

Dagmar I. Keller

Klinik und Poliklinik für Innere Medizin, UniversitätsSpital Zürich

Kardiale Screening-Untersuchungen beim Kompetitiv- und Gelegenheits-Athleten

Zusammenfassung

Die überwiegend positiven Effekte des Sports können überschattet werden durch den sportassoziierten plötzlichen Herztod (Sudden Cardiac Death, SCD), welcher ein seltenes, aber fatales Ereignis darstellt. In Italien haben sich bereits vor Jahrzehnten Screeningprogramme zur Verhinderung des SCD etabliert. Solche Programme haben neben der Verhinderung des SCD auch das Ziel, Sportler mit einer relevanten, bisher nicht bekannten oder asymptomatischen kardiovaskulären Erkrankung zu identifizieren. Screeningprogramme sind heute so weit entwickelt, dass sie unterscheiden zwischen einem Spitzensportler resp. Kompetitiv-Athleten und einem Hobby- resp. Gelegenheitsathleten, welche sich in den Belastungsformen vor, während und nach dem Wettkampf grundlegend unterscheiden. Beim Kompetitiv-Athleten soll das Screening so früh wie möglich in der Sport-Karriere erfolgen und eine ausführliche Anamnese, einen Status und ein 12-Ableitungs-Ruhe-EKG beinhalten. Das Screening sollte bei initial unauffälligen Befunden mindestens alle 2 Jahre wiederholt werden. Während bei Gelegenheitsathleten (aktiv oder sedentär) mit niedriger körperlicher Aktivität häufig eine Selbst-Evaluation mittels eines Aktivitäts-Fragebogens (PAR-Q) ausreicht, wird bei einem aktiven Gelegenheitsathleten ein umfassendes Screening mittels Anamnese, Status und EKG empfohlen.

Abstract

The benefits of sports can be overshadowed by exercise-related Sudden Cardiac Death (SCD), a rare but hazardous event. In Italy, screening programs to prevent SCD have been established already decades ago. In addition, such programs help to identify individuals with relevant symptomatic or asymptomatic cardiovascular disorders. Today, screening programs differentiate between competitive and leisure athletes, in which the burden of activity diversifies widely before, during and after competition. Competitive athletes should undergo screening as early as possible in their sports career, including personal and family history, physical examination and 12-lead resting ECG. Screening should be repeated at least every 2 years if initial screening was uneventful. In leisure athletes (active or sedentary) with low intensity activity risk usually can be assessed with a questionnaire (e.g. PAR-Q); in contrast to active leisure athletes in which detailed screening with patients and family history, physical examination and 12-lead resting ECG is recommended.

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 59 (2), 79–82, 2011

Einleitung

Der sportassoziierte plötzliche Herztod (Sudden Cardiac Death, SCD) ist ein fatales Ereignis, dass die überwiegend positiven Effekte des Sports überschattet. Zur Verhinderung des SCD wurde bereits 1982 in Italien ein Screeningprogramm bei Sportlern vor Teilnahme an Leistungssport eingeführt. Das Protokoll umfasste unter anderem die Anamnese, den klinischen Status und ein 12-Ableitungs-Ruhe-EKG. Damit gelang es, aus einem Kollektiv von >125000 Sportlern aus 9 sportmedizinischen Zentren, insgesamt 3190 (2.5%) Athleten mit relevanten kardiovaskulären Erkrankungen zu identifizieren und vom kompetitiven Sport zu disqualifizieren [9]. Davon hatten mehr als die Hälfte der Athleten Rhythmusstörungen, Valvulopathien oder eine arterielle Hypertonie, seltene Gründe waren kongenitale, rheumatische oder ischämische Herzkrankheiten, Perikarditis und Kardiomyopathien.

Neben dem Leistungssport ist das Sportangebot für Hobbysportler resp. Gelegenheitsathleten enorm vielfältig geworden. Es haben sich richtiggehende Trendsportarten entwickelt wie z.B. Städte-Marathonläufe. Gerade an solchen Wettkämpfen nehmen oftmals nicht optimal vorbereitete Sportler teil oder solche, die ein rele-

vantes kardiovaskuläres Risikoprofil aufweisen, welches bekannt (behandelt oder unbehandelt) oder auch undiagnostiziert ist.

