

Kleinmann D

Marathonlauf bei Koronarer Herzkrankheit – Langzeitbeobachtungen aus der Praxis

Marathon Running and Coronary Heart Disease – Long-Term Follow Ups from Practical Experience

Innere Medizin und Sportmedizin, Fellbach

ZUSAMMENFASSUNG

Der Marathonlauf hat sich zu einem medienwirksamen Massenphänomen entwickelt. Doch macht er immer wieder mit einzelnen Herztodesfällen Schlagzeilen, aber auch mit Studien, die eine Herzmuskelschädigung vermuten lassen (Troponin- und BNP-Erhöhungen, echokardiographische Veränderungen, Koronarkalk). Anhand dreier Kasuistiken mit unterschiedlicher Ausgangslage und über 20-jähriger Beobachtungszeit wird gezeigt, dass Marathonlaufen mit guter Vorbereitung bei geeigneten Patienten trotz Koronarer Herzkrankheit hinsichtlich geistiger und körperlicher Fitness, allgemeiner Lebensqualität sowie Lebensverlängerung vorwiegend Vorteile hat. Der arteriosklerotische Prozeß scheint verzögert zu werden.

Schlüsselwörter: Marathonlauf, Koronare Herzkrankheit, Herzmuskelschädigung.

EINLEITUNG

1987 schreibt R. Rost (27) in einem Editorial: „Der Gedanke an den Marathon laufenden Postinfarktpatienten muss den Kardiologen erschrecken.“ Diese Meinung ohne differenzierte Betrachtung des Herzbefundes ist weit verbreitet. So wurde bereits auf dem Titelblatt der Münchener Medizinischen Wochenschrift vom 7.6.1991 die Diskussion zur Kasuistik „Spektakuläre Laufleistungen von Herzkranken“ (14) mit „Fabelhaft oder fahrlässig? – Herzkranken laufen Marathon“ eingeleitet. In einem von der Redaktion vorangestellten Editorial schreibt W. Delius (4) „In allen 3 Fällen dürften persönlicher Erlebniswert, vielleicht auch eine gewisse Besessenheit die Triebfeder gewesen sein, die Grenzen des medizinisch Vertretbaren bewusst zu überschreiten ...“. Diese Thematik ist nach wie vor von hoher Brisanz, wie die kritische Anmerkung eines Gutachters zu der jetzt eingereichten Kasuistik zeigt: „Es hätte nach aktuellen Empfehlungen auch vehementer gegen eine Weiterführung des Marathonlaufens ärztlich argumentiert werden müssen“.

Da sich der Marathonlauf zu einem Massenphänomen mit all den modischen und touristischen Merkmalen entwickelt hat, ist er auch für manche Koronarpatienten attraktiv. Soll oder muss der Arzt zumindest Patienten mit Koronarer Herzkrankheit (KHK) vom Marathon generell abraten? Wie ist der Langzeitverlauf, die Prognose von KHK-Patienten, die trotz aller Bedenken Marathon laufen? Anhand von 3 Fallbeispielen sollen diese Fragen diskutiert werden, wobei demonstrativ der von Delius (4) heftig kritisierte Fall A.B. im weiteren Verlauf wieder aufgenommen wurde.

SUMMARY

Marathon running has become a mass phenomenon. Nevertheless, media reports on cardiac deaths during marathons and studies suggesting myocardial damage (increased troponin and BNP, echocardiographic changes, coronary artery calcification) draw public attention.

Three case studies have been performed based on varied positions over a period of 20 years. The cases show that marathon running has a predominantly positive mental and physical effect on suited patients despite coronary heart disease. Proper marathon preparation is a necessary base for harvesting benefits such as higher quality of life and longevity through an apparently delayed atherosclerotic process.

Key Words: Marathon running, coronary heart disease, myocardial damage.

KASUISTIK

1.) W. St., Ingenieur, Jahrgang 1930, Raucher (50 – 60 Zigaretten), mäßige Cholesterinerhöhung, kein Sport. Vater und Großvater mit 60 bzw. 58 Jahren am Herzinfarkt verstorben, ebenso weitere Verwandte. 1981 Hinterwandinfarkt bei einem Gewicht von 96 kg, Größe 180 cm, Rehabilitation bei kardialer Beschwerdefreiheit (keine Herzinsuffizienzzeichen, keine Rhythmusstörung, keine Angina pectoris im Belastungstest bis 300 Watt!).

