

## **Die Rolle des Ruhe-EKG bei der Sportmedizinischen Untersuchung von Kindern und Jugendlichen**

von Wolfgang Lawrenz, Klinik für Kinderkardiologie – Angeborene Herzfehler, Herzzentrum Duisburg, für die AG Belastungsuntersuchungen der DGPK

### **Zusammenfassung:**

Die Frage, ob ein EKG obligater Bestandteil einer sportmedizinischen Untersuchung von Kindern und Jugendlichen sein sollte, wird kontrovers diskutiert. Derzeit existieren zu diesem Thema unterschiedliche Empfehlungen. Im europäischen Raum wird die Ableitung eines EKG empfohlen, um frühzeitig kardiale Befunde zu erkennen, die mit einem Risiko für den plötzlichen Herztod beim Sport assoziiert sind. In den USA ist die Ableitung eines EKG bei der sportmedizinischen Untersuchung nicht vorgesehen. Die wenigen Studien zur Frage, ob die Ableitung eines EKG zur Reduktion plötzlicher Todesfälle beim Sport beiträgt, kommen zu kontroversen Ergebnissen. Während in einer italienischen Beobachtungsstudie die Häufigkeit plötzlicher Todesfälle beim Sport nach Einführung einer sportmedizinischen Untersuchung mit EKG deutlich sank, war dies bei einer Studie in Israel nicht der Fall, obwohl dort zusätzlich zum Ruhe-EKG sogar noch ein Belastungs-EKG durchgeführt wurde. Ein relevantes Problem ist die geringe Sensitivität und Spezifität des EKG bei der Detektion von Erkrankungen, die mit einem erhöhten Risiko für einen plötzlichen Herztod einhergehen. Auch gibt es bisher keine Daten zu möglichen ungünstigen Auswirkungen von falsch positiven Befunden auf die untersuchten Personen, beispielsweise durch unnötige Sportverbote oder die psychischen Belastungen, die mit der Verdachtsdiagnose einer potentiell lebensbedrohlichen Erkrankung verbunden sind. Daher kann zum jetzigen Zeitpunkt das EKG nicht als obligater Bestandteil einer sportmedizinischen Untersuchung von Kindern und Jugendlichen empfohlen werden.

Schlüsselwörter: Plötzlicher Herztod, Sport, Screening, Kinder

## **Einleitung**

Vor der Aufnahme intensiverer sportlicher Aktivitäten oder Wettkampfsport wird sowohl bei Kindern und Jugendlichen als auch bei Erwachsenen die Durchführung einer sportmedizinischen Untersuchung empfohlen (10; 21; 14; 11; 22; 24; 27). Ziel der Untersuchung ist die Erkennung von physischen Schwachstellen oder Krankheiten, die bei körperlicher Aktivität zu einer Gesundheitsgefährdung führen können (10; 8).

Ein wichtiger Aspekt dieser sportmedizinischen Untersuchung ist die Erkennung bisher unentdeckter kardiovaskulärer Erkrankungen, um plötzliche Todesfälle im Sport zu vermeiden. Dabei wird kontrovers diskutiert, ob ein EKG Bestandteil der Untersuchung sein soll (3; 7; 11; 15; 21). Während im europäischen Raum häufig die Ableitung eines EKG bei der sportmedizinischen Untersuchung gefordert wird (z. B. 22; 24), ist dieses in den Empfehlungen der American Heart Association (AHA) zur Durchführung der sportmedizinischen Untersuchung nicht vorgesehen. Es werden dort lediglich eine Anamnese einschließlich Familienvorgeschichte und eine standardisierte körperliche Untersuchung empfohlen; eine weitergehende Diagnostik soll nur bei Auffälligkeiten im Basis-Screening erfolgen (14; 11).

## **Datenlage**

Die Datenbasis bezüglich des Stellenwertes des EKG zur Prävention des plötzlichen Herztodes beim Sport ist nicht sehr umfangreich, insbesondere für die Altersgruppe der unter 18-jährigen. Es existieren weder für diese Altersgruppe noch für erwachsene Athleten prospektive randomisierte kontrollierte Studien zu der Frage, ob ein EKG dazu beiträgt, die Zahl plötzlicher kardialer Todesfälle beim Sport zu reduzieren.

