

Das Herz beim Seniorensportler: Benefit und Risiken

Lukas D. Trachsel und Matthias Wilhelm

Präventive Kardiologie & Sportmedizin, Schweizer Herz- und Gefässzentrum, Inselspital, Universitätsspital Bern

Abstract

Regular physical activity (PA) is a cornerstone of good health in the ageing population. Cardiorespiratory fitness is an important surrogate marker for survival. In primary cardiovascular disease prevention, PA is considered an effective monotherapy with beneficial effects on the cardiovascular risk profile (e.g. lipid profile, blood pressure, diabetes mellitus, body composition) and endothelial function. In secondary prevention, PA is an addition to, rather than a replacement for evidence-based medication. There is growing evidence that high intensity interval training (HIIT) has superior effects on relevant clinical endpoints (cardiorespiratory fitness, cardiac remodeling, quality of life) compared to the established continuous moderate intensity training. Prevalence of coronary artery disease increases with age. Therefore the risk for exercise-induced sudden cardiac death should be taken into account in middle-aged/senior athletes. Determination of the cardiovascular risk profile and according lifestyle-modifications are crucial in the aging non-athlete population. While exercise testing is used for detection of significant coronary stenosis in the clinical setting, it does not reliably predict the risk of plaque rupture.

Zusammenfassung

Die regelmässige körperliche Aktivität trägt entscheidend zur Aufrechterhaltung einer guten Gesundheit in der alternden Bevölkerung bei. Die kardiorespiratorische Fitness ist dabei ein wichtiger Surrogatparameter für das Überleben. In der Primärprävention von Herzkreislauferkrankungen ist die körperliche Aktivität eine effektive Monotherapie mit günstigem Einfluss auf das kardiovaskuläre Risikoprofil (z.B. Cholesterin, Blutdruck, Diabetes mellitus, Körperzusammensetzung) und die Gefässfunktion. In der Sekundärprävention von kardiovaskulären Erkrankungen ist sie eine Ergänzung aber kein Ersatz der evidenzbasierten Medikation. Es gibt zunehmend Hinweise, dass durch ein hochintensives Intervalltraining (HIIT) wichtige klinische Endpunkte (kardiorespiratorische Fitness, kardiales «Remodelling», Lebensqualität) günstiger beeinflusst werden als durch die etablierte Trainingsmodalität des kontinuierlichen Trainings bei mittlerer Intensität. Da mit zunehmendem Alter die Inzidenz der koronaren Herzkrankung steigt, muss beim Seniorensportler das Risiko für einen belastungsabhängigen plötzlichen Herztod berücksichtigt werden. Dem kardiovaskulären Risikoprofil (Lipidprofil, Blutzucker, Blutdruck) bzw. dessen optimaler Einstellung gilt das Hauptaugenmerk. Während die Ergometrie für die Detektion einer signifikanten Koronarstenose im klinischen Alltag häufig durchgeführt wird, liefert sie für die Abschätzung des Risikos einer Plaqueruptur keine zuverlässige Prognose.

Einleitung

Am Beispiel von Fauja Singh, seines Zeichens ältester Mann, der je einen Marathon absolviert hat, lässt sich illustrieren, wie relativ Alter ist. Der indisch-stämmige Brite mit dem Spitznamen «Turban-Tornado» gilt gemeinhin als Wunder der Sportwelt, seit er mit 89 Jahren begonnen hat, Marathons zu laufen. Seine persönliche Bestzeit konnte er im Verlauf der Jahre noch steigern (5 Stunden 40 Minuten 4 Sekunden im Alter von 92 Jahren!), 2013 lief er kurz vor seinem 102. Geburtstag seinen letzten Marathon in Hongkong.

Aufgrund des demografischen Wandels, bedingt durch die Fortschritte in der Medizin und der damit in Verbindung stehenden zunehmenden Alterung, nimmt der Anteil der Senioren (> 65 Jahre) seit Beginn des 20. Jahrhunderts stetig zu. Hochrechnungen gehen davon aus, dass im Jahr 2060 ein Drittel der Schweizer Bevölkerung > 65 Jahre sein wird [1]. Aus der Schweizerischen Gesundheitsbefragung 2012 des Bundesamtes für Statistik geht hervor, dass der Anteil der Bevölkerung, der die Bewegungsempfehlungen des Bundesamtes für Sport (BASPO) in der Freizeit erfüllen (150min/Woche Bewegung bei mittlerer Intensität oder 75min/Woche bei hoher Intensität pro Woche) während der letzten 10 Jahre von 62% auf aktuell 72% zugenommen hat, was im internationalen Vergleich einem Spitzenwert entspricht. Dieser deutliche Anstieg zeigt sich in allen Altersklassen, insbesondere auch bei den 65–74-Jährigen [2].