Lauftraining allmählich auf rund 100 km/Wo. gesteigert mit Gewichtsabnahme auf 72 kg. 3 J. nach Infarkt 1. Marathon in 3:20 Stunden, weitere Marathons folgten.

2006 wurde wegen Belastungsdyspnoe und szintigraphischem Ischämienachweis eine Koronarographie durchgeführt, die eine 50- bis 60 %ige Stenose der rechten Koronararterie und einen Ramus circumflexus (RCX)-Verschluß mit Kollateralisierung (Abb. 1) nach Hinterwandinfarkt 1981 zeigte. Ebenfalls 2006 wurde wegen einer symptomatischen Carotis interna-Stenose rechts ein Stent implantiert.

Heute im Alter von 80 Jahren fährt W. St. wegen einer Hüftendoprothese „nur“ regelmäßig Rennrad.

2.) A. B., Friseurmeister, geb. 1937, Raucher (40 Zigaretten/Tag), Blutdruck und Cholesterin erhöht. Vater mit 57 J. 1. Herzinfarkt und mit 67 am 2. verstorben.

1982 (Rauchen aufgegeben) Beginn eines Lauftrainings mit Steigerung auf 110 bis 140 km/Wo.. 1985 Marathon in Bu-

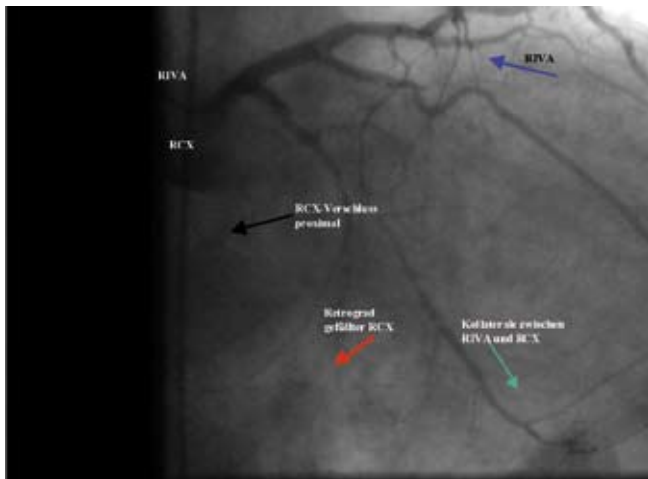


Abbildung 1: RCX-Verschluss bei guter Kollateralisierung nach Hinterwandinfarkt und anschließendem langjährigem Marathontraining von W.St. (RCX = Ramus circumflexus, RIVA = Ramus interventricularis anterior).



Abbildung 2: Exzentrische Einengung (Pfeil) nach dem Abgang der linken Koronararterie (Hauptstammstenose) bei W. S.

dapest beschwerdefrei in 3:13 h, danach im Hotelschwimmbad beim Eintauchen Hinterwandinfarkt, koronarographisch 3-Gefäßkrankung ohne wesentliche Einschränkung der Linksherzfunktion (siehe 14), Bypass-Op.

1. postoperativer Marathon Mai 1986 (vorher normales Ergo-EKG bei 250 W), 1 Monat später 100 km Biel in 9:35 h! Weitere Marathonläufe um 3:20 h, danach der ultralange Gebirgslauf Davos über den Sertig-Pass (2740m), 2300 Höhenmeter, Länge 67 bzw. 72 km (Nachmessung). 1994 Leistungsabfall von 250 W auf 200 W jetzt mit ST-Streckensenkung im Ergo-EKG. Koronarographisch Bypass-Verschluß u. a. Erneute Op. 1995. März 96 Marathon in 4:26 h.

1997/98 Wadenschmerzen beim Laufen wegen peripherer arterieller Verschlusskrankheit. Kein Marathon mehr möglich, nur Laufen und Gehen im Wechsel. 2009 war A. B. bis 150 W bei normalem Ergo-Ekg ohne Angina pectoris bis zur Erschöpfung belastbar.

