

Löllgen H

Zur Diskussion: Sportärztliche Vorsorgeuntersuchung: Umfang und Inhalte

Recent Aspects of ECG Examination in Pre-Participation Examination: How should we Proceed in Young and Older Athletes?

Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP), Frankfurt

Der Beitrag von Lawrenz zum Ruhe-EKG in der sportmedizinischen Untersuchungen von Kindern und Jugendlichen in der Deutschen Zeitschrift für Sportmedizin (37) wurde mit Interesse gelesen. Der Autor spricht ein wichtiges Thema an und stellt die Probleme der sportärztlichen Untersuchung in einigen Aspekten treffend dar. In diesem Kommentar wurden einige Ergänzungen und Anmerkungen zu dieser Thematik aufgegriffen.

Recherche

So ist die Angabe der Datenbasis für die Recherche wichtig. Aus der Literatursuche in zwei Datenbanken (pubmed, google scholar) ergeben sich bereits eine Reihe weiterer Informationen. Die aufgeführten Publikationen in diesem Beitrag beziehen sich fast ausschließlich auf ältere Sportler mit Wettkampf-Hintergrund („competitive athletes“). Hingegen liegen mehrere Untersuchungen zu „pediatric athletes“ vor. Dies ist von Bedeutung, da in einigen Statistiken (z.B. Schweden, 63) Zwischenfälle (Todesfälle) unter 14 Jahren häufiger sind als bei den 14-34 jährigen Personen.

Epidemiologischer Aspekt

Für die Bewertung bedeutsam ist, dass die Ursachen kardialer Zwischenfälle im Sport deutliche ethnische und regionale Unterschiede aufzeigen (16). Bei der europäischen, mehr kaukasischen Bevölkerung liegen sehr viel seltener hypertrophe Kardiomyopathien vor als in den USA mit einem hohen Anteil afro-amerikanischer Sportler. In Teilen von Europa kommen Kardiomyopathien vom ARVD-Typ hingegen häufiger vor, aber auch Ionen-Kanalerkrankungen. WPW-Syndrome sind nicht so ungefährlich wie mitunter vermutet, wobei die Häufigkeit deutlich höher ist als bei anderen „elektrischen“ Erkrankungen (71, 73).

Zur Problematik der Anamnese

Der Stellenwert der Anamnese, besonders der Sport- und Familienanamnese ist unbestritten. Es sei aber bei aller Vorsicht anzuzweifeln, ob der Fragebogen z.B. der DGSP immer ausgefüllt wird (40). Synkopen werden mitunter als harmlos bewertet, was sie nicht immer sind (41). Todesfälle in der Familie sind oft nicht bekannt oder es wurde nicht nachgefragt. Es ergeben sich weitere Fragen. Beispielsweise ob jeder Arzt die Kinder und Jugendlichen immer im Liegen und im Stehen untersucht oder ob die Eltern befragt werden.

Behera et al. (5) beschreiben das Vorgehen sehr ausführlich. Dort finden sich sehr übersichtlich die pro und contra Argumente zum Ruhe-EKG. Die Autoren fordern die Aufnahme des Ruhe-EKG in die Untersuchung. Magalski et al. untersuchten immerhin 964 College Studenten und Sportlern und fanden bei 10% der Fälle ein positives (patholog.) EKG. Weitere prospektive Studien an Schulen liegen vor (n=4255) (15).

Zum Stellenwert des EKG

Aus der Literatur ergeben sich unterschiedliche Empfehlungen zum Einsatz eines Ruhe – EKG. In den USA gibt es Befürworter und Gegner. Die pro und contra sind kürzlich ausführlich dargestellt worden (44). In den USA sind Publikationen für einen Einsatz des EKG vorgelegt worden (15,87). College-Sportler in den USA werden in aller Regel mit einem EKG und meist, wie die Basketball-Spieler, mit einem Herzecho untersucht.

In Dänemark wurde eine positive Studie vorgelegt, ebenso in Israel (wo die sportärztliche Untersuchung obligat ist). Die Ergebnisse wurde den israelischen Autoren (78) eher als scheinbar positiv dargestellt. Die Ergebnisse aus Italien, im Beitrag erwähnt, sollten die große Zahl der Untersuchten (über 35.000) nicht unerwähnt lassen. Die Studie selber war retrospektiv und teilweise prospektiv.