Daten aus den USA zeigen, dass sich die Anzahl der Marathon-Finisher von 1976 bis 2011 mehr als verzwanzigfacht hat [3]. Auch in der Schweiz boomen Laufveranstaltungen für Freizeitsportler: 20% der Sporttreibenden geben an, regelmässig an Wettkämpfen teilzunehmen [4]. Die Teilnehmerzahlen dieser sogenannten «Masterathleten» (> 40 Jahre) an Laufsport-Veranstaltungen haben in den letzten dreissig Jahren stetig zugenommen, was in einem grossen Ausmass mitbedingt ist durch eine Zunahme bei den Frauen [5]. Die Endzeiten an Ausdauer- bzw. Ultraausdauer-Veranstaltungen zeigen kongruent in mehreren Studien einen kurvenförmigen Verlauf über die Jahrzehnte, stabil bis ~35. Lebensjahr, gefolgt von einem moderaten Abfall bis zum 50–60. Lebensjahr und einem starkem Abfall jenseits des 60. Lebensjahres [6]. Die Endzeiten bei den Männern steigen signifikant jenseits des 64. Lebensjahres, bei den Frauen jenseits des 44. Lebensjahres. Es kann spekuliert werden, dass männliche (≥ 65 Jahre) und weibliche Masterathleten (≥ 45 Jahre) noch nicht ihr Leistungslimit auf der Marathondistanz erreicht haben [5].

Diese Daten verdeutlichen, dass insbesondere Ausdauersport bis ins hohe Alter praktiziert werden kann. Der Trend zum bewegungsfreudigen Altern ist aus medizinischer Sicht

zu begrüssen, ist doch eine gute kardiorespiratorische Fitness im Alter mit guter Lebensqualität und geringerer Morbidität und Mortalität assoziiert. Vor diesem Hintergrund hat sich sowohl der Allgemeinarzt wie auch der Sportmediziner mit der wachsenden Population der sporttreibenden Senioren auseinanderzusetzen.

Sport und Gesundheit im Alter

Die körperliche Aktivität ist eine der Hauptsäulen in der Prävention und Behandlung von kardiovaskulären Erkrankungen. Die körperliche Leistungsfähigkeit bzw. die kardiorespiratorische Fitness (peak VO₂) ist sowohl beim Gesunden wie auch beim Individuum mit einer kardiovaskulären Erkrankung ein Prädiktor für das Überleben und gute Gesundheit. So konnten Myers et al. bei im Mittel 59-jährigen Männern eine inverse Korrelation zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit (in metabolischen Äquivalenten = METs) und 6-Jahres-Mortalität zeigen [7, 8].

Vor rund 60 Jahren publizierte Morris eine wegweisende Studie zu positiven Effekten von körperlicher Aktivität auf die kardiovaskuläre Gesundheit. Er untersuchte das Personal von englischen Doppelstockbussen und dokumentierte bei den körperlich aktiven Kontrolleuren eine um 50% reduzierte kardiovaskuläre Mortalität im Vergleich zu den inaktiven Buschauffeuren [9]. Diese Ergebnisse wurden unterdessen in einer Vielzahl von epidemiologischen Studien bestätigt, die beschriebenen Effekte sind bei Freizeitaktivitäten noch stärker ausgeprägt und treffen auch für ältere Sportler zu [10]. In einer longitudinalen Beobachtungsstudie von 538 Läufern (>50 Jahre) waren nach 21 Jahren 15% der Läufer und 24% in der Kontrollgruppe verstorben (Hazard Ratio 0.61, 95% CI 0.45–0.82). Auch die Einschränkung im Alltag war in der wenig aktiven Kontrollgruppe signifikant höher [11]. Eine Dosis-Wirkungsbeziehung von körperlicher Aktivität konnte in mehreren Studien gezeigt werden. So fand man in einer asiatischen Kohortenstudie eine signifikante Reduktion der Gesamtmortalität und des Risikos für eine koronare Herzkrankheit (KHK) bereits bei 15 Minuten täglicher körperlicher Aktivität (die Hälfte der minimalen Aktivitätsdauer/Tag gemäss allgemein gültigen Empfehlungen) [12, 13].

