

Cornel Badorff

Herzpraxis Winterthur

Sport bei bekannter Herzerkrankung

Zusammenfassung

Entgegen der früheren Lehrmeinung zeigen neuere Untersuchungen, dass für Patienten mit Herzerkrankung, speziell Patienten mit koronarer Herzerkrankung und/oder systolischer stabiler Herzinsuffizienz, die meisten aeroben körperlichen Aktivitäten sinnvoll und sicher sind. Spezielle Beachtung erfordern Wettkampfabitionen sowie Aktivitäten in einem Umfeld, das eine rasche medizinische Hilfe bei Notfällen nicht zulässt.

Zur Risiko-Stratifizierung ist vor derartigen Belastungen bei Herzpatienten eine kardiologische Abklärung sinnvoll. Das Ziel der individuellen Beratung des Patienten besteht nicht darin, Verbote auszusprechen, sondern die geeignete Bewegungsform für den individuellen Patienten zu finden. Dies gelingt für die allermeisten Patienten, sodass auch bei bestehender Herzerkrankung in der Regel eine gute Lebensqualität mit Verwirklichung der sportlichen Ziele erreicht werden kann.

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 59 (2), 83–86, 2011

Summary

In contrast to earlier recommendations, newer studies demonstrate that it is safe and effective for patients with known cardiac conditions, in particular patients with coronary artery disease and/or stable heart failure, to perform most aerobic physical activities. Competitive sport participation and activities in areas without rapid medical response deserve special consideration.

Prior to such activities, a cardiological work-up is recommended. The goal of an individual counselling is not to prohibit sportive activities, but to find suitable forms of physical activities. Thus, most patients with cardiac conditions can realise their sportive ambitions.

Einleitung

Regelmässige körperliche Aktivität mit einem im aeroben Bereich durchgeführten Ausdauertraining führt bei Patienten mit bekannter Herzerkrankung aufgrund einer Vielzahl von Untersuchungen zu einer Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie der symptomfreien Belastbarkeit. Dabei hängt der Grad der Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit ab von der Ausgangsbelastbarkeit sowie der Art und des Umfangs des durchgeführten Trainings [2, 3].

Gute Evidenz diesbezüglich existiert vor allem für Patienten mit koronarer Herzerkrankung und/oder systolischer Herzinsuffizienz, wie eine Analyse der verfügbaren Literatur zeigte.

Im Folgenden soll auf 4 Aspekte, die in der sportkardiologischen Praxis eine wichtige Rolle spielen, näher eingegangen werden.

Gesundheitssport/Herzgruppen

Besonders geeignet für Herzpatienten sind ambulante strukturierte Langzeitprogramme wie die ambulanten Herzgruppen (Phase 3 Rehabilitation), von denen es aktuell 126 in der gesamten Schweiz gibt [15].

Besonders gute Evidenz für den Effekt derartiger Trainingsmassnahmen gibt es für Patienten mit koronarer Herzerkrankung. Eine Vielzahl von Studien und mehrere Meta-Analysen konnten zeigen, dass durch ein regelmässiges und strukturiertes kardiopulmonales Training die Gesamtmortalität von Patienten mit koronarer Herzerkrankung um 27% und die kardiale Mortalität um 31% reduziert werden kann. Allerdings konnte durch diese Studien nicht belegt werden, dass die Inzidenz nicht-tödlicher Myokardinfarkte und des plötzlichen Herztodes durch Rehabilitationsmassnahmen gesenkt wird [12].

Alle internationalen Empfehlungen, speziell auch die aktuelle Empfehlung der Europäischen Gesellschaft für kardiovaskuläre Prävention und Rehabilitation, empfehlen deshalb, dass Patienten

mit struktureller Herzerkrankung ein strukturiertes kardiopulmonales Training durchführen. Allerdings erhalten bislang erst ein Drittel der Koronar-Patienten in Europa eine strukturierte kardiale Rehabilitation [3].

Wichtig bei diesen Trainingsprogrammen ist es, lediglich eine submaximale Belastung durchzuführen und kompetitive Aspekte der körperlichen Aktivität möglichst zu vermeiden zur Prävention von kardialen Zwischenfällen.

