

Diplomarbeit

**Sporttauglichkeitsuntersuchungen in Europa -
Aktuelle Durchführung und Auswirkung auf den
plötzlichen Herztod**

eingereicht von
Anna Filnkößl

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der
Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der
**Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde – Abteilung
für pädiatrische Kardiologie**

unter der Anleitung von
**Priv.-Doz. Dr.med.univ. Köstenberger, Martin
Priv.-Doz. Dr.med.univ. Fritsch, Peter**

Linz, 29.8.2016

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Linz, 29.8.2016

Anna Filnközl eh

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen zwei Betreuern danken. Zuerst Priv.Doz.Dr.med.univ. Fritsch, welcher mir durch die erste Phase der Diplomarbeit geholfen hat. Als zweites Priv.Doz.Dr.med.univ. Köstenberger, welcher kurzfristig und motiviert bereit war, mir bei der endgültigen Fertigstellung zu helfen.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie, allen voran meinen Eltern. Seit jeher stehen sie mir als moralische Stütze und gute Freunde zur Seite und waren immer zur Stelle, mich aufzubauen und mir zu helfen. Dank ihnen konnte ich mein Traumstudium antreten und durchhalten. Sie haben mir alles gegeben um zu einer selbstbewussten Frau zu werden und mein Leben nach meinen Vorstellungen zu gestalten.

Nicht vergessen möchte ich meinen kleinen Bruder, dem ich trotz des studienbedingten Umzugs in eine andere Stadt hoffentlich eine gute große Schwester war.

Ein weiterer Dank gilt meinem Lebensgefährten und besten Freund Felix. Seit über zwei Jahren bringt er mich jeden Tag zum Lachen, erträgt geduldig all meine Launen – von denen es währen des Schreibens dieser Arbeit einige gab – hat immer ein offenes Ohr für mich und er war bei der Erstellung dieser Arbeit stets motivierend an meiner Seite.

Schließlich danke ich all meinen Freunden aus der Schule, von der Uni und des Grazer Roten Kreuzes, die mir während des Studiums treu zur Seite standen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung	6
2	Abstract	7
3	Glossar und Abkürzungen	8
4	Abbildungsverzeichnis	9
5	Einleitung	12
5.1	Was ist der plötzliche Herztod?	13
5.2	Ursachen des plötzlichen Herztodes	14
5.2.1	Hypertrophe Obstruktive Kardiomyopathie	15
5.2.2	Koronaranomalien	16
5.2.3	Myokarditis	18
5.2.4	Arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie	20
5.2.5	Ionenkanaldefekte	21
5.2.6	Präexzitationssyndrome	23
5.3	Die Sporttauglichkeitsuntersuchung	25
5.4	EKG- ja oder nein	28
6	Methoden	33
6.1	selektive Literaturrecherche	33
6.2	Online Umfrage	33
6.3	Kooperation mit der EFSMA	35
6.4	Analyse	35
7	Ergebnisse	36
7.1	Auswertung der Umfrage	36
7.1.1	Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen – offizielle Meinung	37
7.1.2	Sporttauglichkeitsuntersuchung - verpflichtend oder empfohlen – persönliche Meinung	38
7.1.3	Empfehlung zum besten Zeitpunkt für die Sporttauglichkeits-untersuchung	39
7.1.4	Wer führt die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch?	39
7.1.5	Nationale Vorgaben der Sporttauglichkeitsuntersuchung	40
7.1.6	empfohlene Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung	41
7.1.7	Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung	42
7.2	Ergebnisse der EFSMA	43

7.2.1 Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen?	43
7.2.2 Wann wird die Sporttauglichkeitsuntersuchung durchgeführt?	43
7.2.3 Wer führt die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch?	44
7.2.4 Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung	45
7.2.5 Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung	46
8 Diskussion	48
8.1 Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen	48
8.2 Wann wird die Sporttauglichkeitsuntersuchung durchgeführt?	49
8.3 Wer führt die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch?	50
8.4 Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung	51
8.5 Kosten der Sporttauglichkeitsuntersuchung	53
8.6 Conclusio	53
9 Literaturverzeichnis	55
10 Anhang	59
10.1 Tabelle Umfrageergebnisse	59
10.2 Tabelle Auswertung EFSMA	61

1 Zusammenfassung

Einleitung: Der plötzliche Herztod ist bei jungen Athleten/Athletinnen ein seltenes jedoch tragisches Ereignis, welches mit einer Inzidenz, von 0,5 bis 4/100.000 Athleten/Athletinnen pro Jahr auftritt. In 2/3 der Fälle sind die SportlerInnen jünger als 18 Jahre. Die Ursachen hierfür liegen mit 55 - 85% vor allem im kardiologischen Bereich. Obwohl eine italienische Studie zeigte, dass sich durch die Standardisierung und Verpflichtung einer Sporttauglichkeitsuntersuchung die Inzidenz des plötzlichen Herztodes um 90% senken ließe gibt es bis heute in Europa keine einheitlichen Vorgaben für eine solche Untersuchung. **Methoden:** Um einen genauen Überblick über den aktuellen Wissensstand bei Ärzten/Ärztinnen zu erhalten und diesen mit den offiziellen Angaben zu vergleichen, führten wir eine europaweite Online Umfrage durch und ergänzten die Umfrageergebnisse mit denen der European Federation of Sports Medicine (EFSMA). **Ergebnisse:** Im Rahmen unserer Umfrage erhielten wir nach 2 Monaten 16 Antworten aus 8 verschiedenen Ländern und durch die Arbeit der EFSMA kamen wir zu Informationen aus insgesamt 27 Nationen. Im Vergleich zeigte sich ein großer Unterschied betreffend nationaler als auch internationaler Empfehlungen und der Durchführung der pre-participation examination (PPE). Dieser betraf vor allem die Zusammenstellung einer Sporttauglichkeitsuntersuchung. Einigkeit herrschte bei der Frage, ob die Verpflichtung und Standardisierung einer solchen Untersuchung notwendig wäre. 81% der Befragten waren für die verpflichtende Einführung einer standardisierten Untersuchung, was in nur 63% der untersuchten Nationen der Fall ist, wobei in 24 der 27 untersuchten Länder auch ein EKG durchgeführt wird. **Schlussfolgerung:** Trotz des Erfolges der PPE in der italienischen Studie, gibt es europaweit keine einheitlichen Vorgaben, ob eine solche Untersuchung verpflichtend durchgeführt werden muss und in welchem Umfang. Die österreichische Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention setzt sich daher europaweit für eine verpflichtende, standardisierte Sporttauglichkeitsuntersuchung inklusive genauer Anamnese, einem körperlichen Status mit sorgfältiger internistischer und orthopädischer Untersuchung und einem 12 - Kanal - EKG vor dem Wettkampfsport ein. Weiters sollte diese von speziell geschultem Personal durchgeführt werden.

2 Abstract

Introduction: Sudden Cardiac Death in young competitive athletes is a tragic but rare event. It occurs with an incidence varying from 0.5 to 4/100000 athletes per year. About 2/3 of the affected people are younger than 18 years old. The aetiology of death in this patient group lies mainly in the cardiology field with 55 – 85%. Until now there are no guidelines in Austria for such an examination although an Italian study showed that the incidence of sudden cardiac death was decreased by 90% after the implementation of an obligatory and standardized pre-participation screening (PPE).

Methods: To gain an overview regarding the knowledge of doctors in Europe in this subject and to compare it to the official guidelines we designed an online survey. The results were opposed to the information we got from the European federation of sports medicine (EFSMA).

Results: Within two months we received 16 responses out of eleven different countries with the aid of our survey. Via the EFSMA we got information from 27 nations. Comparing the official guidelines from the EFSMA to our results we discovered a discrepancy, especially concerning the content of a pre-participation screening. 81% of the interviewee agreed that the nature of the pre-participation screening should be an obligatory one but according to the EFSMA this applies to only 63% of the analysed nations. Of the 27, 24 demand that the ECG should be part of the PPE.

Conclusion: Based on the success of the standardised pre-participation screening in Italy and the discordance of doctors all over Europe shown in the survey the Austrian Federation of Sports Medicine and Prevention postulates an obligatory and standardised pre-participation screening. It should contain an accurate medical and family history, a physical examination consisting of thorough internistic and orthopaedic check-up and a 12-lead-ECG. It is also important that special trained staff is executing this examination.

3 Glossar und Abkürzungen

AEPC	Association for European Paediatric Cardiology – europäische kinderkardiologische Gesellschaft
KHK	Koronare Herzerkrankung
ACM/ARVD	Arrhythmogenic Cardiomyopathy/ Arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie
CPVT	catecholaminerge polymorphe ventrikuläre Tachykardie
EKG	Elektrokardiogramm
EFSMA	European federation of sports medicine - Vereinigung der europäischen Gesellschaften für Sportmedizin
HOCM	Hypertroph obstruktive Kardiomyopathie
SCD	Sudden cardiac death
PPE	pre-participation examination
WPW	Wolff-Parkinson-White

4 Abbildungsverzeichnis

Abb.1	Empfohlener Ablauf der PPE laut ESC, modifiziert nach Corrado 2008 (1)	11
Abb.2	Zusammenfassung der Ursachen für plötzlichen Herztod, von Maron 2009 (2)	13
Abb.3	Kardio-MRT eines Patienten mit HOCM, URL: http://idw-online.de/pages/de/image?id=143813&display_lang=de_DE (3)	14
Abb.4	EKG bei Bland White Garland Syndrom, von Parizek 2010 (4)	15
Abb.5	Koronarangiographie mit Abgang von 2 Fisteln aus dem RCX und ihre Mündung in die A. Pulmonalis dextra, von Schümmelfeder 2002 (5) ..	16
Abb.6	Elektrokardiografische Befunde bei Myokarditis, URL: http://www.isarherzzentrum.de/sites/default/files/u6/EKGmyokarditis.png (6)	17
Abb.7	MR Aufnahme eines Patienten mit Myokarditis, modifiziert nach Enayati 2009 (7)	17
Abb.8	EKG einer ARVD, URL: http://www.heartpearls.com/tag/epsilon-wave (8)	19
Abb.9	EKG mit verlängerter QT-Zeit, URL: http://www.oxfordmedicaleducation.com/ecg/ecg-examples/ (9)	20
Abb.10	EKG mit Brugada Syndrom, URL: http://lifeinthefastlane.com/what-is-brugada-syndrome/ (10)	20
Abb.11	CPVT, von Eckardt 2007 (11)	21
Abb.12	akzessorische Leitbahn bei WPW, URL: http://lifeinthefastlane.com/ecg-library/pre-excitation-syndromes/ (12)	21
Abb.13	Negative delta Welle in I, III, aVL, aVF, V ₄ -V ₆ , URL: http://lifeinthefastlane.com/ecg-library/pre-excitation-syndromes/ (12) ..	22
Abb.14	EKG Veränderungen, von Corrado 2011 (13)	23
Abb.15	Anamnese und Status, von Corrado 2006 (14)	23
Abb.16	optimaler Ablauf einer Sporttauglichkeitsuntersuchung, von Corrado 2008 (1)	24
Abb.17	Kriterien für ein positives EKG, von Corrado 2005 (15)	26

Abb.18	jährliche Inzidenzrate von SCD bei Sportlern und Sportlerinnen und Nichtsportlern/-sportlerinnen in Italien von 1979 bis 2004, von Corrado 2008 (1)	26
Abb.19	Normwerte bei Kindern, von Rijnbeek 2001 (16)	28
Abb.20	richtige EKG Interpretation vor und nach Training, modifiziert nach Drezner 2012 (17)	29
Abb.21	Kriterien zur Interpretation eines EKGs bei Athleten/Athletinnen, von Fritsch modifiziert nach Corrado et al. 2010 (18)	29
Abb.22	Startseite der Umfrage auf www.preparticipationsscreening.com , eigene Darstellung	31
Abb.23	Länder der Umfrageteilnehmer/Innen und begutachtete Länder der EFSMA, URL: http://www.digitale-europakarte.de/nutzungsbedingungen.html (19)	33
Abb. 24	teilnehmende Länder der Umfrage, eigene Darstellung	34
Abb. 25	Verteilung der Fachrichtungen, eigene Darstellung	34
Abb. 26	offiziell - Verpflichtung oder Empfehlung zur Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung	35
Abb. 27	persönliche Meinung – Verpflichtung oder Empfehlung zur STU, eigene Darstellung	35
Abb. 28	Empfehlung zum besten Zeitpunkt der Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung	36
Abb. 29	Empfohlene Fachrichtung für die Untersuchung, eigene Darstellung	37
Abb. 30	offizielle Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung	37
Abb. 31	empfohlene Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung	38
Abb. 32	Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung	39
Abb. 33	die Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen?, eigene Darstellung	40
Abb. 34	Empfehlung zum besten Zeitpunkt der Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung	41
Abb. 35	Durchführende Fachrichtung, eigene Darstellung	42
Abb. 36	Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung	43

Abb. 37	Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung, eigene Darstellung ...	44
Abb. 38	EKG Abnormitäten bei Athleten/Athletinnen von Corrado 2008 (1)	47
Abb. 39	PPE-Protokoll, von Corrado 2005 (20)	49

5 Einleitung

26. Juni 2003. Beim Konföderationen - Pokal verstirbt der Fußballer Marc-Vivien Foé im Alter von 28 Jahren. (21)

14. April 2012. Tod des 26 jährigen italienischen Fußballers Piermario Morosini während eines Spieles seines Vereins gegen Delfino Pescara. (22)

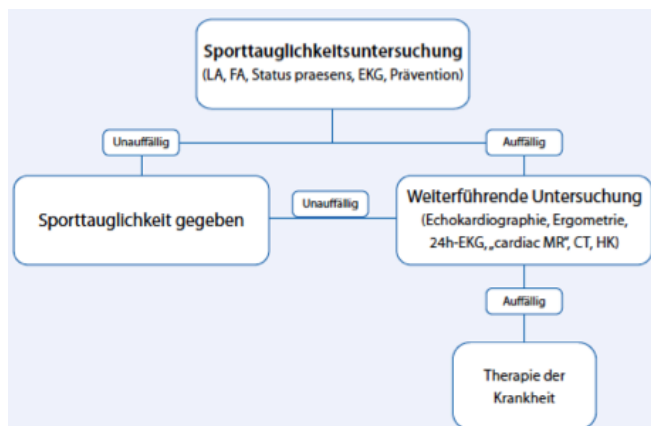
30. April 2012. Der norwegische Schwimmer Alexander Dale Oen verstirbt im Alter von 27 Jahren während eines Höhentrainings. (23)

17. März 2012. Während des Fußballspiels Tottenham und Bolton bricht der 23 jährige Fabrice Muamba zusammen. 78 Minuten kämpfen Ärzte/Ärztinnen und SanitäterInnen um sein Leben. Das Wunder: Nur einen Monat später verlässt der junge Sportler das Krankenhaus. Lebend. (24)

Obwohl sich die Medizin stetig weiter entwickelt schockieren Pressemitteilungen immer wieder mit Berichten über junge SportlerInnen, die während des Sports plötzlich und unerwartet eine Synkope erleiden und kurz darauf versterben. Die Ursache: Plötzlicher Herztod oder Sudden Cardiac Death.

Trotzdem gibt es europaweit keine einheitlichen Vorschriften, ob und in welchem Ausmaß junge Athleten/Athletinnen - sei es im Hobby- oder im Leistungssport - am Anfang ihrer Karriere körperlich untersucht werden müssen. Dies hat zur Folge, dass viele junge Athleten/Athletinnen trotz einer vorbestehenden Herzerkrankung Sport treiben und ein erhöhtes Risiko für einen plötzlichen Herztod haben.

Die österreichische Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention sowie die Europäische Gesellschaft für Kardiologie (ESC) fordern daher Richtlinien für eine



einheitliche Sporttauglichkeitsuntersuchung, die eine ausführliche Anamnese, einen internistischen und orthopädischen Status, sowie ein 12-Kanal-EKG enthält. (20,25,26)

Abb.1: empfohlener Ablauf der PPE laut ESC, modifiziert nach Corrado 2008 (1)

5.1 Was ist der plötzliche Herztod?

Zum SCD kommt es, wenn das Herz und somit der Kreislauf unerwartet versagen, wodurch lebenswichtige Organe nicht mehr mit Blut, Sauerstoff und Nährstoffen versorgt werden.

Das Versagen des Herzens ist meist das Resultat einer dauernden pulslosen Kammertachykardie oder eines anhaltenden Kammerflimmerns. Dies führt schließlich zum Herzstillstand. Werden diese Rhythmusstörungen durch Defibrillation und Herz-Lungen-Wiederbelebung erfolgreich und dauerhaft beendet, verwendet man die Formulierung „überlebter plötzlicher Herztod“ oder „Zustand nach Reanimation“. (27)

Bei Personen ab dem 35. Lebensjahr stellt die KHK die Hauptursache des plötzlichen Herztodes dar. Bei Personen zwischen dem 1. und 35. Lebensjahr liegen dem Ereignis vor allem strukturelle Herzerkrankungen wie zum Beispiel die hypertrophe Kardiomyopathie oder die arrhythmogene rechtsventrikulären Kardiomyopathie zugrunde. (28)

In 80% der Fälle tritt der SCD während oder kurz nach einer Belastung auf und nach einer italienischen Studie ist das Risiko einen SCD zu erleiden bei jungen Athleten/Athletinnen gegenüber der altersentsprechenden Normalbevölkerung etwa 2,5 -fach höher – dies gilt für nicht untersuchte SportlerInnen. (29,30)

Die Inzidenz liegt laut Literatur zwischen 0,5 und 4/100.000 Athleten/Athletinnen pro Jahr (dieser große Unterschied beruht vor allem auf unterschiedlichen Dokumentationsquellen und beobachteten Ländern und auf der unterschiedlichen Zusammenstellung der PPE), und 2/3 der verstorbenen Athleten/Athletinnen waren jünger als 18 Jahre. (2,29)

Da sich die dem plötzlichen Herztod zugrunde liegenden Erkrankungen meist lange Zeit klinisch stumm verhalten, gestaltet sich die frühzeitige Diagnose nicht immer ganz leicht. (1)

Daher ist eine Sporttauglichkeitsuntersuchung unumgänglich. In Italien führte die Einführung einer flächendeckenden Sporttauglichkeitsuntersuchung zu einem Rückgang der Inzidenz des SCD von 3,6/100000 auf 0,4/100000. (1)

5.2 Ursachen des plötzlichen Herztodes

Als Ursache für den plötzlichen Herztod im Sport bei Athleten/Athletinnen unter 35 Jahren finden sich zu 25% Traumata (Commotio Cordis oder stumpfes Thoraxtrauma), für weitere 10% sind Drogen, Hitzeschläge oder pulmonale Erkrankungen der Auslöser. 56% der plötzlichen Herztode werden jedoch durch Erkrankungen kardiovaskulären Ursprungs verursacht, welche sich meist lange Zeit klinisch stumm verhalten. (2)

Dazu zählen:

- die hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie
- Koronaranomalien
- Myokarditiden
- die arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie
- Ionenkanaldefekte (z.B. das Long-QT-Syndrom oder das Brugada Syndrom)
- Herzklappenerkrankungen
- Aortenstenosen
- Dilatative Kardiomyopathie
- Präexzitationssyndrome