Die positiven Effekte von Training auf den menschlichen Organismus sind mannigfaltig (Tab. 1) [14], der günstige Einfluss auf Körperzusammensetzung, Blutdruck, Blutzucker- und Lipidprofil weithin bekannt [15–18].

Mit zunehmendem Alter steigt auch die Prävalenz für Krebserkrankungen, von denen Brust-, Prostata- und Darmkrebs zu den häufigsten in der Schweiz gehören [19]. Die

Tabelle 1: Evidenzbasierte, positive Effekte von Training

Herz-/Kreislauf, kardiovaskuläres Risikoprofil:	Koronare Herzkrankheit: Primär- und Sekundärprävention Periphere arterielle Verschlusskrankheit Herzinsuffizienz (Anstieg der Auswurfraction) Bluthochdruck (–4 bis –8mmHg) Metabolisches Syndrom, Diabetes mellitus
Lungenerkrankungen	Chronische Bronchitis (COPD)
Tumorerkrankungen	Dickdarm, Brust, Prostata
Neurologische/Psychiatrische Erkrankungen	Parkinson Depressionen Kognitive Funktion allgemein

(adaptiert nach [14])

körperliche Aktivität kann die Prognose dieser Erkrankungen günstig beeinflussen [20]. Darüber hinaus hat regelmäßige körperliche Aktivität auch positive Auswirkungen auf das subjektive Gesundheitsempfinden («Feeling-better-Phänomen») [21].

Ein essentieller, durch Training induzierbarer Mechanismus ist der intensitätsabhängige «Shear stress», also die pulsatile Dehnung der Gefäßwand, die zu einer Aktivierung der eNOS (endothelial nitric oxide synthase) führt und damit die Bioverfügbarkeit von Stickstoff (NO) erhöht. Es werden endotheliale Progenitorzellen aktiviert, die die normale Endothelfunktion erhalten und die Angiogenese stimulieren. Über eine Reduktion inflammatorischer Marker und Kollagen I und II wird die Arteriensteifigkeit günstig beeinflusst [22]. Darüber hinaus ist die kontrahierende Muskulatur als autokrines und parakrines Organ zu verstehen und damit für eine Vielzahl der positiven Effekte der körperlichen Aktivität verantwortlich [29].

Verschreibung von körperlicher Aktivität und Trainingszonen

Körperliche Aktivität kann ähnlich einem Medikament verschrieben werden («Exercise is Medicine»). Das «FITT»-Prinzip (Frequency, Intensity, Type, Time) beschreibt die wichtigen Komponenten, die bei einer Empfehlung berücksichtigt werden müssen [23]. Insbesondere beim älteren Menschen oder Patienten mit einer kardiovaskulären Erkrankung kommt der Trainingsintensität eine entscheidende Bedeutung zu. Auch wenn Schwellenkonzepte aus physiologischer Sicht fraglich erscheinen, ist eine Einteilung der Trainingsintensität in spezielle Zonen aus klinischer Sicht sinnvoll. Bei speziellen Fragestellungen, z.B. für Trainingsempfehlungen bei Sportlern oder auch bei Patienten mit einer Herzinsuffizienz, können Trainingszonen sehr genau in der Spiroergometrie ermittelt werden. Alternativ können sie basierend auf subjektivem Empfinden oder als Prozent der maximalen Herzfre-

quenz abgeschätzt werden. Der Grundlagenbereich (niedrig bis moderat, Zone I) liegt unter der aeroben Schwelle. Der «Übergangsbereich» liegt zwischen den beiden Schwellen (moderat bis hoch, Zone II) und die Zone III (sehr hoch) über der anaeroben Schwelle [24]. Das Zonenmodell ist aus der Tabelle 2 zu ersehen.