3.) W. S., Journalist und Buchautor, geb. 1926, Größe 164 cm, Gewicht 62 kg, 1. Marathon 1968 (42 J.), 1972 erstmals 100 km, insgesamt über 330 Marathon- und Ultraläufe, davon 72mal 100 km, zweimal „Spartathlon“ (246 km von Athen nach Sparta) mit 63 u. 64 J.

Persönliche Bestzeit für Marathon 3:14:05 h (1979, 53 J.), für 100 km: 9:26:37 h (1980).

Wegen rezidivierendem Vorhofflimmern ohne erkennbare Ursache regelmäßige kardiologische Kontrollen. 2005 erstmals beim Marathon Brennen retrosternal: Koronarographie 60%ige Hauptstammstenose (Abb. 2), Febr. 2006 Bypass-Op. Juni 2007 in Biel 100 km in 19:44:58 h., weitere Marathons gelaufen und gegangen, den 100 km-Lauf 2010 in Biel wegen muskulärer Erschöpfung nach knapp 80 km abgebrochen.

DISKUSSION

Bewusst wurden aus unserer Praxis 3 Kasuistiken mit unterschiedlichen Voraussetzungen ausgewählt: 1. W. St. hatte erst nach seinem Herzinfarkt mit 51 Jahren ein Lauftraining begonnen und mittlerweile bei geistiger und körperlicher Fitness ein überdurchschnittliches Lebensalter erreicht. 2. A. B. begann wohl spät, doch noch vor seinem Infarkt ein Langstreckentraining bei erheblichen

kardiovaskulären Risikofaktoren. 3. W. S. kam mit 39 Jahren wegen einer Migräne auf Anregung eines laufenden Neurologen zur (Ultra-) Langstrecke, wobei eine KHK bei Hauptstammstenose und sonst unauffälligen Koronararterien erst 2005 im Alter von 79 Jahren beim Marathonlauf symptomatisch wurde.

Solche Konstellationen sind in der hausärztlichen und internistischen Praxis nicht ungewöhnlich. Vor allem bei kardiovaskulären Risikofaktoren wird im Rahmen einer Lebensstiländerung ein Ausdauertraining empfohlen. Ein solches mündet nicht selten in ein Marathontraining. Es ist daher nicht überraschend, dass dadurch kardiovaskuläre Risikofaktoren reduziert werden, wobei bereits vorliegender Koronarkalk (18) kardiologische Kontrolluntersuchungen besonders dringlich macht. Unsere Patienten („low risk patients“) erfüllten die in der Tabelle aufgeführten Voraussetzungen, auch die im Konsensuspapier der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie angegebenen Kriterien für ein niedriges Risiko der Koronarpatienten im Wettkampfsport (24).

Ob und in welchem Maße Marathon- oder Ultraläufe auf lange Sicht gesundheitsschädlich sind, wird lebhaft diskutiert. Die hier relativ neu eingesetzten diagnostischen Herzmarker Troponin und B-Typ Natriuretisches Peptid (BNP) sowie echokardiographische Zeichen einer reversiblen „Herzmuskelermüdung“ haben die Diskussion weiter angeheizt. Bei den in der Presse teilweise dramatisierten Anstiegen der Herzmarker handelt es sich wohl eher um ein physiologisches Geschehen als um einen Zellschaden des Herzmuskels (29), wie auch unsere 3. Kasuistik W. S. demonstriert, die trotz jahrzehntelangen Ultrastreckenlaufens schon jetzt ein weit überdurchschnittliches Alter in geistiger und körperlicher Fitness erreicht hat. Doch scheint der Trainingsumfang hinsichtlich der auffälligen Herzmarker nach einem Marathon bedeutend zu sein. So wurden nach dem Boston-Marathon bei einem Trainingspensum von weniger als 35 Meilen (56 km) pro Woche häufiger reversible Herzmarker-Auffälligkeiten bei Beschwerdefreiheit gefunden (22).

Dass bei „spätberufenen“ Marathonläufern, vor allem Koronarpatienten, häufiger mit einem Herztod zu rechnen ist als bei denen, die bereits im Jugendalter mit dem Ausdauertraining begannen, ist zu vermuten. Doch rechtfertigt diese nicht evidenzbasierte Argumentation ein generelles Ablehnen des Marathonlaufens auch für

Tabelle 1: Kardiale und lauftechnische Voraussetzungen für den Marathonlauf.

