

# Koronare Herzkrankheit und Sport

## Transfer in den Alltag und in die Herzgruppen

Klaus Edel

*Sehr gute Ärzte verhindern Erkrankungen  
Gute Ärzte behandeln Erkrankungen, bevor  
sie sichtbar sind  
Schlechte Ärzte behandeln Erkrankungen  
erst, wenn sie Beschwerden machen  
Hsuang Dee, ca. 600 v. Chr.*

### Einleitung

Die Mehrzahl der Herzinfarkte entsteht auf dem Boden einer koronaren Herzkrankheit (KHK). 40,2% der Todesfälle in Deutschland gehen auf das Konto dieser Erkrankung [1]. Einige Risikofaktoren der KHK sind bekannt, die Ursache liegt aber noch im Dunkeln [2, 3].

Nach der akuten Herzinfarktbehandlung im stationären Setting stellt sich die Frage nach der Sekundärprävention. Leider nehmen nur ca. 40% der Betroffenen aus den unterschiedlichsten Gründen eine ambulante oder stationäre Rehabilitationsmaßnahme in Anspruch [4]. Der Herzpatient wird in deren Verlauf mit seinen persönlichen Risikofaktoren vertraut gemacht, medikamentös eingestellt und bezüglich seines Lebensstils beraten. Das Thema Sport spielt dabei eine zentrale Rolle [5]. Idealerweise transferiert der Rehabilitand Bewegung in seinen Alltag. Die Frage, ab wann, „wie viel“, also wie häufig und wie intensiv diese ausfallen kann, stellt keine triviale Frage dar und muss individuell beantwortet werden. Ziel dieses Artikels ist es, aktuelle Daten zu diesem Thema zusammenfassend darzustellen.



Abb. 1 © C. Götz/TVG; nachgestellte Situation

### Definition und Begriffe

Regelmäßige körperliche Aktivität beansprucht unterschiedliche Muskelgruppen, löst eine kardiovaskuläre und metabolische Anpassung aus und verhindert die Progression von Gefäßerkrankungen [5–10]. Als körperliche Aktivität wird jede Bewegung der Skelettmuskulatur bezeichnet, die einen Energieverbrauch verursacht, der über den basalen Energieverbrauch hinausgeht. Mindestens 1/6 der Körpermuskulatur sollte bei geplanter, strukturierter, wiederholter Bewegung

eingesetzt werden [11]. Ziel ist neben der Verlangsamung der Krankheitsprogression die Verbesserung der Belastbarkeit. Bewegung wird als Anpassungsvorgang (=Adaptation) gesehen. Es ist möglich, durch gezieltes Training eine funktionelle Anpassung auszulösen [12]. In der Quantifizierung der körperlichen Aktivität spielen die Dosis und die Intensität eine bedeutende Rolle [13]. Die Höhe der Dosis sollte bei mindestens 30 Minuten pro Tag liegen [5, 14]. Für die Beschreibung der Intensität gibt es 2 Möglichkeiten:

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Mehrzahl der Herzinfarkte entsteht aufgrund einer koronaren Herzkrankheit (KHK). Für die Sekundärprävention spielt neben risikoreduzierenden Lebensstiländerungen körperliches Training eine zentrale Rolle. Die Teilnahme in einer ambulanten Herzgruppe bietet eine sichere Form der Bewegung für KHK-Patienten, sie wird ärztlich überwacht und von geschulten Übungsleitern durchgeführt.

Der Artikel fasst die aktuellen Daten zum Thema Sport bei KHK-Patienten zusammen, anhand eines Praxisbeispiels werden wichtige Aspekte der Trainingsberatung für die Praxis nachvollzogen.

### Schlüsselwörter

Koronare Herzkrankheit (KHK), Rehabilitationsmaßnahme, Sport, Herzgruppe.

