



Paulina Głowacka, Justyna Szeffler,  
Katarzyna Mizia-Stec, Zbigniew Gąsior

Katedra i Klinika Kardiologii Wydziału  
Opieki Zdrowotnej Śląskiego Uniwersy-  
tetu Medycznego w Katowicach  
SP Szpital Kliniczny nr 7 Górnośląskie  
Centrum Medyczne SUM

Address for correspondence/  
Adres do korespondencji:

Mgr Paulina Głowacka  
Katedra i Klinika Kardiologii Wydziału  
Opieki Zdrowotnej Śląskiego Uniwersy-  
tetu Medycznego w Katowicach  
ul. Ziołowa 45/47  
40-635 Katowice Ochojciec,  
SP Szpital Kliniczny nr 7 Górnośląskie  
Centrum Medyczne SUM  
tel.: 790 607 085  
e-mail: glowackapaulina@wp.pl

Received: 26.08.2011  
Accepted: 27.10.2011  
Published: 20.04.2012

#### STATISTIC STATYSTYKA

Word count Liczba słów	1585/1037
Tables Tabele	2
Figures Ryciny	3
References Piśmiennictwo	13

# Resting electrocardiography in competitive athletes

## Spoczynkowe badanie elektrokardiograficzne u wyczynowych sportowców

Original article/Artykuł oryginalny

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 2 (28) 2012

### Summary

**Background.** Competitive sport Resting electrocardiogram may allow to select subjects with increased risk for sudden cardiac death.

**Aim of the study.**

1. to analyze resting 12-leads electrocardiogram (ECG) according to Corrado criteria and features of left ventricle hypertrophy defined by Sokolow-Lyon criterion in competitive athletes of different sports disciplines,  
2. to assess whether athletes age and sex are related to the ECG abnormalities.

**Material and methodology.** 48 competitive athletes were enrolled into the study (14 women, 27 men and 7 boys) - resting 12-leads ECG was analyzed.

**Results.** Simultaneous appearance of 1 or 2 Corrado criteria was more frequent in young athletes [W-21,4%, M-25,9%, B-57,1%) vs (W-21,4%, M-14,8%, B-28,6%)]; the lack of criteria has more often been observed among adults (F-57,2%, M-59,3%, B-14,3%). The early repolarization syndrome has more often appeared at young athletes (85,7%); features of left ventricle hypertrophy according to the Sokolow-Lyon criterion have more often been observed in men than in women (51,8% vs 6%). Changes in the electrocardiography have most often been observed at teenage footballers.

**Conclusions.** ECG abnormalities in competitive athletes are quite often what seems to correlate with age and sex examined subjects.

**Keywords:** sudden cardiac death, electrocardiography, athletes

### Streszczenie

**Wstęp.** Zagrożenie nagłym zgonem sercowym wśród wyczynowych sportowców wskazuje na konieczność wykonywania badań elektrokardiograficznych.

**Cel pracy.**

1. Analiza zmian w spoczynkowym 12-odprowadzeniowym zapisie EKG wskazujących na zwiększone ryzyko nagłego zgonu sercowego oraz wskaźnika przerostu lewej komory u sportowców wyczynowych różnych dyscyplin sportowych.

2. Określenie, czy wiek i płeć mają związek z obserwowanymi zmianami w EKG.

**Material i metodyka.** Badaniem objęto 48 osób (14 kobiet, 27 mężczyzn i 7 chłopców) wyczynowo uprawiających sporty wytrzymałościowe, u których analizowano zapis 12-odprowadzeniowego spoczynkowego EKG.

**Wyniki.** Analiza zapisu EKG wg kryteriów Corrado wykazała, że ryzyko wystąpienia jednocześnie 1 i 2 kryteriów było częstsze w grupie młodych sportowców (K-21,4%, M-25,9%, Ch- 57,1%) vs (K-21,4%, M-14,8%, Ch-28,6%), brak kryteriów częściej obserwowano wśród osób dorosłych (K-57,2%, M-59,3%, Ch-14,3%). Zespół wczesnej repolaryzacji częściej występował u młodych sportowców (85,7%); cechy przerostu lewej komory obserwowano częściej u mężczyzn niż u kobiet (51,8% vs 6%). Zmiany w EKG najczęściej obserwowano u nastoletnich piłkarzy.

**Wnioski.** Zmiany w zapisie EKG u sportowców wyczynowych stwierdzane są stosunkowo często, co wydaje się mieć związek z wiekiem i płcią badanych.

**Słowa kluczowe:** nagły zgon sercowy, EKG, sportowcy

Sudden cardiac death – SCD is defined as a natural death taking place one hour from the appearance of acute heart symptoms, usually preceded by a sudden loss of consciousness (due to sudden cardiac arrest – SCD). Usually the time is too short to institute a proper treatment [1,2,]. It was stated that this type of cardiac incidents occur 5 times more frequently among men than women, and in people before the age of 35 the most frequent cause is innate, not diagnosed disease of the circulatory system; after the age of 35 an advanced arteriosclerosis process in coronary vessels.