Die Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung basieren auf der «Sportpyramide» des Bundesamtes für Sport und sind für ältere Menschen adaptiert (Abb. 1) [25]. Die Basis bildet die tägliche Bewegung von mindestens 30 Minuten im Rahmen von Alltagsaktivitäten. Zum Erhalt der kardiovaskulären Gesundheit sollte ein älterer Erwachsener mindestens 2.5–5.0 Stunden pro Woche moderaten Ausdauersport durchführen (Zone I/II). Alternativ höherintensiven Ausdauersport oder Bewegung in Zone II/III von 1.0–2.5 Stunden pro Woche [13, 26]. Auch Kombinationen von Bewegung mit verschiedenen Intensitäten sind möglich, wobei jeweils 10 Minuten Bewegung mit sehr hoher Intensität einen ähnlichen gesundheitlichen Nutzen bringen wie 20 Minuten mit moderater bis hoher Intensität. Die Spitze der Pyramide bilden weitere sportliche Aktivitäten, z.B. das Training für oder die Teilnahme an einem Wettkampf, was aber für den Erhalt der kardiovaskulären Gesundheit nicht unbedingt erforderlich ist. Gerade im Alter ist zu beachten, dass höhere Trainingsvolumina- und -intensitäten zu Problemen am Bewegungsapparat führen können und die Regenerationsfähigkeit verlangsamt ist. Die Empfehlungen zum Krafttraining werden in einem gesonderten Artikel in dieser Ausgabe behandelt.

Sport bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Während die körperliche Aktivität in der Primärprävention gut als Monotherapie eingesetzt werden kann, stellt sie bei Patienten mit einem hohen kardiovaskulären Risiko oder bestehender kardiovaskulärer Erkrankung eine Ergänzung zur evidenzbasierten Medikation dar [13].

Tabelle 2: Intensitäten für Ausdauertraining

	Zone I	Zone II	Zone III
Intensität	Niedrig bis moderat	Moderat bis hoch	Sehr hoch
Stoffwechsel	Aerobe Energiebereitstellung, kein relevanter Laktatanstieg. Der Fettstoffwechsel ist führend.	Aerobe und anaerobe Energiebereitstellung. Laktatproduktion und -elimination im Gleichgewicht. Der Kohlehydratstoffwechsel ist führend.	Anaerobe Energiebereitstellung. Laktatakkumulation mit dem Versuch einer respiratorischen Kompensation.
Subjektive Wahrnehmung (nach Borg, Skala 6–20)	sehr locker bis locker < 12	ein wenig hart 12–14	hart bis sehr hart > 14
% der max. Herzfrequenz*	< 70%	70–90%	> 90%
% der Herzfrequenzreserve†	< 50%	50–80%	> 80%
Spiroergometrie	Unterhalb der aeroben Schwelle (< 50% VO ₂ max.)	Zwischen aerober und anaerober Schwelle (50–80% VO ₂ max.)	Oberhalb der anaeroben Schwelle (> 80% VO ₂ max.)

* Die maximale Herzfrequenz sollte nicht nach der Faustformel 220-Lebensalter abgeschätzt werden, weil es deutliche individuelle Abweichungen von der Norm gibt. Gesunde Erwachsene können die persönliche maximale Herzfrequenz in einem Steigerungslauf bei maximaler Anstrengung (Borg 20) ermitteln. Bei Patienten empfiehlt sich, die maximale Herzfrequenz in einer Ergometrie zu ermitteln. Zu beachten ist, dass die maximale Herzfrequenz beim Laufen und auf dem Laufband ca. 10 Schläge höher ist als auf dem Velo.

† Patienten mit einer chronotropen Inkompetenz (z.B. Betablocker) haben einen verzögerten Herzfrequenzanstieg. Hier ist die Ermittlung der Herzfrequenzreserve (Maximale Herzfrequenz – Ruhe Herzfrequenz) sinnvoll. Nach der Karvonen-Formel können so die Trainingszonen berechnet werden: Herzfrequenzreserve * Faktor (0.6 oder 0.8) + Ruheherzfrequenz.

Metaanalysen zeigen, dass bewegungsbasierte Rehabilitationsprogramme die Mortalität von Herzpatienten (nach Myokardinfarkt, Bypass-Operation, perkutaner Koronarintervention oder Vorliegen einer angiographisch gesicherten koronaren Herzerkrankung) senken können. Bei Vergleich der beiden letzten Cochrane Reviews fällt eine deutlich geringere Mortalitätsreduktion von nunmehr 13% (verglichen zu 27% im Jahre 2001) der neueren Publikation von 2011 auf (untersuchtes Intervall von 1975 bis 2008 bzw. von 1972 bis 1996), was auf die modernere und optimierte Begleitmedikation (Betablocker, ACE-Hemmer, Statine) zurückgeführt werden kann [27, 28].

