

MAŁGORZATA LIGMAN<sup>1</sup>, DOMINIKA SZALEWSKA<sup>1</sup>, LIDIA ŁEPSKA<sup>1</sup>,  
ARKADIUSZ SZALEWSKI<sup>2</sup>

## ZMIANY W BADANIU ELEKTROKARDIOGRAFICZNYM U MŁODZIEŻY UPRAWIAJĄCEJ SPORT. WYNIKI WSTĘPNE

### CHANGES IN ELECTROCARDIOGRAM IN ADOLESCENT SPORTSMEN. PRELIMINARY REPORT

<sup>1</sup>Katedra i Klinika Rehabilitacji Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
kierownik: dr hab. med. Stanisław Bakuła, prof. nadzw. GUMed

<sup>2</sup>Poradnia Medycyny Sportowej, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku  
kierownik: dr med. Dominika Szalewska

Okresowe badania lekarskie przeprowadzane u zawodników mają na celu wykrycie utajonych zmian w układzie krążenia, ocenę zmian adaptacyjnych będących następstwem uprawianego sportu i profilaktykę groźnych powikłań, m.in. nagłego zgonu sercowego (SCD, *sudden cardiac death*) [8, 11].

Celem pracy było określenie częstości występowania zaburzeń rytmu i przewodzenia w spoczynkowym badaniu elektrokardiograficznym – EKG (ECG, *electrocardiogram*) u młodzieży uprawiającej sport oraz nieaktywnej fizycznie.

Przeanalizowano zapisy EKG 37 młodych sportowców (grupa B) oraz 30 osób nieuprawiających sportu (grupa C) w wieku 14-19. U młodych sportowców stwierdzono statystycznie częstsze występowanie bradykardii zatokowej i niepełnego bloku prawej odnogi pęczka Hisa niż u osób nieaktywnych fizycznie.

#### WSTĘP

Zgon sportowca zawsze szokuje. Tak jest poczynając od śmierci pierwszego maratończyka – Fidipidesa, który zmarł w 490 roku p.n.e., przynosząc do Aten wieści o zwycięstwie nad Persami.

Intensywny i długotrwały wysiłek fizyczny prowadzi do zmian w układzie sercowo-naczyniowym. Poszerzenie serca u sportowców, stwierdzone za pomocą opukiwania klatki piersiowej, a następnie potwierdzone badaniem rentgenowskim i autopsyjnym, było opisywane u narciarzy biegowych już w końcu XIX wieku. Rozwój nowoczesnych technik obrazowania, w tym echokardiografii i badań przy użyciu rezonansu magnetycznego, umożliwił pełniejsze poznanie

zmian zachodzących w tzw. „sercu sportowca” [4, 5, 7]. Badanie elektrokardiograficzne jest nadal podstawowym badaniem wykonywanym u młodych sportowców celem poszukiwania parametrów predykcyjnych wystąpienia zdarzeń sercowych [3, 13].

Okresowe badania lekarskie przeprowadzane u zawodników mają na celu wykrycie utajonych zmian w układzie krążenia oraz ocenę zmian adaptacyjnych do uprawianego sportu. Obecnie w Polsce u wszystkich dzieci starających się o licencję na uprawianie sportu amatorskiego zalecane jest coroczne spoczynkowe badanie elektrokardiograficzne (EKG) [2]. U dzieci i młodzieży trenującej sport, spoczynkowy zapis EKG umożliwia wyodrębnienie grupy ze zwiększoną predyspozycją do nagłego zgonu sercowego (SCD, *sudden cardiac death*), zwłaszcza pod wpływem wysiłku fizycznego. W krajach, w których badanie EKG jest wykonywane rutynowo u młodych zawodników, bezpieczeństwo uprawianego sportu poprawiło się. Mimo to, ryzyko SCD jest nadal 2,8 razy większe u nastolatków uprawiających sport niż u młodzieży nietrenującej [2].

## CEL PRACY

Celem pracy było określenie częstości występowania zaburzeń rytmu i przewodzenia w spoczynkowym zapisie EKG u młodzieży uprawiającej sport oraz nieaktywnej fizycznie.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniu poddano zapisy EKG 37 kolejnych pacjentów poradni sportowej, systematycznie uprawiających sport w wieku 14-19 lat (śr. = 16 lat; SD = 1,7 lat) (grupa B) oraz zapisy 30 osób w wieku 14-19 lat (śr. = 16,6 lat, SD = 1,5 lat) z grupy kontrolnej (C), nieuprawiających regularnie żadnego sportu. Spośród 37 osób z grupy B 15 osób (41%) systematycznie trenowało piłkę ręczną, 8 (22%) piłkę siatkową, 13 osób (35%) wioślarstwo i jedna osoba (2,7%) pływanie. Każdy dorosły uczestnik oraz rodzic niepełnoletniego uczestnika badania wyrazili pisemną zgodę na badanie.