Um das Risiko eines SCD sowohl bei kompetitiven Athleten als auch bei Hobbysportlern zu verringern, haben sich in den letzten Jahren verschiedene Screeningstrategien etabliert. Neben der Prävention des SCD haben die Programme natürlich auch das Ziel, grundsätzlich Sportler mit einer relevanten, bisher nicht bekannten oder asymptomatischen kardiovaskulären Erkrankung zu identifizieren. Die Identifizierung einer kardiovaskulären Erkrankung hat je nach Dignität relevante Folgen für den Athleten. So bedeutet z.B. die Diagnose einer Hypertrophen Kardiomyopathie den Ausschluss vom kompetitiven Sport.

Verschiedene Screening-Programme in Europa und den USA führen zu regelmässigen Debatten über Effektivität, Kosteneffizienz und das Ausmass falsch positiver Resultate.

Grundsätzlich sollte bei den Screening-Empfehlungen unterschieden werden, ob der Athlet Spitzensport resp. Kompetitiv-Sport betreibt (mit sämtlichen Belastungen vor und während des Wettkampfes) oder ob ein Athlet eher als Hobbysportler mehr oder weniger regelmässig an Wettkämpfen teilnimmt (mit oder ohne regelmässigem Training).

Der Kompetitiv-Athlet

Der klassische Kompetitiv-Athlet ist in der überwiegenden Anzahl der Fälle jung (<35 Jahre) und betreibt leistungsorientierten Wettkampfsport, alleine oder in einem Team, mit hoher körperlicher Belastung sowie mit bis an die Leistungsfähigkeit grenzendem regelmässigem Training. Zudem ist er emotionalem Stress während des Wettkampfes ausgesetzt.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, sollen mit Screeningprogrammen einerseits Athleten identifiziert werden, die eine relevante kardiovaskuläre Erkrankung haben, die bisher asymptomatisch verlief und deshalb nicht erkannt wurde, und andererseits der SCD während der sportlichen Aktivität verhindert werden. Die geschätzte Prävalenz des Vorliegens von kardiovaskulären Erkrankungen, welche zum SCD prädisponieren, wird bei jungen Athleten auf 0.2–0.7% geschätzt [3]. Da der Hauptanteil der Athleten mit einer prädisponierenden kardiovaskulären Erkrankung komplett symptomfrei ist, stellt die Screeninguntersuchung das einzige Mittel dar, um eine solche Erkrankung überhaupt zu erkennen. Die Wichtigkeit dieser Screeninguntersuchungen für die Schweiz wurde in einem Task-Force-Artikel der Schweizerischen Gesellschaft für Sportmedizin unterstrichen [11].

In Anlehnung an die Empfehlungen der Sektion Sportkardiologie der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie ist in *Figur 1* ein Flussdiagramm abgebildet, welches die einzelnen Elemente des Screenings beinhaltet. Dieses Diagramm basiert im Wesentlichen auf dem italienischen Protokoll [4, 5].

An erster Stelle stehen die *persönliche Anamnese, die Familienanamnese, der klinische Status und das 12-Ableitungs-Ruhe-EKG*.

Erstere sind etablierte und einfache Methoden, um mögliche kardiovaskuläre Erkrankungen zu identifizieren. Sie haben jedoch eine geringe Sensitivität hinsichtlich asymptomatischen oder langsam progredienten Erkrankungen oder einer negativen Familienanamnese für kardiovaskuläre Erkrankungen.

Bei der Anamnese empfiehlt es sich, nach dem Fragebogen gemäss den sogenannten *Lausanne Recommendations* des Internationalen Olympischen Komitees IOC vorzugehen [2].

Familienanamnese: Die Familienanamnese ist vor allem bei hereditären Kardiomyopathien und Arrhythmien relevant. Sie sollte immer die Fragen nach SCD in der Familie (definiert als unerwarteter Herzkreislaufstillstand innerhalb einer Stunde ohne vorgängige Symptome im Alter <50 Jahre) und nach frühem Kindstod (insbesondere wichtig bei hereditären Arrhythmien) beinhalten. Bei einem zum Tode führenden «Fieberkrampf» eines Säuglings kann selten auch ein fieber-induziertes Brugada-Syndrom, eine zum SCD führende hereditäre Arrhythmie, zu Grunde liegen [7].