Ein wesentlicher Aspekt bei einer Kardiomyopathie (typischerweise nach Myokardinfarkt, bei langjähriger arterieller Hypertonie oder bei anderen kardialen Erkrankungen) ist die positive Beeinflussung des «kardialen Remodellings». Die beiden pathophysiologischen Ansatzpunkte liegen im neurohumoralen System (Blockade von Rezeptoren des adrenergen sowie des Renin-Angiotensin-Aldosteron Systems), was in der medikamentösen Basistherapie der Herzinsuffizienz mit systolischer Dysfunktion zum Ausdruck kommt. Trotz optimaler medikamentöser Therapie bleibt die Mortalität der Herzinsuffizienz insgesamt hoch. Ausdauertraining stellt hier einen interessanten ergänzenden Ansatz dar. So kann Ausdauertraining die linksventrikuläre myokardiale Masse bis zu 20% und damit ein günstiges kardiales Remodelling induzieren [30]. In Tiermodellen konnte gezeigt werden, dass kardiovaskuläre Adaptationen Trainings- bzw. Intensitätsabhängig sind mit einer eindeutigen Korrelation zu körperlicher Leistungsfähigkeit und kontraktile Kapazität der Herzmuskelzellen [31].

Gemäss aktuellen Richtlinien ist die empfohlene Trainingsmodalität für Patienten mit einer Herzerkrankung kontinuierliches Training bei moderater bis hoher Intensität (mind. 3x/Woche 30 Minuten, Zone II) [13]. In den letzten Jahren konnte in diversen Publikationen bei Patienten mit kardiometabolischen Erkrankungen und Herzinsuffizienz gezeigt werden, dass ein hochintensives Intervall-Training (HIIT, abwechselnd Zone I und III) bessere Effekte auf die kardiorespiratorische Fitness und ein negatives kardiales Remodelling als ein kontinuierlich moderates Ausdauertraining hat [32–34]. Die Überlegenheit dieser Trainingsmodalität zum etablierten moderat-intensiven, kontinuierlichen Training muss aber bei diesem Hochrisikokollektiv noch in grösseren randomisierten Studien bestätigt werden.

Risiken von Sport im Alter

Mit zunehmendem Alter verschlechtert sich die Regenerationsfähigkeit des Bewegungsapparates. Dieses sollte insbesondere bei Neubeginn einer sportlichen Tätigkeit berücksichtigt werden, da das kardiovaskuläre System eine Steigerung von Trainingsumfang- und -intensität problemloser toleriert.

Generell sollte bei allen akuten Erkrankungen wie einem febrilen Infekt, unmittelbar nach einem Myokardinfarkt, einer Endokarditis oder einer Myokarditis kein Sport betrieben werden. In den ersten 6 Monaten nach einer Myokarditis wird Wettkampfsport nicht empfohlen, auch wenn der Athlet asymptomatisch ist [35].

Die gefürchtetste Komplikation von körperlicher Aktivität ist der sportassoziierte plötzliche Herztod, auch wenn er in absoluten Zahlen sehr selten auftritt. Während bei Athleten

Abbildung 1: Sportpyramide



unter 35 Jahren angeborene Herzerkrankungen wie die hypertrophe Kardiomyopathie die häufigste Ursache darstellen, dominiert bei Sportlern über 35 Jahren die koronare Herzerkrankung als häufigste Todesursache [36]. Insbesondere bei untrainierten Personen steigt während höherintensivem Sport das Risiko für einen akuten Myokardinfarkt und den plötzlichen Herztod kurzzeitig an [37, 38]. Bei regelmässiger körperlicher Aktivität kompensieren die positiven Effekte das leicht erhöhte Risiko während des Sports über die positive Beeinflussung der Risikofaktoren, sodass die Gesamtsterblichkeit bei sportlich aktiven Menschen geringer ist als bei unспортlichen Menschen [38].

Langjähriger, insbesondere hochintensiver Ausdauersport ist darüber hinaus assoziiert mit einer erhöhten Prävalenz für atriale Arrhythmien wie Vorhofflimmern. Diese Herzrhythmusstörung manifestiert sich in der Regel beim Athleten > 50 Jahre [39]. Begünstigt wird dies durch ein atriales Remodelling, eine atriale Ektopie sowie eine Dysbalance des autonomen Nervensystems [40, 41]. Die arterielle Hypertonie ist der Risikofaktor mit der höchsten Prävalenz beim Athleten und ein unabhängiger Risikofaktor für Vorhofflimmern [42].

