

ACCEPTED: December 2015

PUBLISHED ONLINE: January 2016

DOI: 10.5960/dzsm.2015.213

Kindermann W, Scharhag J. Das Afrikanische/Afrokaribische Sporthertz. Dtsch Z Sportmed. 2016; 67: 18-22.



1. UNIVERSITÄT DES SAARLANDES, *Institut für Sport- und Präventivmedizin, Saarbrücken*

Das Afrikanische/Afrokaribische Sporthertz

The African / Afro-Caribbean Athlete's Heart

Zusammenfassung

- › **Afrikanische/afrokaribische (schwarze) Athleten** zeigen im Vergleich zu weißen Athleten kardiovaskuläre Besonderheiten. Im EKG ist eine frühe Repolarisation deutlich häufiger. Die Prävalenz negativer T-Wellen beträgt bei schwarzen Athleten bis zu 23%, bei weißen Athleten 2-4%. Konvexbogig angehobene ST-Strecken kombiniert mit negativen T-Wellen in den anterioren Ableitungen sind eine typische Konstellation bei schwarzen Athleten.
- › **Auch die linksventrikuläre Hypertrophie** ist ausgeprägter. 12-18% haben Kammerwanddicken >12mm (maximal 16mm) gegenüber 2-4% weißer Athleten (maximal 14mm). Linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser, systolische und diastolische Funktion sowie rechter Ventrikel zeigen keine Unterschiede.
- › **Bereits im Jugendalter** haben schwarze Athleten dickere Kammerwände (maximal 15mm) und häufiger Repolarisationsveränderungen als weiße. Das geschlechtsspezifische ethnische Muster ist ähnlich. Schwarze Athletinnen haben eine stärker entwickelte linksventrikuläre Hypertrophie und größere Prävalenz von T-Negativierungen als weiße.
- › **Fazit:** Die Grauzone zwischen physiologischer und pathologischer linksventrikulärer Hypertrophie ist bei schwarzen Athleten größer.

Summary

- › **Compared to white athletes**, African/Afro-Caribbean (black) athletes exhibit cardiovascular specificities. In the ECG, early repolarization is much more common. The prevalence of T-wave inversions in black athletes is present in up to 23%, and in white athletes in 2-4%. Domed ST segment elevation combined with T-wave inversion in the anterior leads is a typical finding in black athletes.
- › **In addition, left ventricular hypertrophy** is more pronounced. 12-18% develop wall thicknesses >12mm (maximal 16mm) compared to 2-4% in white athletes (maximal 14mm). There are no significant differences in left ventricular end-diastolic diameter, systolic and diastolic function and the right ventricle.
- › **As early as in adolescence**, black athletes reveal thicker chamber walls (maximal 15mm), and repolarization changes are more frequent than in white athletes. Similar to males, black female athletes present a greater left ventricular hypertrophy than white female athletes, and T-wave inversions are more frequent.
- › **In conclusion**, the gray zone between physiological and pathological left ventricular hypertrophy is greater in black athletes.

SCHLÜSSELWÖRTER:

Ethnische Unterschiede, kardiovaskuläre Besonderheiten, EKG, Echokardiographie, Hypertrophie

KEY WORDS:

Ethnic Differences, Cardiovascular Specificities, ECG, Echocardiography, Hypertrophy



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

KORRESPONDENZADRESSE:

Prof. em. Dr. med. Wilfried Kindermann
Institut für Sport- und Präventivmedizin
Campus, Geb. B 8.2
Universität des Saarlandes
66123 Saarbrücken
✉: w.kindermann@mx.uni-saarland.de

Einleitung

Umfangreicher und intensiver Sport führt zu elektrischen, funktionellen und strukturellen Veränderungen des kardiovaskulären Systems. Das Ausmaß der Adaptationen ist abhängig von der Sportart. Mindestens fünf Stunden Ausdauersport pro Woche, wie bei vielen Wettkampfsportlern und auch einigen Freizeitsportlern üblich, können zu dimensional Veränderungen führen, die typisch für ein Sporthertz

sind. Es besteht jedoch eine große Variabilität zwischen Trainingsumfang und Herzgröße (8, 17).