In neun europäischen Ländern wird ein Ruhe-EKG zur Vorsorgeuntersuchung gefordert. Das IOC empfiehlt ebenfalls eine Untersuchung mit EKG (31). Diese Empfehlung gilt vor allem für die Kinder und Jugendlichen die im Wettkampfsport eingesetzt werden, das Thema dieser Stellungnahme. Die Todesfälle bei angeborenen, genetisch bedingten Erkrankungen sind sicher die wichtigste Zielgruppe, unabhängig vom Wettkampfteilnahme. Der mögliche Zusammenhang der Todesfälle durch Ertrinken mit Ionenkanalerkrankungen (79,80) sei beispielhaft erwähnt.

In Schweden werden positive Erfahrungen mit dem EKG in einer sehr guten Übersicht vorgestellt (63). Aktuelle Studien (n=508) zeigen vor allem, dass durch die neuen Empfehlungen zur EKG-Bewertung (13,66,67,68,69,82) die Zuverlässigkeit deutlich gesteigert wird (86). Falsch positive Befunde werden deutlich geringer (82). Eine weitere Meta-Analyse zum Thema haben Rodday et al. vorgelegt (71). Als Folgerung wird ein Ruhe-EKG empfohlen (s.u.).

Die Sensitivität des EKG zur Erkennung einer HOCM ist unbestritten. Man muss allerdings einräumen, dass manches EKG im Kindesalter als normal beschrieben wird, auch wenn die QT-Dauer verlängert oder verkürzt ist und der Rechtsschenkelblock eine epsilon-Welle aufweist. Hier setzt die Entwicklung in der Sportkardiologie ein, die Fortbildung in diesem Bereich wird intensiviert. Die Problematik mit einer Befürwortung des EKG im Rahmen hereditärer kardialer Erkrankungen ist kürzlich dargestellt worden (4,33). Ein auffälliges EKG kann auf verborgene (hereditäre) Krankheiten hinweisen.

Register

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass die Einrichtung eines Registers zu Todesfällen im Sport längst überfällig war. Dringend notwendig wäre zudem ein einheitliches Vorgehen mit molekularer Autopsie bei pathologischen Untersuchungen. Die Veranstalter der großen Straßenläufe sind hier schon seit längerem auf dem Weg:

dort werden alle Zwischenfälle, so bei Marathonläufen, einheitlich dokumentiert und an der Sporthochschule in Köln erfasst.

Aktuelle Studienlage

Es ist dem Autor beizupflichten, dass weiterhin prospektive Studien zur Vorsorgeuntersuchung notwendig sind. Entsprechend hat das BISP eine multizentrische, prospektive Studie auf den Weg gebracht, die in absehbarer Zeit wichtige neue Erkenntnisse bringen wird. Man kann sich natürlich auf den puristischen Standpunkt stellen, ohne randomisierte, möglichst doppelblinde Studie wird kein EKG empfohlen. Mit dieser Forderung wäre die PTCA nie eingeführt worden. Man kann aber auch die Definition der Evidenz heranziehen (72): Gemäß der Definition nach Sacket ist Evidenz die gewissenhafte, explizite und angemessene Anwendung der besten Daten („evidence“) aus der Gesundheitsforschung, um bei der Behandlung und Versorgung von konkreten Patienten Entscheidungen zutreffen (72).

Demnach sind zunächst keine doppelblind randomisierte Studien zwingend erforderlich. Das Hauptproblem zur Durchführung solcher Studien bei der Vorsorgeproblematik liegt vor allem darin, dass der plötzliche Herztod im Sport recht selten ist, auch wenn Ereignisse auf dem Fußballplatz medienwirksam eine größere Häufigkeit vorgeben. Um eine statistisch saubere Analyse mit harten Endpunkten zu erreichen, sind enorm große Fallzahlen im Rahmen prospektiver Studien notwendig (32). Es ist daher verständlich, dass man sich derzeit auf vorliegende Evidenz stützen muss, auch wenn sie mit IIA klassifiziert wird. Man sollte zudem versuchen, mit Surrogatendpunkten in Studien eine Aussage möglich zu machen.

Zur Kostenfrage

Ebenfalls könnte das Neugeborenen-Screening zum Vergleich herangezogen werden (Häufigkeit auf 1.000 Säuglinge/Kinder). Das Screening hier ist in etwa doppelt so teuer wie die sportärztliche Untersuchung. Eine kürzlich veröffentlichte Studie (87) zeigt selbst für die USA einen günstigen Kosten-Nutzen-Effekt, wobei das EKG in USA deutlich teurer ist als in Deutschland (50-150 \$ je nach Krankenhaus und Region). Die Vorsorgeuntersuchung in Deutschland muss durch den Patienten bzw. die Eltern bezahlt werden. Die Kosten liegen inklusive EKG bei 14,75 Euro GOÄ. Wenn man die Markensportschuhe der Kinder und Jugendlichen betrachtet oder die monatlichen Unkosten für ein Handy, dürfen die einmaligen EKG-Kosten nicht überteuert sein. Sollten die Eltern nach ärztlich begründeter Beratung nicht bereit sein, für ihr Kind das Geld für ein EKG zur Risikominderung auszugeben?