## ABSTRACT

Eine Meta-Analyse von 52 Studien, die über 4700 Personen nach einem mindestens 12-wöchigem Training untersucht haben, konnte zeigen, dass der HDL-Cholesterinwert im Mittel um 4,6% anstieg und die Triglyzeridwerte sowie die LDL-Cholesterinwerte um 3,7% bzw. 5,0% im Mittel sanken [27].

Eine bedeutende Rolle spielt das körperliche Training in der Verbesserung der Gefäßfunktion und somit in der Prävention kardiovaskulärer Ereignisse. Dieser Effekt ist nicht nur bei Gesunden [28], Personen mit Risikofaktoren aber ohne KHK [29], sondern auch bei Personen mit KHK festzustellen. Ein regelmäßiges, 4-wöchiges, aerobes, körperliches Training konnte bei Patienten mit stabiler KHK, bei denen eine Bypass-Operation vorgesehen war, die Endothelfunktion im Vergleich zu Patienten, die sich der Operation ohne vorheriges Training unterzogen, signifikant verbessern [30].

Ein gewichtiges Argument für Bewegung lieferte Sim bereits 1974, indem er eine höhere Ischämietoleranz der Herzkranzarterien bei Belastung zeigen konnte [31]. Die ETICA-Studie (Exercise Training Intervention after Coronary Angioplasty) fand, dass 6 Monate körperliches Training zwar die Restenose-Raten nicht verbessern konnte, aber trainierte Patienten eine signifikante Verbesserung des  $VO_2$  (+26%) und der Lebensqualität (+27%) aufwiesen [32].

Lange vorbei sind die Zeiten, wo man Menschen mit chronischer Herzschwäche von körperlichen Aktivitäten ausschloss. Bei Herzinsuffizienz in den Stadien NYHA I-III kann das körperliche Training eine Verbesserung der kardialen Leistung, eine Zunahme der Mitochondriengröße und -dichte sowie eine Erhöhung der Aktivität oxidativer Enzyme der Skelettmuskulatur und eine Reduktion der zirkulierenden Katecholamine induzieren [11, 14, 33, 34].

## Training bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit

Mehrere Meta-Analysen haben ergeben, dass die auf körperlichem Training basierende Rehabilitation bei Patienten nach Myokardinfarkt die Sterblichkeit reduziert

1. Über den Energieverbrauch – dann wird sie üblicherweise in metabolischen Äquivalenten ausgedrückt (METs), wobei 1 MET der basalen metabolischen Rate  $\approx 3,5 \text{ ml O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  entspricht [15, 16].
2. Über die Angabe des Prozentsatzes der aeroben Kraft, die während der körperlichen Aktivität angewendet wird – entweder als Prozent der maximalen Herzfrequenz oder als Prozent des  $VO_2 \text{max}$  ( $VO_2 =$  die Menge an Sauerstoff der pro Minute vom Körper umgesetzt werden kann) [15].

Bewegung bei moderater körperlicher Aktivität bedeutet, dass sie mit einer Intensität von 40–60% des  $VO_2 \text{max}$  bzw. 4–6 METs durchgeführt wird. In diesem Bereich sollten beispielsweise das Ergometertraining in der kardiologischen Rehabilitation und das Programm in Herzgruppen liegen. Darüber hinausgehende starke körperliche Aktivität wird Herzpatienten nicht empfohlen.

## Grundlagen der modernen Bewegungstherapie

Zahlreiche Daten belegen, dass Personen die sich regelmäßig körperlich bewegen, ein nahezu halbiertes Risiko für die Entstehung kardiovaskulärer Komplikationen

aufweisen [17, 18]. Dies ist durch günstige Effekte des körperlichen Trainings auf die Herzleistung, die Gefäßfunktion, die Reduktion kardiovaskulärer Risikofaktoren sowie die Verminderung des Auftretens schwerwiegender ventrikulärer Herzrhythmusstörungen zu erklären [5, 19–22].