KARDIAL
- Keine Angina pectoris beim Laufen
- Keine kreislaufwirksame Herzrhythmusstörung (Langzeit-EKG während eines Laufes)
- Weitgehend normale Linksherzfunktion (keine wesentliche Herzvergrößerung, kein bedeutendes Herzwandaneurysma im Echokardiogramm).
- Keine Zeichen einer Durchblutungsstörung im Belastungs-EKG (maximale symptomlimitierte Belastung!). Mindestbelastbarkeit bei Frauen 125 W, bei Männern 150 W. Blutdruckverhalten ggf. unter Medikation normal.
- Keine wesentliche Lungenveränderung mit Rechtsherzbelastung
LAUFTECHNISCH
- Mindestens 2 Jahre Vorbereitung, wenn vorher noch nie Marathon gelaufen, sonst 3 Monate bei gewisser Basiskondition.
- In den letzten 3 Monaten vor dem geplanten Start mindestens 50 km Laufstrecke über die Woche verteilt mit Gymnastikprogramm.
- 4 Wochen vor dem Marathonlauf müssen 25 Kilometer beschwerdefrei ohne Pause gelaufen werden können.
- Nicht starten bei fieberhaftem Infekt, Unwohlsein, extremer Hitze, in praller Sonne oder bei hoher Luftfeuchtigkeit (über 85 %).
- Rechtzeitig etwas trinken (Wasser, gesüßten Tee, falls vertragen Elektrolytgetränke usw.); bei relativ warmem Wetter bzw. Durstgefühl keine Station auslassen.
- So laufen, dass man sich dabei noch unterhalten könnte, ggf. Gehphasen einlegen.
- Beim Auftreten von Beschwerden vor allem im Herzkreislauf- und Magendarmbereich den Lauf abbrechen.
- Weder an den Verpflegungsstellen noch im Ziel stehen bleiben, sondern langsam weiter gehen oder langsam laufen.

gut belastbare KHK-Patienten („low risk patients“) bei adäquater Vorbereitung (15) und kardiologischen Kontrollen? Wäre dies nicht eine iatrogene Einschränkung der Lebensqualität mit Verzicht auf Erlebniswerte, die durch keine naturwissenschaftliche Testmethode erfassbar sind?

Es gibt durchaus Studien, die für eine von uns in 30 Jahren bewährte differenzierte Betrachtung bei Koronarpatienten hinsichtlich Eignung zum Marathonlauf (Tabelle) sprechen. So steigt die Lebenserwartung auch bei Herzkranken mit dem muskulären Kalorienverbrauch (19) bzw. dem Fitnessgrad (2, 16, 20). Ob es beim muskulären Kalorienverbrauch bezüglich Lebensverlängerung eine Obergrenze gibt, bleibt offen. So stellten schon Paffenbarger und Mitarbeiter (23) 1986 eine Zunahme der Lebenserwartung abhängig vom Kalorienverbrauch fest. Dabei war das Optimum bei etwa 3500 Kcal/Woche durch Muskelarbeit (etwa 70 bis 80 Laufkilometer bei 70 kg Körpergewicht) erreicht. Bei höherem Kalorienverbrauch nahm die Lebenserwartung tendenziell wieder etwas ab, lag aber noch über dem Durchschnitt. Andererseits fanden Sarna und Mitarbeiter (28) bei Ausdauersportlern der Weltklasse eine Lebenserwartung, die 5,7 Jahre über der Kontrollgruppe lag, während in der „Framingham Heart Study“ (8) bei mäßiger bzw. hoher körperlicher Aktivität Frauen eine um 1,5 bzw. 3,5 Jahre höhere Lebenserwartung gegenüber Inaktiven hatten und 1,3 bzw. 3,3 Jahre länger ohne kardiovaskuläre Krankheit blieben. Bei Männern lagen die Werte bei 1,3 bzw. 3,7 Jahre mehr Lebenserwartung und 1,1 bzw. 3,2 Jahre länger ohne kardiovaskuläre Krankheit. Da unsere beiden ersten Fälle bereits älter sind als ihre frühzeitig an Herzinfarkt verstorbenen Verwandtschaft, waren die zahlreich absolvierten Marathonläufe im Vergleich nicht lebensverkürzend. Frühzeitiges Training vermindert zudem die Bypassverschlussrate (21). Die zu beobacht-

ende Abnahme der CrP-Konzentration mit zunehmendem muskulären Kalorienverbrauch (9) könnte auf eine Reduktion des entzündlichen arteriosklerotischen Prozesses hindeuten.