Weiterhin ist zu empfehlen, dass man im Sinne der guten ärztlichen Praxis und gemäß der ärztlichen Sorgfaltspflicht, den Eltern eine qualifizierte EKG-Untersuchung im Jugendalter bzw. in der Sportlaufbahn anbietet, zumal für viele Sportarten eine sportärztliche Untersuchung für die Teilnahme im Wettkampfsport gefordert wird.

Legale Aspekte

Wenn in vielen europäischen Ländern (65) und auf Vorschlag des IOC (31) ein Ruhe-EKG empfohlen wird, so könnten bei Zwischenfällen durchaus juristische Konsequenzen resultieren. Ein Problem, das in den USA als Rolle für die Empfehlungen gegen ein EKG spielt.

Fazit

Diese Ausführung soll in aller Kürze einen Beitrag zur Diskussion darstellen und keinen Übersichtsartikel ersetzen. Eine sehr gute

Darstellung der Problematik findet man in den Arbeiten von Rodday et al. (71) und von Kaltmann (32).

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.

LITERATUR

1. ACKERMAN M, PRIORI SG, WILLEMS S, BERUL C, BRUGADA R, CALKINS H, CAMM AJ, ELLINOR PT, GOLLOB M, HAMILTON R, HERSHBERGER RE, JUDGE DP, LE MAREC H, MCKENNA WJ, SCHULZE-BAHR E, SEMSARIAN C, TOWBIN JA, WATKINS H, WILDE A, WOLPERT C, ZIPES DP: Heart Rhythm Society (HRS); European Heart Rhythm Association (EHRA): HRS/EHRA expert consensus statement on the state of genetic testing for channelopathies and cardiomyopathies. *Europace* 13 (2011) 1077-1109. doi:10.1093/europace/eur245. Medline.
2. ASIMAKI A, TANDRI H, HUANG H, HALUSHKA MK, GAUTAM S, BASSO C, THIEN G, TSATSPOPOULOU, PROTONOTARIOS N, MCKENNA WJ, CALKINS H, SAFFITZ JE: A new diagnostic test for arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *NEJM* 360 (2009) 1075-1084.
3. BAGGISH A, HUTTER AM, WANG F, YARED K, WEINER RB, KUPPERMAN E, PICARD MH, WOOD MJ: Cardiovascular screening in college athletes with and without electrocardiography. A cross sectional study. *Ann int Med* 152 (2010) 269-275.
4. BECKMANN BM, PFEUFER A, KÄÄB S: Inherited cardiac arrhythmias: diagnosis, treatment and prevention. *Dtsch Arztebl int* 108 (2011) 623-634.
5. BEHERA SK, PATNAIK T, LUKE A: Practical recommendations and perspectives on cardiac screening for healthy pediatric athletes. *Curr Sports Med Rep* 10 (2011) 90-98.
6. BILLE K, FIGUEIRAS D, SCHAMASCH P, KAPPENBERGER L, BRENNER JI, MEIJBOOM FJ, MEIJBOOM EJ: Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne Recommendations. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 13 (2006) 859-875. doi:10.1097/01.hjr.0000238397.50341.4a. Medline.
7. BOMMA C, RUTBERG J, TANDRI H, NASIR K, ROGUIN A, TICHNELL C, RODRIGUEZ R, JAMES C, KASPER E, SPEVAK P, BLUEMKE DA, CALKINS H: Misdiagnosis of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/ cardiomyopathy. *J Cardiovasc Electrophysiol* 15 (2004) 300-306.
8. CHAITMAN BR: An electrocardiogram should not be included in routine pre-participation screening of young athletes. *Circulation* 116 (2007) 2610-2615.
9. CHARRON P, ARAD M, ARBUSTINI E, BASSO C, BILINSKA Z, ELLIOTT P, HELIO T, KEREN A, MCKENNA WJ, MONSERRAT L, PANKUWEIT S, PERROT A, RAPEZZI C, RISTIC A, SEGGEWISS H, LANGEN V ON I, TAVAZZI L: Genetic counselling and testing in cardiomyopathies: A position statement of the European society of cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. *Europ Heart J* 31 (2010) 2715-2728.
10. CORRADO D, BASSO C, SCHIAVON M, PELLICIA A, THIENE G: Pre-Participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol* 52 (2008) 1981-1988.
11. CORRADO D, PELLICIA A, BJÖRNSTAD 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, ANASTAKIS A, HEIDBUCHEL H, HOFFMANN E, FAGARD R, PRIORI SG, BASSO C, ARBUSTINI E, BLOMSTROM-LUNDQVIST C, MCKENNA WJ, THIENE G; 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: 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* 26 (2005) 516-524.
12. CORRADO D, BASSO C, SCHIAVON M, PELLICIA A, AND THIENE G: Pre-Participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol* 52 (2008) 1981-1989.
13. CORRADO D, PELLICIA A, HEIDBUCHEL H, SHARMA S, LINK M, BASO C, BIFFI A, BUJA G, DELISE P, GUSSAC I, ANASTAKIS A, BORJESSON M, BJÖRNSTADT HH, CARRE F, DELIGIANNIS A, DUGMORE D, FAGARD R, HOOGSTEEN J, MELLWIG KP, PANHUYZEN-GOEDKOP N, SOLBERG E, VANHEES L, DREZNER J, ESTES III NAM, ILICETO S, MARON BJ, PELDRO R, SCHWARTZ PJ, STEIN R, THIENE G, ZEPPELLI P, MCKENNA WJ: Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J* 31 (2010) 243-259.