Neben Sportart, Alter, Geschlecht und Körpergröße sind ethnische Einflüsse von Bedeutung. In systematischen Studien aus diesem Jahrtausend wurden die kardiovaskulären Adaptationen von Sportlern kaukasischer (weißer) und afrikanischer/afrokaribischer (schwarzer) Abstammung verglichen (1, 12).

In den betreffenden Studien wird für die Afrikaner/Afrokariben generell der Terminus „black athletes“ benutzt. Die meisten der untersuchten schwarzen Sportler lebten in Westafrika, einige auch in Ostafrika sowie in verschiedenen europäischen Staaten, insbesondere Großbritannien und Frankreich. Die untersuchten schwarzen Athleten stellen somit keine einheitliche Bevölkerungsgruppe dar. Es kann aber angenommen werden, dass unter den schwarzen Athleten solche afrokaribischen Ursprungs überwiegen. Nachfolgend werden sportbedingte kardiovaskuläre Unterschiede zwischen weißen und schwarzen Athleten, letztere vorrangig afrikanischer/afrokaribischer Abstammung, dargestellt.

EKG

Bei bis zu 80% aller Sportler liegen EKG-Veränderungen vor, vorausgesetzt die Sinusbradykardie (Ruheherzfrequenz <60/min) wird eingeschlossen. Die meisten sind trainingsbedingt und ohne pathologische Bedeutung. Dazu gehören Sinusarrhythmie, AV-junktionaler Ersatzrhythmus, ektopter Vorhofrhythmus, AV-Block 1. Grades, AV-Block 2. Grades vom Typ Mobitz I (Wenckebach), inkompletter Rechtschenkelblock (bis 40%), isoliert erhöhte QRS-Voltagen (bis 45%) und frühe Repolarisation (je nach Untersuchungskollektiv 50-80%) (5). Der veränderte vegetative Tonus und das kardiale Remodeling werden ursächlich für die physiologischen EKG-Veränderungen angenommen. So verschwinden Rhythmusvarianten unter Belastung, wenn sie Folge eines erhöhten Vagotonus sind.

Die meisten der genannten Veränderungen werden bei schwarzen Sportlern häufiger beobachtet (10, 11). Das betrifft insbesondere die Repolarisationsphase. Eine frühe Repolarisation, kenntlich an erhöht abgehenden ST-Strecken (mindestens 0,1 mV am J-Punkt) in den anterioren Ableitungen V1-V4, ist bei schwarzen Sportlern doppelt so häufig wie bei weißen (11). Bei weißen Sportlern sind die ST-Strecken meist konkavförmig, bei schwarzen konvexförmig angehoben (Abb. 1).

Von besonderer Bedeutung sind negative T-Wellen von mindestens 1 mm in zwei oder mehr benachbarten Ableitungen (ausgenommen die Ableitungen III, aVR und V1), da eine strukturelle Herzerkrankung ausgeschlossen werden muss. Bei weißen Sportlern sind T-Negativierungen mit 2-4% selten. Hingegen ist die Prävalenz bei schwarzen Sportlern mit bis zu 23% deutlich höher. Davon sind 13% in den anterioren Ableitungen, 6% in den inferioren und 4% in den lateralen Ableitungen lokalisiert (11, 16). Eine typische Konstellation bei schwarzen Athleten sind konvexbogig angehobene ST-Strecken kombiniert mit negativen T-Wellen in den anterioren Ableitungen (Abb. 1). T-Negativierungen sind auch bei schwarzen gesunden Untrainierten deutlich häufiger nachweisbar als bei weißen Untrainierten. Jedoch ist die Prävalenz bei schwarzen Trainierten doppelt so hoch im Vergleich zu schwarzen Untrainierten (11). Bereits 1955 wurde erstmals über eine auffällige Prävalenz von negativen T-Wellen bei untrainierten Schwarzen berichtet, die mit 11% ähnlich hoch war wie in den aktuellen Studien berichtet (21).