Vor Beginn eines Trainingsprogrammes soll bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung zusätzlich zu Anamnese, körperlicher Untersuchung und Ruhe-EKG ein symptom-limitierter Belastungstest durchgeführt werden, um allfällige myokardiale Ischämien zu detektieren und um ein individuelles Trainingsprogramm für jeden Patienten zu erstellen. Die Ergometrie wird alle 1 bis 2 Jahre wiederholt, um eine allfällige Progression der Herzerkrankung rechtzeitig zu detektieren. Höhergradige Ischämien sollten vor Beginn eines körperlichen Trainings revaskularisiert werden und Arrhythmien entsprechend kontrolliert werden [2, 3].

Sofern Unklarheiten über die linksventrikuläre systolische Pumpfunktion bestehen oder bei der körperlichen Untersuchung pathologische Herzgeräusche auskultiert werden oder sich Befunde erheben lassen, welche auf eine Herzinsuffizienz hindeuten, sollte eine Echokardiographie zur Beurteilung der linksventrikulären systolischen Pumpfunktion und der Klappenfunktion durchgeführt werden [2, 9].

Hintergrund dieser Massnahmen ist, dass unter körperlicher Belastung ein erhöhtes relatives Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse, speziell für den plötzlichen Herztod, besteht, dies gilt speziell für Patienten mit koronarer Herzerkrankung [9].

Für Patienten mit Herzinsuffizienz und hochgradig eingeschränkter linksventrikulärer systolischer Pumpfunktion (Ejektionsfraktion $\leq 30\%$) war es lange unklar, ob es für diese Patienten in Analogie zu anderen Patienten möglich ist, sicher und effektiv kardiopulmonal zu trainieren. In der HF-ACTION-Studie konnte jedoch für stabile Patienten mit einer mittleren Ejektionsfraktion von 25% gezeigt werden, dass diese in einem ambulanten

Rehabilitationsprogramm aerob ausdauertrainiert werden können [8]. Für diese Patienten konnte gezeigt werden, dass die Lebensqualität, erhoben mit einem standardisierten Fragebogen, signifikant steigt, auch die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit zeigte eine Tendenz zur Besserung [5]. Durch diese Intervention konnte gezeigt werden, dass die Notwendigkeit einer kardiovaskulären Hospitalisation, hauptsächlich wegen dekompensierter Herzinsuffizienz, um 15% signifikant reduziert werden konnte ($p = 0,03$), die Gesamtmortalität zeigte eine nicht-signifikante Abnahme um 9% [8]. Somit können auch Patienten mit Herzinsuffizienz und eingeschränkter linksventrikulärer systolischer Pumpfunktion sicher und effektiv ambulant rehabilitiert werden.

Je nach den örtlichen Gegebenheiten können die Patienten mit Herzinsuffizienz entweder in die Gruppen mit anderen Herzpatienten integriert oder in speziellen Gruppen trainiert werden. Hierbei ist zu beachten, dass die körperliche Leistungsfähigkeit von Patienten mit Herzinsuffizienz trotz hochgradig eingeschränkter systolischer Pumpfunktion sehr unterschiedlich sein kann, abhängig von der peripheren Adaptation und dem Trainingszustand des Patienten. Deshalb bevorzugen wir in der Herzgruppe Winterthur eine Integration dieser Patienten mit den anderen Herzpatienten zusammen, über die Gruppeneinteilung entscheidet die körperliche Leistungsfähigkeit. Hintergrund dieser Überlegung ist, auch den sozialen Aspekten im Training in der Herzgruppe gerecht zu werden und die Patienten mit Herzinsuffizienz nicht zu isolieren.

Vor Beginn eines Trainingsprogrammes soll bei Patienten mit Herzinsuffizienz zusätzlich zu Anamnese, körperlicher Untersuchung und Ruhe-EKG eine Echokardiographie zur Quantifizierung der links- und rechtsventrikulären Funktion sowie ein symptom-limitierter Belastungstest, idealerweise als Ergospirometrie, durchgeführt werden [2, 3].

Teilnahme von Herzpatienten an sportlichen Wettkämpfen, speziell (Halb-)Marathon

Pheidippides war nach der Überlieferung der legendäre Bote, der am 12. September 490 v. Chr. von Marathon nach Athen lief und an Erschöpfung verstarb, nachdem er die Nachricht vom Sieg über die Perser übermittelt hatte [16]. Ob Pheidippides jedoch eine zugrunde liegende bekannte Herzerkrankung hatte, ist nicht bekannt. Ausdauerwettkämpfe erfreuen sich in der Schweiz wie weltweit einer steigenden Beliebtheit, die Teilnehmerzahlen und die Zahl der Veranstaltungen steigt stetig. Gemäss der Einteilung der Sportarten durch die Arbeitsgruppe Sportkardiologie der Europäischen Kreislaufgesellschaft handelt es sich beim (Halb-)Marathon um eine Sportart mit geringer statischer und hoher dynamischer Belastung [7].