14. CROTTI L: Genetic predisposition to sudden cardiac death *Curr Opin Cardiol* 26 (2011) 46-50.
15. DEBAUCHE T, RAZEGHI P, KEASLING C, DEBAUCHE P, COLLINS A, GREEN W, ANTHONY D: Preparticipation screening of athletes for risk of sudden death, a solution to the cost factor. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:A134.
16. DI PAOLO FM, SCHMIED C, ZERGUINI YA, JUNGE A, QUATTRINI F, CULASSO F, DVORAK J, PELLICIA A: The athlete's heart in adolescent africans. *J Am Coll Cardiol* 59 (2012) 1029-1036.
17. DREZNER JA: Contemporary approaches to the identification of athletes at risk for sudden cardiac death. *Curr Opin Cardiol* 23 (2008) 494-501.
18. ECKART RE, SCOVILLE SL, CAMPBELL CL: Sudden death in young adults: a 25 year review of autopsy in military recruits 141 (2004) 829-834.
19. FROELICHER VF, MYERS J: Exercise and the heart 5th ed, Saunders, Philadelphia Gill JS, Baszko A, Xia R et al. (1993) Dynamics of the QT interval in patients with exercise-induced ventricular tachyarrhythmia in normal and abnormal hearts. *Am Heart J* 126 (2006) 1357-1363.
20. FULLER CM, MCNULTY CM, SPRING DA, ARGER KM, BRUCE SS, CHRYSOS BE, DRUMMER EM, KELLEY FP, NEWMARK MJ, WHIPPLE GH: Prospective screening of 5615 high school athletes for risk of sudden cardiac death *Med Sci Sports Exer* 29 (1997) 1131-1138.
21. GIBBONS RJ, BALADY GJ, BRICKER JT, CHAITMAN BR, FLETCHER GF, FROELICHER VF, MARK DB, MCCALLISTER BD, MOOSS AN, O'REILLY MG, WINTERS WL, GIBBONS RJ, ANTMAN EM, ALPERT JS, FAXON DP, FUSTER V, GREGORATOS G, HIRATZKA LF, JACOBS AK, RUSSELL RO, SMITH SC: American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation* 106 (2002) 1883-1892. doi:10.1161/01.CIR.0000034670.06526.15. Medline.
22. HALABACHI F, SEIF-BARGHI T, MAZAHARI R: Sudden cardiac death in young athletes: a literature review and special consideration in Asia *Asian J Sports Med* 2 (2011) 1-15.
23. HASKELL W, LEE I-M, PATE RR, POWELL KE, BLAIR SN, FRANKLIN BA, MACERA CA, HEATH GW, THOMPSON PD, BAUMANN A: Physical activity and public health. *Circulation* 116 (2007) 1081-1093.
24. HAUGAA KH, EDVARSEN T, AMLIE JP: Prediction of life threatening arrhythmias - still an unresolved problem. *Cardiology* 118 (2011) 129-137.
25. HEIDBUCHHEL H, PNAHUZEN-GOEDKOOP N, CORRADO D, HOFFMANN E, BIFFI A, DELISE P, BLOMSTROM-LUNQUIST C, VANHEES L, IVARHOFF P, DORWARTH U, PELLICIA A: Recommendations for participation in leisure-time physical activity and competitive sports in patients with arrhythmias and potentially arrhythmogenic conditions. Part I: *Europ J Cardiovasc Prev Rehab* 13 (2006) 475-486, Part II: 2006;13: 676-686.
26. HERNELAHTI M, HEINONEN OJ, KARJALAINEN J, NYLANDER J, BÖRJESSON M: Sudden cardiac death in young athletes: time for a Nordic approach in screening? *Scand J Med Sci Sports* 18 (2008) 132-139.