Status: Die kardiovaskuläre Untersuchung inklusive BD-Messung ist von grösster Relevanz. Ein Systolikum bei der Herzaus-

kultation kann eine Herausforderung sein. Aufgrund verschiedener Manöver kann versucht werden, die Aetiologie einzugrenzen. Ein funktionelles Systolikum nimmt an Lautstärke beim Sitzen, Stehen oder bei der Inspiration ab. Beim Squatting (Kauerstellung) nimmt das Systolikum aufgrund einer Mitralsuffizienz und Aortenstenose an Lautstärke zu, bei einer hypertroph-obstruktiven Kardiomyopathie wird das Geräusch leiser oder verschwindet ganz. Umgekehrt beim Valsalva-Manöver: das Geräusch wird leiser bei einer Mitralsuffizienz und Aortenstenose, jedoch lauter bei einer hypertroph-obstruktiven Kardiomyopathie.

Prinzipiell gilt die Regel, nicht nur beim Sportler, bei einem systolischen Herzgeräusch ab einer Lautstärke von 2/6, sowie bei einem Diastolikum eine weiterführende transthorakale Echokardiographie durchzuführen.

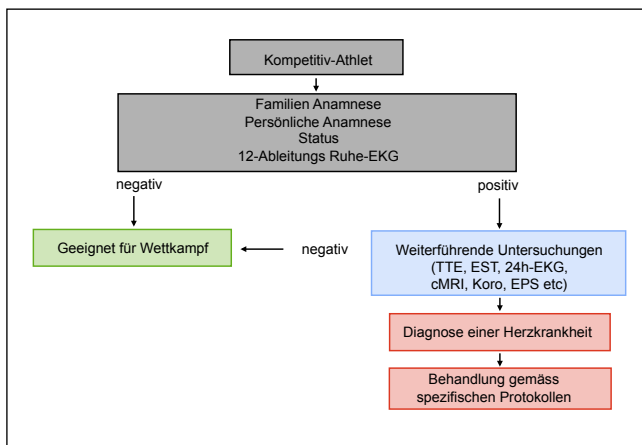
Der Status fokussiert im Weiteren auf muskuloskeletale und Bindegewebs-Veränderungen, die Hinweise auf ein Marfan-Syndrom geben können.

12-Ableitungs-Ruhe-EKG:

Das EKG erhöht die Sensitivität des Screeningprozesses aufgrund früher Erfassung von kardiovaskulären Erkrankungen, die sich als EKG-Abnormalität manifestieren, wie z.B. hereditäre Kardiomyopathien und Reizleitungsstörungen (z.B. long- oder short-QT syndrome, Wolff-Parkinson-White-Syndrom usw.). Die Effektivität des EKG-Screenings wurde v.a. in den italienischen Studien demonstriert [3, 4, 5, 9]. Da bei Sportlern im Rahmen einer physiologischen Adaptation des Herzens diverse EKG-Veränderungen auftreten können, wurden Kriterien definiert, die eine weitere Abklärung nach sich ziehen sollten (*Tab. 1a und 1b*). Zu diesen

Kriterien für ein positives 12-Ableitungs-Ruhe-EKG	
P-Welle	<ul style="list-style-type: none"> - LA Dilatation: negativer Anteil P in V1: $\geq 0.1mV$ Tiefe und $\geq 0.04s$ Dauer - RA Dilatation: peak Anteil P in II und III oder V1 $\geq 0.25mV$ Amplitude
QRS Komplex	<ul style="list-style-type: none"> - Achsendeviation: $\geq 120^\circ$ oder -30° bis -90° - Erhöhte Voltage: R oder S in Standardableitungen $\geq 2mV$, S-Welle in V1 oder V2 $\geq 3mV$ oder R-Welle in V5 oder V6 $\geq 3mV$ - Q-Welle $\geq 0.04s$ Dauer oder $\geq 25\%$ der Höhe der R-Welle oder QS pattern in 2 oder mehr Ableitungen - RSB oder LSB mit QRS Dauer $\geq 0.12s$ - R oder R' in V1 $\geq 0.5mV$ und R/S ratio ≥ 1
ST-Strecke, T-Welle, QT-Intervall	<ul style="list-style-type: none"> - ST-Strecken Senkung oder T-Wellen Abflachung oder Inversion in 2 oder mehr Ableitungen - Verlängertes QTc-Intervall $>0.44s$ bei Männern, $>0.46s$ bei Frauen
Rhythmus und Überleitung	<ul style="list-style-type: none"> - VES oder komplexere ventrikuläre Rhythmusstörungen - Supraventrikuläre Tachykardien, Vorhofflattern, Vorhofflimmern - PQ-Intervall $<0.12s$ mit/ohne delta-Welle - Sinusbradykardie mit Ruhe-Herzfrequenz $\leq 40/min$. - 1-gradig (PQ-Intervall $\geq 0.21s$), 2. oder 3. gradiger AV-Block

Tabelle 1a: Kriterien für ein positives 12-Ableitungs-Ruhe-EKG [4].