Nach den sogenannten Seattle-Kriterien besteht Expertenkonsens, dass bei schwarzen Sportlern mit unauffälliger Anamnese negativer T-Wellen, die auf die anterioren Ableitungen V1-V4 begrenzt und mit konvexbogigen ST-Hebungen kombiniert sind, keine weitere Diagnostik benötigt wird (5). Hingegen müssen T-Negativierungen anderer Lokalisation oder isoelektrisch verlaufende ST-Strecken, die negativen T-Wellen vorausgehen, abgeklärt werden (5). So sind isoelektrische ST-Strecken mit nachfolgenden T-Negativierungen in

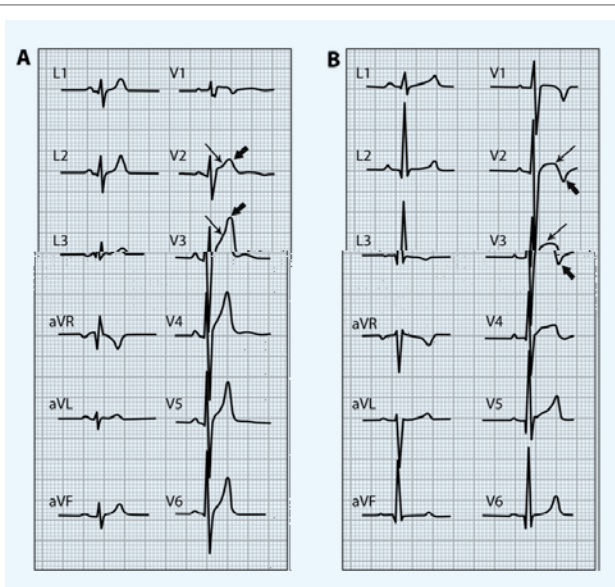


Abbildung 1

Typische Repolarisationsmuster bei zwei gesunden Athleten. A: Konkavförmige ST-Hebungen mit spitzen hochpositiven T-Wellen (typisch für weiße Athleten). B: Konvexförmige ST-Hebungen mit nachfolgenden T-Negativierungen in den anterioren Ableitungen (typisch für schwarze Athleten). Abbildung aus (2) mit Genehmigung von Oxford University Press.

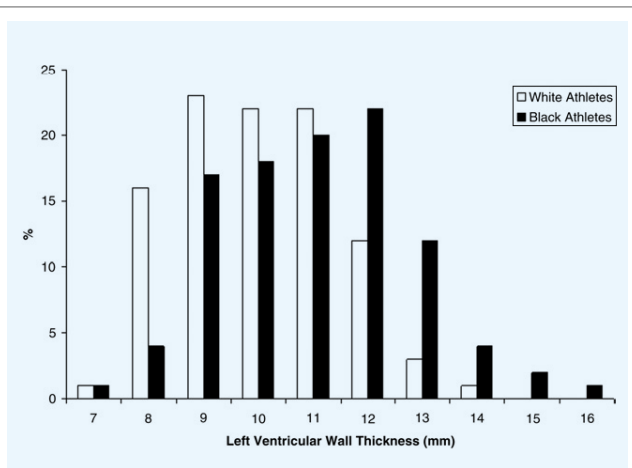


Abbildung 2

Verteilung der linksventrikulären Wanddicke bei weißen und schwarzen Athleten. Abbildung aus (1) mit Genehmigung von Elsevier.

den rechtspräkordialen Ableitungen verdächtig auf das Vorliegen einer Arrhythmogenen Rechtsventrikulären Kardiomyopathie (ARVC), während die durch Sport bedingte typische ethnische Variante mit konvexbogig angehobenen ST-Strecken kombiniert ist (4). Bei schwarzen Patienten mit hypertropher Kardiomyopathie wird über eine Prävalenz negativer T-Wellen von über 80% berichtet, die meist in den lateralen Ableitungen lokalisiert sind (4, 11).