Kavanagh und Mitarbeiter (12,13) registrierten bei den untersuchten Marathon laufenden Herzinfarktpatienten eine deutlich verbesserte aerobe Kapazität. Sie lag nicht nur über derjenigen der übrigen Infarktpatienten, sondern übertraf auch diejenige der gesunden Bevölkerung. Blutdruck- und Herzfrequenzwerte sowie ST-Streckensenkung im EKG besserten sich erwartungsgemäß, sofern sie vorher von der Norm abwichen. Es fanden sich weniger depressive Verstimmungszustände. Das Training enthielt auch intensive Einheiten in Intervallform. Offensichtlich führen erst eingestreute intensive Intervalle selbst bei chronischer Herzinsuffizienz zu einer verbesserten Linksherzfunktion (1,32). Auch die gefäßerweiternde und antiarteriosklerotisch wirkende NO-Produktion (Endothelfunktion) nahm dadurch stärker zu (32).

Die KHK ist eine chronisch fortschreitende Erkrankung. Diese wird durch die Vorbereitung auf einen Marathonlauf mit der erforderlichen Umstellung der bisherigen Lebensweise auf einen „gesunden“ Lebensstil positiv beeinflusst, wodurch das Infarktisiko gesenkt wird (19). Schon 1968 stellte Gottheiner (11) fest, dass selbst bei älteren Herzpatienten das Risiko durch erhebliche körperliche Anstrengung geringer als ursprünglich angenommen ist, sofern das Training vorsichtig aufgebaut wurde. Einige Trainierte machten nicht nur das israelische Sportabzeichen, sondern nahmen am traditionellen Lauf „Rund um den Berg Tabor“ über 11 km und schwieriges gebirgiges Gelände teil. In den USA und Kanada wurde schon vor dem Marathonboom das Marathontraining selbst in der Herzinfarkt-rehabilitation erfolgreich eingesetzt (5,6,12,13), während man in Deutschland vorwiegend ablehnend eingestellt war und ist.

Beim Marathon scheint in den letzten Jahren aufgrund des vermehrten Einsatzes von Defibrillatoren an der Strecke die Rate an plötzlichen Herztodesfällen abgenommen zu haben und wird mit einem Fall auf 200000 Läufer angegeben (26). Dabei ist die häufigste Ursache im Alter von über 35 Jahren die KHK. Redelmeier und Greenwald (25) analysierten Straßen-Marathonläufe (1975 bis 2004) in den USA mit mindestens 1000 Teilnehmern. Erfasst wurden 3292268 Läufer. In den 29 Jahren wurden 26 plötzliche Herztodesfälle registriert, 0,8 Todesfälle auf 100000 Marathonteilnehmern.

Doch muss man damit rechnen, dass ein vorgeschädigtes Herz bei nicht angepasster Dauerbelastung empfindlicher reagiert als ein Gesundes. Prinzipiell ist jedoch auch ein Herzkranker trainierbar. Allerdings ist die „therapeutische Bandbreite“ geringer als beim Gesunden. Der Herzkranke ist störanfälliger, beispielsweise bei ungünstigen äußeren Bedingungen wie Hitze, Kälte oder Verhaltensfehlern. Bei trainingsbedingt gewohnter körperlicher Belastung ist jedoch die Herztodgefahr vermindert. Ein regelmäßiges Training beugt offensichtlich dem plötzlichen Herztod vor (10,17). Siscovick und Mitarbeiter (30) fanden wohl während körperlicher Belastung ein höheres Risiko für einen Herztod als unter Ruhebedingungen. Dennoch war das Gesamtrisiko für einen plötzlichen Herztod bei körperlich sehr aktiven Personen im Vergleich zu weniger aktiven um 60% geringer. Kurzum, der statistische Endpunkt „Tod“ tritt bei regelmäßigem Ausdauertraining auch bei Herzkranken später ein (2,16,20).