Prinzipielles Problem bei diesen Ausdauerveranstaltungen ist der plötzliche Herztod, der im Wettkampfsport mit einer Inzidenz zwischen 1 und 3 pro 100000 Teilnehmer und Jahr angegeben wird, abhängig speziell vom Alter und Geschlecht der Teilnehmer sowie der Art des Wettkampfes [14]. Wichtig hierbei ist, dass bei Athletinnen und Athleten über 35 Jahren in der Mehrzahl der Fälle eine myokardiale Ischämie bei koronarer Herzerkrankung und/oder Herzinfarkt als Ursache für den plötzlichen Herztod anzusehen ist. Aus diesem Grunde fokussieren die Empfehlungen für die Teilnahme an sportlichen Wettkämpfen auf Patienten mit koronarer Herzerkrankung.

Patienten ohne bekannte koronare Herzerkrankung und einem niedrigen kardiovaskulären Risikoprofil (weniger als 5% Ereigniswahrscheinlichkeit für die nächsten 10 Jahre im AGLA-Score) sollten vor Teilnahme an sportlichen Wettkämpfen eine Anamnese, eine Untersuchung, ein Ruhe-EKG sowie optional einen Belastungstest erhalten. Bei unauffälligem Ruhe-EKG und fehlenden klinischen Hinweisen für eine Herzerkrankung gibt es keine Einschränkung für kompetitiven Sport, die Wiederholungsuntersuchungen sollten alle 1 bis 3 Jahre erfolgen [7].

Patienten ohne klinischen Hinweis für eine Herzerkrankung, aber einem erhöhten kardiovaskulären Risikofaktorenprofil (mehr als 5% Risiko im AGLA-Score) sollten ein symptom-limitiertes

Belastungs-EKG durchführen vor Teilnahme an Wettkampfanstaltungen [7]. Aufgrund von Expertenmeinungen sollten bereits diese Patienten normalerweise nur niedrig bis moderate dynamische Belastungen und niedrige statische Belastungen im Wettkampf durchführen, also qualifizieren gemäss der Empfehlungen bereits diese Patienten nicht zur routinemässigen Teilnahme an einem (Halb-)Marathon. Hier ist jedoch auf Einzelfallbasis zu entscheiden. Für Patienten mit bekannter koronarer Herzerkrankung sind weitere apparative Untersuchungen erforderlich: Die Leitlinien empfehlen neben Anamnese, Untersuchung, Ruhe- und symptom-limitiertem Belastungs-EKG die zusätzliche Durchführung einer Echokardiographie zur Beurteilung der linksventrikulären Pumpfunktion. Bei fehlenden Arrhythmien und fehlender Ischämie im Belastungstest sowie erhaltener linksventrikulärer systolischer Pumpfunktion (Ejektionsfraktion $>50\%$ biplan) besteht eine niedrige Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Herzrhythmusstörungen unter Wettkampfbelastungen, dennoch sollten diese Patienten ebenfalls nur niedrige bis moderate dynamische Belastungen unter Wettkampfsituationen durchführen. Die Wiederholungsuntersuchungen erfolgen bei KHK-Patienten mit Wettkampf-Aktivitäten jährlich [7].

Patienten mit abnormalen Befunden (Arrhythmien, Ejektionsfraktion $<50\%$, induzierbare myokardiale Ischämie) bei den o.g. Untersuchungen sind vom Wettkampfsport auszuschliessen [7, 9]. Hintergrund dieser Überlegung ist, dass Wettkämpfe hochkompetitiv sind und zu Belastungen bis zur Leistungsgrenze führen. Unter diesen maximalen Belastungen ist das Risiko speziell bei bekannter koronarer Herzerkrankung erhöht für den plötzlichen Herztod, auch wenn die apparativen Untersuchungen keine relevante Ischämie oder Arrhythmien zeigen [7].