Although the sudden, unexpected death of a young sportsmen due to cardiological reasons occurs rarely, it moves the public opinion and triggers discussion on the need to broaden diagnostic researches before the start of a sport career or when it is taking place in all people taking part in competitive sports. Diagnostic orders, recommended by the Polish Olympic Committee and Section of Sport Cardiology of the Polish Cardiology Association (in accordance with the guidelines of the European Society of Cardiology), serve the exclusion of these dangerous events. The objective of these diagnostic orders is to monitor of the state of health of the competitors though carrying out periodic medical examinations and aimed screening tests which consist of medical interview and physical examination as well as the analysis of the electrocardiography trace, additionally supplemented with ultrasound cardiography examination [3].

## THE OBJECTIVE OF THE WORK

1. The analysis of changes in the trace of 12-lead resting ECG, showing an increased risk of sudden cardiac death according to the criteria of D. Dorrado et al. and Sokolov-Lyon indicator in competitive sportspeople of different sport disciplines.
2. to define whether the age and sex are linked with the reported changes.

## MATERIAL AND METHOD OF THE EXAMINATION

The examination included 48 people practising sport on a competitive basis in sport clubs on the territory of Silesian voievodship, out of whom 14 people were practising handball, and 34 people were practicing football. The examination included: 14 women (29%) and 34 men (71%) aged 17 to 33, where the average age distribution among female handball players was 27,6, whereas among male football players – 21,6.

A single examination of resting ECG was carried out with the participation of a person acquainted with the procedure of its executing, in the period of April-May 2009. The examined people consciously consented to the carrying out of the resting ECG, which was preceded by medical interview and physical examination. In the analysis of resting ECG we used the criteria by D. Corrado et al. (criteria of parameters of the pathological resting ECG) and Sokolov-Lyon indicator [Tab.1a i b]. Due to

Nagły zgon sercowy (sudden cardiac death – SCD) definiowany jest jako naturalny zgon dokonujący się w ciągu godziny od pojawienia się pierwszych ostrych objawów sercowych, zwykle poprzedzony nagłą utratą przytomności (w wyniku nagłego zatrzymania krążenia – NZK). Zwykle czas jest zbyt krótki, by odpowiednio szybko wdrożyć odpowiednie leczenie [1,2,]. Stwierdzono, że tego typu incydenty sercowe około 5 razy częściej występują wśród mężczyzn niż u kobiet, u osób przed 35 rokiem życia za najczęstszą przyczyną uznaje się wrodzoną, nierozpoznana chorobę układu krążenia, po 35 roku życia zaawansowany proces miażdżycowy w naczyniach wieńcowych.

Choć nagły, nieoczekiwany zgon młodego sportowca z przyczyn kardiologicznych zdarza się rzadko, porusza opinie publiczną i wywołuje dyskusje na temat potrzeby rozszerzenia badań diagnostycznych przed rozpoczęciem kariery sportowej lub w jej trakcie u wszystkich osób wyczynowo uprawiających sport. Wykluczeniu tych niebezpiecznych zdarzeń służą rekomendowane przez Polski Komitet Olimpijski i Sekcję Kardiologii Sportowej PTK (zgodnie z wytycznymi Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego) zalecenia diagnostyczne, których celem jest monitorowanie stanu zdrowia zawodników poprzez przeprowadzanie okresowych badań lekarskich oraz celowanych badań przesiewowych w skład których wchodzi badanie podmiotowe i przedmiotowe oraz analiza zapisu EKG, dodatkowo uzupełniona badaniem echokardiograficznym [3].

## CEL PRACY

1. Analiza zmian w spoczynkowym 12-odprowadzeniowym zapisie EKG wskazujących na zwiększone ryzyko nagłego zgonu sercowego wg kryteriów D. Corrado i wsp. oraz wskaźnika Sokolowa-Lyona u sportowców wyczynowych różnych dyscyplin sportowych.
2. Określenie czy wiek i płeć mają związek z obserwowanymi zmianami.

## MATERIAŁ I METODYKA BADANIA

Badanie przeprowadzono wśród 48 osób wyczynowo uprawiających sport w klubach sportowych na terenie województwa Śląskiego, z czego 14 osób uprawiało piłkę ręczną, a 34 osoby uprawiały piłkę nożną. W badaniach wzięło udział 14 kobiet (29%) oraz 34 mężczyzn (71%) w wieku od 17 do 33 lat, gdzie średni rozkład wieku wśród szczypiornistek wynosił 27,6 lat, wśród osób uprawiających piłkę nożną – 21,6 lat.