Die bisher publizierten Empfehlungen, bei der Sportuntersuchung ein EKG durchzuführen, basieren in erster Linie auf Daten aus einer italienischen Beobachtungsstudie (6; 7). Hierbei konnte in der Region Veneto durch ein sportmedizinisches Screening bei 12-35-jährigen Wettkampfsportlern mit Erhebung der Eigenanamnese, der Familienanamnese, einer körperlichen Untersuchung und einem 12-Kanal-EKG die Häufigkeit plötzlicher kardialer Todesfälle beim Sport um ca. 90 % gesenkt werden. Sie ging von 4,19/100.000 Personenjahre im Zeitraum von 1979-1981 vor Einführung des Screenings auf 0,43/100.000 Personenjahre im Zeitraum von 2001-2004 zurück (6; Abb. 1). Leider wird in der Studie nicht differenziert dargestellt, in wie vielen Fällen ausschließlich aufgrund eines auffälligen EKG-Befundes ohne andere Hinweise aus Anamnese, Familienanamnese oder körperlicher Untersuchung weitere Diagnostik und ein Ausschluss vom Wettkampfsport veranlasst wurde (6).

Allerdings wurden diese Daten in anderen Untersuchungen bisher nicht bestätigt. In Israel konnte in einer retrospektiven Studie bei 10-40-jährigen Sportlern keine Reduktion der Zahl der plötzlichen Todesfälle beim Sport nach Einführung eines generellen sportmedizinischen Screenings nachgewiesen werden, obwohl dort zusätzlich zu den in Italien durchgeführten Maßnahmen sogar ein Belastungs-EKG erfolgte (20; Abb. 1). Die jährliche Inzidenz plötzlicher Todesfälle oder Herzstillstände beim Sport lag dort bei 2,54 pro 100.000 Patientenjahre in den 12 Jahren vor Einführung des Screenings und bei 2,66 pro 100.000 Patientenjahre in den 12 Jahren nach Einführung des Screenings. Jedoch ist zu dieser Studie kritisch anzumerken, dass die Zahl der plötzlichen Todesfälle beim Wettkampfsport anhand von Medienberichten erfasst wurde, während die italienischen Daten aus einem systematischen Register stammen.

In Minnesota lag die Häufigkeit des plötzlichen Herztodes beim Sport in den Jahren von 1993-2004 auf einem ähnlichen Niveau wie in der Region Veneto (0,93/100.000 Personenjahre in Minnesota gegenüber 0,87/100.000 Personenjahre in der Region Veneto; 25), obwohl dort das sportmedizinische Screening ohne EKG erfolgt, so dass sich hieraus keine Überlegenheit eines Screening mit EKG ableiten lässt.

Eine getrennte Betrachtung der Daten für 12-18-jährige Sportler erfolgte in keiner der Studien.

### **Daten zum EKG beim Screening von Sportlern**

Hinweise zum zusätzlichen Nutzen des EKG beim Screening von Sportlern liegen für die Hypertrophe Kardiomyopathie (HCM) vor: so zeigten von 22 asymptotischen Sportlern mit HCM lediglich 5 Auffälligkeiten in Anamnese, Familienanamnese oder klinischer Untersuchung, während sich bei 18 der Patienten Hinweise im EKG fanden (5). Eine Studie an 510 College-Athleten, bei denen eine Anamnese, eine körperliche Untersuchung, ein EKG und eine transthorakale Echokardiographie durchgeführt wurden, konnte bei der Aufdeckung von sportrelevanten kardialen Befunden eine höhere Sensitivität des Screening mit EKG im Vergleich zum Screening ohne EKG nachweisen, bei allerdings deutlich niedrigerer Spezifität (1). Für unter 18-jährige Sportler liegen Vergleiche zwischen einem Screening mit oder ohne EKG nicht vor. Bei einer Studie an 343 Athleten im Alter von 10-15 Jahren erfolgte ein Screening mit EKG und Echokardiographie. Dabei fanden sich bei 123 (36 %) der Athleten auffällige EKG-Befunde, zwei der Athleten wurden wegen auffälliger EKG-Befunde vom Sport ausgeschlossen, einer wegen eines WPW-Syndroms, einer wegen Repolarisationsstörungen in den rechtspräcordialen Ableitungen und zusätzlich auffälligen echokardiographischen Befunden (28). Angaben, ob diese Athleten auch durch ein Screening ohne EKG aufgefallen wären, finden sich nicht.