Einschränkend muss gesagt werden, dass die Beurteilung der Wettkampftauglichkeit immer eine Einzelfallentscheidung ist und dass im Einzelfall unter sehr günstigen Bedingungen (durchweg Normalbefunde, sehr gute Leistungsfähigkeit) auch Wettkampfsport mit höherer Beanspruchung erlaubt werden kann [9]. Jedoch ist der Patient darüber aufzuklären, dass in diesen Fällen von den gängigen Empfehlungen der Fachgesellschaften abgewichen wird. In der Schweiz ist es dennoch möglich, dass derartige Athletinnen und Athleten an (Halb-)Marathon-Veranstaltungen teilnehmen können, da ein gesetzliches Screening in der Schweiz nicht vorgeschrieben ist (anders als in Italien) und jeder Teilnehmer bei der Anmeldung einen Haftungsausschluss unterschreibt.

Patienten mit hämodynamisch relevanten Vitien oder höhergradigen Rhythmusstörungen sind grundsätzlich von der Teilnahme an Wettkampfanstaltungen auszuschliessen [7].

Aufenthalt von Herzpatienten in der Höhe

Pathophysiologisch nimmt der Sauerstoffgehalt in der Atemluft mit zunehmender Höhe ab, dieser Effekt beginnt ab einer Höhe von etwa 2500 m relevant zu werden (high altitude). Höhen ab 3500 m werden als very high altitude bezeichnet. Bei geplantem Höhenaufenthalt von Patienten mit bekannter Herzerkrankung ist anamnestisch neben der absoluten Höhe auch die geplante Aktivität auf einer gegebenen Höhe zu erfragen. So macht es einen grossen Unterschied, ob beispielsweise lediglich mit dem Zug auf das Jungfraujoch gefahren werden soll oder ob von dort aus eine 1- bis 2-stündige Wanderung über den Gletscher zur 200 m höher gelegenen Mönchsjoch-Hütte geplant ist.

Weiterhin ist es wichtig, welches Leistungsniveau im Flachland besteht und wie dieses in Relation zu sehen ist zur geplanten körperlichen Aktivität in einer grösseren Höhe. Idealerweise beginnt das Training für eine Aktivität in der Höhe bereits im Flachland [4].

Pathophysiologisch nimmt die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit, gemessen als $VO_2\max$ bei der Spiroergometrie, in einer Höhe von 3000–3500 m um 20–30% ab [1,11].

Für Höhen bis 2500 m gibt es für KHK-Patienten keine Restriktionen, lediglich Herzinsuffizienz-Patienten im klinischen Stadium NYHA III sollten Höhen >2000 m meiden.

Vor Aufenthalt und körperlicher Aktivität in Höhen über 2500 m sollte grundsätzlich vorher ein symptom-limitiertes Belastungs-EKG sowie eine Echokardiographie zusammen mit einem Ruhe-EKG, Anamnese und körperlicher Untersuchung durchgeführt werden. Diese Untersuchungen dienen der Risiko-Stratifizierung und der speziellen Beratung der Patienten. Patienten sollten mindestens 50% der Alters- und Geschlechts-spezifischen durchschnittlichen Leistungsfähigkeit im Flachland erreichen, um einen Aufenthalt in der Höhe sicher zu gestalten. Relevante Arrhythmien oder Herzinsuffizienz-Symptomatik dürfen nicht vorliegen. Eine kardiologische Standortbestimmung für einen geplanten Aufenthalt in Höhen ≥ 2500 m ist sicherlich auch sinnvoll bei allen Patienten über 45 Jahre mit Berg-Ambitionen und Vorhandensein von kardiovaskulären Risikofaktoren, da intensive Bergtouren ähnlichen Charakter wie Wettkampfveranstaltungen haben können.

Idealerweise sollten Patienten mit (koronarer) Herzerkrankung 5 Tage Akklimatisationszeit am Zielort vor der geplanten körperlichen Aktivität in der Höhe einplanen, während dieser Zeit sind leichte Belastungen sinnvoll [13]. Grundsätzlich ist es für KHK-Patienten mit durchgemachtem Myokardinfarkt und erhaltener linksventrikulärer systolischer Pumpfunktion ohne Gefahr möglich, auf einer Höhe von 3454 m (Jungfrauoch-Station) sich körperlich zu belasten, wie die Arbeitsgruppe um Schmid et al zeigen konnte [11].