Jednorazowe badanie spoczynkowego EKG zostało przeprowadzone przy udziale osoby zaznajomionej z procedurą jego wykonania, w okresie kwiecień-maj 2009 roku. Osoby badane świadomie wyraziły zgodę na przeprowadzenie badania spoczynkowego EKG, które poprzedzało wykonanie badania podmiotowego i przedmiotowego. W analizie spoczynkowego EKG posłużono się kryteriami wg D. Corrado i wsp. (kryteria parametrów patologicznego EKG spoczynkowego) oraz wskaźnikiem

sex, age and time of practising sport, the examined people were divided into the following groups [Tab.2]. The first group consisted of 14 women (29,2%) aged  $27,6 \pm 5,6$  years, practising handball. The second group consisted of 27 men (56,3%) aged  $25,0 \pm 4,3$  lat, practising football and indoor ball games. The third group consisted of 7 boys (14,5%) aged  $18,1 \pm 1,0$  years also practising football and indoor ball games.

Sokolowa-Lyona [Tab.1a i b]. Ze względu na zróżnicowanie płci, wieku i czasu uprawiania sportu badanych podzielono na następujące grupy [Tab.2]. Pierwszą grupę stanowiło 14 kobiet (29,2%) w wieku  $27,6 \pm 5,6$  lat, uprawiające piłkę ręczną. Drugą grupę tworzyło 27 mężczyzn (56,3%) w wieku  $25,0 \pm 4,3$  lat, uprawiających piłkę nożną oraz piłkę halową. Trzecią grupę stanowiło 7 chłopców (14,5%) w wieku  $18,1 \pm 1,0$  lat również uprawiających piłkę nożną oraz piłkę halową.

**Tab. 1a.** Criteria of parameters of the pathological rest electrocardiography at athletes according to D. Corrado [4]

<b>P wave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· increased left vestibule: negative P wave in V1 lead <math>&gt; 0.1\text{mV}</math> and duration <math>&gt; 0.04\text{s}</math></li> <li>· increased right vestibule: high P wave in II and III lead or V1 <math>&gt; 0.25\text{mV}</math></li> </ul>
<b>QRS complex</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· deviation of the electrical axis of the heart to the right <math>&gt; +120^\circ</math> or to the left from <math>-30^\circ</math> to <math>-90^\circ</math></li> <li>· the amplitude of flattened wave in V1 or V2 lead <math>&gt; 3\text{mV}</math> or R in V5 or V6 lead <math>&gt; 3\text{mV}</math></li> <li>· pathological Q wave: of a duration of <math>&gt; 0.04\text{s}</math> or amplitude <math>&gt; 25\%</math> of the amplitude of R wave or QS wave in two or more leads</li> <li>· R or R': in V1 lead <math>&gt; 0.5\text{mV}</math> and <math>R/S &gt; 1</math></li> </ul>
<b>ST segment, T wave, QT interval</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· lowering ST segment or flattening/reversal of T wave in two or more leads</li> <li>· corrected QT interval <math>&gt; 0.44\text{ s}</math></li> </ul>
<b>Disturbance of the cycle and conduction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· premature ventricular contraction or more serious cycle disturbance</li> <li>· ventricular tachycardia, atrial flutter or auricular fibrillation</li> <li>· short PR interval (<math>&lt; 0.12\text{ s}</math>) with or without 'delta' wave</li> <li>· sinus bradycardia with <math>&gt; 40/\text{min}</math> rate</li> <li>· atrioventricular block I°, II°, III°</li> </ul>

**Tab. 1a.** Kryteria parametrów patologicznego EKG spoczynkowego u sportowców wg D. Corrado [4]

<b>Załamek P</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· powiększenie lewego przedsionka: załamek P ujemny w odprowadzeniu V1 <math>&gt; 0.1\text{mV}</math> i czas trwania <math>&gt; 0.04\text{s}</math></li> <li>· powiększenie prawego przedsionka: wysoki załamek P w II i III odprowadzeniu lub V1 <math>&gt; 0.25\text{mV}</math></li> </ul>
<b>Zespół QRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· odchylenie osi elektrycznej serca w prawo <math>&gt; +120^\circ</math> lub w lewo od <math>-30^\circ</math> do <math>-90^\circ</math></li> <li>· amplituda załamka S w odprowadzeniu V1 lub V2 <math>&gt; 3\text{mV}</math> lub R w odprowadzeniu V5 lub V6 <math>&gt; 3\text{mV}</math></li> <li>· patologiczny załamek Q: o czasie trwania <math>&gt; 0.04\text{s}</math> lub amplitudzie <math>&gt; 25\%</math> amplitudy załamka R lub zespół QS w dwóch lub więcej odprowadzeniach</li> <li>· R lub R': w odprowadzeniu V1 <math>&gt; 0.5\text{mV}</math> i <math>R/S &gt; 1</math></li> </ul>
<b>Odcinek ST, załamek T, odstęp QT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· obniżenie odcinka ST lub spłaszczenie/odwrócenie załamka T w dwóch lub więcej odprowadzeniach</li> <li>· skorygowany odstęp QT <math>&gt; 0.44\text{ s}</math></li> </ul>
<b>Zaburzenia rytmu i przewodnictwa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· przedwczesne pobudzenia komorowe lub poważniejsze zaburzenia rytmu</li> <li>· tachykardia nadkomorowa, trzepotanie przedsionków lub migotanie przedsionków</li> <li>· krótki odstęp PR (<math>&lt; 0.12\text{ s}</math>) z lub bez fali 'delta'</li> <li>· bradycardia zatokowa z częstością <math>&gt; 40/\text{min}</math></li> <li>· blok przedsionkowo-komorowy I°, II°, III°</li> </ul>