Echokardiographie

Das Sportherz ist gekennzeichnet durch eine exzentrische Hypertrophie beider Ventrikel und Vorhöfe (18). Die sportbedingte Volumenbelastung führt zu einem physiologischen kardialen Remodeling. Umstritten ist die Existenz eines Kraftsportherzens mit dem Bild einer konzentrischen Hypertrophie. ➤

Tabelle 1

Ethnische Unterschiede schwarze und weiße Athleten/Athletinnen.

	ATHELETEN		ATHLETINNEN	
	SCHWARZE	WEISSE	SCHWARZE	WEISSE
T-Negativierungen	23%	2-4 %	14%	2%
- anterior	13%		14%	
- lateral	4%		0%	
- inferior	6%		0%	
LV Wanddicke	>12mm		>11mm	
	12-18%	2-4%	3,3%	0%

Missbrauch von anabol-androgenen Steroiden wird ursächlich diskutiert (20). 15% der weißen Sportler haben einen linksventrikulären enddiastolischen Durchmesser von 60mm oder mehr, 2% Kammerwanddicken zwischen 13 bis 15mm (13). Diese Werte werden vorrangig von Kraftausdauersportlern mit großen Körperdimensionen wie Ruderern und Kanuten erreicht.

Analog zum EKG zeigen auch die echokardiographischen Befunde Unterschiede zwischen schwarzen und weißen Sportlern. Bei schwarzen Athleten ist die linksventrikuläre Hypertrophie ausgeprägter, auch unter Berücksichtigung von Alter, Körperdimensionen und Sportart. 12-18% haben in den untersuchten Sportlerkollektiven linksventrikuläre Wanddicken >12mm, während nur 2-4% der weißen Sportler über diesem Grenzwert liegen (1, 11). Die maximalen Einzelwerte betragen 16 bzw. 14mm (Abb. 2). Die linksventrikuläre Muskelmasse ist sowohl absolut als auch bezogen auf die Körperoberfläche bei schwarzen Sportlern größer. Hingegen ist der enddiastolische Durchmesser des linken Ventrikels in beiden Gruppen identisch. Daraus resultieren Unterschiede in der relativen Wanddicke (1). Mit anderen Worten, schwarze Athleten haben im Verhältnis zur Ventrikelgröße dickere Kammerwände.

Von besonderem Interesse ist, dass in den publizierten Studien die meisten schwarzen Athleten mit linksventrikulärer Hypertrophie aus Westafrika stammen, aber nur wenige aus Ostafrika. Bei keinem Langstreckenläufer, alle aus Ostafrika, wurde eine linksventrikuläre Hypertrophie nachgewiesen (in keinem Fall linksventrikuläre Wanddicke >12mm) (1). Obwohl dieser Befund durch größer angelegte Studien bestätigt werden sollte, scheinen die aus dem Leistungssport bekannten unterschiedlichen Sportartenschwerpunkte von West- und Ostafrikanern auch zu unterschiedlichen kardialen Adaptationen zu führen.

Linker Vorhof und Aortenwurzelndurchmesser sind bei schwarzen Athleten nur marginal größer (11), sodass die für weiße Athleten gültigen Grenzwerte übernommen werden können. Auch funktionelle Parameter wie Auswurfraction und diastolische Funktion zeigen keine Unterschiede.

Die bereits von weißen Athleten bekannte Grauzone zwischen Sportherz und hypertropher Kardiomyopathie wird durch die stärkere linksventrikuläre Hypertrophie der schwarzen Athleten noch vergrößert. Während bei weißen Sportlern Wanddicken >14 mm ungewöhnlich sind, können schwarze Sportler im Einzelfall 15 oder 16mm erreichen, vorausgesetzt der enddiastolische Durchmesser des linken Ventrikels ist >55mm. Meist sind es Sportler mit großen Körperdimensionen (1). Hingegen wird bei schwarzen Langstreckenläufern mit oft niedriger Körperoberfläche die Grauzone zwischen physiologischer und pathologischer Hypertrophie seltener auftreten.