Es ist unstrittig, dass durch die Ableitung eines EKG beim Screening von Sportlern mehr auffällige kardiale Befunde erhoben werden. Unklar bleibt, ob hierdurch die Inzidenz des plötzlichen Herztodes beim Sport gesenkt werden kann.

### **Häufigkeit des plötzlichen Herztodes beim Sport**

Zur Häufigkeit des plötzlichen Herztodes beim Sport werden international meist Zahlen um 0,5 bis 2,6 Todesfälle pro 100000 Sporttreibende im Jahr publiziert (10; 11; 27). Für die Region Veneto in Italien lag die Häufigkeit für den Zeitraum von 1979-1981 vor Einführung des sportmedizinischen Screenings bei 4,19/100000 Personenjahre, also deutlich höher als in allen anderen Publikationen zu dem Thema. Teilweise sind die Unterschiede durch divergierende Erfassungsmethoden zu erklären; während die italienischen Daten auf einer systematischen Erfassung aller plötzlichen Todesfälle beim Sport in der Region Veneto basieren, wurden die entsprechenden Daten in den USA beispielsweise retrospektiv über die Auswertung verschiedener Datenbanken erfasst. Es ist anzunehmen, dass die Fallzahlen in den USA unterschätzt werden (21), aber vermutlich nicht in dem beobachteten Ausmaß.

Daten zur Häufigkeit des plötzlichen Herztodes beim Sport bei Kindern und Jugendlichen werden nur vereinzelt publiziert. In Schweden wurden im Zeitraum von 1998-2009 in der Altersgruppe der unter 20-jährigen insgesamt 14 Todesfälle beim Sport erfasst (17). In Deutschland wurde 2012 ein Register für plötzliche Todesfälle beim Sport eingerichtet. Dabei wurden in den ersten 30 Monaten insgesamt 144 Todesfälle erfasst, davon 8 in der Altersgruppe der unter 20-jährigen Sportler. Das entspricht in Deutschland in dieser Altersgruppe 3,2 Todesfällen beim Sport im Jahr (23). Es handelt sich somit um sehr seltene Ereignisse.

### **Ursachen des plötzlichen Herztodes beim Sport**

Die Ursachen des plötzlichen Herztodes beim Sport scheinen regionale Unterschiede aufzuweisen (10); teilweise bestehen sogar Unterschiede bezüglich verschiedener Bevölkerungsgruppen im gleichen Land. So war bei US-amerikanischen Sportlern die häufigste Todesursache mit 52 % eine Kardiomyopathie, während bei US-amerikanischen Rekruten eine Kardiomyopathie nur für 9 % der Todesfälle verantwortlich war (10).

Für den deutschsprachigen Raum ergab eine Erhebung an pathologischen Instituten in Deutschland, Österreich und der Schweiz als Ursache des plötzlichen Herztodes beim Sport bei der Altersgruppe bis 35 Jahre in 38,2 % der Fälle eine koronare Herzkrankheit und in 32,4 % der Fälle eine Myokarditis (18). In dem deutschen Register sportassoziierter plötzlicher Todesfälle waren die Ursachen in der Altersgruppe unter 35 Jahren in 22 % der Fälle eine Myokarditis, in 16 % eine koronare Herzkrankheit und in 8 % eine Koronaranomalie; in 36 % der Fälle blieb die Todesursache unklar und nur in 16 % lag eine Kardiomyopathie vor, in 2 % ein Brugada-Syndrom (23).