Körperliches Training kann sowohl in der Prävention [23, 24] als auch in der Therapie kardiovaskulärer Risikofaktoren eingesetzt werden, wie z. B. arterieller Hypertonie, Übergewicht, Hypercholesterin- und Hypertriglyceridämie, Insulinresistenz und Glukoseintoleranz. Körperliches Training, in Kombination mit einer Gewichtsreduktion, kann die LDL-Cholesterinwerte senken und die Reduktion des HDL-Cholesterins vermeiden [25].

44 randomisierte kontrollierte Studien mit insgesamt 2674 Teilnehmern haben die Effekte regelmäßigen Trainings (3–5mal-wöchentlich, jeweils 30–60 Minuten moderater körperlicher Aktivität) auf den Blutdruck untersucht [26]. Die systolischen und diastolischen Mittelwerte sanken um 2,6 bzw. 1,8 mmHg bei normotensiven Teilnehmern und 7,4 bzw. 5,8 mmHg bei hypertensiven Personen. Somit kann behauptet werden, dass das körperliche Training als „Monotherapie“ bei beginnender arterieller Hypertonie indiziert ist.

[18, 35, 36]. Eine unlängst veröffentlichte umfangreiche Meta-Analyse [37] schloss 47 randomisierte kontrollierte Studien mit 10 794 Probanden ein, die die Effekte körperlichen Trainings im Rahmen der Rehabilitation nach Myokardinfarkt untersuchten. Es wurden Patienten nach Myokardinfarkt, koronarem Bypass oder PTCA (Percutaneous Transluminal Coronary Angiography), mit Angina pectoris oder mit koronarer Herzerkrankung (diagnostiziert mittels Koronarangiographie) eingeschlossen. Es wurde die Wirkung eines Ausdauertrainings als Teil der kardiologischen Rehabilitation mit einer medikamentösen Standardtherapie ohne Ausdauertraining verglichen. Durch das Training konnte die Gesamtmortalität im Langzeitverlauf um 13%, die kardiovaskuläre Mortalität um 26%, die Notwendigkeit einer Krankenhausaufnahme um 31% gesenkt und eine wesentliche Verbesserung der Lebensqualität erreicht werden (Tab. 1).

Fasst man die vorerwähnten Metaanalysen zusammen, so stellt man fest, dass die auf körperlichem Training basierende Rehabilitation die kardiovaskuläre Mortalität reduziert. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass bewegungsbasierte Rehabilitationsprogramme die elektrische Stabilität des Myokardes erhöhen (und somit das Risiko für ventrikuläre Rhythmusstörungen reduzieren) [38] oder die ischämiebedingte myokardiale Schädigung durch Präkonditionierung vermindern [39].

Es gibt immer wieder Arbeiten, die eine noch höhere Effektivität von Bewegung und Lebensstil-Intervention zeigen. Dunay führte Nachuntersuchungen bei 3 000 Infarktpatienten durch, die zur Hälfte an einem Rehabilitationsprogramm teilnahmen und 3 Monate nach dem Herzinfarkt am Leben waren. Reha-Teilnehmer waren im Vergleich mit Nicht-Teilnehmern häufiger übergewichtig, Raucher, hyperlipidämisch und in kardiologischer Behandlung. Sie hatten öfter ST-Hebungs-Infarkte erlitten, eine Reperfusion bzw. Revaskularisation erhalten und nahmen in größerer Zahl Betablocker und ASS ein. Nicht-Teilnehmer mussten länger in der Klinik bleiben, hatten mehr begleitende Krankheiten und waren häufiger in Einrichtungen des betreuten Wohnens oder in Pflegeheimen entlassen worden. Diese Unterschiede in

**Tab. 1** Effekte der Rehabilitation basierend ausschließlich auf körperlichem Training und Effekte komplexer Rehabilitationsprogramme (Training plus psychosoziale und Schulungsmaßnahmen) nach: [35, 37].