Figur 1: Screening-Untersuchung beim Kompetitiv-Athlet (adaptiert nach [4, 5]). Abkürzungen: TTE, Transthorakale Echokardiographie; EST, Exercise Stress Test; cMRI, kardiale Magnetresonanztomographie; Koro, Koronarangiographie; EPS, Elektrophysiologische Untersuchung

EKG Abnormalitäten beim Athleten
Gruppe 1: häufige Veränderungen (bis zu 80%)
Sinusbradykardie AV-Block Grad I Notched (knotted) QRS in V1 oder inkompletter RSB Early repolarization Isoliert erhöhte QRS Voltage
Gruppe 2: selten (< 5%)
T-Wellen Inversion ST-Segment Senkung Pathologische Q-Zacken LA Dilatation Überdrehte Linksachse/linksanteriöer Hemiblock Überdrehte Rechtsachse/linksposteriöer Hemiblock Rechtsventrikuläre Hypertrophie Kompletter RSB oder LSB Langes oder kurzes QT-Intervall Brugada-ähnliches Pattern Ventrikuläre Rhythmusstörungen

Tabelle 1b: Klassifikation der EKG-Abnormalitäten bei Athleten [5].

Abkürzungen: LA, linker Vorhof; RA, rechter Vorhof; RSB, Rechtsschenkelblock; LSB, Linksschenkelblock; VES, ventrikuläre Extrasystolen

gehören Veränderungen der P-Welle, des QRS-Komplexes, der ST-Strecke, T-Welle und des QT-Intervalls sowie einer Störung des Rhythmus und der Reizleitung. In *Tabelle 1b* werden die EKG-Abnormalitäten in häufig und selten vorkommend aufgeteilt, wobei die seltenen Veränderungen in der Regel unabhängig vom Trainingszustand des Athleten sind und eine kardiovaskuläre Abklärung nach sich ziehen sollten.

In erster Linie werden Sportler mit positiven Befunden nicht-invasiv abgeklärt, z.B. mittels transthorakaler Echokardiographie mit Frage nach Kardiomyopathie, oder mittels Belastungstest mit Frage nach Aufhebung einer in Ruhe bestehenden AV-Blockierung unter Belastung. Die Art der Abklärung richtet sich nach dem Vorliegen der Pathologie im EKG.

Bezüglich der Diagnostik bei der hypertrophen Kardiomyopathie kann das EKG eine ähnliche Sensitivität wie die transthorakalen Echokardiographie bei jungen Athleten aufweisen, wobei zur Abklärung einer hypertrophen Kardiomyopathie die Echokardiographie der Goldstandard bleibt.

Weiterführende Untersuchungen:

Je nach Befund in der Primärdiagnostik mittels Anamnese, Status oder EKG wird durch den Spezialisten das weitere Abklärungsschema festgelegt und beinhaltet nicht invasive sowie invasive Untersuchungen. Wird die Diagnose einer Herzkrankheit gestellt, wird sie gemäss spezifischen Protokollen behandelt. Dies kann jedoch für den Sportler auch das Karriereende bedeuten, was natürlich erhebliche Konsequenzen für den Sportler und dessen Umfeld hat [8].

Diese Screeninguntersuchungen sollten so früh wie möglich in der Sportkarriere beginnen, was durchschnittlich einem Alter von 12 bis 14 Jahren entspricht und alle 1–2 Jahre repetiert werden. Die regelmässige Wiederholung der Untersuchungen ist deshalb relevant, da sich vor allem zum SCD führende hereditäre Kardiomyopathien und Arrhythmien aufgrund einer ausgeprägten Heterogenität des Phänotyps erst über Jahre klinisch und elektrokardiographisch manifestieren können. Klassische Beispiele hierfür sind die hypertrophe Kardiomyopathie und die arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie.

Der Gelegenheits-Athlet

Der Gelegenheits-Athlet ist meist mittleren Alters (>35 Jahre) oder auch im Seniorenalter, betreibt Sport aus einem präventiven gesundheitsfördernden Ansatz und nimmt gegebenenfalls in unregelmässigen Abständen an Wettkämpfen teil.