Przeanalizowano 12-odprowadzeniowe standardowe zapisy EKG wykonane przy użyciu aparatu firmy Mortara Instrument Inc.

Zapisy EKG były wykonywane w pozycji leżącej, w czasie spokojnego oddychania. Opisy dokonywano zgodnie z obowiązującymi standardami opisywania EKG, zaproponowanym przez Grupę Roboczą powołaną przez Zarząd Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny PTK. Kryteria diagnostyczne zaburzeń rytmu i przewodzenia również przyjęto na podstawie ww. dokumentu. Przyjęto, że rytm zatokowy o częstotliwości mniejszej niż 60/min oznacza bradykardię zatokową, a rytm zatokowy powyżej 100/minutę – tachykardię zatokową. Niemiarowość zatokową rozpoznawano jeżeli różnice czas trwania odstępów PP był większy niż 80-160 ms, z uwzględnieniem norm wiekowych. Niemiarowość oddechową rozpoznawano jeżeli podczas wstrzymania oddechu rytm zatokowy był miarowy, zaś niemiarowość bezwładną, jeżeli był niemiarowy podczas wstrzymania oddechu [1]. Nie wykonywano standardowo badania echokardiograficznego w badanej populacji.

### Analiza statystyczna

Bazę danych utworzono w arkuszu kalkulacyjnym Excel v. 2007 firmy Microsoft. Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programu Statistica v. 10 firmy StatSoft. W ocenie statystycznej przyjęto poziom istotności statystycznej:  $p \leq 0,05$  [9].

Do oceny zależności międzygrupowych oraz wewnątrzgrupowych wykorzystano następujące testy statystyczne:

- dla parametrów ilościowych mających rozkład normalny, przy porównaniu dwóch niezależnych grup: test t-Studenta
- dla parametrów ilościowych mających rozkład odbiegający od normalnego, przy porównaniu dwóch niezależnych grup: test U Manna-Whitneya
- dla sprawdzenia wpływu czynnika kontrolowanego na zmienną zależną: test McNemara
- dla zmiennych mających charakter ilościowy: test niezależności chi-kwadrat
- dla sprawdzenia różnic pomiędzy wieloma grupami niezależnymi: test Kruskala-Wallisa [10].

### WYNIKI

#### Rytm serca, częstotliwość, odcinek PQ i zespół QRS.

U wszystkich uczestników badania stwierdzono w EKG rytm zatokowy. W grupie B częstotliwość rytmu serca wynosiła 44-95/min (śr. = 65,54/min, SD = 10,78/min), natomiast w grupie C 57-95/min (śr. = 67,23/min; SD = 7/min). Czas trwania odstępu PQ w grupie B wynosił 90-344 ms (śr. = 148,51 ms; SD = 37,82 ms), zaś w grupie C 90-162 ms (śr. = 140,83 ms; SD = 17,12 ms). Czas trwania zespołu QRS w grupie B wynosił 82-110 ms (śr. = 95 ms; SD = 7,84 ms), natomiast w grupie C 82-108 ms (śr. = 94,26 ms; SD = 6,25 ms).

#### Zaburzenia rytmu i przewodzenia

Zaburzenia przewodzenia śródkomorowego w postaci niepełnego bloku prawej odnogi pęczka Hisa (iRBBB) stwierdzono u 18 osób (48,65%) z grupy B, natomiast w grupie C u 3 osób (10%). Niemiarowość zatokowa oddechowa wystąpiła u 21 osób (56,76%) z grupy B i u 7 osób (23,3%) z grupy C. Bradykardię zatokową stwierdzono u 12 osób (32,43%) z grupy B i 1 (3,3%) z grupy C. AVB I stopnia był obecny u 2 (5,41%) w grupie B. W grupie C nie stwierdzono żadnego przypadku wystąpienia AVB I stopnia. U 43% badanych sportowców niemiarowość zatokowa oddechowa współistniała z bradykardią zatokową. Analiza testem U Manna-Whitneya wykazała częstsze statystycznie występowanie zaburzeń rytmu i przewodzenia w grupie B w porównaniu z grupą C. W oparciu o analizę z zastosowaniem testu McNemara stwierdzono, że wśród badanych sportowców blok przedsionkowo-komorowy występował rzadziej niż niepełny blok prawej odnogi pęczka Hisa, niemiarowość zatokowa oddechowa oraz bradykardia zatokowa. Nie stwierdzono przypadków niemiarowości zatokowej bezwładnej. Wyniki te przedstawiono także w tabeli I.