Zweifelsohne ist Marathonlaufen bei bereits bestehender Koronarer Herzkrankheit möglich und wird auch hierzulande oft trotz ärztlichen Abratens praktiziert! Bei geeigneten Patienten, s. Tabelle,

ist das Risiko gering. Eine qualifizierte ärztliche Beratung und nicht ein „vehementes“ generelles Ablehnen unter Missachtung der evidenzbasierten Medizin weckt Vertrauen und verhindert, dass Herzkrankte „heimlich“ ohne ärztliche Kontrolle sich einer Marathonbelastung unterziehen.

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.

LITERATUR

- ADACHI H, KOIKE A ET AL.: Does appropriate endurance exercise training improve cardiac function in patients with prior myocardial infarction? *Eur Heart J* 17 (1996) 1511-1521.
- BLAIR SN, KOHL HW 3RD ET AL.: Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 273 (1995) 1093-1098.
- BROUILLETTE SW, MOORE JS ET AL.: Telomere length, risk of coronary heart disease, and statin treatment in the West of Scotland Primary Prevention Study: a nested case-control study. *Lancet* 369 (2007) 107-114.
- DELIUS W: Sport und Herzkrankheit (Editorial). *Münch Med Wschr* 133 (1991) 365.
- DRESSENDORFER R: Oxygen requirements of postcoronary and competitive marathon runners during road running. *J Sports Med* 19 (1979) 15-22.
- DRESSENDORFER R, WAGNER JO, GALLUP JD, SCAFF JH: Metabolic adjustments to marathon running in coronary patients. *Ann NY Acad Sci* 301 (1977) 466-483.
- FARZANEH-FAR R, CAWTHON RM ET AL.: Prognostic value of leukocyte telomere length in patients with stable coronary artery disease: data from the Heart and Soul Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 28 (2008) 1379-1384.
- FRANCO C, DE LAET C, PEETERS A, JONKER J, MACKENBACH J, NUSSELDER W: Effects of physical activity on life expectancy with cardiovascular disease. *Arch Intern Med* 165 (2005) 2355-2360.
- GEFFKEN DE, CUSHMAN M, BURKE GL, POLAK JF, SAKKINEN PA, TRACY RP: Association between physical activity and markers of inflammation in a healthy elderly population. *Am J Epidemiol* 153 (2001) 242-250.
- GIRI S, THOMPSON PD, KIERNAN FJ, CLIVE J, FRAM DB, MITCHEL JF, HIRST JA, MCKAY RG, WATERS DD: Clinical and angiographic characteristics of exertion-related acute myocardial infarction. *JAMA* 282 (1999) 1731-1736.
- GOTTHEINER V: Long-range strenuous sports training for cardiac reconditioning and rehabilitation. *Am J Cardiol* 22 (1968) 426-435.
- KAVANAGH T, SHEPARD RH, DONEY H, PANDIT V: Intensive exercise in coronary rehabilitation. *Med Sci Sports* 5 (1973) 34-39.
- KAVANAGH T, SHEPARD RH: Marathon running after myocardial infarction. *JAMA* 229 (1974) 1602-1605.
- KLEINMANN D: Spektakuläre Laufleistungen von Herzkranken. *Münch Med Wschr* 133 (1991) 376-380.
- KLEINMANN D: Laufnebenwirkungen, vom Ermüdungsbruch zum plötzlichen Herztod: Was können Sie dagegen tun? Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 2009, 2. Auflage, 294-323.
- KOKKINOS P, MYERS J, KOKKINOS JP, PITTARAS A, NARAYAN P, MANOLIS A, KARASIK P, GREENBERG M, PAPADEMETRIOU V, SINGH S: Exercise capacity and mortality in black and white men. *Circulation* 117 (2008) 614-622.
- MITTLEMAN MA, MACLURE M, TOFLER GH, SHERWOOD JB, GOLDBERG RJ, MULLER JE: Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. Protection against triggering by regular exertion. Determinants of Myocardial Infarction. Onset Study Investigators. *N Engl J Med*. 329 (1993) 1677-1683.