Bei den >35-jährigen Athleten liegt dem sport-assoziierten kardialen Ereignis resp. dem SCD pathophysiologisch meist eine koronare Herzkrankheit zu Grunde.

Gelegenheitsathleten können sich hinsichtlich körperlicher Fitness und Aktivität erheblich unterscheiden. Deshalb wurde von Corrado et al eine differenzierte Abklärung für aktive und sedentary (sedentäre) Athleten vorgeschlagen [5].

Für den «aktiven» *Gelegenheitssportler* ist in *Figur 2* ein spezifisches Screening abgebildet (Athleten >35 Jahre resp. im Seniorenalter).

Erste Frage im Assessment ist die Intensität der körperlichen Belastung, welche nachfolgend individualisierte Abklärungsschritte nach sich zieht. Leichte körperliche Belastung ist ohne weitere Abklärung erlaubt. Bei moderater Belastung findet eine Selbst-Evaluation des Risikos z.B. mittels des PAR-Q-Fragebogens (Physical Activity Readiness Questionnaire) [1] statt (*Tab. 2*). Bei der Bejahung einer einzelnen Frage wird eine ärztliche Untersuchung inkl. kardiovaskulärem Risiko-Score (z.B. AGLA-Kriterien) durchgeführt. Diese wird auch direkt beim Sportler mit hoher körperlicher Aktivität empfohlen. Stellt sich dabei ein hohes kardiovaskuläres Risiko heraus, erfolgt ein Belastungstest mit Ausbelastung. Ist dieser negativ, kann der Sportler weiterhin aktiv bleiben, falls positiv, erfolgt eine weitere Abklärung.

Beim «sedentären» *Gelegenheitsathleten* mit wenig intensiver sportlicher Betätigung wird in erster Linie die Selbst-Evaluation

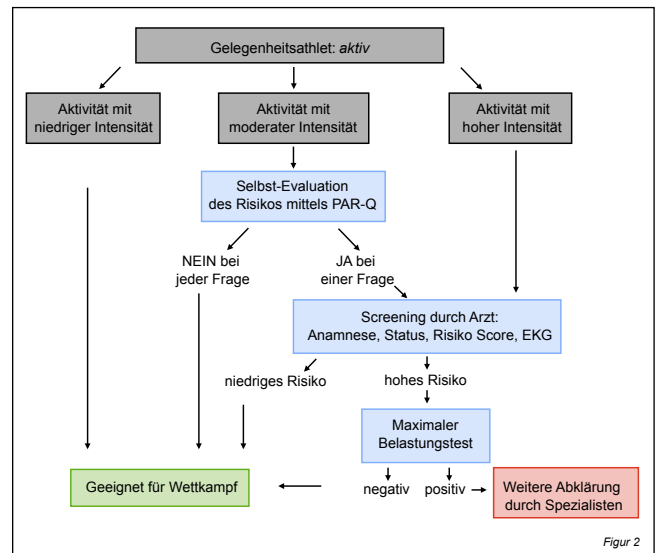
mittels PAR-Q-Fragebogen angewandt, welcher bei der Konsultation mit dem Arzt besprochen wird (*Fig. 3*).

Bei der Bejahung einer einzelnen Frage wird eine ärztliche Untersuchung durchgeführt, dies auch direkt beim Athleten mit moderater oder hoher körperlicher Aktivität. Das weitere Abklärungsschema entspricht demjenigen des aktiven Gelegenheitsportlers.

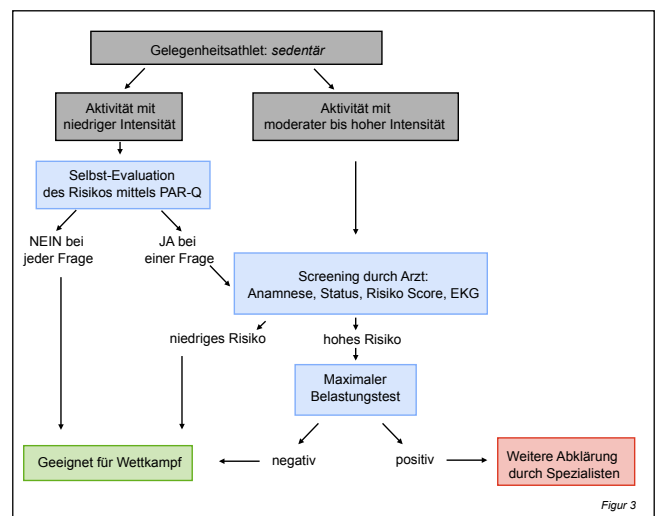
Was bedeutet eine niedrige oder hohe körperliche Belastung resp. Intensität? Diesbezüglich zeigt *Tabelle 3* verschiedene Sportarten, welche eingeteilt werden gemäss der dynamischen und statischen Belastung [8]. Aufgrund der Vielfalt der Belastungsarten mit entsprechender Kreislaufbelastung sollte in der Anamnese immer aktiv nach der Sportart resp. den Sportarten gefragt werden.