Der rechte Ventrikel ist bei schwarzen wie bei weißen Sportlern in das sportbedingte kardiale Remodeling eingeschlossen. Bisher wurden nur minimale ethnische Unterschiede nachgewiesen. In jeweils einer Gruppe von 300 afrikanischen/afroka-

ribischen und 375 weißen Athleten sind die rechtsventrikulären Dimensionen ohne Unterschied oder bei den schwarzen Athleten minimal kleiner (rechtsventrikulärer Ausflusstrakt). Rechte Vorhofgröße, Wanddicke, sowie systolische und diastolische Funktion sind ebenfalls identisch (22).

Kardio-MRT

Die publizierten Daten differieren bei Sportlern aufgrund unterschiedlicher Untersuchungskollektive und uneinheitlicher Messmethoden teilweise deutlich. Des Weiteren sind kernspintomographische mit echokardiographischen Werten nur bedingt vergleichbar. Im Kardio-MRT werden Vorhof- und Ventrikeldimensionen eher größer, Wanddicken und Muskelmassen eher kleiner gemessen, für die links- und rechtsventrikuläre Auswurfraction wird ein unterer Grenzwert von 45% angenommen (14). Die Datenlage für schwarze Athleten ist spärlich. In einer kleinen und deshalb nicht repräsentativen Studie fanden sich für die ventrikulären Volumina und Muskelmassen sowie die diastolische Funktion keine signifikanten Unterschiede zwischen europäischen und afrikanischen Fußballspielern (28 vs. 10 Spieler) (9). Die rechts- und linksventrikulären Auswurfractionen waren bei den afrikanischen Spielern zwar etwas niedriger (LV-EF 50 vs. 55%, $p=0,02$; RV-EF 48 vs. 51%; $p=0,05$), jedoch ist dies im Bereich des Messfehlers der Methode und nicht als relevant anzusehen. Ob für schwarze Sportler eigene kernspintomographische Norm- und Grenzwerte gelten und bei diesen zusätzlich zwischen verschiedenen ethnischen Untergruppen unterschieden werden muss, müssen zukünftige Studien an größeren Studienkollektiven zeigen.

Das Kardio-MRT kann wichtige Hinweise in der Differenzialdiagnostik zwischen physiologischem und pathologischem kardialen Remodeling liefern. Schwarze Athleten haben nicht nur eine stärker entwickelte linksventrikuläre Hypertrophie, sondern auch häufig einen hypertrabekularisierten linken Ventrikel, sodass in Einzelfällen eine Non-Compaction-Kardiomyopathie ausgeschlossen werden muss. Bei einigen afrikanischen/afrokaribischen Athleten können die aktuell gültigen Kriterien für diese Form der Kardiomyopathie zutreffen (7), es kann sich aber auch um eine sportbedingte Normvariante handeln. Mangels ausreichender Daten ist die Beurteilung der Sporttauglichkeit und Risikoeinschätzung in diesen Grenzfällen schwierig (6).

Geschlechtsspezifische Unterschiede

Es gibt kaum Daten zu ethnischen geschlechtsspezifischen Differenzen im Hinblick auf physiologische kardiale Adaptationen. In einer größeren systematischen Querschnittstudie wurden 240 schwarze und 200 weiße Athletinnen verglichen (15). Repolarisationsanomalien waren bei schwarzen Athletinnen deutlich häufiger. Auch die Prävalenz von T-Negativierungen war mit 14% deutlich größer als bei weißen Athletinnen mit 2%. Negative T-Wellen waren auf V1-V3 begrenzt. Im Unterschied zu männlichen Schwarzen war die Prävalenz von Repolarisationsanomalien einschließlich T-Negativierungen niedriger, negative T-Wellen in den lateralen und inferioren Ableitungen waren nicht nachweisbar. Die typische Konstellation von konvexbogig angehobenen ST-Strecken kombiniert mit negativen Wellen in den anterioren Ableitungen fand sich auch bei schwarzen Athletinnen.