Generell wird in Abhängigkeit des Aktivitätslevels bereits ab dem 35. Lebensjahr eine kardiologische Abklärung empfohlen, welche neben einer Anamnese und Untersuchung die Abschätzung des kardiovaskulären Risikos (z.B. anhand des AGLA-Score) umfasst. Bei auffälligem Befund sollte zusätzlich eine Ergometrie durchgeführt werden [43]. Kritisch muss angemerkt werden, dass ein flächendeckendes Screening bei der grossen Zahl der älteren Sportler schwer realisierbar ist. Darüber hinaus kann auch bei niedrigem kardiovaskulärem Risiko eine rupturgefährdete instabile Plaque im Koronarsystem bestehen, die häufig aber nicht hämodynamisch relevant ist und so einer Detektion in der Ergometrie entgehen würde.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Lukas D. Trachsel
 Präventive Kardiologie & Sportmedizin
 Universitätsklinik für Kardiologie
 Inselspital, Universitätsspital Bern
 3010 Bern
 lukas.trachsel@insel.ch
 Telefon +41 31 632 89 70, Fax +41 31 632 89 77

Literaturverzeichnis:

- www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/dienstleistungen/forumschule/them/0/01.html (16.10.2014).
- www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.html?publicationID=/CH_Gesundheitsbefragung_2012_D.pdf (16.10.2014)
- www.runningusa.org/statistics (16.10.2014).
- www.baspo.admin.ch/internet/baspo/de/home/dokumentation.parsys.0001101.downloadList.17485.DownloadFile.tmp/basposportschweiz.de.pdf (16.10.2014).
- Lepers R, Cattagni T. Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? *Age (Dordr)*. 2012;34:773–781.
- Knechtle B, Assadi H, Lepers R, Rosemann T, Rust CA. Relationship between age and elite marathon race time in world single age records from 5 to 93 years. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*. 2014;6:31.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England journal of medicine*. 2002;346:793–801.
- Goraya TY, Jacobsen SJ, Pellikka PA, Miller TD, Khan A, Weston SA, Gersh BJ, Roger VL. Prognostic value of treadmill exercise testing in elderly persons. *Annals of internal medicine*. 2000;132:862–870.
- Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet*. 1953;265:1111–1120; concl.
- Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: Systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *International journal of epidemiology*. 2011;40:1382–1400.
- Chakravarty EF, Hubert HB, Lingala VB, Fries JF. Reduced disability and mortality among aging runners: A 21-year longitudinal study. *Archives of internal medicine*. 2008;168:1638–1646.
- Wen CP, Wai JP, Tsai MK, Yang YC, Cheng TY, Lee MC, Chan HT, Tsao CK, Tsai SP, Wu X. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: A prospective cohort study. *Lancet*. 2011;378:1244–1253.
- Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren M, Albus C, Benlian P, Boysen G, Cifkova R, Deaton C, Ebrahim S, Fisher M, Germano G, Hobbs R, Hoes A, Karadeniz S, Mezzani A, Prescott E, Ryden L, Scherer M, Syvanne M, Scholte op Reimer WJ, Vrints C, Wood D, Zamorano JL, Zannad F. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The fifth joint task force of the european society of cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *European heart journal*. 2012;33:1635–1701.
- Löllgen H. Importance and evidence of regular physical activity for prevention and treatment of diseases. *Dtsch Med Wochenschr*. 2013 Oct;138(44):2253–9.
- Irving BA, Davis CK, Brock DW, Weltman JY, Swift D, Barrett EJ, Gaesser GA, Weltman A. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine and science in sports and exercise*. 2008;40:1863–1872.
- Fagard RH. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33:S484–492; discussion S493–484.
- Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, Gross JL, Ribeiro JP, Scaaan BD. Physical activity advice only or structured exercise training and association with hba1c levels in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *JAMA: the journal of the American Medical Association*. 2011;305:1790–1799.
- Leon AS, Sanchez OA. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33:S502–515; discussion S528–509.
- Bundesamt für Statistik. Krebs in der Schweiz. 2011.
- Schmitz KH, Courneya KS, Matthews C, Demark-Wahnefried W, Galvao DA, Pinto BM, Irwin ML, Wolin KY, Segal RJ, Lucia A, Schneider CM, von Gruenigen VE, Schwartz AL. American college of sports medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine and science in sports and exercise*. 2010;42:1409–1426.