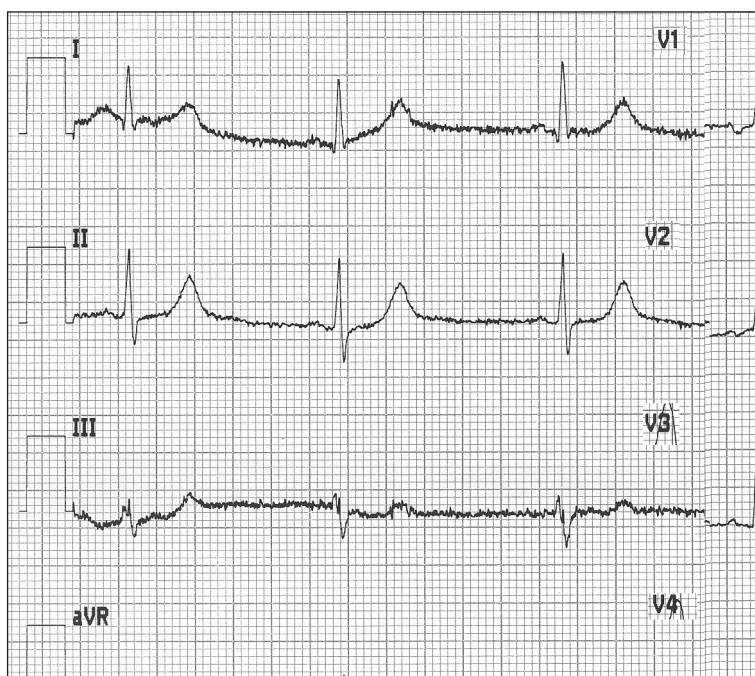
Tabela I. Zaburzenia rytmu i przewodzenia w zapisie EKG w grupie badanej (B) i kontrolnej (C)  
 Table I. Arrhythmia in standard electrocardiograms in young sportsmen (group B) and in control group (C)

Cecha / Data	B n=37	C n=30	P
iRBBB, n (%)	18 (48,7)	3 (10,0)	0,005
niemiarowość zatokowa n (%) sinus irregularity	21 (56,8)	7 (23,3)	0,203
bradykardia zatokowa n (%) sinus bradycardia	12 (32,43)	1 (3,3)	0,005
AVB I <sup>o</sup> , n (%)	2 (5,41)	0 (0)	0,568

iRBBB – niepełny blok prawej odnogi pęczka Hisa / incomplete right bundle branch block

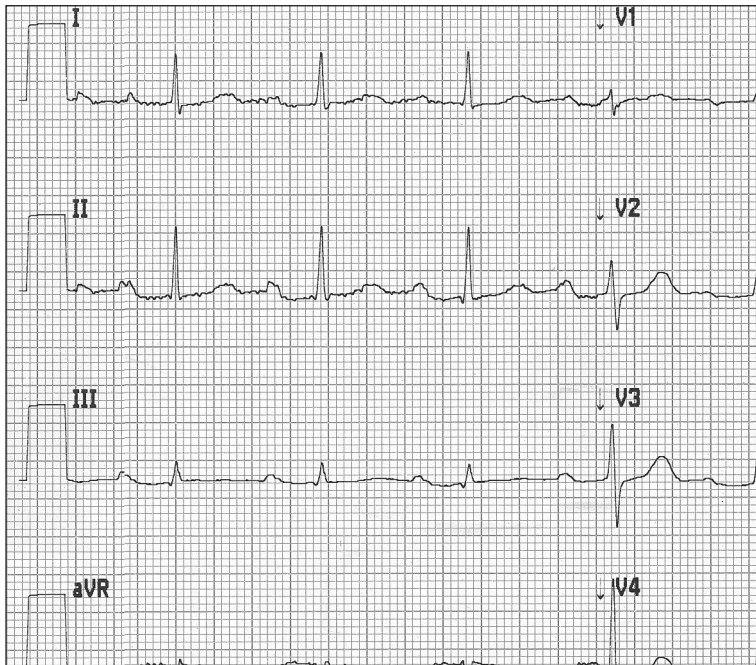
AVB I<sup>o</sup> – blok przedsionkowo-komorowy pierwszego stopnia / atrioventricular first degree block

Ryciny 1-4 prezentują przykłady stwierdzanych nieprawidłowości u młodych sportowców oraz prawidłowy elektrokardiogram z grupy kontrolnej.