Generell entwickeln Frauen wie Männer bei entsprechendem Training Sportherzen, wobei die echokardiographischen Dimensionen kleiner sind. In der bereits erwähnten Studie von

Rawlins et al. (15) hatten schwarze Athletinnen im Mittel dickere Kammerwände als weiße bei identischem Innendurchmesser des linken Ventrikels. Keine der weißen Sportlerinnen hatte eine Kammerwanddicke >11mm, während 3% der schwarzen Sportlerinnen 12-13mm aufwiesen. Entsprechend größer war auch die linksventrikuläre Muskelmasse. Ebenfalls größer war der linke Vorhof. Systolische und diastolische Funktion zeigten keine ethnischen Unterschiede. Einschränkend muss angemerkt werden, dass keine der untersuchten schwarzen Athletinnen Sportarten wie Rudern, Kanu oder Radsport betrieben.

Trotz der wenigen Daten zu ethnischen Unterschieden ist ein geschlechtsspezifisches Muster erkennbar, das qualitativ vergleichbar ist mit den ethnischen Differenzen männlicher Athleten (Tab. 1). Schwarze Athletinnen haben wie schwarze Athleten eine stärker entwickelte linksventrikuläre Hypertrophie und eine größere Prävalenz von Repolarisationsveränderungen. Kammerwanddicken >13mm und negative T-Wellen in den lateralen und inferioren Ableitungen sind auch bei schwarzen Athletinnen abklärungsbedürftig.

Ethnische Unterschiede bei Jugendlichen

Jugendliche Schwarze beiderlei Geschlechts haben eine ähnliche Prävalenz von T-Negativierungen wie erwachsene schwarze Sportler und Sportlerinnen. Die Verteilung auf anteriore, laterale und inferiore Ableitungen ist ebenfalls vergleichbar. Auch bei schwarzen untrainierten Jugendlichen unter 16 Jahren sind negative T-Wellen relativ häufig, aber meist auf V1/V2 begrenzt. Sie werden als Ausdruck eines juvenilen EKG-Musters interpretiert. Strukturelle Herzkrankheiten bei negativen T-Wellen konnten auch bei mehrjähriger Verlaufskontrolle nicht nachgewiesen werden (19). Vergleichbare Prävalenzen von EKG-Veränderungen, insbesondere von negativen T-Wellen in den anterioren Ableitungen, wurden auch bei jugendlichen Fußballspielern aus acht afrikanischen Ländern beschrieben. Wie bei Erwachsenen wurden bei schwarzen jugendlichen Sportlern, aber kaum bei weißen, konvexbogige ST-Hebungen beobachtet (3).

Jugendliche schwarze Sportler haben dickere Kammerwände als weiße. Bei 7% der schwarzen Jugendlichen liegt die Kammerwanddicke >12mm (maximal 15mm), aber nur bei 0,6% der weißen Sportler (maximal 13mm). Jeder Fünfte der schwarzen Sportler mit einer linksventrikulären Hypertrophie ist jünger als 16 Jahre. Der Innendurchmesser des linken Ventrikels zeigt keinen Größenunterschied (19).

Entsprechendes Training führt bereits im Jugendalter zu morphologischen und elektrokardiographischen Veränderungen, die bei Schwarzen deutlicher sind als bei Weißen. Kammerwanddicken bis 15mm sind möglich. Repolarisationsveränderungen, insbesondere negative T-Wellen, treten mit ähnlicher Häufigkeit auf wie im Erwachsenenalter.

Fazit

Schwarze Athleten entwickeln im Vergleich zu weißen dickere linksventrikuläre Kammerwände bei identischem Innendurchmesser und haben häufiger Repolarisationsveränderungen, insbesondere negative T-Wellen. Hingegen zeigt der rechte Ventrikel keine relevanten ethnischen Unterschiede. Schwarze Athletinnen zeigen ein ähnliches morphologisches und elektrokardiographisches Muster. Bereits im Jugendalter sind linksventrikuläre Hypertrophie und Repolarisationsveränderungen bei Schwarzen häufiger als bei Weißen. Die bekannte Grauzone zwischen physiologischem und pathologischem kardialen Remodeling ist bei schwarzen Athleten größer als bei weißen. ■