- MÖHLENKAMP S, LEHMANN N, BREUCKMANN F, BRÖCKER-PREUSS M, NASSENSTEIN K, HALLE M, BUDDE T, MANN K, BARKHAUSEN J, HEUSCH G, JÖCKEL KH, ERBEL R: Running: the risk of coronary events. Prevalence and prognostic relevance of coronary atherosclerosis in marathon runners. *European Heart Journal* 29 (2008) 1903-1910.
- MORA S, COOK N, BURING JE, RIDKER PM, LEE IM: Physical activity and reduced risk of cardiovascular events. Potential mediating mechanisms. *Circulation* 116 (2007) 2110-2118.
- MYERS J, PRAKASH M, FROELICHER V, DO D, PARTINGTON S, ATWOOD JE: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 346 (2002) 793-801.
- NAKAI Y, KATAOKA Y, BANDO M, HIASA Y, TAKI H, HARADA M, MAEDA T, AIHARA T: Effects of physical exercise training on cardiac function and graft patency after coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 93 (1987) 65-62.
- NEILAN TG, JANUZZI JL, LEE-LEWANDROWSKI E, TON-NU TT, YORGER DM, JASSAL DS, LEWANDROWSKI KB, SIEGEL AJ, MARSHALL JE, DOUGLAS PS, LAWLOR D, PICARD MH, WOOD MJ: Myocardial injury and ventricular dysfunction related to training levels among nonelite participants in the Boston marathon. *Circulation* 114 (2006) 2325-2333.
- PAFFENBARGER RS, HEYDE RT, WING AL, HSIEH C: Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 314 (1986) 605.
- PELLICCIA A, FAGARD R, BJØRNSTAD HH, ANASTASSAKIS A, ARBUSTINI E, ASSANELLI D, BIFFI A, BORJESSON M, CARRÈ F, CORRADO D, DELISE P, DORWARTH U, HIRTH A, HEIDBUCHEL H, HOFFMANN E, MELLWIG KP, PANHUYZEN-GOEDKOOP N, PISANI A, SOLBERG EE, VAN-BUUREN F, VANHEES L, BLOMSTROM-LUNDQVIST C, DELIGIANNIS A, DUGMORE D, GLIKSON M, HOFF PI, HOFFMANN A, HOFFMANN E, HORSTKOTTE D, NORDREHAUG JE, OUDHOF J, MCKENNA WJ, PENCO M, PRIORI S, REYBROUCK T, SENDEN J, SPATARO A, THIENE G: Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease. A consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 26, (2005) 1422-1445.
- REDELMEIER DA, GREENWALD JA: Competing risks of mortality with marathons: retrospective analysis. *Brit Med J* 335 (2007) 1275-1277.
- ROBERTS WO, MARON BJ: Evidence for decreasing occurrence of sudden cardiac death associated with the marathon. *J Am Coll Cardiol* 46 (2005) 1373-1374.
- ROST R: Was bewegt den Herzpatienten? *Herz + Gefäße* 7 (1987) 122-124.
- SARNA S, SAHI T, KOSKENVUO M, KAPRIO J: Increased life expectancy of world class male athletes. *Med. Sci. Sports Exerc* 25 (1993) 237-244.
- SCHARHAG J, GEORGE K, SHAVE R, URHAUSEN A, KINDERMANN W: Exercise-Associated Increases in Cardiac Biomarkers. *Med Sci Sports Exerc* 40, (2008) 1408-1415.
- SISCOVICK DS, WEISS NS, FLETCHER RH, LASKY T: The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N Engl J Med* 311 (1984) 874-877.
- WERNER C, FÜRSTER T: Physical exercise prevents cellular senescence in circulating leucocytes and in the vessel wall. *Circulation* 120 (2009) 2438-2447.
- WISLÖFF U, STØYLEN A, LOENNECHEN JP, BRUVOLD M, ROGNMO Ø, HARAM PM, TJØNNA AE, HELGERUD J, SLØRDAHL SA, LEE SJ, VIDEM V, BYE A, SMITH GL, NAJJAR SM, ELLINGSEN Ø, SKJÆRPE T: Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 115 (2007) 3086-3094.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Dieter Kleinmann

Innere Medizin und Sportmedizin, Fellbach

Frisonstr. 7

70736 Fellbach

E-Mail: dr.kleinmann@vr-web.de