## EXAMINATION OUTCOMES – ANALYSIS OF THE ELECTROCARDIOGRAPHY TRACE

The analysis of resting ECG according to the criteria drawn up by D. Corrado et al. showed that in 3 women (21,4%), 4 men (14,8%) and 2 boys (28,6%) we register 2 criteria Corrado et al. As a criteria we stated in 3 women (21,4%), 7 men (25,9%) and 4 boys (57,1%). However, we did not report any Corrado criteria in 8 women (57,2%), 16 men (59,3%) and 1 boy (14,3%) [Fig.1].

## WYNIKI BADAŃ – ANALIZA ZAPISU EKG

Analiza spoczynkowego EKG według kryteriów opracowanych przez D. Corrado i wsp. wykazała, że u 3 kobiet (21,4%), 4 mężczyzn (14,8%) oraz 2 chłopców (28,6%) rejestruje się dwa kryteria Corrado i wsp. Jedno kryterium stwierdzono u 3 kobiet (21,4%), 7 mężczyzn (25,9%) oraz 4 chłopców (57,1%). Natomiast brak jakichkolwiek kryteriów Corrado zaobserwowano u 8 kobiet (57,2%), 16 mężczyzn (59,3%) i 1 chłopca (14,3%) [Ryc.1].

**Tab. 1b.** Complex of criteria diagnosing the hypertrophy of chambers according to M. Sokolowa and T.P. Lyona [3]

Hypertrophy of the ventricles	Characteristics of Sokolow-Lyon indicator in ECG
Left ventricular hypertrophy	· flattened wave in V1 release + R wave in V5 or V6 release > 3,5 mV · (optionally) R wave in V5 or V6 release > 2,6 mV
Right ventricular hypertrophy	· R wave in V1 release and + flattened wave in V5 or V6 release > 1,1 mV

**Tab. 1b.** Zespół kryteriów diagnozujących przerost komór wg M. Sokolowa i T.P. Lyona [3]

Przerost komór	Cechy wskaźnika Sokolowa-Lyona w EKG
Przerost lewej komory	· Załamek S w odprowadzeniu V1 + załamek R w odprowadzeniu V5 lub V6 > 3,5 mV · (opcjonalnie) Załamek R w odprowadzeniu V5 albo V6 > 2,6 mV
Przerost prawej komory	· Załamek R w odprowadzeniu V1 + załamek S w odprowadzeniu V5 albo V6 > 1,1 mV

**Tab. 2.** Initial characterization of the examined population

	I Group n=14	II Group n=27	III Group n=7
Sex	women	men	boys
Type of sport	handball	football indoor ball games	football indoor ball games
Age (years)	27,6 ± 5,6	25,0 ± 4,3	18,1 ± 1,0
Time of practising the sport (years)	Number of people		
<10 years	4	2	7
10-15 years	0	15	0
>15 years	10	10	0

**Tab. 2.** Wyjściowa charakterystyka badanej populacji

	I GRUPA n=14	II GRUPA n=27	III GRUPA n=7
Płeć	kobiety	mężczyźni	chłopcy
Rodzaj sportu	piłka ręczna	piłka nożna piłka halowa	piłka nożna piłka halowa
Wiek (lata)	27,6 ± 5,6	25,0 ± 4,3	18,1 ± 1,0
Czas uprawiania sportu (lata)	Liczba osób		
<10 lat	4	2	7
10-15 lat	0	15	0
>15 lat	10	10	0

On the base of the results of resting ECG trace, we evaluated the prevalence rate of early repolarization, which was confirmed in 2 women (14,3%), 9 men (33,3%) and as many as 6 boys (85,7%). In the remaining number of patients, that is 12 women (14,3%), 18 men (33,3%) and 1 boy (14,3%) there were to traits of early repolarization [Fig.2].

The analysis of the prevalence rate of left ventricular hypertrophy according to Sokolow-Lyon indicato showed that the smallest prevalence of left ventricular hypertrophy is in group I – women practicing handball (6%). Both in men and boys practising football this percent was much higher and amounted approximately the same - 51,8% and 57,1% respectively [Fig.3].

## DISCUSSION

The main aim of sport cardiology is to present sudden cardiac deaths in sportspeople. Qualified screening tests are the main element of prevention, however in current ACC/AHA/ESC guidelines there is no consensus how they should look like. There is now a discussion over the use of additional tests, and especially the validity and profitability of applying resting ECG in all people going

W oparciu o wyniki zapisu spoczynkowego EKG oceniano częstość występowania zespołu wczesnej repolaryzacji, które potwierdzono u 2 kobiet (14,3%), 9 mężczyzn (33,3%) oraz aż u 6 chłopców (85,7%). U pozostałej liczby badanych tj. 12 kobiet (14,3%), 18 mężczyzn (33,3%) i 1 chłopca (14,3%) nie stwierdzono cech wczesnej repolaryzacji [Ryc.2].