EINLEITUNG

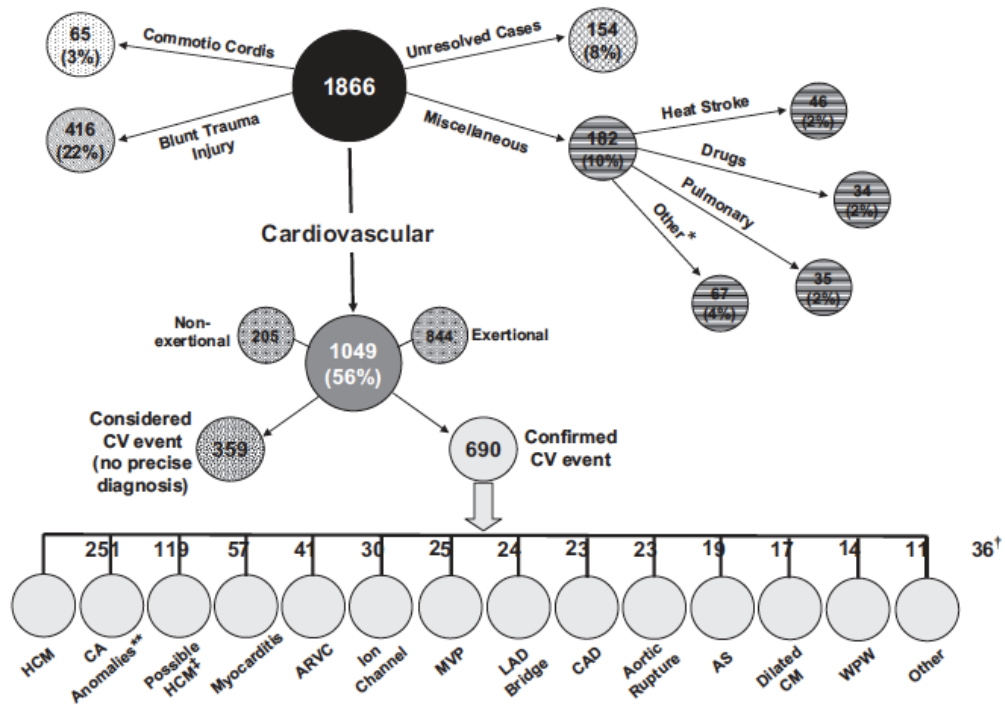


Figure 2. Flow diagram summarizing causes of death in 1866 young competitive athletes. *Suicide (n=22); lightning (n=12); drowning (n=10 and 3 during the swimming segment of triathlon events); cerebral aneurysm (n=9); rhabdomyolysis (n=8); epilepsy (n=2); and miscellaneous (n=4). †Congenital heart disease (n=8); myocardial infarction (n=6); Kawasaki disease or related conditions (n=5); sickle cell trait (n=5); sarcoidosis (n=4); stroke (n=3); cardiac tumor (n=1); conduction system disease (n=2); and miscellaneous (n=2). ‡Regarded as possible (not definitive) evidence for hypertrophic cardiomyopathy at autopsy with mildly increased left ventricular wall thickness (18±4 mm) and heart weight (447±76 g). **Of wrong sinus origin coursing between aorta and pulmonary trunk; most commonly, anomalous left main coronary artery from right (anterior) sinus of Valsalva (n=65) and anomalous right coronary artery from the left sinus (n=16). ARVC indicates arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy; AS, aortic stenosis; CA, coronary artery; CAD, coronary artery disease; CM, cardiomyopathy; CV, cardiovascular; HCM, hypertrophic cardiomyopathy; LAD, left anterior descending coronary artery; MVP, mitral valve prolapse; and WPW, Wolff-Parkinson-White.

Abb.2: Zusammenfassung der Ursachen für plötzlichen Herztod, nach Maron 2009 (2)

5.2.1 Hypertrophe Obstruktive Kardiomyopathie

Die hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie ist unter den kardiovaskulären Erkrankungen etwa für 35% aller plötzlichen Herztode verantwortlich. (32) Der Häufigkeitsspitzen des plötzlichen Herztodes bei dieser Erkrankung liegt dabei zwischen dem 12. und 35. Lebensjahr, wobei Synkopen bereits gehäuft ab dem 8. Lebensjahr auftreten können. (33)

In der klinischen Untersuchung finden sich in nur 25% der Fälle Auffälligkeiten wohingegen sich EKG Veränderungen in etwa 95 % der Fälle präsentieren - sie sind jedoch sehr variabel. Meist zeigen sich Zeichen einer Linkshypertrophie mit Repolarisationsstörungen. Bei der apikalen Form der HOCM sieht man tiefe negative T - Wellen. All diese Zeichen die auf eine Belastung des linken Vorhofes hindeuten sind häufig. Prominente inferiore Q-Zacken oder verzögerte bis fehlende R- Progression über den Vorderwandableitungen können Infarkt Narben

EINLEITUNG

simulieren. Linksanteriorer Hemiblock, komplette Schenkelblöcke oder AV-Blockierungen können ebenfalls vorkommen. (33)

Der Goldstandard in der Diagnose ist die Echokardiographie, bei der eine Myokardverdickung des linken Ventrikels dargestellt werden kann. (33) (Abb. 4)

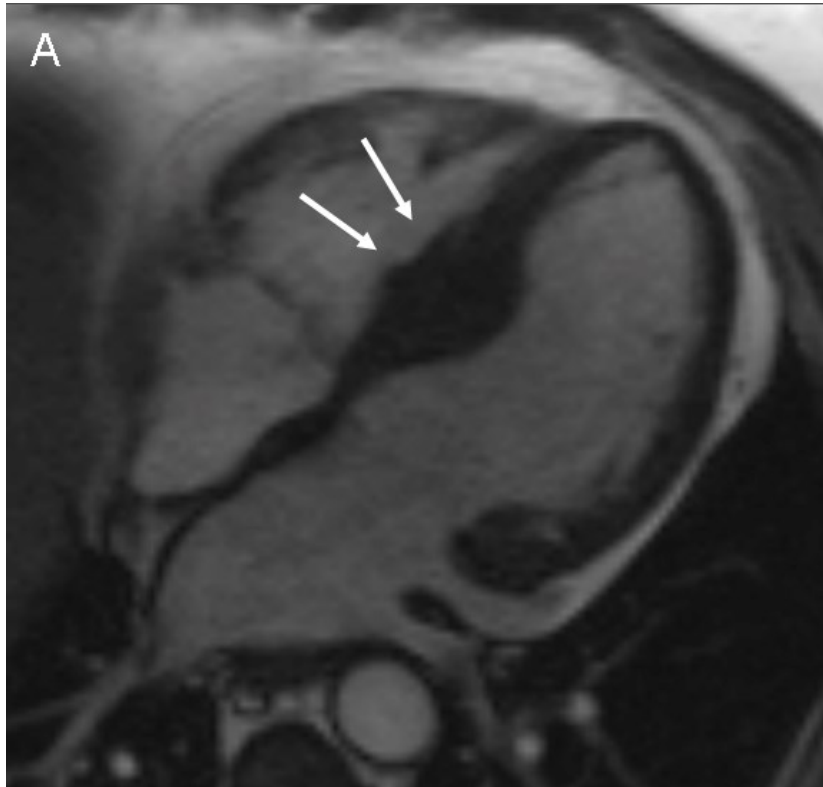


Abb.3: Kardio-MRT eines Patienten mit HOCM. Der 4-Kammerblick zeigt eine umschriebene Myokardhypertrophie des basalen Ventrikelseptums (Pfeile), Universitätsklinikum Tübingen (3)

5.2.2 Koronaranomalien

Bei den Koronaranomalien gibt es eine Vielzahl anatomischer Variationen (Ursprung, Zahl, Verlauf, Mündung, Aneurysmen). Diese werden in benigne und maligne Formen eingeteilt, wobei der Fehlabgang der linken Koronararterie aus der Pulmonalis (Bland - White - Garland - Syndrom) sowie Koronarfisteln zu den klinisch relevantesten zählen. (34)

Hämodynamisch wirksame Koronaranomalien werden in der Regel durch belastungsabhängige Angina pectoris - Symptomatik, dem Auftreten eines akuten Koronarsyndroms bzw. von ventrikulären Arrhythmien oder durch einen plötzlichen Herztod auffällig. (35)

EINLEITUNG

Aufgrund der Vielzahl der Anomalien wird im Folgenden auf die Diagnostik des Bland - White - Garland - Syndroms eingegangen. Im EKG finden sich in erster Linie Zeichen der linksventrikulären Myokardischämie (Pardee - Q, R - Verlust, ST - Streckenveränderungen). (36)

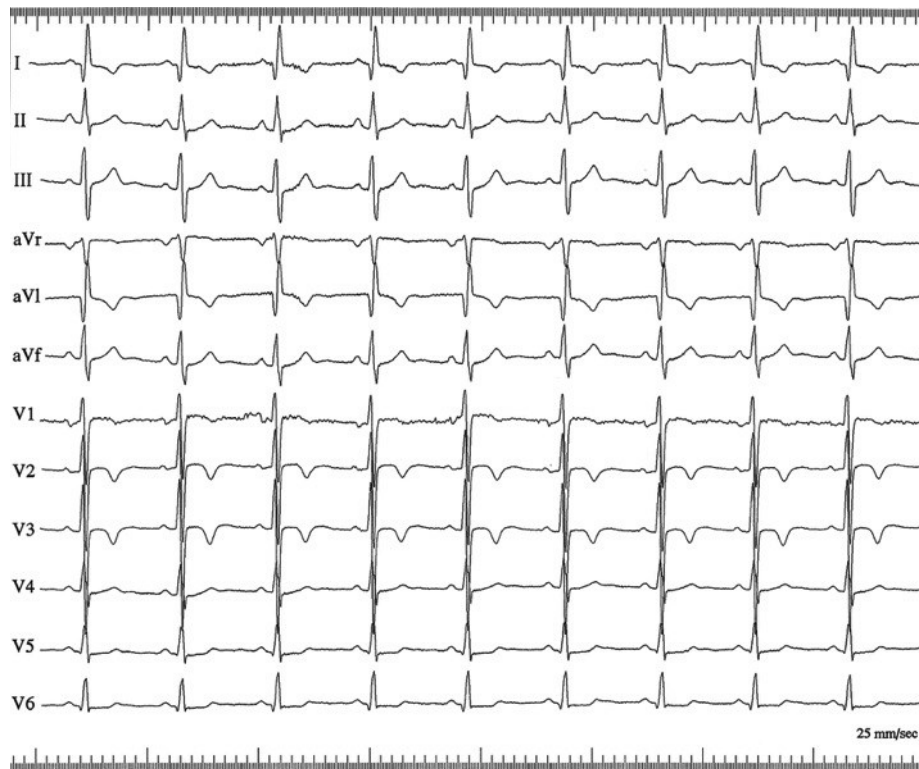


Abb.3: EKG bei Bland White Garland Syndrom: abnormale Q Welle in I und aVL, negative T-Welle in I, aVL, V2, V3, von Parizek 2010 (4)

Die Echokardiographie zeigt eine eingeschränkte linksventrikuläre Pumpfunktion, eine Mitralklappeninsuffizienz, eine Dilatation der rechten Koronararterie, den retrograden Blutfluss aus der linken Koronararterie in die Pulmonalarterie sowie den Abgang der linken Koronararterie aus der A. Pulmonalis. (36) (Abb.5)

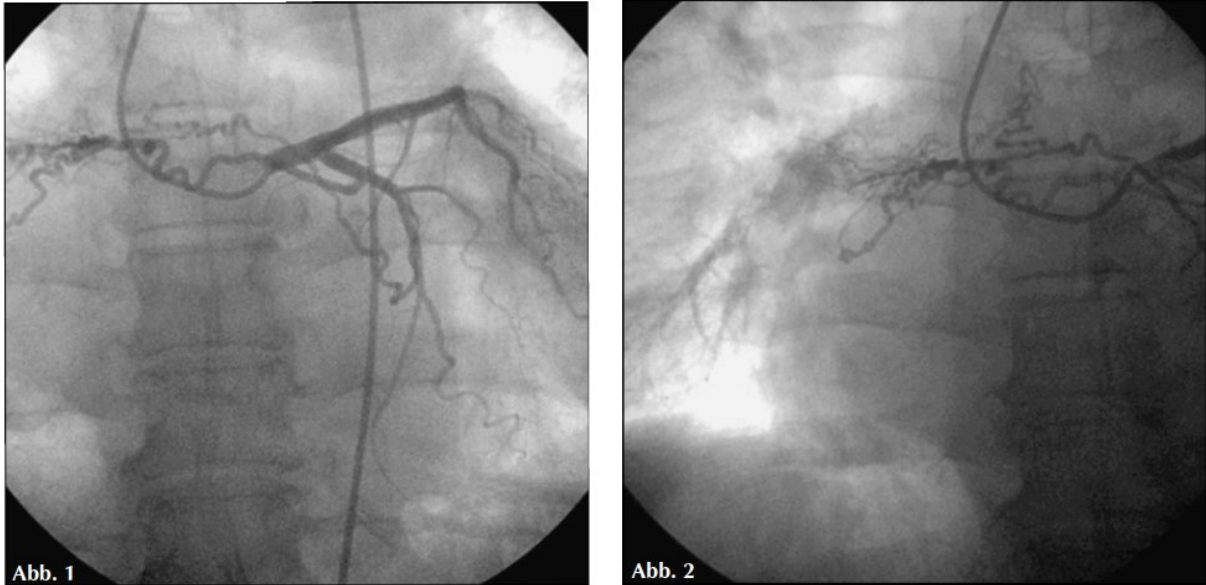


Abb.5: Koronarangiographie mit Abgang (Abb. 2) von 2 Fisteln aus dem RCX und ihre Mündung in die A. Pulmonalis dextra, von J. Schümmelfeder 2002 (5)

5.2.3 Myokarditis

Hierbei handelt es sich um eine entzündliche Herzmuskelerkrankung welche die Herzmuskelzellen, das Interstitium und die Herzgefäße betreffen kann. Die Ursache sind kardiotope Viren wie zum Beispiel der Parvovirus B19 bei denen man in 1% der Fälle mit einer kardialen Beteiligung rechnen kann. Es ist aber von einer hohen Dunkelziffer auszugehen, da ein Großteil der Fälle asymptomatisch bleibt, weshalb eine genaue Anamnese in Bezug auf virale Infekte und die Aufklärung der Patienten/Patientinnen umso wichtiger ist. (32)

Auch bei histologisch nachgewiesener Myokarditis, die bereits mit einer Einschränkung der linksventrikulären Funktion einhergegangen ist, können sich Veränderungen der Kammerendteile diskret und unspezifisch präsentieren oder auch zur Gänze fehlen. Am häufigsten findet sich eine gleichschenkelig terminal negative T - Welle, vor allem in den Ableitungen $V_2 - V_6$. Eine Differenzierung gegenüber der Ischämie kann dann erschwert sein, wenn es im Rahmen der Myokarditis zu muldenförmigen oder deszendierenden ST - Senkungen mit Übergang in präterminal negative T - Wellen kommt. (37)

Was bei der Myokarditis häufig vorkommt sind supraventrikuläre und ventrikuläre Tachykardien sowie AV – Blockierungen und Schenkelblockierungen. (37)

EINLEITUNG

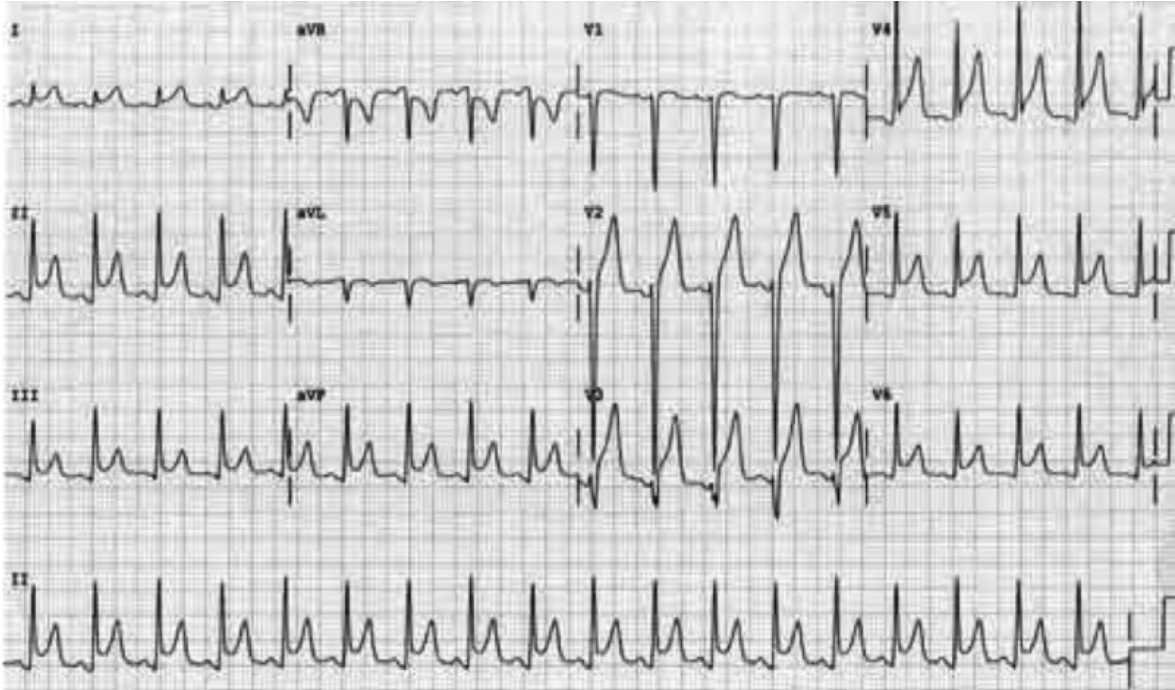


Abb.6: Elektrokardiografische Befunde bei Myokarditis mit einer ST-Hebung in I, II, III, aVF und V₁-V₆ sowie einer ST-Senkung in aVR, Isar Herzzentrum (6)



Abb.7: MR Aufnahme eines Patienten mit Myokarditis (roter Pfeil: Perikarderguss, grüne Pfeile: Ödem), modifiziert nach Enayati (7)

Weitere Möglichkeiten der Diagnose bieten das Blutbild (erhöhtes CK/CK-MB, erhöhte Entzündungszeichen, erhöhtes BNP bei beginnender Herzinsuffizienz, evtl. Nachweis von Entzündungszeichen, Bakteriologische Diagnostik), die Echokardiographie (oft normaler Befund, evtl. regionale Kinetikstörungen und Perikarderguss) und das MRT (fleckförmiges diffuses „late enhancement“ und Ödem) welches auch eine Myokardbiopsie ermöglicht. (32)

5.2.4 Arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie

Bei dieser Kardiomyopathie kommt es im rechtsventrikulären Myokard zu fibrolipomatösen Degenerationen von umschriebenen Wandabschnitten und in weiterer Folge zu einer rechtsventrikulären Dilatation. (32) Diese Veränderungen führen ca. ab dem 30. Lebensjahr und besonders bei Sportlern/Sportlerinnen zu Synkopen, Kammertachykardien oder plötzlichem Herztod. (32) Bei Verdacht auf diese Erkrankung wird mittels eines Score-Systems vorgegangen. Dabei werden die Familienanamnese, EKG-Veränderungen, Echokardiographie, Genetik, Cardiac-MR und eventuell eine Histologie herangezogen. (38) Im EKG können sich dabei folgende Veränderungen zeigen: in etwa 10% findet sich eine Epsilon-Welle am Ende des verbreiterten QRS Komplexes und eine T - Negativierung in $V_1 - V_3$ (Abb.3) sowie ein eventueller Rechtsschenkelblock. (32)