Diese Daten sind für die Bedeutung des EKG beim sportmedizinischen Screening relevant. Koronarpathologien zeigen meist keine typischen Veränderungen im Ruhe-EKG; Myokarditiden fallen ebenfalls in einem Screening-EKG nicht auf. Somit, können im deutschsprachigen Raum 50-70 % der Ursachen des plötzlichen Herztodes der unter 35-jährigen hiermit nicht erfasst werden. Auch Daten von Athleten aus Minnesota zeigen, dass lediglich 40 % der Ursachen des plötzlichen Herztodes beim Sport durch ein Screening mit Ruhe-EKG erfasst werden können (13; 12).

Für Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren liegen differenzierte Daten zu den Ursachen von plötzlichen Todesfällen im Sport in keiner der Untersuchungen vor. Auch aus diesem Grund ist der Nutzen eines EKG-Screening in dieser Altersgruppe zur Senkung der Häufigkeit von plötzlichen Todesfällen im Sport in Deutschland fraglich, da unklar ist, welcher Anteil der ursächlichen Erkrankungen überhaupt durch ein EKG diagnostiziert werden kann.

### **Problem der Sensitivität und Spezifität des EKG**

Ein relevantes Problem ist darüber hinaus die geringe Sensitivität und Spezifität des EKG bei der Detektion von Erkrankungen, die mit einem erhöhten Risiko für einen plötzlichen Herztod einhergehen. So werden für die Hypertrophe Kardiomyopathie ca. 10 % falsch negative Befunde beschrieben, für Koronaranomalien liegt die Häufigkeit falsch negativer Befunde bei 90% (19; 2).

Auffällige EKG-Befunde wurden in den vorliegenden Untersuchungen in 8 bis 36 % der Fälle nachgewiesen (6, 16; 9; 4; 28). Diese ziehen in der Regel eine aufwändige weiterführende Diagnostik nach sich. Dabei zeigten sich in den meisten Studien nur in wenigen Fällen Diagnosen, die mit einem erhöhten Risiko für den plötzlichen Herztod assoziiert sind. So wurden in einem Screening bei 34910 italienischen Soldaten in 8 % Auffälligkeiten nachgewiesen, die zu weiteren Untersuchungen führten, bei 19 (0,05 %) wurde eine Hypertrophe Kardiomyopathie festgestellt (16).

Aufgrund von Veränderungen des EKG im Altersverlauf sind Sensitivität und Spezifität bei Kindern und Jugendlichen mit hoher Wahrscheinlichkeit noch geringer (26). So wurde selbst bei Befundung des EKG durch erfahrene Kinderkardiologen eine hohe Rate falsch negativer und falsch positiver Ergebnisse beschrieben (9).

## **Unerwünschte Effekte eines Screening mit EKG**

Unklar ist bisher auch, bei wie vielen Sportlern unnötigerweise eine Sportfreistellung ausgesprochen wird, und welche Konsequenzen ein falsch positiver EKG-Befund für die Betroffenen hat. In Italien wurden 879 von 42386 untersuchten Athleten vom Wettkampfsport ausgeschlossen, das entspricht einer Quote von 2% (6). Untersuchungen zu den Auswirkungen von initial falsch positiven Befunden im Screening auf die Betroffenen liegen weder bezüglich der Fortführung von sportlichen Aktivitäten noch bezüglich der Auswirkungen auf andere Aspekte wie psychische Belastung durch das vermeintliche Vorliegen einer potentiell lebensbedrohlichen Erkrankung, Einschränkungen bezüglich Krankenversicherung und Berufsleben vor (29).

## **Schlussfolgerung**

Vor dem Hintergrund der vielen ungeklärten Fragen kann zum jetzigen Zeitpunkt das Ruhe-EKG nicht als obligater Bestandteil der sportärztlichen Vorsorgeuntersuchung bei Kindern und Jugendlichen empfohlen werden. Wie von der Kommission für Kinder- und Jugendsport der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) und der Gesellschaft für Pädiatrische Sportmedizin empfohlen, sollte die sportmedizinische Untersuchung von Kindern und Jugendlichen eine Anamnese einschließlich gezielter Fragen zur Sportausübung, eine Familienanamnese mit gezielter Erhebung von sportmedizinisch relevanten Daten wie familiärer Belastung mit plötzlichen Todesfällen beim Sport und eine sorgfältige körperliche Untersuchung umfassen. Ein entsprechender Untersuchungsbogen kann auf der Homepage der Gesellschaft für Pädiatrische Sportmedizin heruntergeladen werden ([www.kindersportmedizin.org](http://www.kindersportmedizin.org)). Bei Hinweisen für kardiale Auffälligkeiten in der Anamnese, der Familienanamnese oder der körperlichen Untersuchung ist selbstverständlich eine weitere kinderkardiologische Abklärung erforderlich.