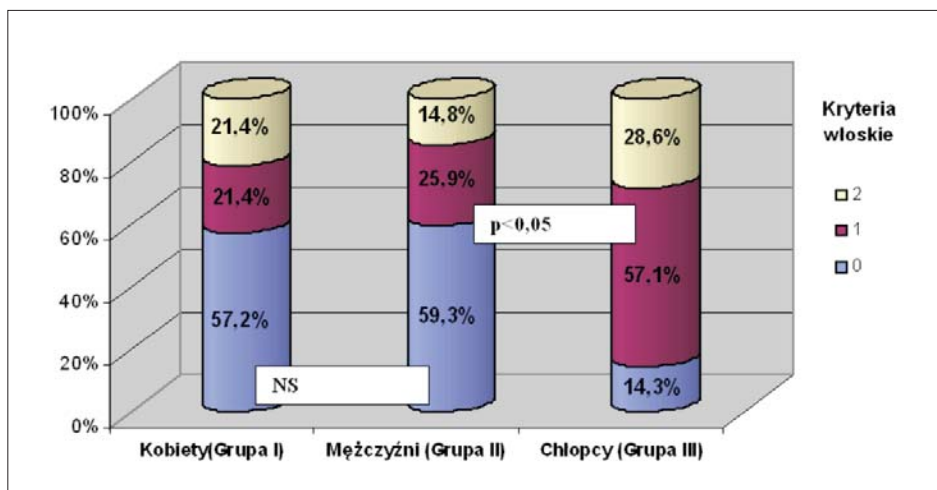
Analiza częstości występowania przerostu lewej komory serca wg wskaźnika Sokolowa-Lyona wykazała, że najmniejsza częstość przerostu lewej komory jest w I grupie - kobiet uprawiających piłkę ręczną (6%). Zarówno u mężczyzn jak i u chłopców uprawiających piłkę nożną procent ten był już dużo wyższy i wyniósł w przybliżeniu tyle samo – odpowiednio 51,8% i 57,1% [Ryc.3].

## DYSKUSJA

Podstawowym zadaniem kardiologii sportowej jest zapobieganie nagłym zgonom sercowym u sportowców. Kwalifikowane badania przesiewowe są najważniejszym elementem prewencji, jednakże w aktualnych wytycznych ACC/AHA/ESC nie ma konsensusu co do tego, jak powinny one wyglądać. Obecnie toczy się dyskusja nad

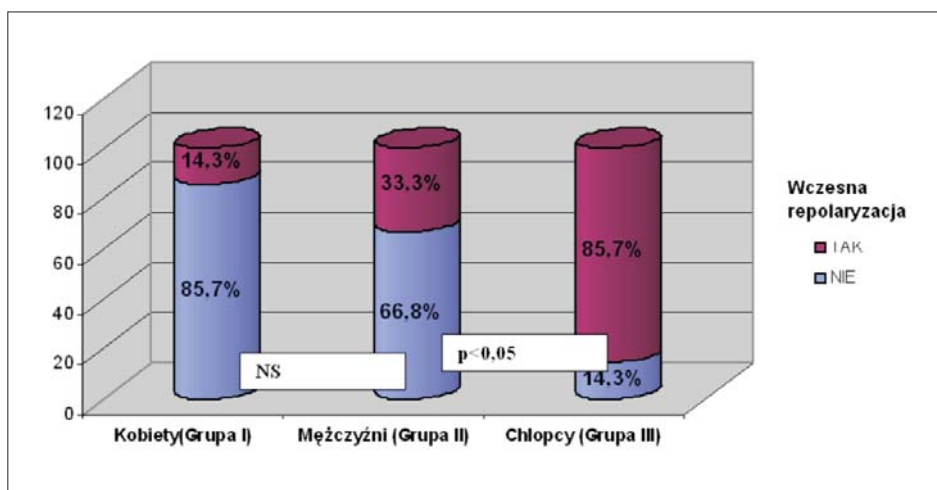
**Fig. 1.** Percentage division of I,II and III group depending on the number of observed criteria according to Corrado et al.

**Ryc. 1.** Podział procentowy I, II i III grupy w zależności od ilości obserwowanych kryteriów wg Corrado i wsp.  
p - wartość błędu pomiarowego; NS - wartość nieistotna statystycznie



**Fig. 2.** Percentage division of I,II and III group depending on the observed traits of early repolarization

**Ryc. 2.** Podział procentowy I, II i III grupy w zależności od obserwowanych cech wczesnej repolaryzacji





in for sports. From the European point of view, on the basis of Italia experiences, ECG is considered as a compulsory element of diplomatic protocol. On the other side, the American society considers this type of qualification as not justified due to a low ECG efficacy and specificity, generating costs resulting from the necessity of carrying out additional tests [5,6].