Das EKG als alleiniger Test für das Screening der >35-Jährigen ist aufgrund einer hohen Zahl von falsch positiven und falsch negativen Resultaten ungeeignet [10]. Und: die meisten koronaren Ereignisse treten bei primär normalem EKG auf. Deshalb ist das EKG in Zusammenhang mit der Risikoevaluation aufgrund Anamnese und Status zu interpretieren und im Zweifelsfall durch einen maximalen Belastungstest zu ergänzen.

Der *Belastungstest* mit Ausbelastung hat einen etablierten prognostischen Wert, eine einfache Verfügbarkeit, ist relativ kostengünstig und der beste Test für das Screening von asymptomatischen Erwachsenen vor Teilnahme an einem Sportprogramm [6]. Deshalb wird der Belastungstest in den aktuellen Guidelines auch empfohlen für Sportler mit hohem kardiovaskulärem Risiko, welche ein anspruchsvolles Sportprogramm aufnehmen möchten.



Figur 2



Figur 3

Figuren 2 und 3: Screening-Untersuchung beim Gelegenheitsathlet: aktiv und sedentär/sedentary (adaptiert nach [5]). Die Selbst-Evaluation erfolgt z.B. mittels Par-Q-Fragebogen (Tabelle 2) [1].

PAR-Q Fragebogen zur Selbst-Evaluation

Hat Ihnen jemals ein Arzt gesagt, Sie hätten „etwas am Herzen“ und Ihnen Bewegung und Sport nur unter ärztlicher Kontrolle empfohlen?

Hatten Sie in letzter Zeit Schmerzen in der Brust in Ruhe oder bei körperlicher Belastung (Anstrengung)?

Haben Sie Probleme mit der Atmung in Ruhe oder bei körperlicher Belastung?

Sind Sie jemals wegen Schwindel gestürzt oder haben Sie schon jemals das Bewusstsein verloren?

Haben Sie Knochen- oder Gelenkprobleme, die sich unter körperlicher Belastung verschlechtern könnten?

Ist Ihnen jemals von einem Arzt ein Medikament wegen zu hohen Blutdrucks oder wegen eines Herzproblems verschrieben worden?

Kennen Sie irgendeinen Grund, warum Sie nicht körperlich/sportlich aktiv sein sollten?

Konnten Sie eine oder mehrere Fragen mit JA beantworten, sollten Sie, bevor Sie sportlich aktiv werden oder bereits bestehende Aktivitäten fortsetzen, Ihren Arzt aufsuchen, sich untersuchen und beraten lassen.

Tabelle 2: PAR-Q-Fragebogen (Physical Activity Readiness Questionnaire) zur Selbst-Evaluation des Hobbysportlers/Gelegenheitssportlers (adaptiert nach [1]).

	A. Niedrig dynamisch	B. Moderat dynamisch	C. Hochdynamisch
1. Niedrig statisch	Bowling, Kricket, Billard, Golf	Tischtennis, Fechten, Softball, Volleyball, Tennis Doppel	Badminton, Marathon, Skilanglauf klassisch, Squash
2. Moderat statisch	Autorennen, Tauchen, Reiten, Gymnastik, Judo, Segeln, Bogenschossen	Eislaufen, Laufen Sprint, Leichtathletik (Sprungdisz.)	Basketball, Biathlon, Fussball, Eis-/Feldhockey, Skilanglauf Skating, Schwimmen, Handball, Tennis Einzel, Rugby
3. Hoch statisch	Leichtathletik (Wurfdisz.), Klettern, Wasserski, Gewichtheben, Windsurfen	Bodybuilding, Skifahrt, Snowboarden	Boxen, Kanu-/Kajakfahren, Rudern, Zehnkampf, Radsport, Triathlon, Eisschnelllauf

Tabelle 3: Einteilung von Sportarten gemäss dynamischer und statischer Belastungsintensität [8].