Die ARVD hatte in der Studie von Corrado et al. (1) mit 22,4% die höchste Inzidenz an plötzlichen Herztoden, wobei diese bei Maron et al. (2) nur etwa bei 4% lag. Der Grund für diese Häufigkeit in Italien liegt unter anderem daran, dass die Sporttauglichkeitsuntersuchung in Italien landesweit verpflichtend ist und die HOCM deshalb häufiger diagnostiziert werden konnte. Weiters kommt die ARVD in der Region um Venetien häufiger vor, wodurch die Ärzte/Ärztinnen eine hohe Sensibilität für dieses Krankheitsbild entwickelt haben. (1,2)

EINLEITUNG

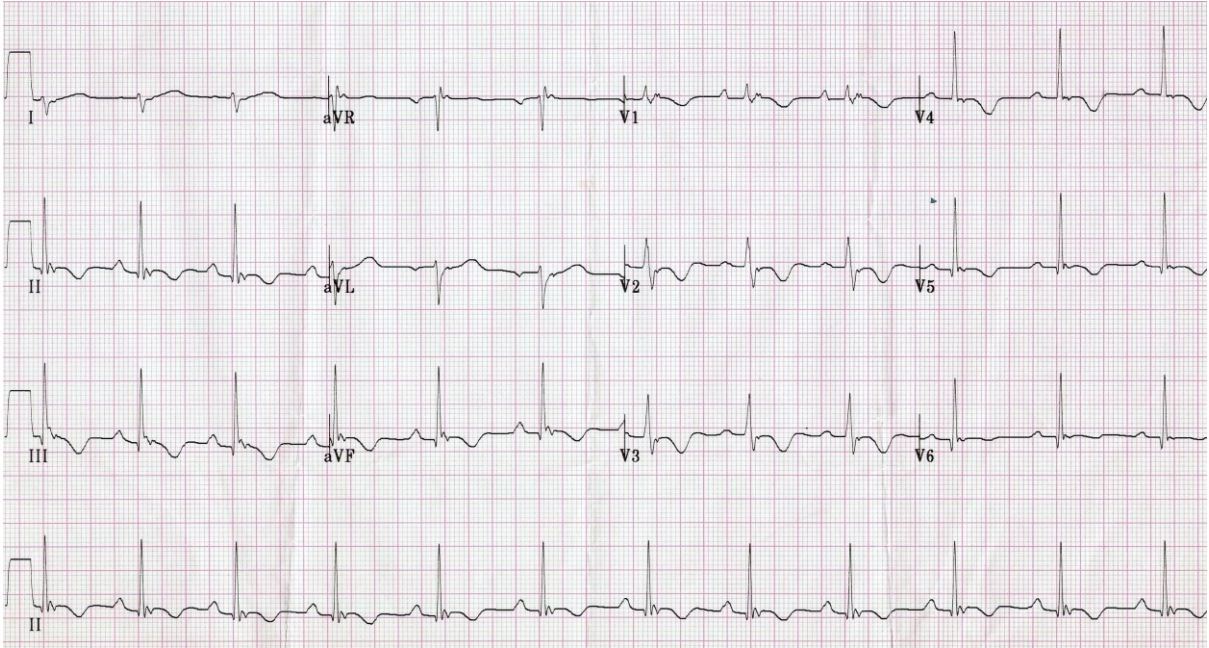


Abb.8: EKG einer ARVD: Epsilon Welle, T Inversion in V₁ bis V₃, positiver QRS in V₁,
<http://www.heartpearls.com/tag/epsilon-wave> (8)

Außerdem handelt es sich um eine progrediente Erkrankung, die bei einer PPE nicht diagnostiziert werden muss. Allerdings kommt es im Krankheitsverlauf meist zum Auftreten von Pathologien, weshalb bei Sportlern/Sportlerinnen stets Kontrolluntersuchungen in zumindest 2 - jährigen Abständen erfolgen sollten.

5.2.5 Ionenkanaldefekte

Zu den Ionenkanaldefekten zählen das Long - QT - und das Short - QT - Syndrom, das Brugada – Syndrom und die catecholaminergen polymorphen ventrikulären Tachykardien (CPVT). (32)

Beim Long - QT - Syndrom findet sich im EKG eine frequenzkorrigierte Verlängerung der QT - Zeit (QTc), die sich im Frequenzbereich zwischen 60 und 80 Schlägen pro Minute nach der Bazett - Formel ($QTc = QT(ms)/\sqrt{RR\text{-Abstand}(sec)}$) berechnen lässt. Ab 450 ms bei Männern und 460 ms bei Frauen ist das Risiko für Torsaden und Kammerflattern/ -flimmern deutlich erhöht. (32)

Beim Short - QT - Syndrom ist die QTc Zeit auf <320 ms verkürzt. (32)

EINLEITUNG

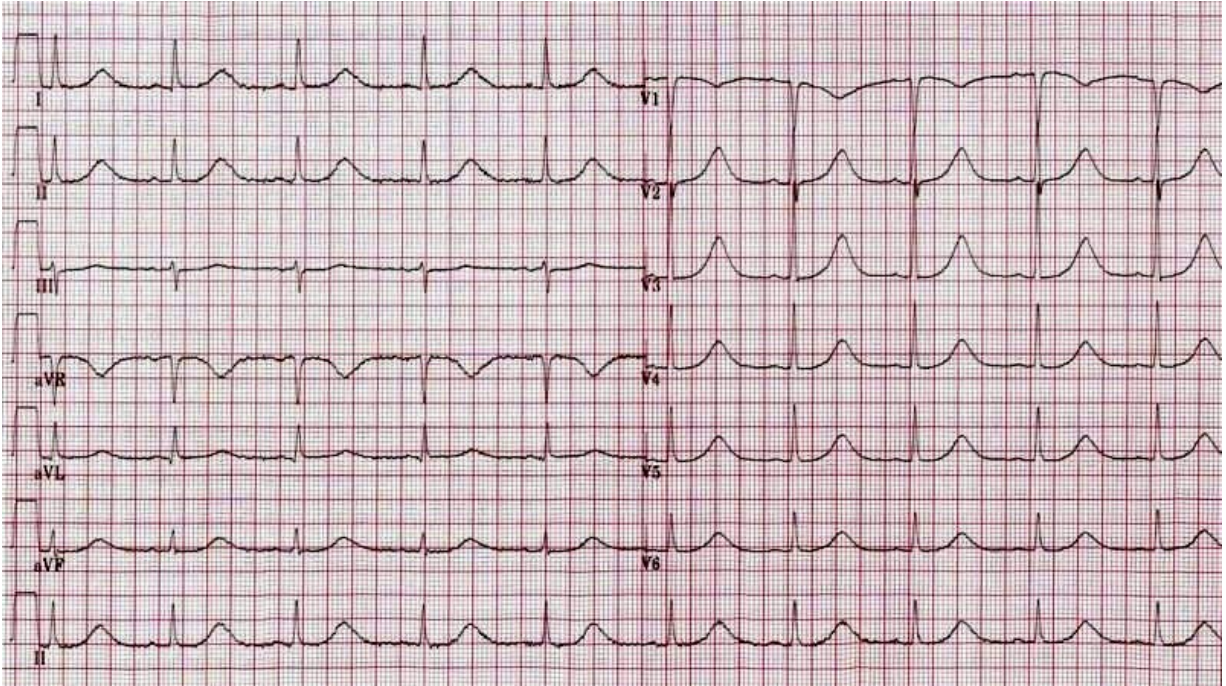


Abb.9: EKG mit verlängerter QT-Zeit (QTc = 480 ms),
<http://www.oxfordmedicaleducation.com/ecg/ecg-examples/> (9)

Das Brugada-Syndrom kann sich als „verborgene“ oder „manifeste“ Krankheit darstellen, je nachdem ob sich typische EKG Veränderungen zeigen oder nicht. Das Risiko eines plötzlichen Herztodes ist bei beiden gleich hoch. (39)

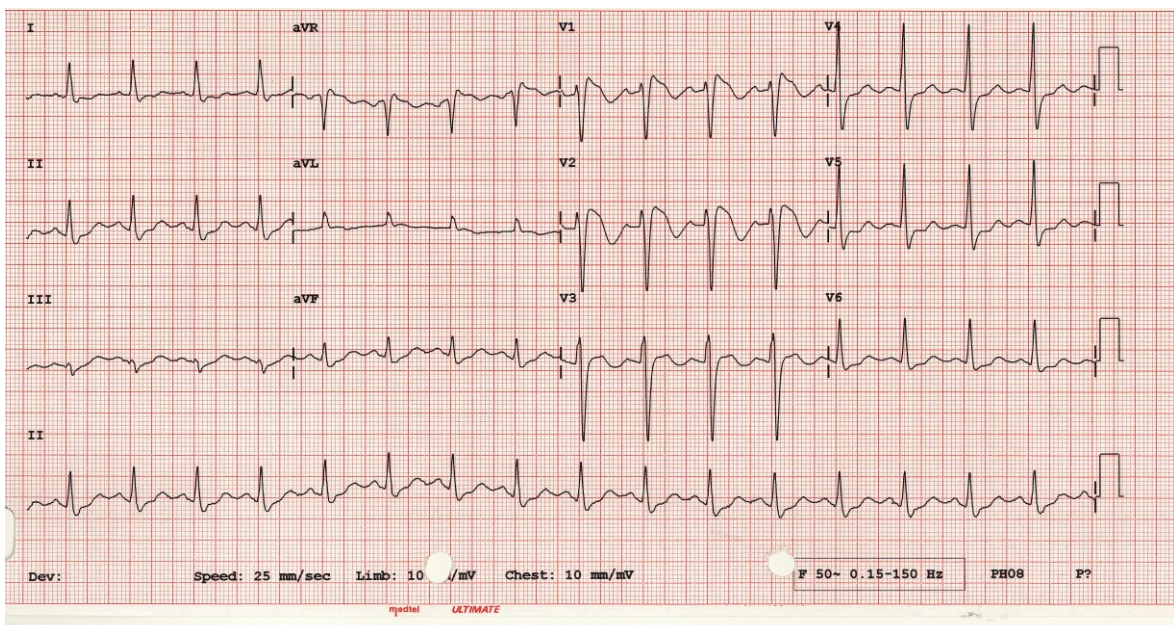


Abb.10: EKG mit Brugada Syndrom: gewölbte ST-Strecke, negative T in V₁–V₃,
<http://lifeinthefastlane.com/what-is-brugada-syndrome/> (10)

EINLEITUNG

Erkennungsmerkmale des manifesten sind inkompletter oder kompletter Rechtsschenkelblock und persistierende ST – Strecken – Hebungen in V₁ – V₃. (39) (Abb.7)

Die CPVT manifestiert sich unter körperlicher oder emotionaler Belastung bei Kindern und jungen Erwachsenen als Synkope oder plötzlicher Herztod. (32)

Als typische Morphologie wird die bidirektionale Ventrikuläre Tachykardie mit alterierender Rotation der QRS – Achse um 180° beobachtet. (40)

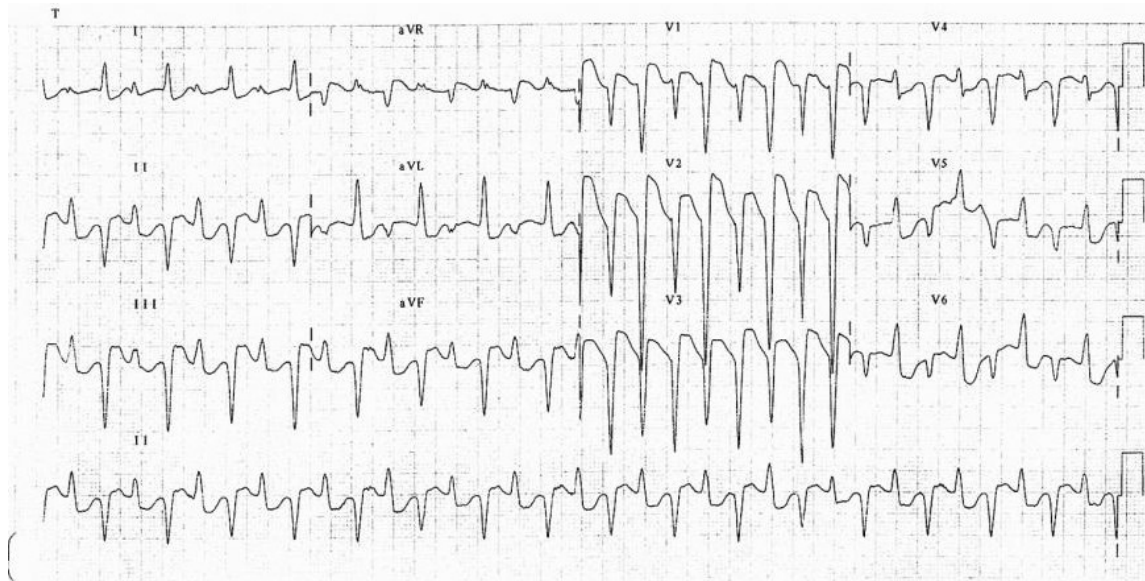


Abb.11: CPVT: Bidirektionale Tachykardie mit 2 QRS-Morphologien mit alternierendem Wechsel der QRS-Achse, von Eckardt 2007 (11)

5.2.6 Präexzitationssyndrome

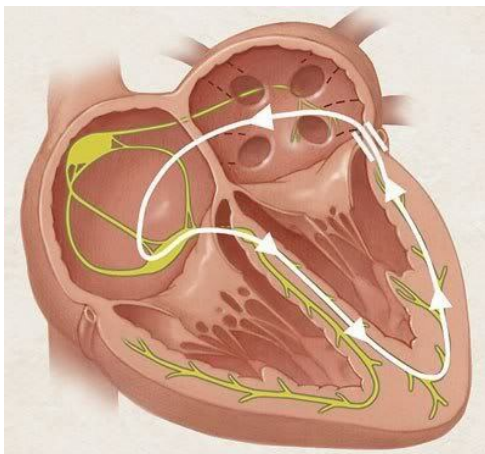


Abb.12: akzessorische Leitbahn (Kent Bündel) bei WPW, <http://lifeinthefastlane.com/ecg-library/pre-excitation-syndromes/> (12)

Unter den Atrioventrikulären Reentrytachykardien ist als häufigstes das WPW - Syndrom zu erwähnen. Ursache ist eine akzessorische Leitungsbahn, am häufigsten das Kent - Bündel, welches neben dem AV – Knoten, eine weitere Leitungsbahn zwischen Vorhof und Kammer bildet. Während des Sinusrhythmus wird dadurch die atriale Aktivierung sowohl über den AV - Knoten

EINLEITUNG

als auch über das Kent - Bündel in Richtung Kammer geleitet. Da diese akzessorische Bahn eine geringere Leitungsverzögerung hat als der AV - Knoten kommt es zu einer verfrühten Kammeraktivierung im Bereich der ventrikulären Insertion die sich als Delta Welle am Beginn des QRS - Komplexes im EKG präsentiert. Weitere Zeichen im EKG sind eine relative Verkürzung der PQ - Zeit <120 ms sowie eine relative Verlängerung des QRS - Komplexes. (32)

Hat das akzessorische Bündel eine besonders kurze Refraktärzeit kann es zu einem Reentry kommen welches potenziell lebensbedrohliche Tachyarrhythmien auslöst. Vorhofflimmern, zum Beispiel, kann in diesen Fällen zu Kammertachykardie und Kammerflimmern führen. (32)

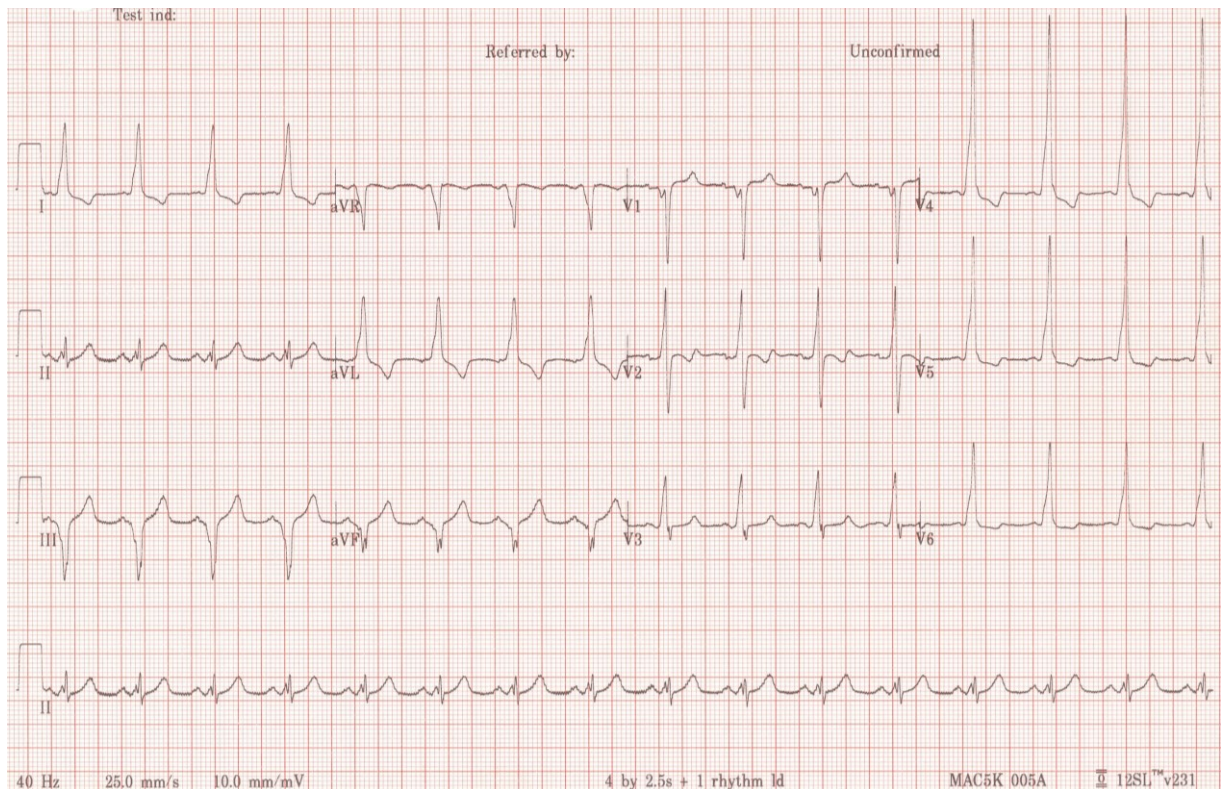


Abb.13: Negative delta Welle in I, III, aVL, aVF, V4-V6, <http://lifeinthefastlane.com/ecg-library/pre-excitation-syndromes/> (12)

In folgender Tabelle finden sich noch einmal alle EKG Veränderungen der dem SCD zugrundeliegenden kardiologischen Erkrankungen zusammengefasst:

EINLEITUNG

Disease	QTc interval	P-wave	PR interval	QRS complex	ST interval	T-wave	Arrhythmias
Hypertrophic cardiomyopathy	Normal	(left atrial enlargement)	Normal	Increased voltages in mid-left precordial leads; abnormal 'q' waves in inferior and/or lateral leads; (LAD, LBBB); (delta wave)	Down-sloping (up-sloping)	Inverted in mid-left-precordial leads; (giant and negative in the 'apical' variant)	(atrial fibrillation); (PVB); (VT)
Arrhythmic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia	Normal	Normal	Normal	Prolonged >110 ms in right precordial leads; epsilon wave in right precordial leads; reduced voltages ≤0.5 mV in frontal leads; (RBBB)	(up-sloping in right precordial leads)	Inverted in right precordial leads	PVB with a LBBB pattern; (VT with a LBBB pattern)
Dilated cardiomyopathy	Normal	(left atrial enlargement)	(prolonged ≥0.21 s)	LBBB	Down-sloping (up-sloping)	Inverted in inferior and/or lateral leads	PVB; (VT)
Myocarditis	(prolonged)	Normal	Prolonged ≥0.21 s	(abnormal 'q' waves)	Down- or up-sloping	Inverted in ≥2 leads	(atrial arrhythmias); (PVB); (2nd or 3rd degree AV block); (VT)
Long QT syndrome	Prolonged >440 ms in males; >460 ms in females	Normal	Normal	Normal	Normal	Bifid or biphasic in all leads	(PVB); (torsade de pointes)
Brugada syndrome	Normal		Prolonged ≥0.21 s	S1S2S3 pattern; (RBBB/LAD)	Up-sloping 'coved-type' in right precordial leads	Inverted in right precordial leads	(polymorphic VT); (atrial fibrillation) (sinus bradycardia)
Lenègre disease	Normal	Normal	Prolonged ≥0.21 s	RBBB; RBBB/LAD; LBBB	Normal	Secondary changes	(2nd or 3rd degree AV block)
Short QT syndrome	Shortened <300 ms	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Atrial fibrillation (polymorphic VT)
Preexcitation syndrome (WPW)	Normal	Normal	Shortened <0.12 s	Delta wave	Secondary changes	Secondary changes	Supraventricular tachycardia; (atrial fibrillation)
Coronary artery diseases	(prolonged)	Normal	Normal	(abnormal 'q' waves)	(down- or up-sloping)	Inverted in ≥2 leads	PVB; (VT)

Abb.14: EKG Veränderungen, von Corrado 2011 (13)

5.3 Die Sporttauglichkeitsuntersuchung

Sowohl die Durchführung der Sporttauglichkeitsuntersuchung als auch der Umfang sorgt für kontroverse Diskussionen.