27. HILL AC, MIYAKE CY, GRADY S, DUBIN AM: Accuracy of interpretation of preparticipation screening electrocardiograms. *J Pediatr* 159 2011;159:783-788.
28. HIRZINGER C, FROELICHER VF, NIEBAUER J: Pre-participation examination of competitive athletes: Role of ECG. *Trends Cardiovasc Medicine* 20 (2010) 195-199.
29. HO CY: Hypertrophic cardiomyopathy in 2012. *Circulation* 2012;125:1432-1438.
30. INGLES J, ZODGEKAR PR, YEATES L, MACIOCCA I, SEMSARIAN C, FATKIN D: Guidelines for genetic testing of inherited cardiac disorders. *Heart Lung Circul* 20 (2011) 681-687.
31. IOC (INT.OLYMP. COMMITTEE): Sudden cardiovascular death in sport. Preparticipation screening IOC Medical Commission (eds.), Lausanne, 2004.
32. KALTMANN JR, THOMPSON PD, LANTOS J, BERUL CI, BOTKIN J, DREZNER J, FRICK KD, GOLDMAN S, HLATKY M, KANNANKERIL PJ, LESLIE L, PRIORITY S, SAUL JP, SHAPIRO-MEDOZA CK, SISKOVICK D, VETTER VL, BOINEAU R, BURNS K, FRIEDMAN RA: Screening for sudden cardiac death in the young. *Circulation* 2011;123:1911-1918.
33. KAUFERSTEIN S, KIEHNE N, NEUMANN T, PITTSCHNER H-F, BRATZKE H: Cardiac gene defects can cause sudden cardiac death in young people. *Dtsch Arztebl int* 106 (2009) 41-47.
34. KJAER M: Sudden cardiac death associated with sports in young individuals: Is screening the way to avoid it? *Scand J Med Sci Sports* 16 (2006) 1-3.
35. KLOT VON S, MITTLEMAN MA, DOCKERY DW, HEIER M, MEISINGER C, HOMANN A, WICHMANN HE, PETERS A: Intensity of physical exertion and triggering of myocardial infarction: a case-crossover study *Eur Heart J* 29 (2008) 1881-1888.
36. LAGERCHE A, BURNS AT, MOONEY DJ, INDER WJ, TAYLOR AJ, BOGAERT J, MACISAAC AI, HEIDBUCHHEL H, PRIOR DL: Exercise - induced right ventricular dysfunction and structural remodelling in endurance athletes. *Euro Heart J* 32 (2011). doi:10.1093/ehj/ehr397.
37. LAWRENZ W: Das Ruhe-EKG in der sportmedizinischen Untersuchung von Kindern und Jugendlichen - ist es notwendig? *Dtsch Z Sportmed* 63 (2012) 111-113.
38. LE VV, WHEELER MT, MANDIC S, DEWEY F, FONDA H, PEREZ M, SUNGAR G, GARZA D, ASHLEY EA, MATHESON G, FROELICHER V: Addition of the electrocardiogram to the preparticipation examination of college athletes *Clin J Sport Med* 2 (2010) 98-105.
39. LEMERY R, BRUGADA P, DELLA BELLA P, DUGERNIER T, VAN DEN DOOL A, WELLENS HJ: Non-ischemic ventricular tachycardia: clinical course and long-term follow-up in patients without clinically overt heart disease. *Circulation* 79 (1989) 990-999.
40. LEYK D, RUETHER, WUNDERLICH M, SIEVERT AP, ERLEY OM, LÖLLGEN H: Utilization and implementation of sports medical screening examination - Survey of more than 10000 long distance runners. *Dtsch Arztebl int* 105 (2008) 609-614.