Die gleiche Arbeitsgruppe konnte in einer weiteren Arbeit zeigen, dass auch Patienten mit stabiler Herzinsuffizienz NYHA II und einer eingeschränkten linksventrikulären systolischen Ejektionsfraktion von $\leq 40\%$ sowie genügender kardiopulmonaler Leistungsfähigkeit (mehr als 50% des altersentsprechenden Normwertes) gefahrlos einer Höhen-Exposition von knapp 3500 m ausgesetzt werden können. Auf der Höhe von 3454 m nahm die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit dieser Patienten jedoch um weitere 22% ab [6].

Es muss betont werden, dass es sich bei diesen Untersuchungen um die Simulation von Höhenaufhalten zu touristischen Zwecken handelt, d.h. ohne ausdauernde und anstrengende körperliche Aktivität in der grossen Höhe von etwa 3500 m. Im Sinne des Vorangesagten macht es somit einen grossen Unterschied, ob Herzpatienten mit dem Zug auf 3454 m reisen wollen, was in der Regel kein Problem darstellt, oder ob anschliessend auf dieser Höhe alpine Wanderungen (z.B. zur Mönchsloch-Hütte) oder Besteigung von 4000ern geplant sind. Von Höhen über 4500 m ist Herzpatienten aufgrund der deutlichen Hypoxie abzuraten [4].

Aufenthalt im und unter Wasser bei Herzpatienten

Hämodynamisch kommt es bei Aufenthalt im Wasser zu einer Thoraxkompression und einem vermehrten venösen Rückstrom, dieses stellt eine Belastung speziell der rechten Seite des Herzens dar (Frank-Starling-Mechanismus). Zudem kommt es durch kaltes Wasser zu einer Vasokonstriktion der Hautgefässe mit konsekutivem Blutdruckanstieg. Dieses kann auch zu einer koronaren Vasokonstriktion führen ("cold pressor-Phänomen"). Diese Phänomene erhöhen den myokardialen Sauerstoffbedarf und sind somit potenziell arrhythmogen. Zudem kann analog der Situation in den Bergen in und unter Wasser die Rettung bei Gefahrensituationen deutlich erschwert sein, dieser Sicherheitsaspekt ist zusätzlich zu beachten.

Andererseits werden durch die Bewegungen im Wasser die Gelenke geschont, was speziell bei übergewichtigen Herzpatienten oder Herzpatienten mit zusätzlichen orthopädischen Problemen vorteilhaft sein kann.

In Abwesenheit von hochgradigen Arrhythmien oder eines hämodynamisch relevanten Vitiums ist ein Training im Wasser auch für Herzpatienten sicher möglich, dieses wird auch bereits in mehreren Herzgruppen als AquaFit-Training in Ergänzung oder als Alternative zum Training an Land durchgeführt.

Untersuchungen der Arbeitsgruppe aus Bern konnten zeigen, dass auch für Patienten mit stabiler Herzinsuffizienz NYHA II oder koronarer Herzerkrankung ohne induzierbare Ischämie ein

Aufenthalt in 22° kaltem Wasser mit Schwimm-Aktivitäten sicher möglich ist. Allerdings kam es zu einer Zunahme von ventrikulären Extrasystolen in Abwesenheit von detektierbaren Kammertachykardien. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass gegebenenfalls das Risiko für Kammertachykardien im Wasser erhöht sein kann [10].

Aus diesem Grunde ist vor geplanter körperlicher Aktivität im Wasser neben eines Belastungs-Tests und einer Echokardiographie gegebenenfalls auch ein Langzeit-EKG zur Erfassung von relevanten Arrhythmien sinnvoll.

Eine spezielle Situation besteht bei Schrittmacher- oder ICD-abhängigen Patienten ohne ausreichende elektrische Eigenaktivität des Herzens. Diesen Patienten wird grundsätzlich von körperlichen Aktivitäten im Wasser abgeraten, da eine Synkope unter Wasser zum Ertrinken führen kann.

Dagegen können Patienten mit offenem Foramen ovale nach den Regeln des «low bubble diving»-Tauchens in aller Regel ohne Probleme ihrem Tauchsport nachgehen. Sinnvoll ist sicherlich vorgängig eine echokardiographische Abklärung zur Differenzierung, ob ein PFO oder ein ASD vorliegt [13].