In einer Untersuchung von Corrado et al. aus den Jahren 1982 - 2007 wurden

Box. Criteria for a Positive History, Physical Examination, at Preparticipation Screening

Family History

Close relative(s) with premature myocardial infarction or sudden death at <50 years

Family history of cardiomyopathy, coronary artery disease, Marfan syndrome, long QT syndrome, severe arrhythmias, or other disabling cardiovascular diseases

Personal History

Syncope or near-syncope

Exertional chest pain or discomfort

Shortness of breath or fatigue out of proportion to the degree of physical effort

Palpitations or irregular heartbeat

Physical Examination

Musculoskeletal and ocular features suggestive of Marfan syndrome

Diminished and delayed femoral artery pulses

Mid- or end-systolic clicks

Abnormal second heart sound (single or widely split and fixed with respiration)

Heart murmurs (systolic grade ≥2/6 and any diastolic)

Irregular heart rhythm

Brachial blood pressure ≥140/90 mm Hg on more than 1 reading

Abb.15: Anamnese und Status, von Corrado 2006 (14)

33.735 Sportler im Alter von 12 bis 15 Jahren nach folgendem Schema untersucht: (15)

Erst wird eine genaue Langzeit- und Familienanamnese erhoben. Hierbei ist besonders darauf zu achten, ob oben genannte Erkrankungen aufgrund der genetischen Disposition in der Familie der Patienten/Patientinnen bereits diagnostiziert wurden oder ob bereits ein SCD in der Familie aufgetreten ist. Weiters sollte danach gefragt werden ob der/die Betroffene in der

EINLEITUNG

Vergangenheit bereits Palpitationen bemerkt hat, oder ob es schon zu plötzlichen und ungeklärten Synkopen gekommen ist. (13)

Daraufhin sollte ein genauer internistischer und orthopädischer Status erhoben werden. (13)

In weiterer Folge empfiehlt auch die ÖGSPM und die ESC ein EKG zu schreiben, da sich rund 90% der kardiovaskulären Erkrankungen (HOCM, ARVD, Koronaranomalien, Myokarditis...) mittels EKG diagnostizieren lassen. (25)

Wurden keine Hinweise auf mögliche Pathologien gefunden wird der/die SportlerIn ohne Einschränkungen zum Sport zugelassen.

Kommt es hier jedoch zu Auffälligkeiten, welche sich nicht mit physiologischen Veränderungen vereinbaren lassen, können erweiterte Untersuchungen wie eine Echokardiographie, ein Thorax Röntgen oder MRT, eine Belastungsergometrie, eine Spiro(ergo)metrie, ein 24-h-EKG, eine Blut- und Urinanalyse und eventuell eine Angiographie und eine elektrophysiologische Untersuchung der Herzmuskelzellen in die Wege geleitet werden. (25)

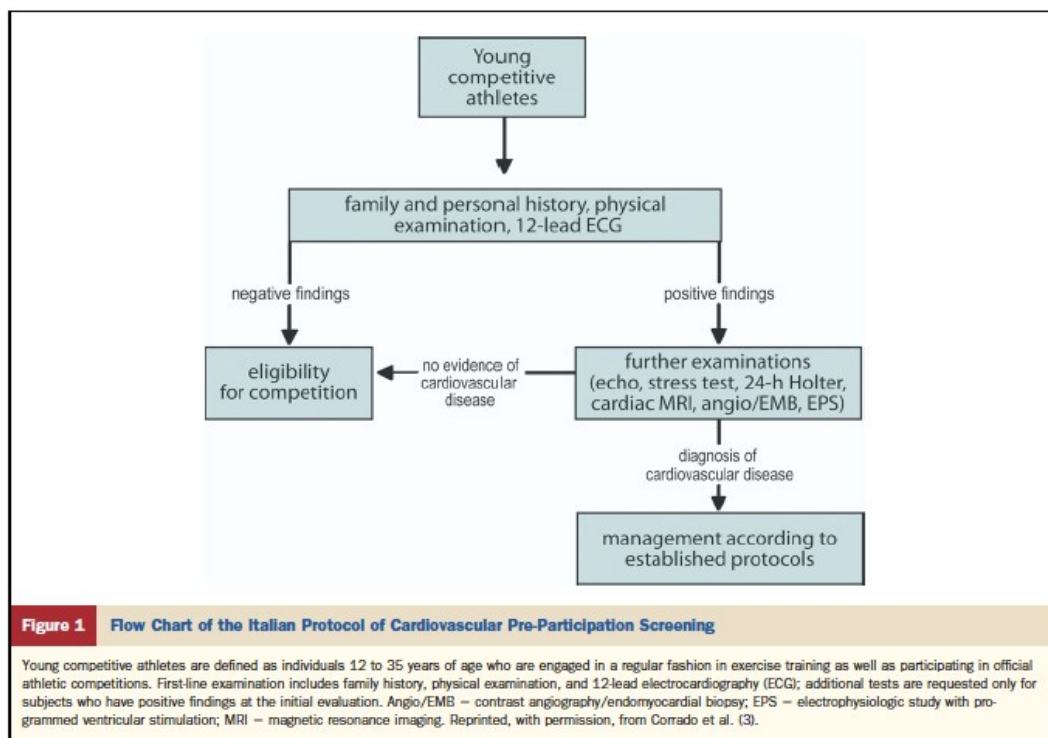


Abb.16: optimaler Ablauf einer Sporttauglichkeitsuntersuchung, von Corrado 2008 (1)

Die Sporttauglichkeitsuntersuchung sollte zu Beginn einer Karriere im Wettkampfsport durchgeführt und alle 2 Jahre wiederholt werden. Um die dem SCD zugrundeliegenden kardiologischen Erkrankungen identifizieren zu können,

EINLEITUNG

sollte die Untersuchung von Medizinerinnen/Ärztinnen mit dem nötigen medizinischen Können durchgeführt werden welche ein spezielles Training absolviert haben und auch den kulturellen Hintergrund der SportlerInnen betrachten. (20)

Anamnese:

Hier ist vor allem zu erfragen, ob es in der Vergangenheit schon zu Synkopen, Angina Pectoris, Dyspnoe, Palpitationen oder unregelmäßigem Puls gekommen ist. (15)

Weiter ist von Interesse, ob chronische Erkrankungen, wie zum Beispiel Epilepsie, Asthma Bronchiale oder Diabetes Mellitus, bekannt sind oder es in der Vergangenheit schon öfter zu Verletzungen gekommen ist.

Zusätzlich ist ein Impfstatus zu erheben und bestehende Allergien zu erfragen. (15)

Familienanamnese:

Da die häufigsten Ursachen des plötzlichen Herztodes autosomal dominant vererbt werden, wird vor allem auf eine genaue Familienanamnese Wert gelegt. Die Familienanamnese gilt als positiv, wenn ein/e Verwandte/r ersten Grades einen frühen Herzinfarkt erlitten hat oder an plötzlichem Herztod verstorben ist (bei Männern <55 Jahre, Frauen <65 Jahre). Weitere Kriterien sind Kardiomyopathie, das Marfan Syndrom, long - QT - oder Brugada Syndrom, maligne Arrhythmien oder Koronaranomalien bei nahen Verwandten. (15) (Abb.15)

Trainingsanamnese:

Um das Risiko quantifizieren zu können ist auch die Trainingsanamnese wichtig. Das heißt: Wann wurde mit dem Training begonnen? Wie oft und in welchem Ausmaß wird trainiert? Handelt es sich eher um Kraft- oder Ausdauertraining? In welcher Periode des Trainings befindet sich der/die AthletIn? (41)

Internistische und orthopädische Untersuchung:

Hier sind vor allem eine arterielle Hypertonie oder eine Blutdruckdifferenz zwischen links und rechts als auffällig zu werten. Weiter sollte man eine gründliche Auskultation des Herzens durchführen und auf eine Unregelmäßigkeit des Pulses

EINLEITUNG

achten. (15) Außerdem werden alle anthropometrischen Daten (Körpergewicht, -größe, Body-Mass-Index) des/der Athleten/Athletin erhoben. (42)

Im orthopädischen Status ist auf eine Haltungsschwäche, einen Haltungsfehler oder einen bereits entstandenen Haltungsschaden zu achten. (41)

EKG:

P wave
left atrial enlargement: negative portion of the P wave in lead V1 ≥ 0.1 mV in depth and ≥ 0.04 s in duration; right atrial enlargement: peaked P wave in leads II and III or V1 ≥ 0.25 mV in amplitude.
QRS complex
frontal plane axis deviation: right $\geq +120^\circ$ or left -30° to -90° ; increased voltage: amplitude of R or S wave in a standard lead ≥ 2 mV, S wave in lead V1 or V2 ≥ 3 mV, or R wave in lead V5 or V6 ≥ 3 mV; abnormal Q waves ≥ 0.04 s in duration or $\geq 25\%$ of the height of the ensuing R wave or QS pattern in two or more leads; right or left bundle branch block with QRS duration ≥ 0.12 s; R or R' wave in lead V1 ≥ 0.5 mV in amplitude and R/S ratio ≥ 1 .
ST-segment, T-waves, and QT interval
ST-segment depression or T-wave flattening or inversion in two or more leads; prolongation of heart rate corrected QT interval > 0.44 s in males and > 0.46 s in females.
Rhythm and conduction abnormalities
premature ventricular beats or more severe ventricular arrhythmias; supraventricular tachycardias, atrial flutter, or atrial fibrillation; short PR interval (< 0.12 s) with or without 'delta' wave; sinus bradycardia with resting heart rate ≤ 40 beats/min ^a ; first (PR ≥ 0.21 s ^b), second or third degree atrioventricular block.

Abb.17: Kriterien für ein positives EKG, von Corrado 2005 (15)

5.4 EKG- ja oder nein

Seit Einführung der PPE inklusive EKG in Italien wurde die Inzidenz des SCD um 90%, von 3,6 auf 0,4/100000 gesenkt. (1)

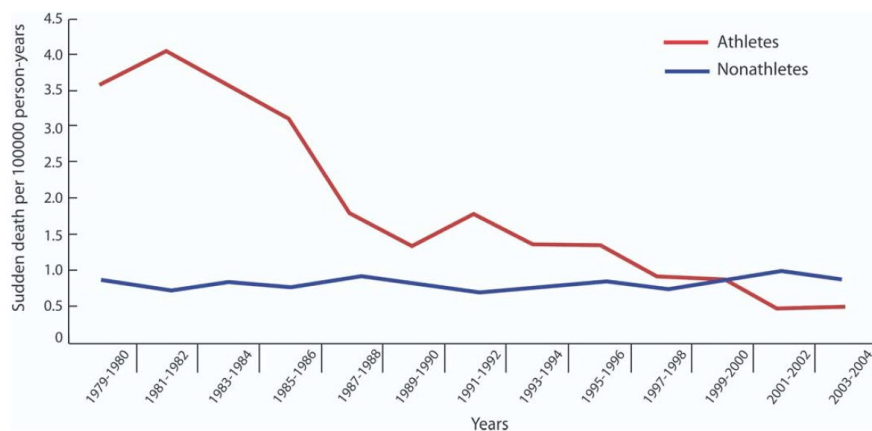


Abb.18: jährliche Inzidenzrate von SCD bei Sportlern/Sportlerinnen und Nichtsportlern/Nichtsportlerinnen in Italien von 1979 bis 2004, von Corrado 2008 (1)

EINLEITUNG

Im Rahmen des in Abbildung 16 dargestellten Protokolls wurde in Italien eine 25 Jahre dauernde Studie durchgeführt. Dabei wurden bei 3.016 (8,9%) Athleten/Athletinnen EKG - Auffälligkeiten gefunden die zu weiteren Tests führten. Am Ende konnten 621 SportlerInnen (1,8%) wegen kardiovaskulären Risikos vom Sport ausgeschlossen werden. Falsch positive EKGs wurden bei 9% der Athleten/Athletinnen gefunden, weshalb Corrado et al. empfehlen, eine verpflichtende Sporttauglichkeitsuntersuchung, die eine genaue Familien- und Langzeitanamnese, eine körperliche Untersuchung und ein 12 Kanal EKG umfasst, durchzuführen.

Ebenso konnte die Sensibilität der PPE von 17% auf 80% gesteigert werden nachdem das EKG fixer Bestandteil der Untersuchung wurde. (43)

Aufgrund dieses positiven Ergebnisses fordern nun die European Society of Cardiology, das olympische Komitee und die Österreichische Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention die Einführung einer verpflichtenden Sporttauglichkeitsuntersuchung für Kinder und Jugendliche, die an vereinsmäßigem Training oder an Wettkämpfen teilnehmen wollen. (25)

Die Gegenargumente hierfür lauten zum einen, dass eine derartige flächendeckende Untersuchung zu teuer werden könnte. Andere sprechen sich vor allem gegen das EKG aus. Nicht nur aus Kostengründen sondern auch wegen Zweifeln bezüglich zu vieler falsch positiver Befunde. (13)

Dies rührt daher, dass intensives Training zu physiologischen EKG Veränderungen führt, welche jedoch keiner weiteren Abklärung bedürfen. Die wichtigsten dieser Veränderungen sind in einer Arbeit von Corrado et al. zusammengefasst: (44)

Sinusbradykardie: Hierbei handelt es sich um eine physiologische Anpassung des autonomen Nervensystems wodurch es zu einer Verlangsamung der Herzfrequenz unter 60 Schläge pro Minute kommt. Sinkt diese jedoch unter 30 Schläge pro Minute, kommt es zum Auftreten von Symptomen oder besteht sie auch während der Anstrengung, sollte eine weitere Abklärung erfolgen. (44)

AV-Block I°, II°a: Durch eine Erhöhung des Parasympathikotonus oder eine Verminderung des Sympathikotonus kommt es häufig zum Auftreten von AV Blockierungen I° oder II°a. Lösen sich diese unter Belastung oder Hyperventilation nicht auf oder gehen in eine höhergradige AV-Blockierung (AV-Block II°b, AV-Block III) über, bedarf dies weiterer Untersuchungen. (44)

EINLEITUNG

inkompletter Rechtschenkelblock (QRS 100 - 120msek): Dieser gilt als Zeichen einer erhöhten rechtsventrikulären Kapazität, sowie der rechtsventrikulären Muskelmasse und ist beim Fehlen weiterer Pathologien als unauffällig zu werten. Treten jedoch zum Beispiel Rechtsherzbelastungszeichen im EKG oder ein gespaltener 2. Herzton auf, kann dies ein Hinweis auf einen Vorhofseptumdefekt vom Sekundumtyp sein, finden sich Endstreckenveränderungen, muss an eine ARVD gedacht werden. (44)

linksventrikuläre Hypertrophie - das Sportlerherz: Eine gute Kondition ist assoziiert mit einer Erhöhung der ventrikulären Dimension, der Wanddicke und der ventrikulären Masse. Wichtig ist, dass es hier zum isolierten Auftreten einer erhöhten QRS Amplitude ohne Veränderungen in der QRS Achse, der Endstrecken oder der Vorhoferregungen kommt. Andernfalls ist eine Abklärung bezüglich einer HOCM erforderlich. (44)

Frühe Repolarisation: Hierbei handelt es sich um eine physiologische Veränderung, welche bei 50 - 80% der Athleten/Athletinnen beobachtet werden kann. Charakterisiert wird sie durch eine Elevation der ST - Strecke von mindestens 0,1 mV. Die Lokalisation, die Morphologie und die Ausprägung können stark variieren, wobei die Veränderungen vor allem in den präcordialen Ableitungen (V₃, V₄) auftreten. Diese Veränderungen entstehen durch autonome Einflüsse, die Variabilität der Herzfrequenz und Medikamente. (44)

Wichtig ist, dass bei der Beurteilung des EKGs auf das Geschlecht, die Nationalität, den Grad der Fitness und die Art des Sportes eingegangen wird. Physiologische EKG Veränderungen sind signifikant häufiger bei Athleten/Athletinnen afrikanischer Herkunft, stark trainierten Ausdauersportlern/-sportlerinnen und bei Männern – etwa 78% der weiblichen Athleten weisen ein unauffälliges EKG auf, wobei es bei Männern nur 55% sind. (44,45)

EINLEITUNG

Neben diesen Punkten ist es essentiell, auf das Alter der untersuchten Person einzugehen, da sich die Normalwerte betreffend der Herzfrequenz, der QRS-Achse und der Amplituden bei Kindern je nach Alter unterscheiden. (16)