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

Literatur

- (1) **BASAVARAJIAH S, BORAITA A, WHYTE G, WILSON M, CARBY L, SHAH A, SHARMA S.** Ethnic differences in left ventricular remodeling in highly-trained athletes. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 51: 2256-2262. doi:10.1016/j.jacc.2007.12.061
- (2) **CORRADO D, PELLICCIA A, HEIDBÜCHEL H, SHARMA S, LINK M, BASSO C, BIFFI A, BUJA G, DELISE P, GUSSAC I, ANASTASAKIS A, BÖRJESSON M, BJØRNSTAD HH, CARRÉ F, DELIGIANNIS A, DUGMORE D, FAGARD R, HOOGSTEEN J, MELLWIG KP, PANHUYZEN-GOEDKOOP N, SOLBERG E, VANHEES L, DREZNER J, ESTES NA 3RD, ILICETO S, MARON BJ, PEIDRO R, SCHWARTZ PJ, STEIN R, THIENE G, ZEPELLI P, MCKENNA WJ; SECTION OF SPORTS CARDIOLOGY, EUROPEAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR PREVENTION AND REHABILITATION.** Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* 2010; 31: 243-259. doi:10.1093/eurheartj/ehp473
- (3) **DI PAOLO FM, SCHMIED C, ZERGUINI YA, JUNGE A, QUATTRINI F, CULASSO F, DVORAK J, PELLICCIA A.** The athlete's heart in adolescent Africans: an electrocardiographic and echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol.* 2012; 59: 1029-1036. doi:10.1016/j.jacc.2011.12.008
- (4) **DREZNER JA, ASHLEY E, BAGGISH AL, BÖRJESSON M, CORRADO D, OWENS DS, PATEL A, PELLICCIA A, VETTER VL, ACKERMAN MJ, ANDERSON J, ASPLUND CA, CANNON BC, DIFIORI J, FISCHBACH P, FROELICHER V, HARMON KG, HEIDBÜCHEL H, MAREK J, PAUL S, PRUTKIN JM, SALERNO JC, SCHMIED CM, SHARMA S, STEIN R, WILSON M.** Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of cardiomyopathy. *Br J Sports Med.* 2013; 47: 137-152. doi:10.1136/bjsports-2012-092069
- (5) **DREZNER JA, FISCHBACH P, FROELICHER V, MAREK J, PELLICCIA A, PRUTKIN JM, SCHMIED CM, SHARMA S, WILSON MG, ACKERMAN MJ, ANDERSON J, ASHLEY E, ASPLUND CA, BAGGISH AL, BÖRJESSON M, CANNON BC, CORRADO D, DIFIORI JP, HARMON KG, HEIDBÜCHEL H, OWENS DS, PAUL S, SALERNO JC, STEIN R, VETTER VL.** Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes. *Br J Sports Med.* 2013; 47: 125-136. doi:10.1136/bjsports-2012-092068
- (6) **GANGA HV, THOMPSON PD.** Sports participation in non-compaction cardiomyopathy: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2014; 48: 1466-1471. doi:10.1136/bjsports-2012-091855
- (7) **GATI S, CHANDRA N, BENNETT RL, REED M, KERVIO G, PANOULAS VF, GHANI S, SHEIKH N, ZAIDI A, WILSON M, PAPADAKIS M, CARRÉ F, SHARMA S.** Increased left ventricular trabeculation in highly trained athletes: do we need more stringent criteria for the diagnosis of left ventricular non-compaction in athletes? *Heart.* 2013; 99: 401-408. doi:10.1136/heartjnl-2012-303418
- (8) **KINDERMANN W, SCHARHAG J.** The physiological hypertrophy of the heart (athlete's heart). *Dtsch Z Sportmed.* 2014; 65: 327-332. doi:10.5960/dzsm.2014.154
- (9) **LUIJKX T, CRAMER MJ, ZAIDI A, RIENKS R, SENDEN PJ, SHARMA S, VAN HELLEMONDT FJ, BUCKENS CF, MALI WP, VELTHUIS BK.** Ethnic differences in ventricular hypertrabeculation on cardiac MRI in elite football players. *Neth Heart J.* 2012; 20: 389-395. doi:10.1007/s12471-012-0305-7