Ergebnisse	Veränderung	Signifikant?
<b>Nur körperliches Training</b>		
gesamte Sterblichkeit	- 27 %	ja
kardiale Sterblichkeit	- 31 %	ja
nicht tödlicher Myokardinfarkt	- 4 %	nein
<b>Komplexe Rehabilitation</b>		
gesamte Sterblichkeit	- 13 %	nein
kardiale Sterblichkeit	- 26 %	ja
nicht tödlicher Myokardinfarkt	- 12 %	nein

den Merkmalen wurden zunächst statistisch adjustiert. Nach diesem Ausgleich zeigte sich, dass Reha-Patienten während des Beobachtungszeitraums ein um 25% geringeres Risiko für eine erneute stationäre Behandlung aufwiesen. Wiederaufnahmen aufgrund kardiovaskulärer Beschwerden waren um 20%, Einweisungen aufgrund nicht-kardiovaskulärer Symptome um 28% seltener. Gemessen an den Sterberaten der Patienten, die keine Rehabilitation durchliefen, lag die Mortalität der Reha-Teilnehmer um 42% niedriger [40].

Ungeklärt bleibt trotz der Meta-Analysen zur Rehabilitation die Tatsache, dass das Risiko für erneute Myokardinfarkte erstaunlicherweise nicht gesenkt wird. Auch wenn heute umfangreiche mechanische und pharmakologische Mittel zur Behandlung der KHK zur Verfügung stehen, sollte man sich die positiven Effekte des körperlichen Trainings zunutze machen, um eine Prognoseverbesserung bei Patienten nach Myokardinfarkt zu erreichen.

### Risiken körperlicher Aktivität

Die körperliche Aktivität und das Training bergen Risiken, die berücksichtigt werden müssen, wenn Empfehlungen für Patienten mit KHK gegeben werden. Aktuelle Daten zeigen, dass körperliches Training, in dem Umfang betrieben wie von nationalen und internationalen Gesundheits-Organisationen empfohlen, einen Nutzen/Risiko-Quotienten aufweisen, bei dem der Nutzen deutlich überwiegt [3, 41, 42, 43]. Die häufigste Komplikation des

körperlichen Trainings im Erwachsenenalter ist die Skelettmuskelverletzung. Dies haben wir zunächst für die Sekundärprävention und 2007 in einer Untersuchung in hessischen Herzgruppen zeigen können [44, 45]. Folgende Faktoren erhöhen das Risiko für Verletzungen: Übergewicht, Intensität des körperlichen Trainings und Trainingsumfang. Das Risiko wird vermindert durch zunehmende Körperfitness, professionelle Überwachung, Schutzvorrichtungen (z.B. Helm beim Fahrradfahren) und passende Orte, an denen die sportliche Aktivität ausgeübt wird [11].

Das Prinzip, dass die Intensität und Dosis der körperlichen Belastung allmählich gesteigert werden soll, vermindert dieses Risiko und ist eine altbekannte Regel [46]. Das Spazierengehen – ein klassisches Beispiel für moderates körperliches Training – weist so gut wie kein Verletzungsrisiko auf [47]. Besonders geeignet und risikoarm sind auch Schwimmen, Laufen, Radfahren und Wandern. Die Beachtung der Trainingsherzfrequenz ist zwingend notwendig. Darüber hinaus gehendes Training kann das Risiko für plötzlichen kardialen Tod [48] sowie für Myokardinfarkt [49] erhöhen. Die Leitlinien empfehlen deswegen eine schrittweise Steigerung der Belastung, die an die individuelle Leistungsfähigkeit angepasst ist [20]. Hilfreich für Patienten kann ein Pulsmesser sein: Die Grenzen des mäßigen körperlichen Trainings sollten individuell berechnet und dem Patienten verständlich beigebracht werden.