Normal values (P2 - P98, Median)										
Age	HR	QRS axis	PR	QRS	R V1	S V1	R/S V1	R V6	S V6	R/S V6
0-1 mo	100 - 210 (160)	75 - 180 (120)	80 - 120 (100)	50 - 80 (60)	4 - 25 (15)	0 - 15 (7)	0.8 - 4.9 (1.7)	1 - 18 (10)	0 - 11 (5)	1.0 - 3.7 (2)
1-3 mo	110 - 200 (150)	35 - 135 (100)	80 - 120 (100)	50 - 80 (60)	2 - 21 (11)	1 - 18 (7)	0.5 - 5.0 (1.7)	3 - 27 (15)	0 - 11 (4)	0.8 - 8.7 (3.3)
3-6 mo	110 - 190 (135)	30 - 135 (80)	90 - 130 (120)	50 - 80 (60)	3 - 20 (10)	1 - 18 (7)	0.4 - 4.9 (1.7)	6 - 28 (16)	0 - 12 (4)	0.4 - ∞ (3.8)
6-12 mo	105 - 190 (125)	0 - 110 (60)	100 - 140 (120)	50 - 80 (60)	1 - 18 (9)	1 - 19 (7)	0.4 - 4.2 (1.5)	3 - 28 (17)	0 - 12 (4)	1.1 - ∞ (3.3)
1-3 yrs	95 - 180 (120)	0 - 110 (60)	110 - 150 (130)	55 - 90 (70)	1 - 18 (7)	1 - 23 (9)	0.5 - 2.9 (1.2)	4 - 29 (18)	0 - 9 (4)	0.5 - ∞ (5.3)
3-5 yrs	75 - 125 (100)	-15 - 110 (60)	110 - 180 (140)	60 - 90 (70)	1 - 18 (7)	1 - 21 (10)	0.2 - 1.9 (0.8)	4 - 30 (19)	0 - 9 (3)	1.9 - ∞ (6.7)
5-8 yrs	60 - 115 (80)	-15 - 110 (60)	110 - 170 (140)	60 - 90 (80)	1 - 16 (6)	1 - 24 (12)	0.1 - 1.7 (0.5)	4 - 32 (20)	0 - 9 (3)	1.7 - ∞ (6.4)
8-12 yrs	55 - 110 (80)	-15 - 110 (60)	110 - 170 (140)	60 - 100 (85)	1 - 16 (5)	1 - 25 (13)	0.1 - 1.2 (0.4)	4 - 24 (21)	0 - 8 (3)	1.7 - ∞ (6.7)
12-16 yrs	50 - 110 (75)	-10 - 110 (65)	110 - 180 (140)	70 - 110 (90)	1 - 19 (4)	1 - 22 (12)	0.1 - 1.1 (0.4)	4 - 28 (18)	0 - 8 (3)	1.3 - ∞ (5.5)
>16 yr	50 - 90 (70)	-15 - 110 (60)	120 - 200 (150)	70 - 110 (90)	1 - 14 (3)	1 - 23 (10)	0 - 1.0 (0.3)	4 - 28 (18)	0 - 6 (1)	2.0 - ∞ (9)

Abb.19: Normwerte bei Kindern, von Rijnbeek 2001 (16)

Um diese physiologischen Veränderungen nicht als falsch pathologisch zu befunden, ist es nötig, speziell auf die Befundung von SportlerInnen – EKGs geschult zu werden. Dies zeigte eine amerikanische Arbeit. (Abb.20) Nach speziellem Training stieg die Anzahl der richtig befundeten EKGs unter Kardiologen/Kardiologinnen von 85% auf 96%, bei Ärzten/Ärztinnen in der Notaufnahme von 74% auf 91%. (17)

	before	after Training
Primary care physicians	74%	91%
Cardiologist	85%	96%

Abb.20: richtige EKG Interpretation vor und nach Training, modifiziert nach Drezner 2012 (17)

Um dies zu erreichen wurden eigene EKG Kriterien eingeführt (Abb.21), welche die Befundung vereinfachen sollen. Dies führte zu einer Reduktion falsch positiver Beurteilungen von 83/508 (16.3%) auf 49/508 (9.6%). (46)

EINLEITUNG

Gruppe 1 Häufige, trainingsassoziierte Veränderungen	Gruppe 2 Seltene, nichttrainingsassoziierte Veränderungen
Sinusbradykardie	T-Wellen-Inversion
Atrioventrikulär Block I°	ST-Strecken-Senkung
Inkompletter Rechtsschenkelblock	Pathologisches Q
„Early repolarisation“	Linksatriale Vergrößerung
Isolierte linksventrikuläre Hypertrophie	Inkompletter anteriorer Linksschenkelblock/ Linkslagetyp
	Inkompletter posteriorer Linksschenkelblock/ Rechtslagetyp
	Rechtsventrikuläre Hypertrophie
	Vorzeitige ventrikuläre Erregung
	Kompletter Links- oder Rechtsschenkelblock
	Verlängerte oder verkürzte QT-Zeit
	Brugada-artige ST-Strecken-Veränderungen

Veränderungen der Gruppe 2 sollten auf jeden Fall abgeklärt werden.

Abb.21: Kriterien zur Interpretation eines EKGs bei Athleten/Athletinnen, von Fritsch modifiziert nach Corrado et al. 2010 (18)

6 Methoden

Die durchgeführte Datenerhebung für die Diplomarbeit erfolgte auf drei Arten:

6.1 *selektive Literaturrecherche*

Primär wurde eine intensive Literaturrecherche über PubMed und kardiologische Fachliteratur betrieben. Hierbei galt das Augenmerk zunächst dem Einlesen auf das komplexe Thema der Epidemiologie, der Inzidenz und der Ursachen der SCD, sowie der Rhythmusstörungen, Koronaranomalien und angeborenen Herzerkrankungen, und, wie die Diagnose der einzelnen Krankheitsbilder aussieht.

6.2 *Online Umfrage*

Um den aktuellen Stand der PPE in Europa zu evaluieren und den Wissensstand in anderen europäischen Ländern zu erheben wurde eine Online Umfrage durchgeführt.

Hierfür wurde mit Medizinern/Medizinerinnen Kontakt aufgenommen, die in der Kardiologie und Kinderheilkunde mit Spezialisierung auf Sportmedizin tätig sind oder sich schon zuvor mit diesem Thema auseinandergesetzt haben. Außerdem sollten sie als nationale Delegierte der AEPC aufgelistet sein.

Es wurden bewusst nur neun Fragen gestellt, um die Umfrage möglichst kurz zu halten um so viele Antworten wie möglich zu erhalten. Diese Fragen sollten erheben, ob es offizielle Empfehlungen gibt und wenn ja, in wieweit die TeilnehmerInnen darüber Bescheid wissen.

Weiters war es von Interesse, von den persönlichen Empfehlungen der UmfrageteilnehmerInnen zu erfahren, sollten diese von den offiziellen Angaben abweichen.

Die Umfrage wurde dann unter www.preparticipationsreening.net online gestellt und an insgesamt 89 Mitglieder der AEPC aus insgesamt 16 Ländern geschickt.

METHODEN

preparticipationscreening.net

Preparticipation Screening

The AEPC working groups for "Cardiac Dysrhythmias and Electrophysiology" and "Preventive Cardiology" are planning to host a joint meeting entitled "Sudden Cardiac Death".

Since current data in literature is not available for the bigger part of the European countries want to evaluate the differences of the actual recommended status of "Preparticipation Screening" in the different European Countries.

We therefore developed a short online questionnaire and would ask you to take five minutes to answer this questionnaire!

Thank you for answering!

Your home country:
Choose one of the following answers

Please choose...

In which discipline are you working?
Check any that apply

- general medicine
- sports medicine
- cardiology
- paediatric cardiology
- paediatrics

Abb.22: Startseite der Umfrage auf www.preparticipationscreening.com

Die Fragen, die für uns von Interesse waren, lauteten:

- In welchem Land sind Sie tätig? (*Single Choice Frage*)
- In welcher Disziplin sind Sie tätig? (*Multiple Choice Frage*)
- Ist die Sporttauglichkeitsuntersuchung in Ihrem Land verpflichtend oder empfohlen? (*Single Choice Frage*)
- Empfehlen Sie eine Sporttauglichkeitsuntersuchung? (*Single Choice Frage*)
- In welchem Alter empfehlen Sie eine Sporttauglichkeitsuntersuchung? (*Short Answer Frage*)
- Wer führt in Ihrem Land die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch? (*Multiple Choice Frage*)
- Welche Untersuchungen sind in Ihrem Land offiziell empfohlen im Rahmen der Sporttauglichkeitsuntersuchung? (*Multiple Choice Frage*)
- Welche Untersuchungen empfehlen Sie im Rahmen der Sporttauglichkeitsuntersuchung? (*Multiple Choice Frage*)
- Wer kommt für die Kosten der Sporttauglichkeitsuntersuchung auf? (*Multiple Choice Frage*)

6.3 Kooperation mit der EFSMA

Weiters erfolgte die Kontaktaufnahme mit der EFSMA, um offizielle Informationen zu erhalten.

Die EFSMA, die European Federation Of Sports Medicine, beschäftigt sich vor allem damit, das Bewusstsein für Sportmedizin zu schärfen, die Wichtigkeit dieser Disziplin zu kommunizieren und diese auch in das Curriculum der Medizinischen Universitäten zu integrieren um so auch die Forschung auf diesem Gebiet zu verbessern.

Als Ansprechpartner hierfür diente Dr. med. Peter Jenoure aus der Schweiz welcher bereits europaweit Informationen zu diesem Thema eingeholt und diese in der Arbeit „*PPE in Europe*“ zusammengefasst hat.

6.4 Analyse

Um mit den gesammelten Daten arbeiten und die Ergebnisse unserer Umfrage mit den offiziellen Angaben der europäischen Gesellschaft für Sportmedizin abgleichen zu können, erstellten wir Excel Tabellen, eine mit den Antworten unserer Umfrage, eine mit den Daten der EFSMA.

Zur besseren Darstellung für die Arbeit erstellten wir aus den Tabellen in Excel Torten- und Balkendiagramme.

Zur Darstellung der europaweiten Verteilung fertigten wir mithilfe eines Bildbearbeitungsprogrammes eingefärbte Europakarten an.

7 Ergebnisse

Im Rahmen unserer Arbeit erhielten wir Informationen durch die Online Umfrage sowie von der EFSMA durch Dr.med. Peter Jenoure. Insgesamt kamen wir so auf Daten aus 27 Ländern.

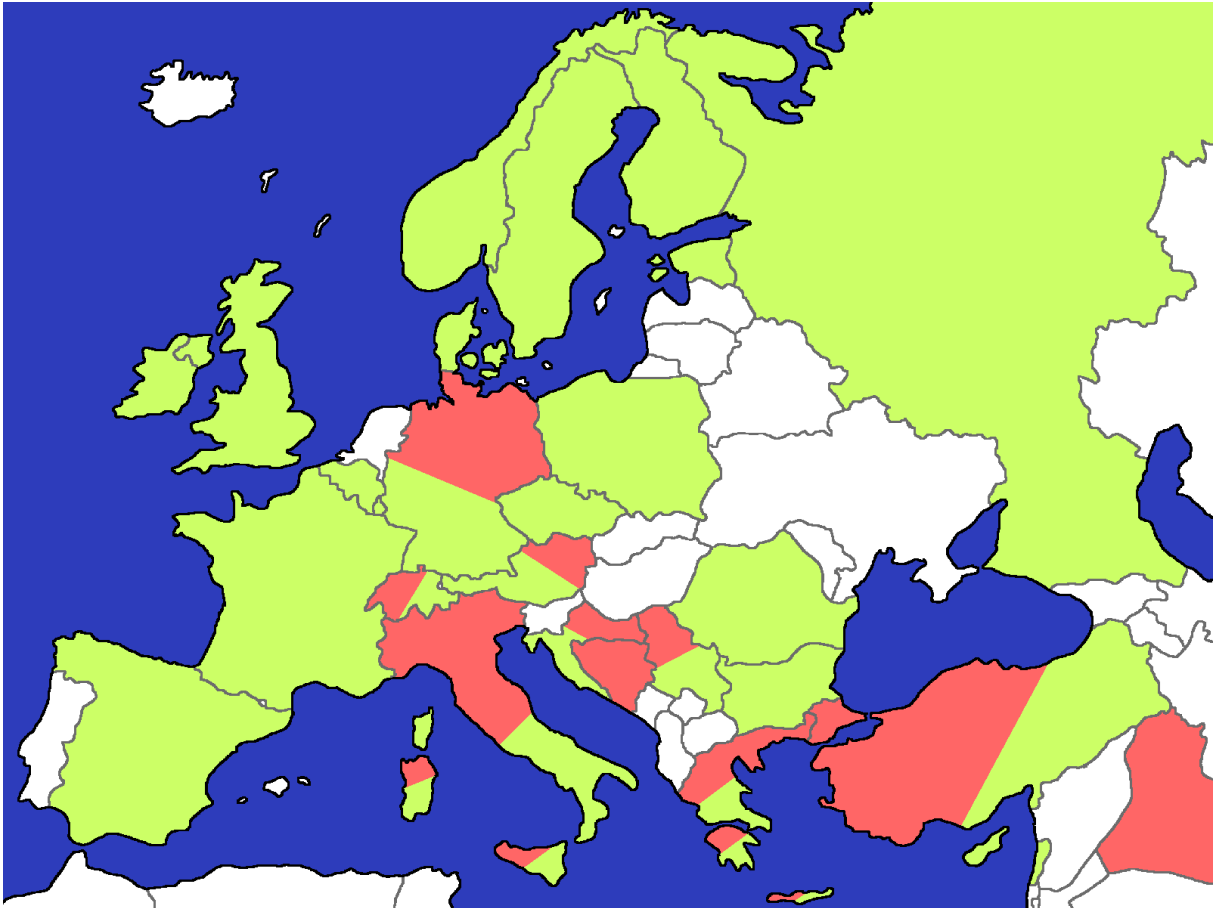


Abb.23: Länder der UmfrageteilnehmerInnen und begutachtete Länder der EFSMA (grün: Auswertung der EFSMA, rot: Umfrageteilnehmer) (19)

7.1 Auswertung der Umfrage

Der Online Fragebogen wurde an 86 Ärzte/Ärztinnen aus insgesamt 19 verschiedenen Ländern verschickt. Die Onlineumfrage war zwei Monate im Internet verfügbar und nach Ablauf dieser Zeit wurden 16 Antworten abgegeben.

ERGEBNISSE

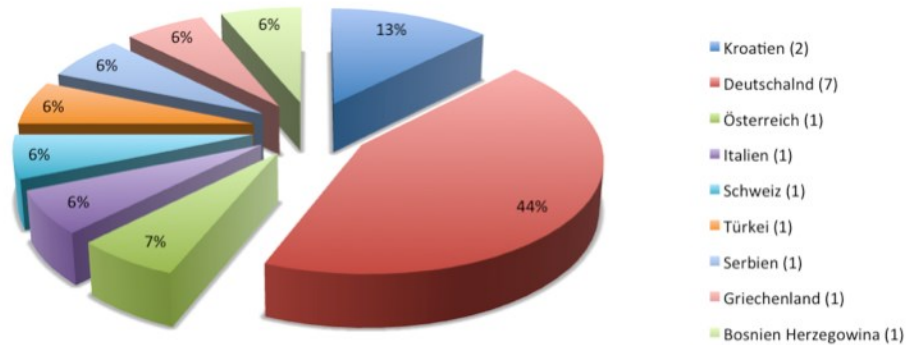


Abb.24: teilnehmende Länder der Umfrage

Die teilnehmenden Ärzte/Ärztinnen stammten dabei aus folgenden Fachdisziplinen: elf Kinderkardiologen/-kardiologinnen, fünf PädiaterInnen, zwei SportmedizinerInnen.

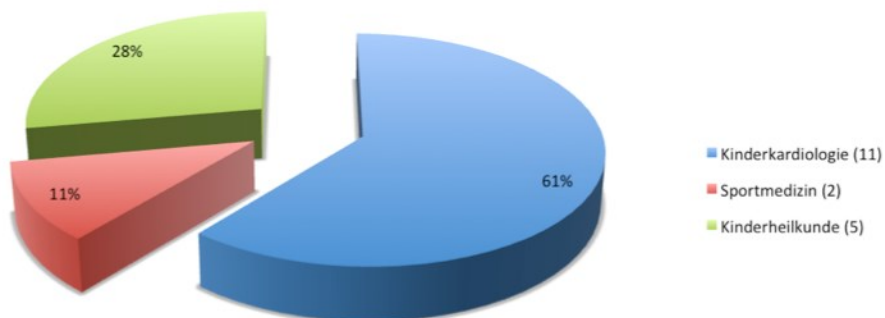


Abb.25: Verteilung der Fachrichtungen

7.1.1 Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen – offizielle Meinung

Laut der Umfrage sind 50% der TeilnehmerInnen der Meinung eine PPE sei im jeweiligen Land offiziell empfohlen, 25% meinten sie sei verpflichtend.

ERGEBNISSE

Zwei Kinderkardiologen/-kardiologinnen aus Deutschland, jeweils eine/r aus der Schweiz und Serbien konnten über das landeseigene Vorgehen keine Aussage treffen.

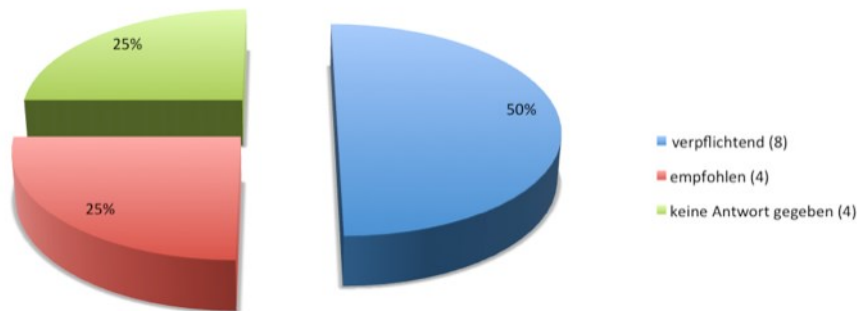


Abb.26: offiziell - Verpflichtung oder Empfehlung zur Sporttauglichkeitsuntersuchung

7.1.2 Sporttauglichkeitsuntersuchung - verpflichtend oder empfohlen – persönliche Meinung

Bei dieser Frage herrschte bei den Umfrageteilnehmern/teilnehmerinnen große Einigkeit.

81%, also 13 der 16 TeilnehmerInnen empfehlen die verpflichtende Einführung einer Sporttauglichkeitsuntersuchung.

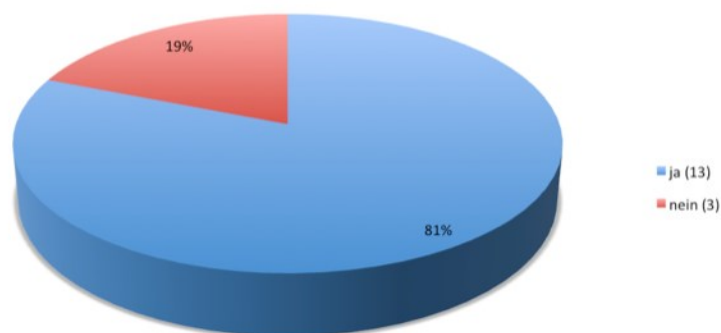


Abb.27: persönliche Meinung – Verpflichtung oder Empfehlung zur STU

Die BefürworterInnen stammen aus Österreich, Deutschland, Kroatien, der Türkei, dem Irak, Serbien, Griechenland und Bosnien.

Gegen die verpflichtende STU waren die TeilnehmerInnen aus Italien und der Schweiz sowie ein/e PädiaterIn aus Deutschland.

7.1.3 Empfehlung zum besten Zeitpunkt für die Sporttauglichkeitsuntersuchung

Laut der Umfrage waren 19% der TeilnehmerInnen dafür, Kinder standardmäßig zu untersuchen, wenn sie kurz vor der Einschulung stehen oder gerade mit der Schule begonnen haben.

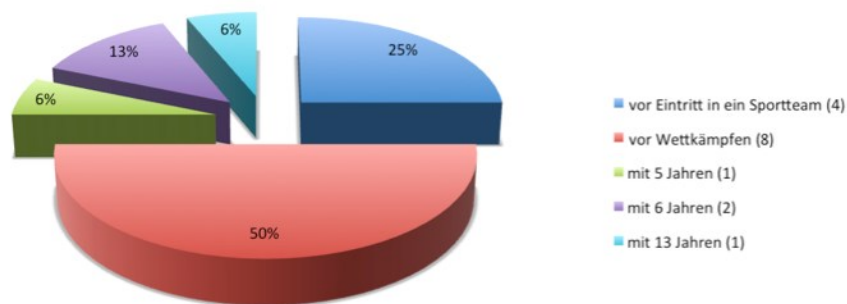


Abb.28: Empfehlung zum besten Zeitpunkt der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Einem Viertel (25%) würde es reichen, die Sporttauglichkeitsuntersuchung zu verlangen, wenn man sich in einem Sportverein anmeldet.