Da das Risiko für einen plötzlichen Herztod von der Intensität der sportlichen Aktivität abzuhängen scheint, ist die Erweiterung der Untersuchung um ein Ruhe-EKG bei leistungssportlich orientierten Kindern und Jugendlichen, die mehr als dreimal in der Woche Training haben und an Wettkämpfen auf überregionaler Ebene (z. B. Landesmeisterschaften) teilnehmen, zu diskutieren. Bei Athleten, die Mitglieder in Landes- oder Bundeskadern sind, ist eine deutlich umfangreichere Untersuchung vorgesehen, die vom jeweiligen Landessportbund oder vom DOSB vorgegeben und finanziert wird.

Zur Klärung von Häufigkeit und Ursachen des plötzlichen Herztodes beim Sport in der Altersgruppe der unter 18-jährigen in Deutschland ist eine systematische und flächendeckende Erfassung erforderlich. Die Durchführung einer prospektiven Studie zum Vergleich des sportmedizinischen Screening mit und ohne EKG wäre wünschenswert, allerdings sind dabei aussagekräftige Ergebnisse angesichts der geringen Zahl der Ereignisse erst nach einer sehr langen Studiendauer zu erwarten.

## Literatur:

- 1) Baggish AL, Hutter AM Jr, Wang F, Yared K, Weiner RB, Kupperman E, PicardMH, Wood MJ. Cardiovascular screening in college athletes with and without electrocardiography: a cross-sectional study. *Ann Intern Med* 2010; 152: 269-275
- 2) Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol.* 2000; 35:1493–1501.
- 3) Chaitman BR: An Electrocardiogram should not be included in routine preparticipation screening of young athletes. *Circulation* 2007; 116: 2610-2615
- 4) Chandra N, Bastiaenen R, Papadakis M, et al. The prevalence of ECG anomalies in young individuals; relevance to a nationwide cardiac screening program. *J Am Coll Cardiol* 2014; 63:2028-34. doi: 10.1016/j.jacc.2014.01.046
- 5) Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N Engl J Med* 1998; 339: 364-369
- 6) Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in Sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA* 2006; 296: 13 1593-1601
- 7) Corrado D, Pelliccia A, Bjornstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, Panhuyzen-Goedkoop N, Deligiannis A, Solberg E, Dugmore D, Mellwig KP, Assanelli D, Delise P, van-Buuren F, Anastasakis A, Heidbuchel H, Hoffmann E, Fagard R, Priori SG, Basso C, Arbustini E, Blomstrom-Lundqvist C, McKenna WJ, Thiene G. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. *Eur Heart J* 2005; 26: 516-524
- 8) Förster H, Hebestreit H. Sportrisiko und Sporttauglichkeitsuntersuchung. In: Hebestreit H, Ferrari R, Meyer-Holz J, Lawrenz W, Jüngst BK (Hrsg.); *Kinder- und Jugendsportmedizin*. Stuttgart, Thieme-Verlag, 2002: 56-62
- 9) Hill AC, Miyake CY, Grady S, Dubin AM. Accuracy of interpretation of preparticipation screening electrocardiograms. *J Pediatr* 2011; 159: 783–788.
- 10) Löllgen H, Leyk D, Hansel J. Sportärztliche Vorsorgeuntersuchung im Breiten- und Freizeitsport. *Dtsch Arztebl* 2010; 107: 742-749
- 11) Maron BJ, Friedman RA, Kligfield P, Levine BD, Viskin S, Chaitman BR, Okin PM, Saul JP, Salberg L; Van Hare GF, Soliman EZ, Chen J, Matherne GP, Bolling SF, Mitten MJ, Caplan A, Balady GJ, Thompson PD: Assessment of the 12-Lead ECG as a Screening Test for Detection of Cardiovascular Disease in Healthy General Populations of Young People (12–25 Years of