- (10) **MAGALSKI A, MARON BJ, MAIN ML, MCCOY M, FLOREZ A, REID KJ, EPPS HW, BATES J, BROWNE JE.** Relation of race to electrocardiographic patterns in elite American football players. Relation of race to electrocardiographic patterns in elite American football players. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 51: 2250-2255. doi:10.1016/j.jacc.2008.01.065
- (11) **PAPADAKIS M, CARRE F, KERVIO G, RAWLINS J, PANOULAS VF, CHANDRA N, BASAVARAJIAH S, CARBY L, FONSECA T, SHARMA S.** The prevalence, distribution, and clinical outcomes of electrocardiographic repolarization patterns in male athletes of African/Afro-Caribbean origin. *Eur Heart J.* 2011; 32: 2304-2313. doi:10.1093/eurheartj/ehr140
- (12) **PAPADAKIS M, WILSON MG, GHANI S, KERVIO G, CARRE F, SHARMA S.** Impact of ethnicity upon cardiovascular adaptation in competitive athletes: relevance to preparticipation screening. *Br J Sports Med.* 2012; 46(Suppl 1): i22-i28. doi:10.1136/bjsports-2012-091127
- (13) **PELLICCIA A, MARON BJ, SPATARO A, PROSCHAN MA, SPIRITO P.** The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med.* 1991; 324: 295-301. doi:10.1056/NEJM199101313240504
- (14) **PRAKKEN NH, TESKE AJ, CRAMER MJ, MOSTERD A, BOSKER AC, MALI WP, DOEVENDANS PA, VELTHUIS BK.** Head-to-head comparison between echocardiography and cardiac MRI in the evaluation of the athlete's heart. *Br J Sports Med.* 2012; 46: 348-354. doi:10.1136/bjsm.2010.077669
- (15) **RAWLINS J, CARRE F, KERVIO G, PAPADAKIS M, CHANDRA N, EDWARDS C, WHYTE GP, SHARMA S.** Ethnic differences in physiological cardiac adaptation to intense physical exercise in highly trained female athletes. *Circulation.* 2010; 121: 1078-1085. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.917211
- (16) **SCHARHAG J, BURGSTAHLER C.** Das Sportler-EKG. Aktuelle Interpretationen und Empfehlungen. *Dtsch Z Sportmed.* 2013; 64: 352-356. doi:10.5960/dzsm.2013.097
- (17) **SCHARHAG J, LÖLLGEN H, KINDERMANN W.** Competitive sports and the heart: benefit or risk? *Dtsch Arztebl Int.* 2013; 110: 14-23.
- (18) **SCHARHAG J, SCHNEIDER G, URHAUSEN A, ROCHETTE V, KRAMANN B, KINDERMANN W.** Athlete's heart: right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 40: 1856-1863. doi:10.1016/S0735-1097(02)02478-6
- (19) **SHEIKH N, PAPADAKIS M, CARRE F, KERVIO G, PANOULAS VF, GHANI S, ZAIDI A, GATI S, RAWLINS J, WILSON MG, SHARMA S.** Cardiac adaptation to exercise in adolescent athletes of African ethnicity: an emergent elite athletic population. *Br J Sports Med.* 2013; 47: 585-592. doi:10.1136/bjsports-2012-091874
- (20) **URHAUSEN A, KINDERMANN W.** Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. *Sports Med.* 1999; 28: 237-244. doi:10.2165/00007256-199928040-00002
- (21) **WASSERBURGER RH.** Observations on the juvenile pattern of adult negro males. *Am J Med.* 1955; 18: 428-437. doi:10.1016/0002-9343(55)90223-0
- (22) **ZAIDI A, GHANI S, SHARMA R, OXBOROUGH D, PANOULAS VF, SHEIKH N, GATI S, PAPADAKIS M, SHARMA S.** Physiological right ventricular adaptation in elite athletes of African and Afro-Caribbean origin. *Circulation.* 2013; 127: 1783-1792. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000270