41. LIU JF, JONS C, MOSS AJ, MCNITT S, PETERSON DR, QI M, ZAREBA W, ROBINSON JL, BARSHESHET A, ACKERMAN MJ, BENHORIN J, KAUFMANN ES, LOCATI EH, NAPOLITANO C, PRIORI SG, SCHWARTZ PJ, TOWBIN J, VINCENT M, ZHANG LI, GOLDENBERG I: Risk factors for recurrent syncope and subsequent fatal or near-fatal events in children and adolescents with long QT syndrome. *J Am Coll Cardiol* 57 (2011) 941-950.
42. LÖLLGEN H, GERKE R, STEINBERG T: Der kardiale Zwischenfall im Sport. *Deutsch Arztebl* 103 (2006) A1617-1621.
43. LÖLLGEN H, HANSEL J: Vorsorgeuntersuchung bei Sporttreibenden: S1-Leitlinie, DGSP, 2007.
44. LÖLLGEN H, LEYK D, HANSEL J: The pre-participation examination for leisure time physical activity *Dtsch Arztebl Int* 107 (2010) 742-749.
45. LÖLLGEN H, BÖCKENHOFF A, KNAPP G: Primary prevention by physical activity: An updated meta-analysis with different intensity categories. *Int. J Sports Med* 30 (2009) 213-224.
46. MARCUS FI, MCKENNA M, SHERILL D (CHAIRS): Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/ dysplasia. *Europ Heart J* 31 (2010) 806-814.
47. MARON BJ, MURRAY A, MITTLEMAN, ANTONIO PELLICCIA, NANETTE K. WENGER, STEFAN N, ESTES, III, JANET E. FULTON, NEIL F. GORDON, WILLIAM L, HASKELL, MARK S. LINK, BARRY J, BARRY A. FRANKLIN, GARY J. BALADY, STEVEN N. BLAIR, DOMENICO CORRADO NA: Mark Exercise and Acute Cardiovascular Events: Placing the Risks Into Perspective: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology *Circulation* 115 (2007) 2358-2368.
48. MARON BJ, ARAUJO CG, THOMPSON PD, FLETCHER GF, DE LUNA AB, FLEG JL, PELLICCIA A, BALADY GJ, FURLANELLO F, VAN CAMP SP, ELOSUA R, CHAITMAN BR, BAZZARRE TL: World Heart Federation; International Federation of Sports Medicine; American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention. Recommendations for preparticipation screening and the assessment of cardiovascular disease in masters athletes: an advisory for healthcare professionals from the working groups of the World Heart Federation, the International Federation of Sports Medicine, and the American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* 103 (2001) 327-334.
49. MARON BJ, ARAUJO CG, THOMPSON PD, FLETCHER GF, DE LUNA AB, FLEG JL, PELLICCIA A, BALADY GJ, FURLANELLO F, VAN CAMP SP, ELOSUA R, CHAITMAN BR, BAZZARRE TL; WORLD HEART FEDERATION; INTERNATIONAL FEDERATION OF SPORTS MEDICINE; AMERICAN HEART ASSOCIATION COMMITTEE ON EXERCISE, CARDIAC REHABILITATION, AND PREVENTION: Recommendations for preparticipation screening and the assessment of cardiovascular disease in masters athletes. *Circulation* 101 (2001) 327-334.
50. MARON BJ: How should we screen competitive athletes for cardiovascular disease? *Europ Heart J* 8 (2005) 516-524.