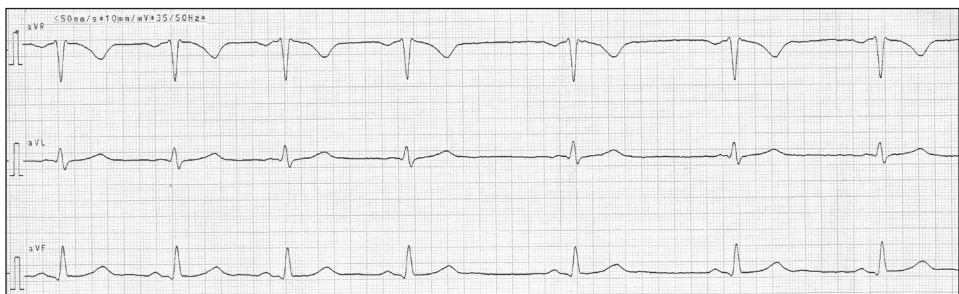
Ryc. 1. Elektrokardiogram młodego sportowca. Bradykardia zatokowa 40/min. Z częściowym blokiem prawej odnogi pęczka Hisa. Elektrokardiogram z grupy B

Fig. 1 Young sportsman's electrocardiogram with sinus bradycardia 40 min and incomplete right bundle branch block. The electrocardiogram from group B



Ryc. 2. Elektrokardiogram młodego sportowca. Blok przedsionkowo-komorowy pierwszego stopnia z odstępem PQ 240 ms. Elektrokardiogram z grupy B

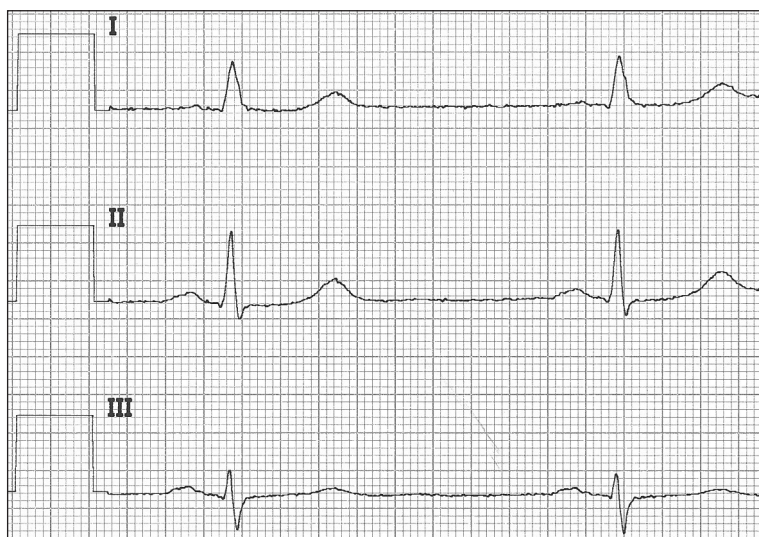
Fig. 2. Young sportsman's electrocardiogram with atrioventricular first degree block, PQ interval 240 ms. The electrocardiogram from group B



Ryc. 3. Elektrokardiogram młodego sportowca. Niemiarowość zatokowa i częściowy blok prawej odnogi pęczka Hisa. Elektrokardiogram z grupy B

Fig. 3. Young sportsman's electrocardiogram with sinus irregularity and incomplete right bundle branch block. The electrocardiogram from group B





Ryc. 4. Prawidłowy elektrokardiogram nastolatka z grupy C

Fig. 4. Normal electrocardiogram in group C

Przeprowadzona analiza testem niezależności chi-kwadrat wykazała istotne statystycznie częstsze występowanie iRBBB i bradykardii zatokowej w grupie młodych sportowców. Natomiast niemiarowość zatokowa oddechowa i AVB I stopnia występowały także częściej w tej grupie, ale różnica nie była istotna statystycznie.

U 30% badanych sportowców występowało więcej niż jedno ww. zaburzenie jednocześnie. Co najmniej trzy nieprawidłowości stwierdzono u 12% w tej podgrupie. U nikogo nie stwierdzono wszystkich czterech zaburzeń rytmu i przewodzenia w zapisie EKG jednocześnie.

## DYSKUSJA

Głównym celem działań lekarzy, trenerów i fizjoterapeutów zajmujących się osobami uprawiającymi amatorsko lub wyczynowo sport jest zapobieganie niekorzystnemu wpływowi długotrwałego wysiłku fizycznego na zdrowie, w tym na układ sercowo-naczyniowy [8, 11, 9].