Der große Rest, also 50% der Antworten ist dafür, eine sportmedizinische Untersuchung nur im Profi- und Wettkampfsport zu verlangen.

7.1.4 Wer führt die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch?

Hier war eine Mehrfachnennung möglich wobei der/die SportmedizinerIn mit zwölf Stimmen die meisten erhielt. Diese stammen aus Österreich, Deutschland, Kroatien, der Schweiz, Italien, Serbien und der Türkei. Acht der teilnehmenden Ärzte/Ärztinnen meinten, dass auch der/die AllgemeinmedizinerIn zur Ausführung einer solchen Untersuchung in ihrem Land zugelassen ist (Österreich, Kroatien, Deutschland, und Türkei), weitere acht Stimmen erhielt der/die Kinderkardiologe/-kardiologin (Österreich, Schweiz, Deutschland, Griechenland und Bosnien). Mit jeweils sechs Stimmen erhielten der/die Kardiologe/Kardiologin (Österreich,

ERGEBNISSE

Deutschland, Türkei und Griechenland) und der/die PädiaterIn (Österreich, Deutschland und Griechenland) die wenigsten.

Ein/e TeilnehmerIn aus Deutschland gab bei dieser Frage keine Antwort ab.

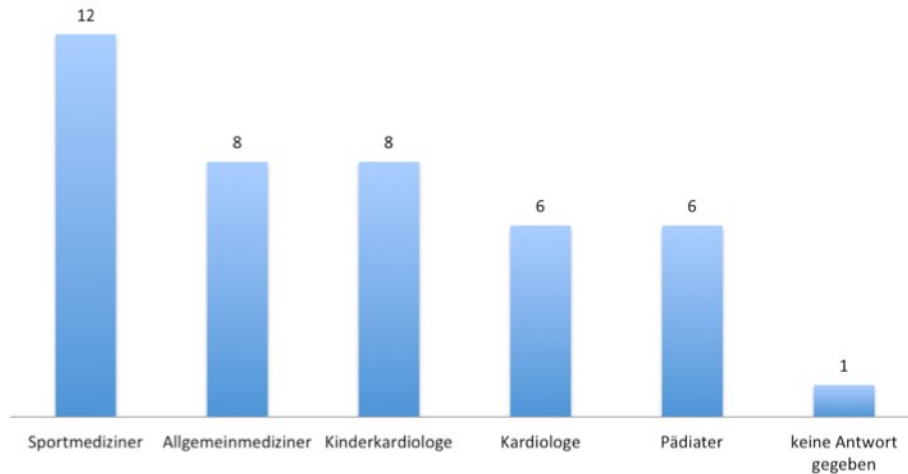


Abb.29: Empfohlene Fachrichtung für die Untersuchung

7.1.5 Nationale Vorgaben der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Der Großteil der Antworten war für eine offizielle Empfehlung einer Langzeit- (elf Stimmen) und Familienanamnese (elf Stimmen). Acht von 16 Stimmen erhielten das EKG, der orthopädische und der internistische Status.

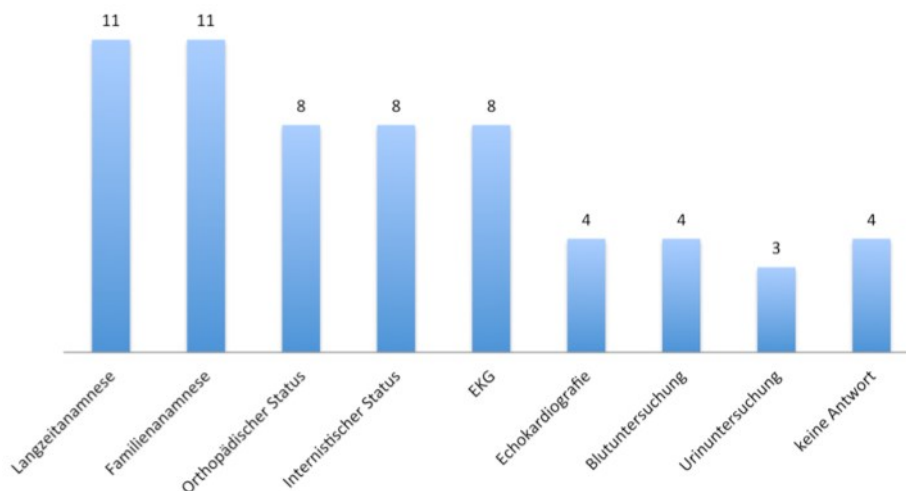


Abb.30: offizielle Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

ERGEBNISSE

Die Echokardiographie und die Blutuntersuchung hielten nur vier (Deutschland, Griechenland, Bosnien, Türkei) für verpflichtend.

Drei denken die Urinuntersuchung ist durchzuführen.

Fünf TeilnehmerInnen gaben bei dieser Frage keine Antwort ab.

7.1.6 empfohlene Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Die nächste Frage hinterfragte die persönliche Empfehlung der UmfrageteilnehmerInnen.

Mit 15 der 16 Stimmen sprachen sich die meisten für die Durchführung einer genauen Familienanamnese aus, 14 TeilnehmerInnen waren für die Erhebung einer ausführlichen Langzeitanamnese sowie die Durchführung eines EKGs.

zwölf Stimmen bekam der orthopädische Status, zehn der internistische.

Neun der 16 TeilnehmerInnen waren für die Durchführung der Echokardiographie im Rahmen der PPE.

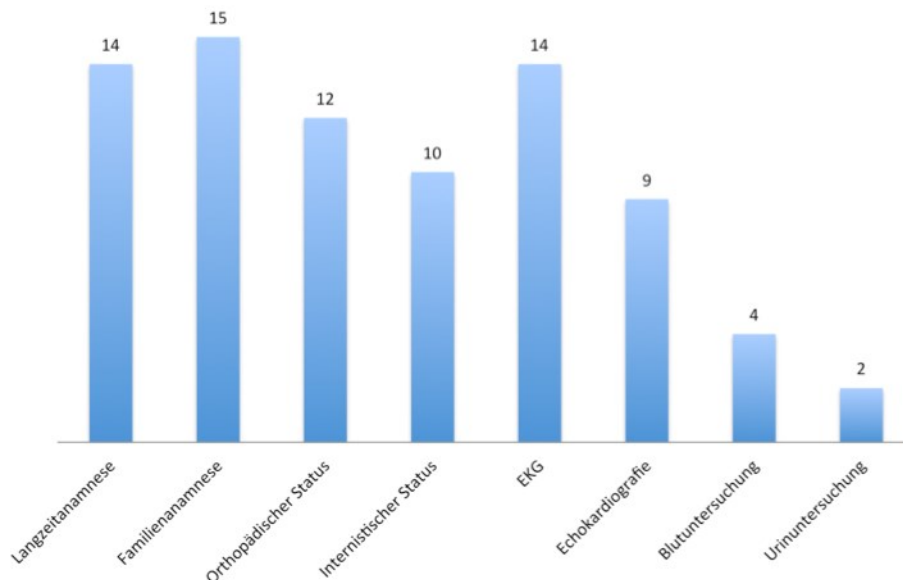


Abb.31: empfohlene Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

ERGEBNISSE

Zur Echokardiographie fügten fünf der Ärzte/Ärztinnen den Kommentar hinzu, dass diese nur indiziert wäre, wenn die internistische Untersuchung oder das EKG einen Hinweis auf eine strukturelle Herzerkrankung vermuten lässt.

Vier bestehen auf eine Blutuntersuchung, zwei waren der Meinung, eine Urinuntersuchung wäre für die Aufklärung angeborener oder erworbener Erkrankungen, die zum plötzlichen Herztod führen können, hilfreich.

7.1.7 Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Die Hälfte (50%) der teilnehmenden Ärzte/Ärztinnen war der Meinung, dass der/die AthletIn selber für die entstehenden Kosten aufkommen muss.

Vier, 25% der TeilnehmerInnen, vermuteten, dass der Sportverein die Kosten für den/die Athleten/Athletin übernimmt.

Drei TeilnehmerInnen (19%), (Schweiz, Bosnien und Serbien) sind der Meinung die Versicherung würde die Kosten für die Sporttauglichkeitsuntersuchung in seiner/ihrer Heimat übernehmen.

Der/Die TeilnehmerIn aus Griechenland konnte uns auf diese Frage keine Antwort abgeben.

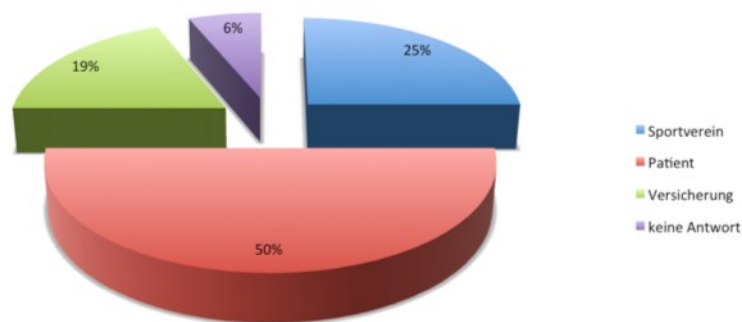


Abb.32: Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

7.2 Ergebnisse der EFSMA

7.2.1 Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen?

Die Arbeit der EFSMA hat ergeben, dass die Sporttauglichkeitsuntersuchung in 19 von 27 Ländern verpflichtend ist und in neun empfohlen wird. In zwei der untersuchten Länder gibt es keine Vorgaben in diesem Punkt.

In der Summe kommen wir hier auf mehr als 27, da es in einigen Nationen auf die Art des Sportes ankommt.

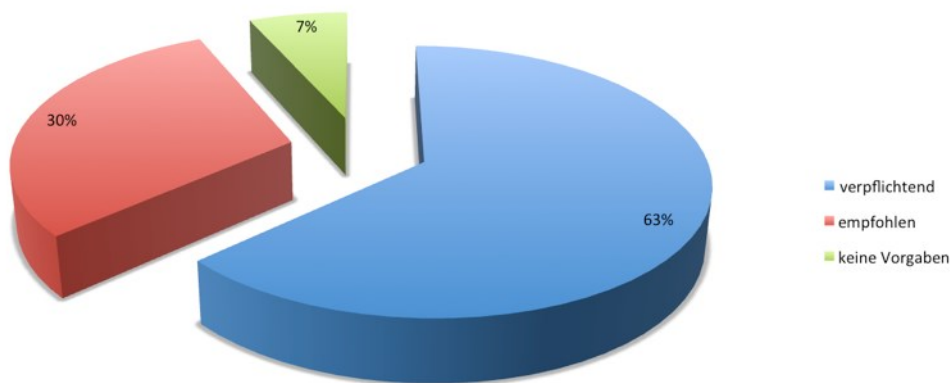


Abb.33: die Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen?

7.2.2 Wann wird die Sporttauglichkeitsuntersuchung durchgeführt?

In 67% der Länder wird eine Sporttauglichkeitsuntersuchung vor dem Wettkampfsport durchgeführt. Diese sind: Österreich, Belgien, Bulgarien, Zypern, Estland, Frankreich, Irland, Israel, Italien, Griechenland, Malta, Polen, Rumänien, die Türkei, Kroatien, Serbien, Schweden, die Schweiz, Tschechei und Russland.

23% der Nationen führen eine PPE bei Elitesportlern/-sportlerinnen im Olympischen Sport oder bei Weltmeisterschaften durch, wobei es hier keine genauen Vorgaben gibt welche Sportart dies betrifft. (Belgien, Dänemark, Luxemburg, Deutschland, Norwegen, Serbien).

ERGEBNISSE

In Finnland werden Athleten/Athletinnen vor olympischen Spielen zur Sporttauglichkeitsuntersuchung geschickt, in Schweden müssen sich lediglich ProfifußballerInnen regelmäßig untersuchen lassen.

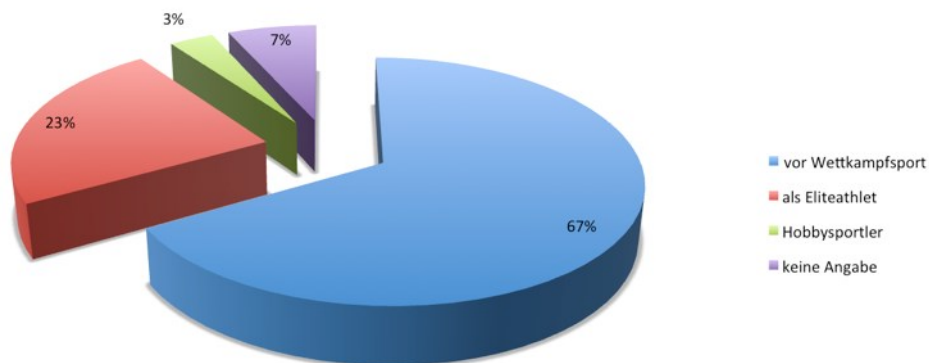


Abb.34: Empfehlung zum besten Zeitpunkt der Sporttauglichkeitsuntersuchung

7.2.3 Wer führt die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch?

In 19 von 27 analysierten Ländern wird die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch eine/n SportmedizinerIn durchgeführt. In weiteren sieben kann der/die AthletIn für die Untersuchung eine/n Kardiologen/Kardiologin oder eine/n AllgemeinmedizinerIn aufsuchen.

In jeweils sechs Ländern führt diese Aufgabe auch ein/e Kinderarzt/-ärztin oder ein/e Kinderkardiologe/-kardiologin durch: Österreich, Belgien, Frankreich, Deutschland (Elite- und FreizeitsportlerInnen) und die Türkei.

In Bulgarien werden für die STU auch Orthopäden mit einbezogen.

In Zypern wiederum werden für die Sporttauglichkeitsuntersuchung eigene Evaluationsteams zur Verfügung gestellt.

In Israel existiert eine Liste mit allen vom Gesundheitsministerium autorisierten Ärzten die solche Untersuchungen durchführen dürfen.

ERGEBNISSE

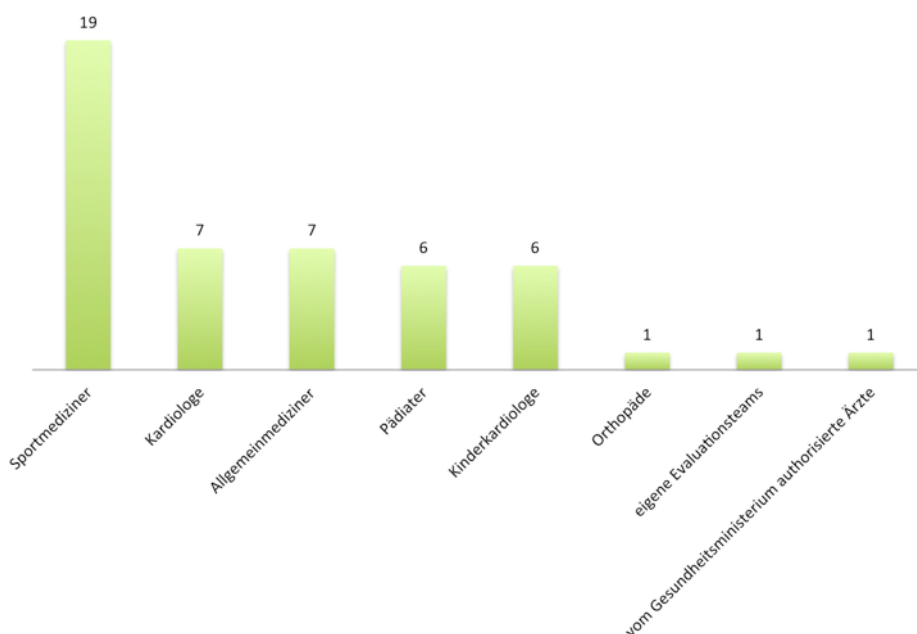


Abb.35: Durchführende Fachrichtung

Aus Irland, Malta, Spanien, Griechenland, Luxemburg, Schweden, Tschechien, England und Finnland erhielten wir bezüglich dieses Punktes keine Informationen.

7.2.4 Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

In 24 von 27 Nationen werden vor der körperlichen Untersuchung eine Langzeit- und Familienanamnese erhoben.

In 25 Ländern wird ein internistischer Status erhoben, der orthopädische Status in 23.

In 24 Ländern wird ein EKG durchgeführt, die Echokardiographie nur in sechs.

15 Nationen greifen auch noch auf eine Blutuntersuchung zurück. Eine Urinuntersuchung wird immerhin noch in 14 der untersuchten Nationen durchgeführt.

Eine Spirometrie wird in sieben Nationen, lediglich in Bulgarien, Kroatien, Estland, Deutschland, Italien, Luxemburg und Serbien durchgeführt.

Das Thoraxröntgen wird in Zypern, Finnland, Deutschland und Griechenland durchgeführt.

In Finnland wird bei Eishockeyspielern auf Wettkampfebene zusätzlich noch ein neurologischer Status erhoben.

ERGEBNISSE

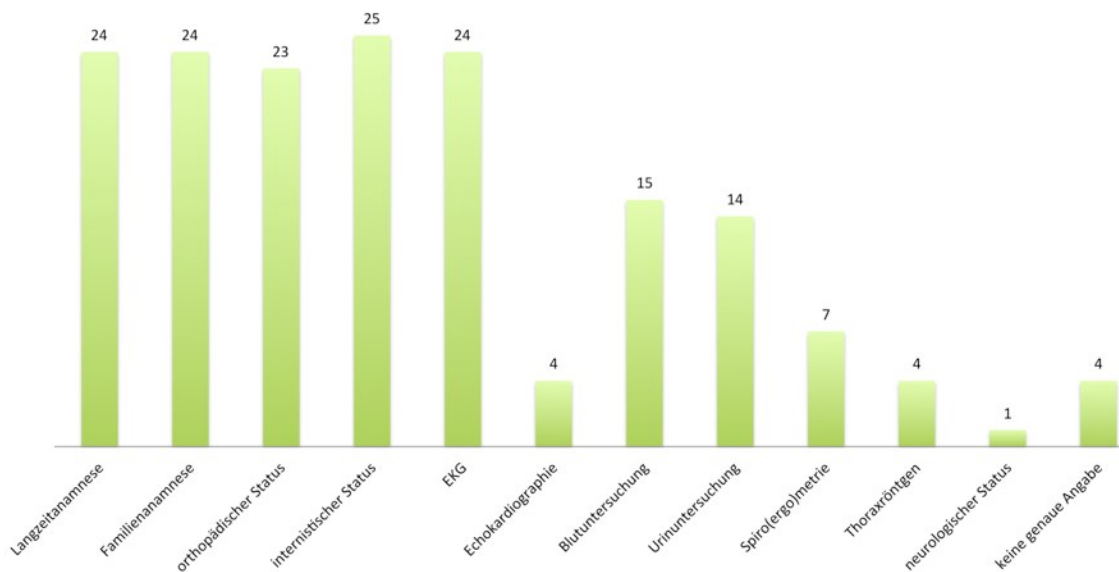


Abb.36: Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Zu vier Staaten, Dänemark, Norwegen, Spanien und England enthielt die Ausarbeitung der EFSMA keine Informationen bezüglich dieser Frage.

7.2.5 Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Was die Bezahlung der Untersuchung betrifft, wird diese in 31% der Fälle vom Sportverein in dem der/die AthletIn tätig ist übernommen.

In 26% der Fälle kommt der/die AthletIn selbst für die entstehenden Kosten auf. Hierzu zählen Österreich, zum Teil Belgien, Bulgarien, Finnland, Deutschland, Irland, Israel, Serbien, Schweden, die Schweiz und die Tschechei.