Age). A Scientific Statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation*. 2014;130:1303-1334

- 12) Maron BJ, Gohman TE, Aeppli D. Prevalence of sudden cardiac death during competitive sports activities in Minnesota high school athletes. *J Am Coll Cardiol*. 1998; 32: 1881–1884.
- 13) Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Rutten-Ramos SC. Incidence of cardiovascular sudden deaths in Minnesota high school athletes. *Heart Rhythm*. 2013; 10: 374–377.
- 14) Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, Balady G, Berger S, Cohen D, Dimeff R, Douglas PS, Glover DW, Hutter AM Jr, Krauss MD, Maron MS, Mitten MJ, Robert MO, Puffer JC. Recommendations and Considerations Related to Preparticipation Screening for Cardiovascular Abnormalities in Competitive Athletes: 2007 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: Endorsed by the American College of Cardiology Foundation . *Circulation* 2007; 115: 1643-1655
- 15) Myerburg RJ, Vetter VL. Electrocardiograms should be included in preparticipation screening of athletes. *Circulation* 2007; 116: 2616-2626
- 16) Nistri S, Thiene G, Basso C, et al. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in a young male military population. *Am J Cardiol*. 2003; 91: 1021–1023.
- 17) Östman-Smith I: Sudden cardiac death in young athletes. *Open access J Sports Med* 2011; 2: 85-97
- 18) Raschka C, Parzeller M, Kind M, Banzer W. Organpathologische Ursachen des akuten Sporttodes in Deutschland, Österreich und der deutschsprachigen Schweiz. *Dtsch Z Sportmed* 1998; 49: 157-160
- 19) Rowin EJ, Maron BJ, Appelbaum E, Link MS, Gibson CM, Lesser JR, Haas TS, Udelson JE, Warren JM, Maron MS. Significance of false negative electrocardiograms in preparticipation screening of athletes for hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2012;110:1027–1032.
- 20) Steinvil A, Chundadze T, Zeltser D: Mandatory electrocardiographic screening of athletes to reduce their risk for sudden death. Proven fact or wishful thinking? *J Am Coll Cardiol* 2011; 57: 1291-1296
- 21) Alt 22 Thompson PD. Preparticipation screening of competitive athletes. *Circulation* 2009; 119: 1072-1074
- 22) Löllgen H, Börjesson M, Cumminskey J, Bachl N, Debruyne A: The Pre-Participation Examination in Sports: EFSMA Statement on ECG for Pre-Participation Examination. *Dtsch Z Sportmed*. 2015; 66:151-155

- 23) Bohm P, Scharhag J, Meyer T: Data from a nationwide registry on sports-related sudden cardiac deaths in Germany. *European Journal of Preventive Cardiology*, 2016, Vol. 23(6) 649–656
- 24) Fritsch P, Fritz M, Förster H, Gitter R, Kitzmüller E, Köstenberger M, Nehrer S, Schober P: Sport- und Wettkampftauglichkeitsuntersuchungen im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 2015 · 163:1030–1036 DOI 10.1007/s00112-015-3355-2
- 25) Maron BJ, Haas TS, Doerer JJ, Thompson PD, Hodges JS. Comparison of US and Italian experiences with sudden cardiac deaths in young competitive athletes and implications for preparticipation screening strategies. *Am J Cardiol* 2009;104:276-80. doi:10.1016/j.amjcard.2009.03.037 pmid:19576360.
- 26) Léger L, Gojanovic B, Sekarski N, Meijboom EJ, Mivelaz Y: The Impending Dilemma of Electrocardiogram Screening in Athletic Children. *Pediatr Cardiol* (2016) 37:1–13, doi:10.1007/s00246-015-1239-9
- 27) Chatard JC, Mujika I, Goiriena JJ, Carré F: Screening youngathletes for prevention of sudden cardiac deaths: Practical recommendations for sports physicians. *Scand J Med Sci Sports* 2016); 26: 362-374. Doi: 10.1111/sms.12502
- 28) Koch S, Cassel M, Linné K, Mayer F, Scharhag J: ECG and echocardiographic findings in 10–15-year-old elite athletes. *European Journal of Preventive Cardiology* 2014, Vol. 21(6) 774–781 doi: 10.1177/2047487312462147
- 29) Van Brabandt H, Desomer A, Gerkens S, Neyt M: Harms and benefits of screening young people to prevent sudden cardiac death. *BMJ* 2016;353:i1156 doi: 10.1136/bmj.i1156