**Abb. 2** Bewegungstherapie in der Herzsportgruppe ist eine hervorragende Maßnahme zur Sekundärprävention: Sie erfolgt unter ärztlicher Überwachung, die Teilnehmer werden von ausgebildeten Übungsleitern angeleitet. © C. Götz/TVG; nachgestellte Situation

### Konkretes Beispiel einer Trainingsberatung

Eine 55-jährige Patientin von Ihnen hat sich vorgenommen, im Frühling wieder Rad zu fahren und wünscht eine Trainingsberatung. Vor 2 Jahren erlitt sie einen Hinterwandinfarkt und hat damals aus familiären Gründen eine Rehabilitationsmaßnahme abgelehnt. Die maximale Herzfrequenz ( $HF_{max}$ ) aus einem Belastungs-EKG von März 2015 liegt Ihnen vor. Sie liegt bei 140 Schlägen pro Minute (S/min). Sie wollen Ihre Patientin leitliniengerecht beraten und die dafür vorgesehene Karvonen-Formel nutzen [14, 50]. Die Formel ist im Internet zum sofortigen Gebrauch verfügbar [51]. Hierzu wird die sog. Herzfrequenz-Reserve (HFR) benötigt. Die HFR ist die Differenz zwischen der Herzfrequenz in Ruhe ( $HF_{Ruhe}$ ) und der  $HF_{max}$  aus der Ergometrie. Multipliziert mit einem vorgegebenen Prozentsatz, der sich an der Leistungsfähigkeit der Patientin in den Grenzen der Leitlinie orientiert (50–80% der max. Leistungsfähigkeit), werden Zwischenergebnis und die Ruhe-HF addiert:  $HF_{train} = (HF_{max} - HF_{Ruhe}) \times \text{Faktor} + HF_{Ruhe}$ .

Soll die Patientin mit 60% der HFR trainieren, so ergibt sich bei einer Ruheref-

quenz von 60 (S/min) und einer Maximalfrequenz von 140 (S/min) eine Trainingsherzfrequenz von 108 (S/min).  
 Beispielrechnung:  $HF_{Ruhe} = 60$  /min;  
 $HF_{max} = 140$  /min;  $THF = 60 + (140 - 60) \times 0,6 = 108$  /min.

### Die Bedeutung der Herzgruppen

Heute gibt es in Deutschland etwa 6 000 Herzgruppen, in denen mehr als 110 000 Patienten 1–2-mal in der Woche, ärztlich überwacht, unter Anleitung eines ausgebildeten Übungsleiters aktiv sind und bezüglich des Krankheitsbildes professionell geschult werden. Bedauerlicherweise fehlen vergleichende Untersuchungen zur Bewegungstherapie von Betroffenen innerhalb und außerhalb von Herzgruppen in Deutschland zur Sicherung der Effektivität einer Gruppenteilnahme. Die Herzgruppen sind unter dem Dach der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V. (DGPR) in 16 Landesverbänden zusammengefasst. Im Bundesland Hessen gibt es 241 Herzgruppen (Stand: 12/2014). Diese sind über den HBRS (Hessischer Be-

hinderten- und Rehabilitationssportverband) organisiert.

Die Bewegungstherapie in Herzgruppen ist sicher. Das Risiko eines Herz-Kreislauf-Stillstands ist verhältnismäßig gering. So kam es 2004 in hessischen Herzgruppen zu 4 Herzstillständen mit erfolgreicher Reanimation [52]. Das wichtigste Symptom, das sich in 583 889 Patientenübungsstunden herauskristallisierte, war akut auftretende Dyspnoe. Kontraindikationen wie akute kardiale Dekompensation, Ruhebeschwerden, maligne Rhythmusstörungen, akute Entzündungen/Systemerkrankungen sind zu beachten.