- Meyer K, Rezny L, Breuer C, Lamprecht M, Stamm HP. Physical activity of adults aged 50 years and older in Switzerland. *Sozial- und Präventivmedizin*. 2005;50:218–229.
- Schuler G, Adams V, Goto Y. Role of exercise in the prevention of cardiovascular disease: Results, mechanisms, and new perspectives. *European heart journal*. 2013;34:1790–1799.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP. American college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011;43:1334–1359.
- Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, McBride PE, Moholdt T, Stone JA, Urhausen A, Williams MA; European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol*. 2013 Jun;20(3):442–67.
- Gesundheit Bf. Nationales Programm Ernährung und Bewegung 2008–2012. *Bundesamt für Gesundheit*. 2008.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP. American college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011;43:1334–1359.
- Jolliffe JA, Rees K, Taylor RS, Thompson D, Oldridge N, Ebrahim S. Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2001:CD001800.
- Heran BS, Chen JM, Ebrahim S, Moxham T, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011:CD001800.
- Rowe GC, Safdar A, Arany Z. Running forward: New frontiers in endurance exercise biology. *Circulation*. 2014;129:798–810.
- DeMaria AN, Neumann A, Lee G, Fowler W, Mason DT. Alterations in ventricular mass and performance induced by exercise training in man evaluated by echocardiography. *Circulation*. 1978;57:237–244.
- Kemi OJ, Haram PM, Loennechen JP, Osnes JB, Skomedal T, Wisloff U, Ellingsen O. Moderate vs. High exercise intensity: Differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovascular research*. 2005;67:161–172.
- Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum O, Haram PM, Tjonna AE, Helgerud J, Stordahl SA, Lee SJ, Videm V, Bye A, Smith GL, Najjar SM, Ellingsen O, Skjaerpe T. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. *Circulation*. 2007;115:3086–3094.
- Weston KS, Wisloff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2013.
- Currie KD, Dubberley JB, McKelvie RS, Macdonald MJ. Low-volume, high-intensity interval training in patients with coronary artery disease. *Medicine and science in sports and exercise*. 2013.
- Pelliccia A, Fagard R, Bjornstad HH, Anastassakis A, Arbustini E, Assanelli D, Biffi A, Borjesson M, Carre F, Corrado D, Delise P, Dorwarth U, Hirth A, Heidebuchel 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, 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. *European heart journal*. 2005;26:1422–1445.
- Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NA, 3rd, Fulton JE, Gordon NF, Haskell WL, Link MS, Maron BJ, Mittleman MA, Pelliccia A, Wenger NK, Willich SN, Costa F. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: A scientific statement from the American heart association council on nutrition, physical activity, and metabolism and the council on clinical cardiology. *Circulation*. 2007;115:2358–2368.
- 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. *The New England journal of medicine*. 1993;329:1677–1683.
- Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *The New England journal of medicine*. 2000;343:1355–1361.
- Wilhelm M. Atrial fibrillation in endurance athletes. *Eur J Prev Cardiol*. 2013 Jan 30;21(8):1040–1048.

40. Wilhelm M, Roten L, Tanner H, Wilhelm I, Schmid JP, Saner H. Gender differences of atrial and ventricular remodeling and autonomic tone in nonelite athletes. *The American journal of cardiology*. 2011;108:1489–1495.
 41. Coumel P. Paroxysmal atrial fibrillation: A disorder of autonomic tone? *European heart journal*. 1994;15 Suppl A:9–16.
 42. De Matos LD, Caldeira Nde A, Perlingeiro Pde S, dos Santos IL, Negrao CE, Azevedo LF. Cardiovascular risk and clinical factors in athletes: 10 years of evaluation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011;43:943–950.
 43. Borjesson M, Urhausen A, Kouidi E, Dugmore D, Sharma S, Halle M, Heidbuchel H, Bjornstad HH, Gielen S, Mezzani A, Corrado D, Pelliccia A, Vanhees L. Cardiovascular evaluation of middle-aged/ senior individuals engaged in leisure-time sport activities: Position stand from the sections of exercise physiology and sports cardiology of the european association of cardiovascular prevention and rehabilitation. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation: official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*. 2011;18:446–458.
-