51. MARON BJ, DOUGLAS PS, GRAHAM TP, NISHIMURA RA, THOMPSON PD: Task Force 1: Preparticipation screening and diagnosis of cardiovascular disease in athletes. *J Am Coll Cardiol* 45 (2005) 1322-1326.
52. MARON BJ, SHIRANI J, POLIAC LC: Sudden death in young competitive athletes: clinical, demographic and pathological profiles. *JAMA* 276 (1996) 199-204.
53. MARON BJ, THOMPSON PD, PUFFER JC, MCGREW CA, STRONG WB, DOUGLAS PS, CLARK LT, MITTEN MJ, CRAWFORD MD, ATKINS DL, DRISCOLL DJ, EPSTEIN AE: Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes: Addendum. *Circulation* 97 (1998) 2294.
54. MARON BJ, DOERER JJ, HAAS TS, TIERNEY DM, MUELLER FO: Sudden death in young competitive athletes. *Circulation* 119 (2009) 1085-1092.
55. MARON BJ, ZIPES DP: 36th Bethesda Conference: Eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol* 45 (2005) 1312-1375.
56. MARON BJ, MCKENNA WJ, DANIELSON GK: Task Force on Clinical Expert Consensus Documents. American College of Cardiology; Committee for Practice Guidelines. European Society of Cardiology. American College of Cardiology/European Society of Cardiology clinical expert consensus document on hypertrophic cardiomyopathy. A report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Clinical Expert Consensus Documents and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 42 (2003) 1687-713.
57. MARON BJ, THOMPSON PD, PUFFER JC, MCGREW CA, STRONG WB, DOUGLAS PS, CLARK LT, MITTEN MJ, CRAWFORD MH, ATKINS DL, DRISCOLL DJ, EPSTEIN AE: Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. A statement for health professionals from the Sudden Death Committee (clinical cardiology) and Congenital Cardiac Defects Committee (cardiovascular disease in the young), American Heart Association. *Circulation* 94 (1996) 850-856.
58. MARON BJ, DOERER JJ, HAAS TS, TIERNEY DM, MUELLER FO: Sudden death in young competitive athletes. *Circulation* 119 (2009) 1085-1092.
59. MARON BJ, CHAITMAN BR, ACKERMAN MJB, BAYÉS DE LUNA A, CORRADO D, CROSSON JE, DEAL BJ, DRISCOLL DJ, ESTES NA 3RD, ARAÚJO CG, LIANG DH, MITTEN MJ, MYERBURG RJ, PELLICCIA A, THOMPSON PD, TOWBIN JA, VAN CAMP SP; WORKING GROUPS OF THE AMERICAN HEART ASSOCIATION COMMITTEE ON EXERCISE, CARDIAC REHABILITATION, AND PREVENTION; COUNCILS ON CLINICAL CARDIOLOGY AND CARDIOVASCULAR DISEASE IN THE YOUNG: Recommendations for physical activity and recreational sports participation for young patients with genetic cardiovascular diseases. *Circulation* 109 (2004) 2807-2816.
60. MARTI B: Plötzliche Todesfälle an Schweizer Volksläufen 1978-1987. *Schweiz Med Wschr* 119 (1989) 473-482.
61. MYERBURG RJ, VETTER VL: Electrocardiograms should be included in preparticipation screening of athletes. *Circulation* 116 (2007) 2616-2626.
62. NORA M, ZIMMERMANN F, OW P, FENNER P, MAREK J: Abstract 3718: Preliminary findings of ECG screening in 9125 young adults. *Circulation* 116 (2007) II-845.
63. ÖSTMAN-SMITH I: Sudden cardiac death in young athletes. *Open Access J Sports Med* 2 (2011) 85-97.
64. PELLICCIA A, SANER H: Participation in leisure-time physical activities and competitive sports in patients with cardiovascular diseases: How to get the benefits without risks. *Europ J Cardiovasc Prev Rehab* 12 (2005) 315-317.
65. PELLICCIA A, MARON BJ: Preparticipation cardiovascular evaluation of the competitive athlete: perspectives from the 30-year Italian experience. *Am J Cardiol* 75 (1995) 827-829.
66. PELLICCIA A, ZIPES DP, MARON BJ: Bethesda conference #36 and the European Society of Cardiology consensus recommendations revisited: A comparison of U.S. and European criteria for eligibility and disqualification of competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol* 52 (2008) 1990-1996.
67. PELLICCIA A, CULASSO F, DI PAOLO M, ACCETTURA D, CANTORE R, CASTAGNA W, CIACCIARELLI A, COSTINI G, CUFFARI B, DRAGO E: Prevalence of abnormal electrocardiograms in a large, unselected population undergoing pre-participation cardiovascular screening. *Eur Heart J* 28 (2007) 2006-2010.
68. PELLICCIA A: The preparticipation cardiovascular screening of competitive athletes: is it time to change the customary clinical practice? *Eur Heart J* 28 (2007) 2703-2705.