Die Trainingssitzungen beginnen mit einer mindestens 2-minütigen Aufwärmphase („Warming up“), an die sich die gezielte Bewegung in der Belastungsphase anschließt, gefolgt von einer graduellen Reduktion der Belastung im Sinne eines „Cooling down“. Ein angepasstes aerobes Ausdauertraining bei stabiler KHK wird in den Leitlinien zur Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, der Lebensqualität und der Langzeitprognose empfohlen (Klasse Ia Empfehlung; [14]). Hinsichtlich der Dosiswirkungsbeziehung der Trainingsintervention (Art, Dauer und Intensität) gibt es keine prospektiv vergleichenden Studien im Bereich der Sekundärprävention.

### Fazit für die Praxis

Für Patienten mit KHK (insbesondere nach akutem Koronarsyndrom und/oder Bypass-Operation) ist die Teilnahme an einer ambulanten Herzgruppe zur Förderung eines regelmäßigen körperlichen Trainings – neben anderen das Risiko reduzierenden Lebensstiländerungen – empfehlenswert. Hierfür ist es wichtig, mit dem Patienten die individuellen Grenzen für das körperliche Training verständlich festzulegen.

Grundsätzlich sollte ein Belastungs-EKG oder besser noch eine Spiroergometrie in jährlichen Abständen durchgeführt werden. Der optimale Trainingslevel liegt bei 50–80% der maximalen Leistungsfähigkeit bezogen auf die maximale Sauerstoffaufnahme. Sollten Sie den Trainingsumfang mittels Belastungs-EKG festlegen wollen,

so arbeiten Sie am sichersten mit der Herzfrequenzreserve wie im Beispiel dargestellt. Die Herzfrequenz ist dabei ein objektiver, leicht zu ermittelnder Parameter zur Belastungssteuerung und -kontrolle in der Sekundärprävention. Sollten Sie bezüglich des Trainingslevels Ihrer Patienten unsicher sein, so folgen Sie der Regel: Start low, go slow. Der Patient soll sich 3–5 Tage/Woche für 30–60 Minuten nach Aufwärmübungen bewegen, gerne mit einem Partner, und sich während des Trainings unterhalten, sodass weitestgehend sichergestellt ist, dass er sich zum einen nicht überanstrengt und zum anderen dauerhaft an einem aktiveren Lebensstil arbeitet.