Schlussfolgerung

Patienten mit Herzerkrankung, speziell Patienten mit koronarer Herzerkrankung und/oder stabiler systolischer Herzinsuffizienz, können die meisten aeroben körperlichen Aktivitäten sinnvoll und sicher ausführen. Spezielle Beachtung erfordern Wettkämpfe sowie Aktivitäten in einem Umfeld, das eine rasche medizinische Hilfe bei Notfällen nicht zulässt.

Zur Risiko-Stratifizierung ist vor derartigen Belastungen bei Herzpatienten eine kardiologische Abklärung sinnvoll. Das Ziel der individuellen Beratung des Patienten besteht nicht darin, Verbote auszusprechen, sondern die geeignete Bewegungsform für den individuellen Patienten zu finden. Dies gelingt für die allermeisten Patienten, sodass auch bei bestehender Herzerkrankung in der Regel eine gute Lebensqualität mit Verwirklichung der sportlichen Ziele erreicht werden kann.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. Cornel Badorff, herzpraxis winterthur, Technikumstr. 61, 8400 Winterthur, Tel. 052 212 83 00
E-Mail: cornel.badorff@hin.ch

Literaturverzeichnis

- Agostoni P., Cattadori G., Guazzi M., Bussotti M., Conca C. et al. (2000): Effects of simulated altitude-induced hypoxia on exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Am. J. Med.* 109: 450–455.
- Bjarnason-Wehrens B., Schulz O., Gielen S., Halle M., Dürsch M., et al. (2009): Leitlinie körperliche Aktivität zur Sekundärprävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen. *Clin. Res. Cardiol. Suppl.* 4: 1–44.
- Corra U., Piepoli M.F., Carré F., Heuschmann P., Hoffmann U. (2010): 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.* 31: 1967–1974.
- Dehnert C., Bärtch P. (2010): Can patients with coronary heart disease go to high altitude? *High. Alt. Med. Biol.* 11: 183–188.
- Flynn K.E., Pina I.L., Whellan D.J., Lin L., Blumenthal J.A. et al. (2009): Effects of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 301: 1451–1459.
- Nobel D., Novak J., Palau P., Trepp A., Saner H., Schmid J.P. (2010): Safety and tolerance of high altitude exposure (3454 m) in non-acclimatized patients with chronic heart failure. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 17 (Suppl. 2): S. 67.
- Pellicia A., Fagard R., Björnstad H. H., Anastassakis A., Arbustini E. et al. (2005): Recommendation 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. *Europ. Heart J.* 26: 1422–1445.
- 8 O'Connor C.M., Whellan D.J., Lee K.L., Keteyian S.J., Cooper L.S. et al. (2009): Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 301: 1439–1450.
 - 9 Röcker K. (2003): Koronare Herzkrankheit (Kapitel 9). In: Sportkardiologie, Kindermann W., Dickhuth H.-H., Niess A., Röcker K., Urhausen (Hrs.), Steinkopff-Verlag, Darmstadt, 2003, S. 127–144.
 - 10 Schmid J.P., Morger C., Novenau M., Binder R.K., Anderegg M., Saner H. (2009): Haemodynamic and arrhythmic effects of moderately cold (22 degrees C) water immersion and swimming in patients with stable coronary artery disease and heart failure. *Eur. J. Heart Fail.* 11: 903–909.
 - 11 Schmid J.P., Noveanu M., gaillet R., Hellige G. Wahl. A., Saner H. (2006): Safety and exercise tolerance of acute high altitude exposure (8345 m) among patients with coronary artery disease. *Heart* 92: 921–925.
 - 12 Taylor S., Brown A., Ebrahim S., Jolliffe J.A., Noorani H. et al (2004): Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Med.* 116: 682–692.
 - 13 Torti S.R., Kraus M., Völm E.B. (2007): Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Unterwasser- und Hyperbarmedizin zum Tauchen mit einem offenen Foramen ovale. <http://www.suhms.org>.
 - 14 Villiger B., Hintermann M. Goerre S., Schmied C. (2010): Der plötzliche Herztod beim jungen Wettkampfsportler: Empfehlungen für sinnvolle und effektive Vorsorgeuntersuchungen. *Schw. Zeitschr. Sportmed. Sporttraumatolog.* 58: 99–100.
 - 15 <http://www.swisheartgroups.ch>.
 - 16 <http://www.wikipedia.de>