69. PRIORI SG, ZIPES DP (EDS.): Sudden cardiac death. Blackwell. Malden, Mass, 2006.
70. PURANIK R, CHOW CK, DUFLOU JA: Sudden death in the young. *Heart Rhythm* 2 (2005) 1277-1282.
71. RODDAY AM, TRIEDMANN TK, ALEXANDER ME, COHEN JT, STANLEY I, NEWBURGER JW, PARSONS SK, TRIKALINOS TA, WONG JB, LESLIE LK: Electrocardiogram screening for disorders that cause sudden cardiac death in asymptomatic children: A meta-Analysis. *Pediatrics* 129 (2012) 1-12.
72. SACKETT D: Evidence-based medicine: What it is and what isn't. *BMJ* 312 (1996) 71-72.
73. SANTINELLI V, RADINOVIC A, MANGUSO F, VICEDOMINI G, GULLETTA S, PAGLINO G, MAZZONE P, CICONTE G, SACCHI S, SALA S, PAPPONE C: The natural history of asymptomatic ventricular pre-excitation: A long-term prospective follow-up study of 184 asymptomatic children. *J Am Coll Cardiol* 20 (2009) 275-280.
74. STEPHENSON EA, BERUL CI: Electrophysiological interventions for inherited arrhythmia syndromes. *Circulation* 116 (2007) 1062-1080.
75. SMITH W: Guidelines for the diagnosis and management of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Heart Lung Circ* 20 (2011) 757-760.
76. SEN-CHOWDHRY S, SYRIS P, PRASAD S, HUGHES SE, MERRIFIELD R, WARD D, PENNELLDJ, MCKENNA WJ: Left dominant arrhythmogenic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 52 (2008) 2175-2187.
77. SOFI F, CAPALBO A, PUCCI N, GIULIATTINI J, CONDINO F, ALESSANDRI F, ABBATE F, GENSINI GF, CALIFANO S: Cardiovascular evaluation, including resting and exercise electrocardiography, before participation in competitive sports: cross sectional study. *BMJ* 337 (2008) a346-a346.
78. STEINVIL A, CHUNDADZE T, ZELTNER D: Mandatory electrocardiographic screening of athletes to reduce their risk for sudden death. Proven fact or wishful thinking? *J Am Coll Cardiol* 11 (2011) 1291-1296.
79. TESTER DJ, ACKERMAN MJ: The role of molecular autopsy in unexplained sudden cardiac death. *Curr Opin Cardiol* 21 (2006) 166-172.
80. TESTER DJ, ACKERMANN MJ: Postmortem long QT syndrome genetic testing for sudden unexplained death in the youth. *J Am Coll Cardiol* 49 (2007) 240-246.
81. TRAPPE HJ, LÖLLGEN H: Leitlinien zur Ergometrie. *Z Kardiol* 89 (2000) 821-837.
82. UBEROI A, STEIN R, PEREZ MV, FREEMAN J, WHEELER M, DEWEY E, PEIDRO R, HADLEY D, DREZNER J, SHARMA S, PELLICCIA A, CORRADO D, NIEBAUER J, ESTES M, ASHLEY E, FROELICHER V: Interpretation of the electrocardiogram of young athletes. *Circulation* 124 (2011) 746-757.
83. VISKIN S, ROSOVKI U, SANDS AJ: Inaccurate electrocardiographic interpretation of long QT: the majority of physicians cannot recognize a long QT when they see one. *Heart Rhythm* 6 (2005) 569-574.
84. VOHRA J: Diagnosis and management of Brugada syndrome. *Circulation* 20 (2011) 751-775.
85. VOHRA J, SKINNER J, SEMSARIAN C: Cardiac genetic investigation in young sudden unexplained death and resuscitated out of hospital cardiac arrest. *Heart Lung Circulation* 20 (2011) 746-750.
86. WEINER RB, HUTTER AM, WANG F, KIM JH, WOOD MJ, WANG TJ, PICARD MH, BAGGISH AL: Performance of the 2010 European Society of Cardiology Criteria for ECG interpretation in the athlete. *Heart*. 2011. doi:10.1136/hrt.
87. WHEELER MT, HEIDENREICH PA, HLATKY MA, ASHLEY EA: Cost-effectiveness of preparticipation screening for prevention of sudden cardiac death in young athletes. *Ann Int Med* 152 (2010) 276-286.
88. WILSON MG, BASAVARAJIAH S, WHYTE GP, COX S, LOOSEMORE M, SHARMA S: Efficacy of personal symptom and family history questionnaire when screening for inherited cardiac pathologies: the role of electrocardiography. *Br J Sports Med* 42 (2008) 207-211.
89. ZHANG Y, MAZGALEV TN: Arrhythmia and vagus nerve stimulation. *Heart Fail Rev* 10 (2010) 1-15.
90. ZIPES DP, MILES WM, KLEIN LS: Assessment of the patient with a cardiac arrhythmia. In: Zipes DP, Jalife J (eds) *Cardiac electrophysiology*, 2nd edn. Saunders Philadelphia, 1995, 1009-1012.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Herbert Löllgen

Bermesgasse 32 b

42897 Remscheid

E-Mail: Herbert.Loellgen@gmx.de