The frequently observed deviations in the ECG trace of competitive sportsmen are usually the reflection of structural and electric heart remodeling caused by adaptation to regular physical training (that is the sportsmen heart). Some irregularities in the ECG of sportsmen may show the presence of heart disease which may lead to sudden cardiac death. It is important to differentiate properly the possible irregularities between physiological adaptation to physical exertions and potential factors increasing the risk of serious cardiovascular incidents.

Alternative hallmarks of terminal diseases of the circulatory system may be wrongly interpreted as regular variations of ECG and vice versa. Errors in differentiating physiological and pathological irregularities in ECG may have serious consequences. Sportspeople may be subject to unnecessary diagnostic tests, or may be unnecessarily disqualified from sport [7]. This is of special importance for professional sportspeople, for whom the ban from participating in sport competitions results in serious financial and psychological consequences.

Changes in ECG caused by physical training are different in people practicing different sport disciplines. Other factors that may modify ECG trace, besides the type and intensity of sport is sex and age. That is why we need a range of guidelines for each group of sportspeople. We could have been expecting better results, taking into account in the ECG evaluation criteria the type of sport, race and sex of the competitor. Then, it would be possible to define reliably what we look for as a structural sign of heart disease.

wykorzystaniem badań dodatkowych, a w szczególności zasadnością i opłacalnością stosowania spoczynkowego EKG u wszystkich osób uprawiających sport. Z europejskiego punktu widzenia, na podstawie włoskich doświadczeń, EKG jest uznawane za obowiązkowy elementem protokołu diagnostycznego, z kolei amerykańskie społeczeństwo kardiologów uważa tego typu kwalifikację za nieuzasadnioną z powodu niskiej skuteczności i specyfiki EKG, generującą koszty wynikające z konieczności wykonywania badań dodatkowych [5,6].

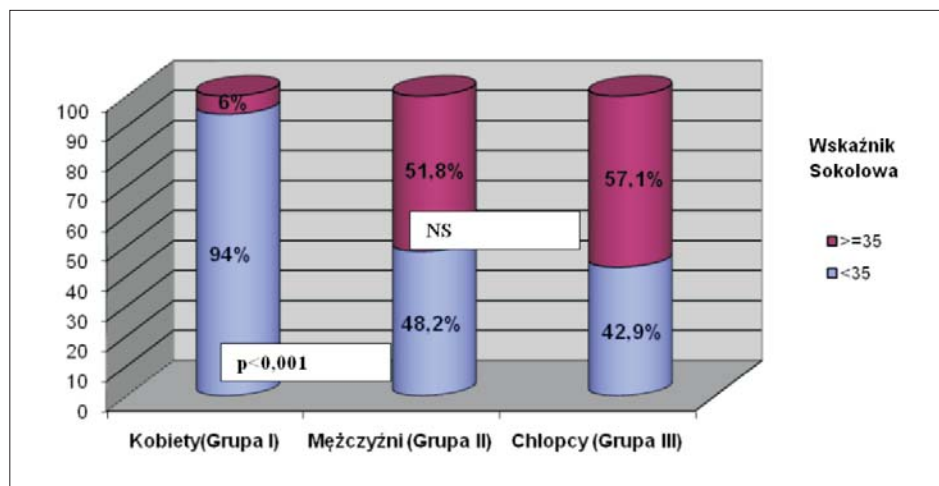
Częste obserwowane odchylenia w zapisie EKG wyczynowych sportowców zwykle są odzwierciedleniem strukturalnej i elektrycznej przebudowy serca spowodowanej adaptacją do regularnego treningu fizycznego (tzw. serce sportowca). Pewne nieprawidłowości w EKG sportowców mogą wskazywać na obecność choroby serca, która niesie ryzyko nagłego zgonu sercowego. Ważne jest, by ewentualne nieprawidłowości w EKG prawidłowo różnicować pomiędzy fizjologiczną adaptacją do intensywnych wysiłków fizycznych a potencjalnymi czynnikami zwiększającymi ryzyko groźnych incydentów sercowo-naczyniowych.

Alternatywne oznaki śmiertelnych chorób układu krążenia mogą być mylnie interpretowane jako normalne warianty EKG i odwrotnie. Błędy w różnicowaniu fizjologicznych i patologicznych nieprawidłowości w EKG mogą mieć poważne konsekwencje. Sportowcy mogą być poddawani zbędnym postępowaniom diagnostycznym, lub też mogą być niepotrzebnie dyskwalifikowani ze sportu [7]. Ma to szczególne znaczenie dla profesjonalnych sportowców, dla których zakaz udziału w konkurencjach sportowych niesie ze sobą poważne konsekwencje finansowe i psychologiczne.