In sieben Staaten planen die Versicherungen ein eigenes Budget für diese Untersuchungen ein und in drei Ländern werden die Kosten sogar vom Staat übernommen. Hierzu zählen Italien (bei Minderheiten und Armen), Luxemburg und Rumänien.

Über Kroatien, Frankreich, Griechenland, Malta, Russland, Spanien und England liegen uns keine offiziellen Daten vor.

ERGEBNISSE

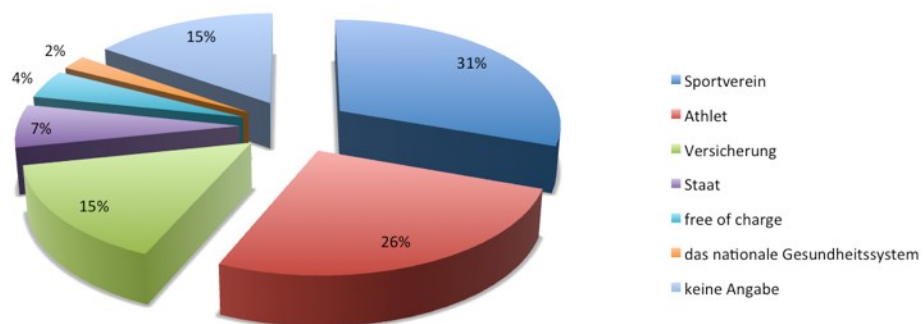


Abb.37: Bezahlung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

8 Diskussion

Im Rahmen der Onlineumfrage konnten 16 Antworten gesammelt werden, welche mit den Daten der EFSMA verglichen wurden. Insgesamt kamen so Daten aus 27 Nationen zusammen.

Aufgrund der heterogenen Ergebnisse betreffend des Umfangs und der Zusammensetzung einer solchen Untersuchung kann man also darauf schließen, wie wichtig eine überregional einheitliche Sporttauglichkeitsuntersuchung wäre.

8.1 Sporttauglichkeitsuntersuchung – verpflichtend oder empfohlen

Bei dieser Frage ist es wichtig zu erwähnen, dass die meisten Länder unterscheiden, ob es sich bei dem/der SportlerIn um einen Profi, ein einfaches Vereinsmitglied oder gar nur um eine/n HobbysportlerIn handelt. Weiter existieren in manchen Nationen sportartspezifische Unterschiede.

In Deutschland zum Beispiel ist die Sporttauglichkeitsuntersuchung für ElitesportlerInnen verpflichtend, wohingegen sie für FreizeitsportlerInnen lediglich empfohlen wird.

Auch in Schweden gibt es unterschiedliche Vorgaben. Tritt zum Beispiel ein/e FußballerIn in eine Profimannschaft ein, ist eine Untersuchung vor Trainingsbeginn verpflichtend. Für andere Sportarten existieren hingegen keine offiziellen Regeln.

In Österreich ist es im Moment noch so, dass eine ausführliche Untersuchung offiziell nur empfohlen ist, jedoch für keinen Club oder Verein verpflichtend.

Die Sporttauglichkeitsuntersuchung ist schon in 19 der insgesamt 27 eingeschlossenen Länder zumindest zum Teil verpflichtend. Es bestand bei dieser Frage jedoch eine gewisse Diskrepanz zwischen den Umfrageantworten und den tatsächlich existierenden Vorgaben. 50% der TeilnehmerInnen dachten eine Untersuchung wäre verpflichtend, tatsächlich ist dies aber schon in 63% der analysierten Länder der Fall. Dies verdeutlicht ein sicher unnötig großes Informationsdefizit in diesem Gebiet bei praktizierenden Ärzten/Ärztinnen.

DISKUSSION

Es forderten daher 81% unserer UmfrageteilnehmerInnen, dass eine standardisierte Sporttauglichkeitsuntersuchung europaübergreifend eingeführt werden sollte.

Die Notwendigkeit wird auch durch die Arbeit von Corrado et al. bestätigt in der es nach der Verpflichtung und Standardisierung in Italien zu einer deutlichen Reduktion der Inzidenz des Plötzlichen Herztodes um 90% von 3,6 auf 0,4 / 100000 rund um sportliche Veranstaltungen kam. (1)

Eine weitere Arbeit, welche die italienische Studie bestätigt, stammt aus Deutschland von der Fußballweltmeisterschaft 2006. Hier zeigten 1% der teilnehmenden Athleten, die eigentlich eine gute medizinische Betreuung genießen da sie weltweit in Spitzenclubs spielen, abklärungswürdige Auffälligkeiten im EKG. (47) Dieser klein wirkende, jedoch in Relation gesehen doch hohe Prozentsatz zeigt sehr deutlich die Notwendigkeit die Sporttauglichkeitsuntersuchung nicht nur quantitativ sondern auch qualitativ zu verbessern. Auf die Quantität der Untersuchung soll in einem späteren Kapitel noch eingegangen werden.

8.2 Wann wird die Sporttauglichkeitsuntersuchung durchgeführt?

Entscheidend für den Erfolg ist eine frühe Erkennung der Erkrankung in einem Stadium, in dem die Patienten/Patientinnen noch asymptomatisch sind. Der Großteil der UmfrageteilnehmerInnen, also 50%, wünscht sich eine Sporttauglichkeitsuntersuchung vor dem Wettkampfsport, 25% wären zufrieden eine solche Untersuchung vor dem Eintritt in eine Sportmannschaft durchzuführen. Ein Fünftel spricht sich dafür aus, Kinder generell vor dem Schulbeginn zu untersuchen. Dadurch wäre eine frühe Erkennung von Risikofaktoren möglich, ohne dass die Kinder in eine Sportmannschaft eintreten müssten und so auch im Schulsport geschützt wären.

Dies bietet die Möglichkeit einer Prävention des plötzlichen Herztodes durch eine Umstellung der Lebensgewohnheiten, inklusive der Einschränkung bei sportlicher Aktivität und der rechtzeitigen Einleitung einer geeigneten Therapie. Hierfür können eine prophylaktische medikamentöse antiarrhythmische Behandlung durch

zum Beispiel Betablocker oder die Implantation eines Kardioverter - Defibrillator – Systems eingesetzt werden.

Wichtig ist jedoch zu beachten, um welche Untersuchung es sich handelt. Ein EKG vor dem Schulalter würden nur wenige empfehlen. Eine genaue Familienanamnese (in Bezug auf bis dahin bei nahen Verwandten aufgetretenen Erkrankungen des kardiovaskulären Systems) kann bei Kindern jeden Alters problemlos durchgeführt werden.

Auch die Untersuchung der EFSMA zeigte, dass die Sporttauglichkeitsuntersuchung in zwei Drittel der Fälle nur den Wettkampfsport betrifft. Für Hobby- und VereinssportlerInnen gibt es lediglich in Deutschland, Österreich und Italien die Empfehlung, sich vor Trainingsbeginn durchchecken zu lassen.

8.3 Wer führt die Sporttauglichkeitsuntersuchung durch?

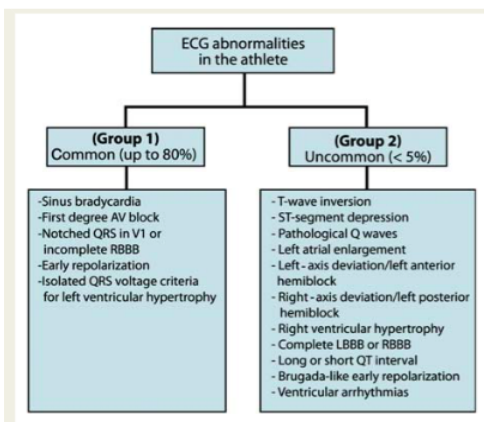


Figure 5 Classification of ECG abnormalities in the athlete. *Common ECG abnormalities:* up to 80% of trained athletes exhibit ECG changes such as sinus bradycardia, first degree AV block, early repolarization, incomplete right bundle branch block and pure increase of QRS voltages (Group 1). Such common ECG changes are the consequence of the physiological cardiovascular adaptation to sustained physical exertion and do not reflect the presence of an underlying cardiovascular disease. Therefore, they are not associated with an increase in cardiovascular risk and allow eligibility to competitive sports without additional evaluation. *Uncommon ECG abnormalities:* this subset includes uncommon ECG patterns (<5%) such as ST-segment and T-wave repolarization abnormalities, pathological Q-waves, intraventricular conduction defects, and ventricular arrhythmias (Group 2). These ECG abnormalities are unrelated to athletic conditioning and should be regarded as an expression of possible underlying cardiovascular disorders, notably cardiomyopathies and cardiac ion channel diseases, and, thus, associated with an inherent increased risk of sudden arrhythmic death. AV, atrioventricular; RBBB, right bundle branch block; LBBB, left bundle branch block. Modified from Corrado et al.³⁷

67% unserer UmfrageteilnehmerInnen waren der Meinung, eine STU würde in ihrer Nation von Sportmedizinern/-medizinerinnen durchgeführt werden. Tatsächlich ist es so, dass es sehr unterschiedliche Vorgaben gibt, jedoch absolut gesehen der/die Sportarzt/-ärztin in 19 der 29 untersuchten Länder mit dieser Aufgabe betraut wird.

Wenn möglichst viele Fachrichtungen die Berechtigung besitzen sportmedizinische Atteste auszustellen, hat dies den Vorteil, dass es besonders viele Ressourcen und nur geringe Wartezeiten gibt. Der Nachteil besteht darin, dass womöglich nur minder ausgebildete Ärzte/Ärztinnen Atteste ausstellen, obwohl sie nur geringe Erfahrungen besitzen. Wie Drezner et al. zeigten, konnte durch die Einführung von standardisierten EKG - Kriterien zur Beurteilung

DISKUSSION

die Spezifität von 70% auf 91% gesteigert werden und die Sensitivität von 89% auf 94%. (17)

In Italien finden wir nach der allgemeinmedizinischen Ausbildung eine eigene sportmedizinische Schulung die ganze vier Jahre dauert und aus theoretischen Schulungen und praktischen Übungen in Sportmedizin und Sportkardiologie besteht.

Hier lernen SportmedizinerInnen unter anderem EKGs zu beurteilen, die bei Sportlern/Sportlerinnen geschrieben wurden.

Die Arbeiten von Corrado und Pelliccia zeigten, dass SportlerInnen oft Auffälligkeiten im EKG zeigen, die trainingsbedingt und somit nicht pathologisch oder abklärungsbedürftig sind. Hierzu zählt zum Beispiel die Linksherzhypertrophie, ein inkompletter Rechtsschenkelblock oder Knotungen im QRS. Andererseits sollten spezifische EKG Veränderungen wie zum Beispiel die T - Inversion, ein pathologisches Q, die kompletten Blockbilder oder das Long - QT umgehend zu einer weiteren Abklärung führen.

Die Arbeit von Drezner et al (17) ist also als schlagfertiges Argument für die Durchführung einer STU durch speziell geschultes Personal in Österreich und ganz Europa anzusehen.

8.4 Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Wie bei den Empfehlungen zur Durchführung einer Sporttauglichkeitsuntersuchung ist es ebenso wichtig, eine einheitliche Empfehlung zum Umfang der Untersuchung zu geben.

Derzeit werden in den unterschiedlichen analysierten Ländern überall andere Untersuchungen im Rahmen der Sporttauglichkeitsuntersuchung verlangt. Dieser Unterschied betrifft nicht nur die verschiedenen Länder, teilweise wird auch noch national zwischen den unterschiedlichsten Sportarten differenziert. Dies führt in weiterer Folge dazu, dass eine hohe Divergenz in Qualität und Quantität besteht.

Wichtig ist, dass Untersuchungen durchgeführt werden, die weitgehend einfach durchgeführt werden können und eine hohe Aussagekraft besitzen. Treten bei diesen Basisuntersuchungen Auffälligkeiten auf, kann man in weiterer Folge auf

DISKUSSION

umfangreichere Untersuchungen zurückgreifen – Empfehlung der ESC und Corrado et al..

Bereits 1980 entwickelte die Gruppe um Corrado ein Protokoll nach dem im Rahmen der Sporttauglichkeitsuntersuchung vorgegangen werden soll, welches weitgehend von der ESC empfohlen wird.

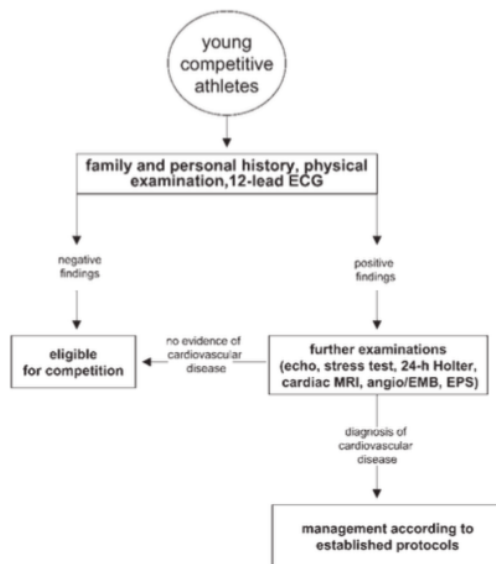


Abb. 39: PPE-Protokoll, von Corrado 2005 (20)

Nach diesem Protokoll wird bei Eintritt in den Wettbewerbssport zunächst eine genaue Anamnese erhoben, eine körperliche Untersuchung durchgeführt und ein 12 – Kanal – EKG geschrieben. Kommt es hier zu keinen Auffälligkeiten wird der/die SportlerIn zum Wettkampf zugelassen. Ist eine der Untersuchungen jedoch positiv wird eine weitere kardiologische Abklärung eingeleitet.

Hierzu zählen die Echokardiographie, ein Stress - Test, ein 24 Stunden EKG, ein Herz - MRT, eine Angiographie oder eine elektrophysiologische Untersuchung zur Detektion angeborener Herzrhythmusstörungen. (15)

Um auf unsere Umfrage zurück zu kommen ist hier positiv zu erwähnen, dass sich 93% der UmfrageteilnehmerInnen der Wichtigkeit einer guten Langzeit- und Familienanamnese bewusst waren. Nicht nur, dass es sich hier um einen günstigen Untersuchungsteil handelt der wenig Zeit in Anspruch nimmt, so lassen sich, wie schon weiter oben erwähnt, schon hier viele Hinweise auf mögliche Pathologien im kardiovaskulären System finden.

87% der TeilnehmerInnen waren sich einig was die Wichtigkeit eines 12 - Kanal - EKGs angeht.

Einige verlangten auch noch standardmäßig die Durchführung einer Echokardiographie. Natürlich bietet dies auch eine gute Möglichkeit, das Herz auf mögliche Pathologien zu untersuchen. Der große Nachteil besteht jedoch darin, dass es für die meisten noch schwieriger durchzuführen ist. Weiter handelt es sich hierbei um Apparate, die in der Anschaffung und Betreibung noch teurer sind und

deren Anwendung wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt. Auf jeden Fall findet es seine Berechtigung, wenn man in der Anamnese oder im EKG Hinweise findet, die einem bildgebenden Verfahren bedürfen. Dennoch ist die standardmäßige Durchführung kritisch zu hinterfragen.

8.5 Kosten der Sporttauglichkeitsuntersuchung

Die Untersuchung der EFSMA hat ergeben, dass in 26% der Fälle der/die AthletIn für die Kosten einer Sporttauglichkeitsuntersuchung aufkommen muss. In weiteren 31% wird diese durch den Sportverein bezahlt. Dies zeigt, dass nicht nur die Zusammenstellung der PPE variabel ist, sondern auch die Regelung der Kostendeckung.

In Italien zum Beispiel, wo die STU gesetzlich verpflichtend ist, werden die Kosten, je nachdem in welchem Verein der/die AthletIn tätig ist, von diesem übernommen oder sie sind vom/von der SportlerIn selbst zu bezahlen. Eine Ausnahme hierbei bilden SportlerInnen die unter 18 Jahre alt sind. Hier werden die Ausgaben vom Nationalen Gesundheitssystem getragen.

Als Beispiel: Eine Untersuchung die eine ausführliche Anamnese, einen körperlichen Status und ein EKG beinhaltet kostet in Italien ungefähr 30 Euro. (13)

8.6 Conclusio

Abschließend ist zu erwähnen, dass es in ganz Europa stark unterschiedliche Vorgehensweisen gibt was die Verpflichtung und die Zusammenstellung der Sporttauglichkeitsuntersuchung betrifft. Wird sie in dem einen Land vielleicht für ElitesportlerInnen empfohlen, ist sie in einem anderen sogar gesetzlich vorgeschrieben. Existieren in der einen Nation genaue Protokolle, nach denen vorgegangen wird, steht es dem/der MedizinerIn in einer anderen völlig frei, welche Untersuchungen er/sie vornimmt. Nachdem Corrado et al. in Italien eine Senkung der Inzidenz des plötzlichen Herztodes um 90% durch die einheitliche verpflichtende PPE erzielen konnten (1), empfehlen wir dringend die Einführung einer europaübergreifend einheitlichen Vorgabe, für wen und in welchem Umfang eine solche Untersuchung durchgeführt werden sollte.

DISKUSSION

Was den Umfang der Sporttauglichkeitsuntersuchung angeht hat sich das Protokoll der 25 Jahre andauernden italienischen Studie bewährt, an welches wir uns anschließen würden. Demnach ist zuerst eine genaue Langzeit- und Familienanamnese zu erheben. Bei beiden liegt das Augenmerk darauf, kardiologische Frühsymptome und daraufhin eine eventuelle genetische Disposition zu erkennen. In weiterer Folge ist ein internistischer Status zu erheben und im Rahmen dessen dringend ein 12 - Kanal - EKG zu schreiben. Zuletzt ist eine orthopädische Untersuchung durchzuführen um Haltungsschäden zu erkennen und Verletzungen vorzubeugen.

Aufgrund der Komplexität der Diagnose einer angeborenen Herzerkrankung empfehlen wir weiter, dass eine solche Untersuchung von eigens geschultem Personal vorgenommen werden sollte. Dies führt dazu, dass gesunde SportlerInnen nicht fälschlicherweise vom Sport ausgeschlossen werden und erkrankte gut herausgefiltert werden können um sie einer weiteren Diagnostik und Therapie zuzuführen. Dadurch könnten zwar anfangs höhere Kosten entstehen, danach würden sich die Ausgaben jedoch minimieren, da die jungen Athleten/Athletinnen aufgrund falsch positiver Ergebnisse nicht mehr unnötig zu kostenintensiveren Untersuchungen geschickt werden würden.

Die Frage nach dem richtigen Zeitpunkt ist eine der schwierigsten. Hier würden wir uns an die Mehrheit der Umfrageteilnehmer und die Ergebnisse der Studie der EFSMA anhängen, wonach jeweils die Durchführung vor dem Wettkampf empfohlen und alle 2 Jahre erneuert wird. Hier gibt uns auch die Literatur recht, wonach eine PPE vor dem Wettkampfsport sinnvoll ist, da bei Sportlern das Risiko an einem plötzlichen Herztod zu versterben höher ist als in der Normalbevölkerung.