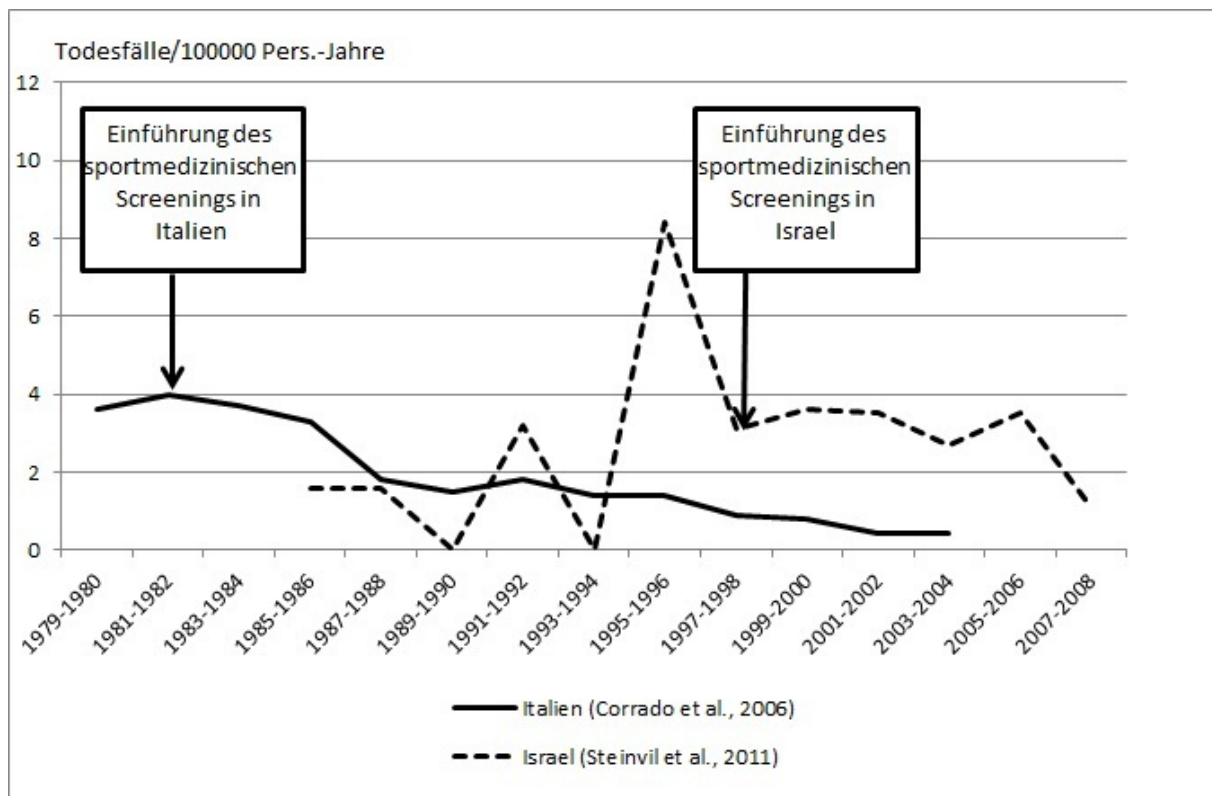


Abb. 1: Häufigkeit der plötzlichen Todesfälle beim Sport nach Einführung eines sportmedizinischen Screenings in Italien und Israel. Während in Italien die Häufigkeit plötzlicher Todesfälle nach Einführung des Screenings sinkt, ist ein ähnlicher Effekt in Israel nicht zu beobachten.