Zmiany w EKG spowodowane treningiem fizycznym są odmienne u osób trenujących różne dyscypliny sportu. Inne czynniki mogące modyfikować zapis EKG, poza rodzajem i intensywnością sportu, to płeć i wiek. Dlatego też potrzebujemy szeregu wytycznych dla każdej z grup sportowców. Jeszcze lepszych rezultatów mogliśmy się spodziewać, uwzględniając w kryteriach oce-

**Fig. 3.** Percentage division I, II and III group depending on the observed traits of left ventricular hypertrophy on the basis of the Sokolow-Lyon indicator

**Ryc. 3.** Podział procentowy I, II i III grupy w zależności od obserwowanych cech przerostu lewej komory na podstawie wskaźnika Sokolowa-Lyona



Our observations confirm that ECG examination plays a very important role in the detection and further diagnosis of many pathologies. It is exactly young, potentially healthy sportspeople who were more frequently burdened with parameters of pathological ECG according to Corrado criteria. The early repolarisation syndrome (ERP), observed in as many as 85,7% examined teenage sportspeople may constitute a potential cause of sudden cardiac death due to ventricular arrhythmia, frequently accompanying bradycardia. It is assumed that it can result from a greater activity of right-hand sympathetic innervation of the heart and the fact itself of point J elevation and ST elevation does not constitute any basis for limitation in practicing sports. Morphologically very similar in ECG imaging to typer vagal tone, it occurs frequently in young people (1-2%) and especially in sportspeople (from 13% [8] to 48% [9] cases with accompanying pain in thoracic cage, without earlier certified myocardial disease).

The early repolarisation syndrome occurs more frequently in young, black men (age below 30 – the prevalence rate of these disturbances lowers with age; it is more frequently observed in descendants of Americans of African origin [10], however the review of literature suggests that it occurs with almost identical frequency among all races). This phenomenon concerns white women with an un-proportionally lower rate. Not fully explained mechanisms responsible for observed difference in the prevalence rate suggest a significant influence of steroid hormones [11].

The higher left ventricular hypertrophy stated on the basis of Sokolov-Lyon indicator in the male population (M-51,8% vs W-6%) may be conditioned by several factors, that is: intensity of performed exertions and sex. Most differences in sport heart remodeling results from the size of the body (increase of body surface area by 0,1m<sup>2</sup> is linked with increase of the size late diastolic left ventricular (LV) by 1,2 mm, and its wall thickness by 0,2 mm), different pressure reaction to the exertion in women and men, different androgen concentration in blood and resulting from it different influence on the synthesis of contractile proteins [12]. The same fact of the presence of left ventricular hypertrophy traits in resting ECG trace is an absolute indication for echocardiography test in order to exclude hypertrophic cardiomyopathy [13].

The duration of practicing sport turned out to be a controversial factor influencing the presence of pathological changes in the resting ECG trace. The analysed relation between the number of Corrado criteria and the time of practicing sport showed that in sportspeople practicing sport for a longer time the risk of serious cardiac incidents is lower. Most probably the difference was caused by a different intensity level of carried out trainings among competitors.

ny EKG rodzaj sportu, rasę i płeć zawodnika. Wtedy byłoby możliwym rzetelne określenie, czego szukamy jako oznaki strukturalnej choroby serca.

Nasze obserwacje potwierdzają, że badanie elektrokardiograficzne odgrywa niezwykle istotną rolę w wykrywaniu i dalszej diagnostyce wielu patologii. To właśnie młodzi, potencjalnie zdrowi sportowcy częściej obarczeni byli parametrami patologicznego EKG wg kryteriów Corrado. Obserwowany aż u 85,7% przebadanych nastoletnich sportowców zespół wczesnej repolaryzacji (ERP) stanowić może potencjalną przyczynę nagłego zgonu sercowego spowodowanego arytmia komorową, często towarzyszącą bradykardią. Przypuszcza się, że może być rezultatem zwiększonej aktywności prawostronnego unerwienia współczulnego serca a sam fakt uniesienia punktu J i odcinka ST nie stanowi żadnej podstawy do ograniczeń w uprawianiu sportu. Morfologicznie bardzo podobny w obrazie EKG do hiperwagotonii, występuje dość często u młodych osób (1-2%) a u sportowców w szczególności (od 13% [8] do 48% [9] przypadków z towarzyszącym bólem w klatce piersiowej, bez wcześniej stwierdzonej choroby mięśnia sercowego).

Zespół wczesnej repolaryzacji częściej występuje u młodych, czarnych mężczyzn (w wieku poniżej 30 lat – wraz z wiekiem częstość występowania tych zaburzeń się obniża; częściej obserwuje się u potomków Amerykanów pochodzenia afrykańskiego [10], jednak przegląd literatury sugeruje, że występuje ono z prawie jednakową częstością wśród wszystkich ras). Nieproporcjonalnie rzadko zjawisko to dotyczy białych kobiet, Nie wyjaśnione do końca mechanizmy odpowiedzialne za obserwowane różnice w częstości występowania, sugerują znaczące oddziaływanie hormonów steroidowych [11].