**Interessenkonflikte:** Der Autor erklärt, dass keine wirtschaftlichen oder persönlichen Verbindungen bestehen.

#### Online zu finden unter:

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-102470>

#### Literatur

- [1] **Bundesamt S.** Todesursachen in Deutschland. Fachserie 12 2012. Reihe 4
- [2] **Gohlke H.** Primary prevention of coronary artery disease: is there a role for risk scores? *Herz* 2012; 37 (1): 75–80
- [3] **Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften B.** Kassenärztliche Bundesvereinigung, Nationale Versorgungs-Leitlinie Chronische KHK 2014; (AWMF-Register-Nr.: nvl-004): 249
- [4] **Karoff M, Held K, Bjarnason-Wehrens B.** Cardiac rehabilitation in Germany. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007; 14 (1): 18–27
- [5] **Graf CH, Halle M.** Aktuelle Aspekte im Herzsport. *Der Kardiologe* 2015; 9: 67–80
- [6] **Williams PT.** Lifestyle and structured interventions to increase physical activity. *J Am Med Assoc* 1999; 282 (16): 1515–1517
- [7] **Wiklund RA, Stein HD, Rosenbaum SH.** Activities of daily living and cardiovascular complications following elective, noncardiac surgery. *Yale J Biol Med* 2001; 74 (2): 75–87
- [8] **Shaten BJ, Kuller LH, Neaton JD.** Association between baseline risk factors, cigarette smoking, and CHD mortality after 10.5 years. MRFIT Research Group. *Prev Med* 1991; 20 (5): 655–9
- [9] **Bjarnason-Wehrens B et al.** Cardiac rehabilitation in Europe: results from the European Cardiac Rehabilitation Inventory Survey. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010; 17 (4): 410–8
- [10] **Graf C et al.** Arteriosclerosis – a lifelong challenge. *Herz* 2002; 27 (8): 760–4
- [11] **Thompson PD et al.** Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation* 2003; 107 (24): 3109–16
- [12] **Busch JC et al.** Resistance and balance training improves functional capacity in very old participants attending cardiac rehabilitation after coronary bypass surgery. *J Am Geriatr Soc* 2012; 60 (12): 2270–6
- [13] **Redberg RF et al.** AHA/ACC [corrected] 2009 performance measures for primary prevention of cardiovascular disease in adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on performance measures (writing committee to develop performance measures for primary prevention of cardiovascular disease): developed in collaboration with the American Academy of Family Physicians; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; and Preventive Cardiovascular Nurses Association: endorsed by the American College of Preventive Medicine, American College of Sports Medicine, and Society for Women's Health Research. *Circulation* 2009; 120 (13): 296–336
- [14] **Bjarnason-Wehrens B, Gielen SO et al.** Leitlinie körperliche Aktivität zur Sekundärprävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen. *Clin Res Cardiol Suppl* 2009; 4: 1–44
- [15] **Hollmann W, Hettinger T.** Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen. 3. Aufl. Stuttgart–New York: Schattauer; 1990
- [16] **Bartels H.** Gaswechsel (Atmung). In: Keidel W, Hrsg. *Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie*. Stuttgart: Thieme; 1975: 4–34
- [17] **Graf C, Bjarnason-Wehrens B, Rost R.** Preventing coronary heart disease by physical activity. How much exercise is necessary? *MMW Fortschr Med* 2001; 143 (4): p. 28–30
- [18] **Piepoli MF et al.** Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. A position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010; 17 (1): 1–17
- [19] **Niebauer J, Schuler G.** The anti-atherogenic mechanism of action of physical training in patients with coronary heart disease. *Z Kardiol* 2001; 90 (11): 799–806
- [20] **Piepoli MF et al.** Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular diseases. Core components, standards and outcome measures for referral and delivery: A Policy Statement from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. Endorsed by the Committee for Practice Guidelines of the European Society of Cardiology. *Eur J Prev Cardiol* 2012; 21 (6): 664–681
- [21] **Gielen S.** Optimal medical therapy is the treatment of choice for stable chronic coronary disease. *Dtsch Med Wochenschr* 2010; 135 (39): 1937
- [22] **Hambrecht R.** Sports as therapy. *Herz* 2004; 29 (4): 381–90
- [23] **Perk J et al.** 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) \* Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J* 2012; 33 (13): 1635–701
- [24] **Gohlke H.** European guidelines on cardiovascular disease prevention. What has changed in 2012? *Herz* 2013; 38 (8): 838–47
- [25] **Stefanick ML et al.** Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol. *N Engl J Med* 1998; 339 (1): 12–20
- [26] **Fagard RH.** Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33 (6 Suppl): S484–92; discussion S493–4
- [27] **Leon AS, Sanchez OA.** Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(6 Suppl): S502–15; discussion S528–9
- [28] **Clarkson P et al.** Exercise training enhances endothelial function in young men. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33 (5): 1379–85
- [29] **Higashi Y et al.** Regular aerobic exercise augments endothelium-dependent vascular relaxation in normotensive as well as hypertensive subjects: role of endothelium-derived nitric oxide. *Circulation* 1999; 100 (11): 1194–202
- [30] **Hambrecht R et al.** Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation* 2003; 107 (25): 152–8