Empfehlungen hinsichtlich Wiederholung der Screening-Untersuchungen beim Gelegenheits-Athleten sind nicht definiert; sicher sollte sich ein neu symptomatischer Sportler wiederholten Untersuchungen unterziehen.

Screening-Kosten

Präventivuntersuchungen in grossen Bevölkerungsgruppen sind immer mit Kosten verbunden. Die Kosten eines Ruhe-EKG von ca. SFr. 15–30 stehen jedoch in keiner Relation zur Verhinderung eines SCD bei einem Sportler. Führt ein pathologisches EKG zur weiterführenden Diagnostik, belaufen sich die Kosten für ein «gerettetes» Leben immer noch auf unter SFr. 50000, was die Screeninguntersuchungen weiter rechtfertigt. Die Kosten für das initiale Screening sollte der Athleten resp. Sportverband/Sportverein tragen, wobei weiterführende Untersuchungen bei unklaren Befunden in der Regel durch die Krankenkasse gedeckt werden [11].

Konklusion

Durch Screeninguntersuchungen bei Kompetitiv- und Gelegenheitsathleten kann die Häufigkeit des SCD deutlich vermindert und das Vorliegen von kardiovaskulären Erkrankungen, die zum SCD führen, erkannt und diese entsprechend behandelt werden. Screeninguntersuchungen beim Kompetitiv-Athleten sollten idealerweise im Alter von 12 bis 14 Jahren beginnen und alle 1–2 Jahre wiederholt werden. Beim Gelegenheitsportler richtet sich der Screening-Algorithmus nach Lebensstil und angestrebter Leistung des Athleten und sollte zumindest bei Auftreten von Symptomen oder auch bei Wechsel der Intensität des ausgeübten Sports (z.B. von niedrig- zu hochdynamisch) wiederholt werden.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. Dagmar I. Keller, Klinik und Poliklinik für Innere Medizin, UniversitätsSpital Zürich, Rämistrasse 100, 8091 Zürich
E-Mail: dagmar.keller@usz.ch, Tel. 044 255 56 63

Referenzen

- Balady G.J., Chaitman B., Driscoll D., Foster C., Froelicher E., et al. Recommendations for Cardiovascular Screening, Staffing, and Emergency Policies at Health/Fitness Facilities. *Circulation* 1998; 97: 2283–2293.
- Bille K., Fiquiras D., Schamasch P. Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne recommendations. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 2006; 13: 859–875.
- Corrado D., Basso C., Pavei A., Michieli P., Schiavon M., et al. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA* 2006; 296: 1593–1601.
- Corrado D., Pelliccia A., Björnstad H.H., Vanhees L., Biffi A., et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport 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.* 2005; 26: 516–524.
- Corrado D., Schmied C., Basso C., Borjesson M., Schiavon M., et al. Risk of sports: do we need a pre-participation screening for competitive and leisure athletes? *Eur. Heart J.* 2011 Jan 29.
- Gibbons L.W., Mitchell T.L., Wei M., Blair S.N., Cooper K.H. Maximal exercise test as a predictor of risk for mortality from coronary heart disease in asymptomatic men. *Am. J. Cardiol.* 2000; 86 :53–58.
- Keller D.I., Huang H., Zhao J., Frank R., Suarez V., et al. A novel SCN5A mutation, F1344S, identified in a patient with Brugada syndrome and fever-induced ventricular fibrillation. *Cardiovasc. Res.* 2006; 70: 521–529.
- Pelliccia A., Fagard R., Björnstad H.H., Anastassakis A., Arbustini E., et al. 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.* 2005; 26: 1422–1445.
- Pelliccia A., Maron B.J. Preparticipation cardiovascular evaluation of the competitive athlete: perspectives from the 30-year Italian experience. *Am. J. Cardiol.* 1995; 75: 827–829.
- Rose G., Baxter P.J., Reid D.D., McCartney P. Prevalence and prognosis of electrocardiographic findings in middle-aged men. *Br. Heart J.* 1978; 40: 636–643.
- Villiger B., Hintermann M., Goerre S., Schmied C. Task Force «Prevention Sudden Cardiac Death in Elite Sport» SGSM/SSMS 2010: The sudden cardiac death in young athlete: Recommendations for a sensible and effective preventive exam. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 2011; 59: 59–60.