Stwierdzony na podstawie wskaźnika Sokołowa-Lyona większy przerost lewej komory w populacji mężczyzn (M-51,8% vs K-6%) może być uwarunkowany kilkoma czynnikami, tj: intensywność prowadzonych wysiłków i płeć. Większość różnic w sportowej przebudowie serca jest wynikiem różnic w wielkości ciała (wzrost powierzchni ciała o 0,1m<sup>2</sup> wiąże się ze wzrostem wymiaru późno rozkurczowego LV o 1,2 mm, a grubości jej ścian o 0,2 mm), różną reakcją ciśnienia na wysiłek u kobiet i mężczyzn, różnym stężeniem androgenów we krwi i wynikającym z tego odmiennym wpływem na syntezę białek kurczliwych [12]. Sam fakt obecności w spoczynkowym zapisie EKG cech przerostu lewej komory jest bezwzględny wskazaniem do wykonania badania echokardiograficznego w celu wykluczenia kardiomiopatii przerostowej [13].

Kontrowersyjnym czynnikiem wpływającym na obecność patologicznych zmian w spoczynkowym zapisie EKG okazał się czas uprawiania sportu. Poddana analizie zależność między liczbą występujących kryteriów wg Corrado a czasem uprawiania sportu wykazała, że u sportowców dłużej uprawiających sport, ryzyko groźnych zdarzeń sercowych jest mniejsze. Prawdopodobnie różnica ta spowodowana była różnym poziomem intensywności prowadzonych treningów wśród zawodników.

We should so educate sportspeople that such cheap test as resting ECG trace may help to exclude significant heart pathologies. If the system does not anticipate ECG examination, the patient should know about the possibility of carrying out ECG screening tests regardless of the character of the practiced sport (competitively or as an amateur).

## CONCLUSIONS

Changes in electrocardiography trace in competitive sportsmen are stated relatively frequently, what seems to be age and sex - related.

Trzeba zatem uświadomić sportowcom, że tak niedrogie badanie jak spoczynkowy zapis EKG może ułatwić wykluczenie istotnych patologii serca. Jeżeli system nie przewiduje badania EKG, pacjent powinien wiedzieć o możliwości wykonywania przesiewowych badań EKG bez względu na charakter uprawianego sportu (wyczynowo lub amatorsko).

## WNIOSKI

Zmiany w zapisie EKG u sportowców wyczynowych stwierdzane są stosunkowo często, co wydaje się mieć związek z wiekiem i płcią badanych sportowców.

---

## References/Piśmiennictwo:

- Górecki A.: Nagły zgon sercowy *Postępy Nauk Medycznych*. 2007; 2-3: 48-52
- Juszczyk Z.: Nagłe zgony u czynnych sportowców. W: *Wiadomości Lekarskie* 2007. LX: 3-4.
- W: Braksator W., Mamcarz A., Dłużniewski M. red. *Kardiologia Sportowa. Znaczenie elektrokardiografii w medycynie sportowej*. Wydawnictwo Via Medica. Gdańsk 2007.
- D. Corrado; A. Pelliccia; H. Hein, S. Sharma; L. Mark; C. Basso, A. Biffi, G. Buja; P. Delise; I. Gussac; A. Anastasakis; B. Maty, Robert; H. Hans Björnstad; F. Carre; D. Asterios; D. Dugmore Fagard, J. Hoogsteen, K.P. Mellwig; N. Panhuyzen-Goedkoop; E. Solberg, L. Vanhees; J. Drezner; E. Mark NA, III; S. Illiceto, Barry J. Maron, R. Peidro, P.J. Schwartz, R. Stein; G. Thiene, P. Zeppilli, W. J. McKenna *Recommendations for Interpretation of 12-lead Electrocardiogram in the Athlete: European Journal Serca*. 2010; 31 (2) :243-59. © 2010
- Corrado D., Basso C., Rizzoli G., Schiavon M., Thiene G.: Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? W: *Journal of the American College of Cardiology* 2003. 42:1959-1963.
- Maron B.J.: How should we screen competitive athletes for cardiovascular disease? W: *European Heart Journal* 2005. 26: 428-430.
- Baranowski R. *Badania elektrokardiograficzne u sportowców – okiem kardiologa i kibica: Kardiologia Polska* 2009; 67: 10
- Hasbak P., Engelmann M.D. Early repolarization. ST-segment elevation as a normal electrocardiographic variant. *Ugeskr Laeger* 2000; 162: 5928-5929.
- Brady W.J., Chan T.C. Electrocardiographic manifestations: benign early repolarization. *J. Emerg. Med.* 1999; 17: 473-478.
- Saviolo R., Spodick H.D. Electrocardiographic responses to maximal exercise during acute pericarditis and early repolarization. *Chest* 1986; 90: 460-462.
- James A.F., Choisy S.C., Hancox J.C. Recent advances in understanding sex differences in cardiac repolarization. *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 2007; 94: 265-319
- Perez Riera A. R., Uchida A.H., Edgardo Schapachnik E , Dubner S., wsp.: Wariant wczesnej repolaryzacji: aspekty epidemiologiczne, mechanizm powstawania oraz diagnostyka różnicowa: *Cardiology Journal* 2008; 15: 4-16:
- 36<sup>th</sup> Bethesda Conference Eligibility Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 45:1313-1375