9 Literaturverzeichnis

1. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Pelliccia A, Thiene G. Pre-Participation Screening of Young Competitive Athletes for Prevention of Sudden Cardiac Death. *J Am Coll Cardiol*. Dezember 2008;52(24):1981–9.
2. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden Deaths in Young Competitive Athletes: Analysis of 1866 Deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation*. 3. März 2009;119(8):1085–92.
3. Plötzlicher Herztod bei Sportlern – Radiologen erkennen Warnsignale [Internet]. [zitiert 1. März 2016]. Verfügbar unter: http://idw-online.de/pages/de/image?id=143813&display_lang=de_DE
4. Parizek P, Haman L, Harrer J, Tauchman M, Rozsival V, Varvarovsky I, u. a. Bland-White-Garland syndrome in adults: sudden cardiac death as a first symptom and long-term follow-up after successful resuscitation and surgery. *Europace*. 1. September 2010;12(9):1338–40.
5. Schümmelfeder J, Brunn J, Fröhner S, Kowallik P, Brunner H, Müller M, u. a. Nachweis multipler Koronar fisteln von RCX und RCA in die A. Pulmonalis dextra mittels Koronarangiographie und Mehrschicht-Spiral-CT. *J Für Kardiologie - Austrian J Cardiol*. 2002;9(4):146–7.
6. Myokarditis (Herzmuskelentzündung) - Diagnostik im Cardio-MRT [Internet]. Isar Herzzentrum. [zitiert 2. März 2016]. Verfügbar unter: <http://www.isarherzzentrum.de/sites/default/files/u6/EKGmyokarditis.png>
7. Enayati S, Artmann A, Weber T, Eber B. Kardiale Beteiligung der Sarkoidose als Erstsymptomatik mit fatalem Ausgang - neue diagnostische Möglichkeiten des Herz-CT. *J Für Kardiologie - Austrian J Cardiol*. 2009;16(5-6):226–30.
8. Posts Tagged epsilon wave [Internet]. Heart Pearls. 2011 [zitiert 1. März 2016]. Verfügbar unter: <http://www.heartpearls.com/tag/epsilon-wave>
9. ECG: Examples and Quiz [Internet]. Oxford Medical Education. 2014 [zitiert 1. April 2016]. Verfügbar unter: <http://www.oxfordmedicaleducation.com/ecg/ecg-examples/>
10. What is Brugada Syndrome? [Internet]. Life in the fastlane. 2009 [zitiert 1. April 2016]. Verfügbar unter: <http://lifeinthefastlane.com/what-is-brugada-syndrome/>
11. Eckardt L, Haverkamp W. Ionenkanalerkrankung: vom EKG bis zur genetischen Diagnostik: Wie weit muss man gehen? *Kardiologie*. Dezember 2007;1(4):283–96.
12. Pre-excitation Syndromes [Internet]. Life in the fastlane. 2016 [zitiert 6. August 2016]. Verfügbar unter: <http://lifeinthefastlane.com/ecg-library/pre-excitation-syndromes/>
13. Corrado D, Schmied C, Basso C, Borjesson M, Schiavon M, Pelliccia A, u. a. Risk of sports: do we need a pre-participation screening for competitive and leisure athletes? *Eur Heart J*. 2. April 2011;32(8):934–44.
14. 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*. 4. Oktober 2006;296(13):1593.
15. Corrado D. 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.* 14. Dezember 2004;26(5):516–24.

16. Rijnbeek P. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. *Eur Heart J.* 15. April 2001;22(8):702–11.

17. Drezner JA, Asif IM, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, Fean R, u. a. Accuracy of ECG interpretation in competitive athletes: the impact of using standardised ECG criteria. *Br J Sports Med.* April 2012;46(5):335–40.

18. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, u. a. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* 2. Jänner 2010;31(2):243–59.

19. Digitale Europakarte [Internet]. [zitiert 1. März 2016]. Verfügbar unter: <http://www.digitale-europakarte.de/nutzungsbedingungen.html>

20. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, u. a. 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.* März 2005;26(5):516–24.

21. Trauer und Entsetzen über Tod von Marc-Vivien Foé [Internet]. *stern.de.* 2003 [zitiert 12. September 2015]. Verfügbar unter: <http://www.stern.de/sport/fussball/fussball-trauer-und-entsetzen-ueber-tod-von-marc-vivien-foe233-509772.html>

22. Morosini starb an Herzmuskel-Entzündung [Internet]. *20minuten.* 2012 [zitiert 12. September 2015]. Verfügbar unter: <http://www.20min.ch/sport/fussball/story/25102487>

23. Herzstillstand: Schwimm-Weltmeister Dale Oen gestorben [Internet]. *SpiegelOnline.* 2012 [zitiert 12. September 2015]. Verfügbar unter: <http://www.spiegel.de/sport/sonst/schwimm-weltmeister-alexander-dale-oen-stirbt-nach-herzstillstand-a-830764.html>

24. Zustand von Boltions Muamba weiter kritisch [Internet]. *derStandard.at.* 2012 [zitiert 12. September 2015]. Verfügbar unter: <http://derstandard.at/1331779916868/Herzinfarkt-Zustand-von-Boltions-Muamba-weiter-kritisch>

25. Schober PH, Windhaber J, Förster H. Sport- und Wettkampftauglichkeitsuntersuchungen im Kindes- und Jugendalter. *Sport-Präventivmedizin.* September 2009;39(3):15–21.

26. IOC Medical Commission. Sudden Cardiovascular Death in Sport: Lausanne Recommendations: preparticipation cardiovascular screening [Internet]. 2014. Verfügbar unter: https://stillmed.olympic.org/Documents/Commissions_PDFfiles/Medical_commission/IOC_CONSENSUS_STATEMENT_ON_SUDDEN_CARDIOVASCULAR_DEATH_IN_SPORT_2004.pdf

27. Moosburger K. Der internistische Notfall auf dem Spielfeld [Internet]. 2015 [zitiert 1. März 2016]. Verfügbar unter: <http://www.dr-moosburger.at/pub/pub177.pdf>

28. Bagnall RD, Weintraub RG, Ingles J, Duflou J, Yeates L, Lam L, u. a. A Prospective Study of Sudden Cardiac Death among Children and Young Adults. *N Engl J Med.* 23. Juni 2016;374(25):2441–52.

29. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol.* 3. Dezember 2003;42(11):1959–63.
30. Plötzlicher Herztod [Internet]. symptomat. 2014 [zitiert 1. März 2016]. Verfügbar unter: http://symptomat.de/Plötzlicher_Herztod
31. Erste Hilfe Tipps [Internet]. Österreichisches Rotes Kreuz. 2015 [zitiert 1. März 2016]. Verfügbar unter: http://www.roteskreuz.at/nocache/sbg/gesundheit/erste-hilfe/erste-hilfe-tipps/atem-kreislauf-stillstand/?sword_list%5B0%5D=such
32. Herold G, Herausgeber. *Innere Medizin 2013: eine vorlesungsorientierte Darstellung ; unter Berücksichtigung des Gegenstandskataloges für die Ärztliche Prüfung ; mit ICD 10-Schlüssel im Text und Stichwortverzeichnis.* Köln: Selbstverl; 2013. 988 S.
33. Scholten C, Maurer G. Hypertrophe Kardiomyopathie. *Austrian J Cardiol.* Jänner 2000;7(4):150–5.
34. Schmid C, Asfour B, Kehl HG. *Leitfaden Kinderherzchirurgie: mit 8 Tabellen.* 2., überarb. Aufl. Darmstadt: Steinkopff; 2009. 193 S.
35. Lambert T, Steinwender C, Leisch F. Kammerflimmern bei aberrantem Ursprung und Verlauf der rechten Koronararterie. *Austrian J Cardiol.* 2009;16(11-12):440–1.
36. ALCAPA (Fehlabgang der linken Koronararterien aus der Lungenarterie), Bland-White-Garland-Syndrom [Internet]. 2015 [zitiert 1. April 2016]. Verfügbar unter: https://www.dhzb.de/de/kliniken/chirurgie_angeborener_herzfehler_kinderherzchirurgie/diagnose_und_chirurgische_therapie_von_angeborenen_herzfehlern/alcapa_fehlabgang_der_linken_koronararterien_aus_der_lungenarterie_bland_white_garland_syndrom/
37. Horacek T. *Der EKG-Trainer: 259 EKG-Einzeldarstellungen ; [ein Selbstlernkurs zur sicheren EKG-Befundung ; mit EKG-Lineal].* 3., korrigierte Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013. 473 S.
38. McKenna WJ, Thiene G, Nava A, Fontaliran F, Blomstrom-Lundqvist C, Fontaine G, u. a. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. Task Force of the Working Group Myocardial and Pericardial Disease of the European Society of Cardiology and of the Scientific Council on Cardiomyopathies of the International Society and Federation of Cardiology. *Heart.* 1. März 1994;71(3):215–8.
39. Schuster H-P, Trappe H-J. *EKG-Kurs für Isabel: [Lernprogramm zur EKG-Befundung].* 5., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009. 312 S.
40. Erdmann E, Herausgeber. *Klinische Kardiologie [Internet].* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011 [zitiert 11. Juni 2016]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-16481-1>
41. Schober PH, Windhaber J. Sport- und Wettkampftauglichkeitsuntersuchungen im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd.* März 2014;162(3):207–14.
42. Fritsch P, Fritz M, Förster H, Gitter R, Kitzmüller E, Köstenberger M, u. a. Sport- und Wettkampftauglichkeitsuntersuchungen im Kindes- und Jugendalter: Empfehlungen der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ) und der Österreichischen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (ÖGSMP). *Monatsschr Kinderheilkd.* Oktober 2015;163(10):1030–6.
43. Asif IM, Rao AL, Drezner JA. Sudden cardiac death in young athletes: what

- is the role of screening? *Curr Opin Cardiol.* Jänner 2013;28(1):55–62.
44. Corrado D, Biffi A, Basso C, Pelliccia A, Thiene G. 12-lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities. *Br J Sports Med.* 1. September 2009;43(9):669–76.
45. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Di Paolo FM, Spataro A, Biffi A, u. a. Clinical Significance of Abnormal Electrocardiographic Patterns in Trained Athletes. *Circulation.* 18. Juli 2000;102(3):278–84.
46. Weiner RB, Hutter AM, Wang F, Kim JH, Wood MJ, Wang TJ, u. a. Performance of the 2010 European Society of Cardiology criteria for ECG interpretation in athletes. *Heart.* 1. Oktober 2011;97(19):1573–7.
47. Thünenkötter T, Schmied C, Grimm K, Dvorak J, Kindermann W. Precompetition Cardiac Assessment of Football Players Participating in the 2006 FIFA World Cup Germany: *Clin J Sport Med.* Juli 2009;19(4):322–5.

10 Anhang

10.1 Tabelle Umfrageergebnisse

Country	Discipline	PPS is in the country	do you recommend	when a PPS
Austria	Paediatric Cardiology	1	1	when attending a team
Germany	Paediatrics	1	1	at the age of 6 years
Germany	Paediatric Cardiology	1	1	before competitive sports
Germany	Paediatric Cardiology	1	1	before competitive sports
Germany	Paediatric Cardiology	0	1	before competitive sports
Germany	Paediatric Cardiology	0	1	before competitive sports
Germany	Paediatrics	1	0	when attending a team
Germany	Paediatrics	1	1	at the age of 6 years
Switzerland	Paediatric Cardiology	0	0	at the age of 13 years
Croatia	Paediatric Cardiology	2	1	when attending a team
Croatia	Sports Medicine	1	1	before competitive sports
Italy	Paediatric Cardiology	2	0	before competitive sports
Turkey	Sports Medicine	2	1	when attending a team
Greece	Paediatric Cardiology Paediatrics	1	1	at the age of 5 years
Bosnia Herzegovina	Paediatric Cardiology	1	1	before competitive sports
Serbia	Paediatric Cardiology	0	1	before competitive sports
Iraq	Paediatrics	0	1	at start of school
Brazil	Physical Education	1	1	when attending a team

0 keine Antwort
 1 empfohlen
 2 verpflichtend
 0 nein
 1 ja

Country	who is doing				
Austria	sports medicine specialist				
Germany	general practitioner	sports medicine specialist	cardiologist	paediatric cardiologist	paediatrician
Germany	sports medicine specialist				
Germany	sports medicine specialist	paediatric cardiologist			
Germany	general practitioner	paediatrician			
Germany	no recommendation				
Germany	general practitioner	sports medicine specialist	cardiologist	paediatric cardiologist	paediatrician
Germany	general practitioner	sports medicine specialist	cardiologist	paediatric cardiologist	paediatrician
Switzerland	sports medicine specialist	paediatric cardiologist			
Croatia	general practitioner	sports medicine specialist			
Croatia	general practitioner	sports medicine specialist			
Italy	sports medicine specialist				
Turkey	general practitioner	sports medicine specialist	cardiologist		
Greece	cardiologist	paediatric cardiologist	paediatrician		
Bosnia Herzegovina	paediatric cardiologist				
Serbia	sports medicine specialist				
Iraq	no one				
Brazil	general practitioner				

Country	officially recommendation								
Austria	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG				
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state					
Germany	medical history	family history	internistic state	ECG					
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG (6 years)	Echocardiography	blood examination	Urine examination	
Germany									
Germany									
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state					
Switzerland	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG (10 years)				
Croatia	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG (school age)				
Croatia									
Italy	medical history	family history							
Turkey	medical history	family history	orthopaedic state	ECG	Echocardiography	blood examination	Urine examination		
Greece	medical history	family history	ECG (5 years)	Echocardiography blood examination					
Bosnia Herzegovina	medical history	family history	orthopaedic state	ECG	Echocardiography	blood examination	Urine examination		
Serbia	internistic state								
Iraq									
Brazil	medical history	ECG (30 years)							

Country	personal recommendation				
Austria	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	ECG (6 years)	Echocardiography
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Germany	family history	orthopaedic state	internistic state		
Germany	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Switzerland	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Croatia	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Croatia	medical history	family history	ECG (5 years)		
Italy	medical history	family history			
Turkey	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG
Greece	medical history	family history	ECG (5 years)	Echocardiography	blood examination
Bosnia Herzegovina	medical history	family history	orthopaedic state	ECG	Echocardiography
Serbia	ECG	Echocardiography			
Iraq	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG (6 years)
Brazil	medical history	orthopaedic state	ECG (18 years)	Echocardiography	blood examination

Country	personal recommendation				
Austria	Echocardiography				
Germany					
Germany	Echocardiography				
Germany					
Germany					
Germany	Echocardiography				
Germany					
Germany					
Switzerland	Echocardiography				
Croatia	blood examination				
Croatia					
Italy					
Turkey	Echocardiography		blood examination	urine examination	chest radiography
Greece	Holter ECG , CPET if indications or Med History justify them				
Bosnia Herzegovina	blood examination		urine examination		
Serbia					
Iraq					
Brazil					

Country	who pays
Austria	sports club
Germany	patient
Germany	patient
Germany	sports club
Germany	patient
Germany	patient
Germany	patient
Germany	patient
Switzerland	insurance
Croatia	sports club
Croatia	sports club
Italy	patient
Turkey	patient
Greece	
Bosnia Herzegovina	insurance
Serbia	insurance
Iraq	sports club
Brazil	patient

10.2 Tabelle Auswertung EFSMA

Country	PPS is in the country	when a PPS
Österreich	1	before competitive sport
Belgien	2	before competitive sport
	2	attending any ball team
	2	olympic athletes
Bulgarien	2	before competitive sport
Zypern	2	before competitive sport
Dänemark	2	elite athletes
Estland	1	before competitive sport
Frankreich	2	before competitive sport
Finland	1	olympic athletes
Deutschland	2	elite athletes
	1	leisure time athletes
Irland	1	before competitive sport
Israel	2	before competitive sport
Italien	2	before competitive sport
Griechenland	2	before competitive sport
Luxemburg	2	elite athletes
Malta	1	before competitive sport
Norwegen	2	elite athletes
Polen	2	before competitive sport
Rumänien	2	before competitive sport
Russland	2	before competitive sport
Serbien	2	before competitive sport
Spanien	0	
Schweden	1	before competitive sport
Schweiz	1	before competitive sport
Türkei	2	before competitive sport
England	0	
Kroatien	1	before competitive sport
Tschechei	1	before competitive sport

0 non of both
 1 recommended
 2 obligatory

Country	who is doing					
	general practitioner	sports medicine specialist	cardiologist	paediatric cardiologist	paediatrician	other
Österreich	1	1	1	1	1	
Belgien	0	1	0	0	0	
	1	1	1	1	1	
	0	1	0	0	0	
Bulgarien	0	1	1	0	0	orthopaedic specialist
Zypern	0	1	1	0	0	special Teams
Dänemark	0	1	0	0	0	
Estland	0	1	0	0	0	
Frankreich	1	1	1	1	1	
Finland	0	0	0	0	0	
Deutschland	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	
Irland	0	0	0	0	0	
Israel	1	1	1	1	1	authorized doctors
Italien	0	1	0	0	0	
Griechenland	0	0	0	0	0	
Luxemburg	0	0	0	0	0	
Malta	0	0	0	0	0	
Norwegen	0	1	0	0	0	
Polen	1	1	0	0	0	
Rumänien	0	1	0	0	0	
Russland	0	1	0	0	0	
Serbien	0	1	0	0	0	
Spanien	0	0	0	0	0	
Schweden	0	0	0	0	0	
Schweiz	0	1	0	0	0	
Türkei	1	1	1	1	1	
England	0	0	0	0	0	
Kroatien	0	1	0	0	0	
Tschechei	0	0	0	0	0	

1 yes
 0 no

Country	officially recommendation								
	medical history	family history	orthopaedic state	internistic state	ECG	Echocardiography	blood examination	Urine examination	Spiro(ergo)metrie
Österreich	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Belgien	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	1	1	1	1	0	0	1	0	0
	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Bulgarien	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Zypern	1	1	1	1	1	0	1	1	0
Dänemark	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estland	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Frankreich	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Finland	1	1	1	1	1	0	1	0	0
Deutschland	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Irland	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Israel	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Italien	1	1	0	1	1	0	0	1	1
Griechenland	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Luxemburg	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Malta	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Norwegen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polen	0	0	1	1	1	0	1	1	0
Rumänien	1	1	1	1	1	0	1	1	0
Russland	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Serbien	1	1	0	1	1	0	1	1	1
Spanien	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schweden	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Schweiz	1	1	1	1	1	0	1	1	0
Türkei	1	1	1	1	1	0	0	0	0
England	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kroatien	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Tschechei	1	1	1	1	1	0	1	1	0

brest x-ray	neuro. Status	EEG	Country	who pays			
				sports club/ organization	patient	insurance	state
0	0	0	Österreich	1	1	0	0
0	0	0	Belgien	0	1	0	0
0	0	0		1	1	1	0
0	0	0		1	0	1	0
0	0	0	Bulgarien	1	1	0	0
1	0	0	Zypern	1	0	0	0
0	0	0	Dänemark	0	0	0	0
0	0	0	Estland	1	0	1	0
0	0	0	Frankreich	0	0	0	0
1	1	0	Finland	1	1	0	0
1	0	0	Deutschland	1	0	0	0
0	0	0		0	1	1	0
0	0	0	Irland	0	1	1	0
0	0	0	Israel	1	1	0	0
0	0	0	Italien	1	0	0	1
1	0	0	Griechenland	0	0	0	0
0	0	0	Luxemburg	0	0	1	1
0	0	0	Malta	0	0	0	0
0	0	0	Norwegen	0	0	0	0
0	0	0	Polen	0	0	0	1
0	0	0	Rumänien	0	0	0	1
1	0	1	Russland	0	0	0	0
0	0	0	Serbien	1	1	0	0
0	0	0	Spanien	0	0	0	0
0	0	0	Schweden	1	1	0	0
0	0	0	Schweiz	1	1	0	0
0	0	0	Türkei	0	0	1	0
0	0	0	England	0	0	0	0
0	0	0	Kroatien	0	0	0	0
0	0	0	Tschechei	1	1	0	0