- [31] **Sim DN, Neill WA.** Investigation of the physiological basis for increased exercise threshold for angina pectoris after physical conditioning. *J Clin Invest* 1974; 54 (3): 63–70
- [32] **Belardinelli R et al.** Exercise training intervention after coronary angioplasty: the ETICA trial. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37 (7): 891–900
- [33] **Hambrecht R, Schuler G.** Exercise tolerance in patients with heart insufficiency. Exercise in heart insufficiency? *Internist (Berl)* 2000; 41 (3): 269–75
- [34] **Hambrecht R et al.** Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: A randomized trial. *JAMA* 2000; 283 (23): 3095–101
- [35] **Jolliffe JA et al.,** Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; (1): CD001800
- [36] **Balady GJ et al.** Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2007; 27 (3): 121–9
- [37] **Heran BS et al.** Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; (7): CD001800
- [38] **Billman GE.** Aerobic exercise conditioning: a nonpharmacological antiarrhythmic intervention. *J Appl Physiol* (1985), 2002; 92 (2): 446–54
- [39] **Hamilton KL et al.** Short-term exercise training can improve myocardial tolerance to I/R without elevation in heat shock proteins. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001; 281 (3): H1346–52
- [40] **Dunlay SM et al.** Participation in cardiac rehabilitation, readmissions, and death after acute myocardial infarction. *Am J Med* 2014; 127 (6): 538–46
- [41] **Bjarnason-Wehrens B et al.** Effects of a phase II cardiac rehabilitation program performed on an outpatient basis. *Herz* 2003; 28 (5): 404–12
- [42] **Bjarnason-Wehrens B et al.** Long-term results of a three-week intensive cardiac out-patient rehabilitation program in motivated patients with low social status. *Clin Res Cardiol* 2007; 96 (2): 77–85
- [43] **European Association of Cardiovascular P 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
- [44] **Unverdorben M et al.** Traumatologische Risiken der ambulanten kardiologischen Rehabilitation. *Med Klin* 1996; 91: 131–135
- [45] **Edel KU, Degenhardt M, Brusis O et al.** Risiko von Sportverletzungen in ambulanten Herzsportgruppen im Vergleich zu Freizeitsportgruppen Gesunder. *Sportverl Sportschad* 2007; 21: 79–82
- [46] **Pate RR et al.** Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995; 273 (5): 402–7
- [47] **Hootman JM et al.** Epidemiology of musculoskeletal injuries among sedentary and physically active adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34 (5): 838–44
- [48] **Siscovick DS et al.** Habitual vigorous exercise and primary cardiac arrest: effect of other risk factors on the relationship. *J Chronic Dis* 1984; 37 (8): 625–31
- [49] **Mittleman M et al.** Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. *N Engl J Med* 1993; 329: 1677–1683
- [50] **Guazzi M et al.** EACPR/AHA Scientific Statement. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation* 2012; 126 (18): 2261–74
- [51] **Karvonen-Formel.** 03.03.2015; Available from: <http://www.sportunterricht.de/lksport/herzfrq3.html>
- [52] **Unverdorben M et al.** Risk predictors and frequency of cardiovascular symptoms occurring during cardiac rehabilitation programs in phase III-WHO. *Clin Res Cardiol* 2007; 96 (6): 383–8

## ÜBER DEN AUTOR



Klaus Edel, geb. 1959, Medizinstudium; 1987–1993 Internistische Ausbildung; Zusatzqualifikationen: Sportmedizin, Kardiologie, Diabetologie, Rehabilitationswesen, Balneologie und med. Klimatologie, Phys. Medizin, Notfallmedizin, Hypertensiologie. Vorsitzender der Ges. für Prävention und Rehabilitation von Herz-/Kreislaufkrankungen in Hessen e.V. und Landes-sportarzt für Präventions- und Rehabilitations-sport; Ärztlicher Direktor Reha-Zentrum Klinik Hochstaufen der DRV Bund, Bayerisch Gmain, Buchautor.

### KORRESPONDENZADRESSE

Dr. med. Klaus Edel  
Klinik Hochstaufen  
Herkommerstr. 2  
83457 Bayerisch Gmain  
[dr.med.klaus.edel@drv-bund.de](mailto:dr.med.klaus.edel@drv-bund.de)

[www.rehaklinik-hochstaufen.de](http://www.rehaklinik-hochstaufen.de)