in humans. *European J of Applied Physiol and Occupational Physiol* 1996; 73: 61–65
- 28 Urhausen A, Gabriel H, Kindermann W. Blood hormones as markers of training stress and exercise. *Sports Med* 1995; 20 (4): 251–276
- 29 Urhausen A, Kindermann W. Behavior of testosterone, sex-hormone binding globulin (SHBG) and cortisol before and after a triathlon competition. *Int J Sports Med* 1987; 8: 305–308
- 30 Väänänen I, Vasankari T, Mäntysaari M, Vihko V. Hormonal responses to 100 km cross-country skiing during 2 days. *J Sports Med Phys Fitness* 2004; 44 (3): 309–314
- 31 Valerio G, Spagnuolo MI, Lombardi F, Spadaro R, Siano M, Franzese A. Physical activity and sports participation in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2007; 17: 376–382
- 32 Vasankari TJ, Kujala UM, Heinonen OJ, Huhtaniemi IT. Effects of endurance training on hormonal responses to prolonged physical exercise in males. *Acta Endocrinol* 1993; 129 (2): 109–113