W niniejszej pracy stwierdzono istotnie częstsze występowanie bradykardii zatokowej, niemiarowości zatokowej, bloku przedsionkowo-komorowego I stopnia i niepełnego bloku prawej komory pęczka Hisa u młodzieży uprawiającej sport. Wiadomo, że spoczynkowa bradykardia występuje u 50-80% osób uprawiających sport [13, 14]. Bradykardia zatokowa, a także towarzysząca jej niemiarowość zatokowa traktowane są jako wariant normy w przebiegu adaptacji do wysiłku fizycznego oraz cecha wytrenowania. Główną przyczyną tego zjawiska jest zwiększone napięcie nerwu błędnego.

W patogenezie zwolnienia spoczynkowej częstotliwości rytmu serca uwzględnia się zwolnienie automatyzmu wytwarzania pobudzeń w węźle zatokowym, zmniejszenie wpływu unerwienia współczulnego na przyspieszenie częstości rytmu węzła zatokowego, mniejszą

wrażliwość układu przewodzącego, w tym również węzła przedsionkowo-komorowego na krążące katecholaminy [13].

W wielu badaniach, porównujących spoczynkową akcję serca u sportowców wyczynowych z mężczyznami prowadzącymi siedzący tryb życia, stwierdzono niższe wartości rytmu serca. Różnica ta utrzymywała się po farmakologicznym odnerwieniu serca [3, 13]. Przeciętnie częstość rytmu serca u sportowców była wolniejsza o około 20/min. W wyniku treningu wytrzymałościowego spoczynkowa częstotliwość skurczów serca ulegała obniżeniu. U osoby prowadzącej siedzący tryb życia i rozpoczynającej trening stwierdzono zwalnianie spoczynkowej częstotliwości rytmu serca w tempie 1 skurczu/minutę tygodniowo [13]. Bradykardia zatokowa współistniejąca z takimi objawami klinicznymi jak zawroty głowy, omdlenia, kołatania, zmniejszenie wydolności fizycznej, czy też obecność organicznej choroby serca wymaga dalszej diagnostyki i uniemożliwia zaliczenie powyższych zmian w EKG za wariant normy. U osoby bez organicznej choroby serca (niezależnie od jej aktywności fizycznej) przyspieszanie się wolnej spoczynkowej częstości rytmu serca adekwatne do obciążenia wysiłkowego świadczy o prawidłowej wydolności węzła zatokowego oraz o braku przeciwwskazań do uprawiania sportu [5, 15].

W ramach przeprowadzonego badania kolejnym często występującym zaburzeniem w EKG był niepełny blok prawej odnogi pęczka Hisa. Zaburzenie to w literaturze jest przedstawiane jako zmiana związana z przerostem fizjologicznym mięśnia serca, które ustępuje po zaprzestaniu uprawiania regularnego wysiłku [12]. Pojawienie się iRBBB jest opisywane zarówno u dorosłych sportowców szczebla olimpijskiego (u 71% badanych) [15], jak i w grupie młodych sportowców (u 29% badanych) [6]. Warto dodać, że przeprowadzone badania w grupie młodzieży trenującej sport wykazały, że częściowy blok prawej odnogi jest wariantem normy w EKG u dzieci i zależy od innego niż u dorosłych kierunku terminalnego wektora depolaryzacji QRS (bardziej do przodu i na prawo). Inną przyczyną zawężenia środkowej i końcowej części zespołu QRS w EKG jest opóźnienie przewodzenia przez przegrodę międzykomorową. Niepełny blok prawej odnogi pęczka Hisa występuje u około 10% zdrowych dzieci. Często współistnieje z wrodzonymi deformacjami klatki piersiowej [1]. Niepełny blok prawej odnogi pęczka Hisa jest zaburzeniem łagodnym, natomiast całkowity blok jest zmianą potencjalnie niepokojącą, wymagającą diagnostyki obrazowej kardiologicznej w celu wykluczenia np. wady wrodzonej pod postacią ubytku międzyprzedsionkowego. Kolejnym zaburzeniem, opisywanym w EKG u młodocianych sportowców, jest blok przedsionkowo-komorowy I stopnia. W badanej populacji osób uprawiających aktywność sportową wystąpił wprawdzie tylko u 2 osób (5%), natomiast w grupie kontrolnej nie stwierdzono go u żadnego z badanych. U sportowców blok przedsionkowo-komorowy I stopnia jest zjawiskiem rzadkim, stwierdza się go u 6-33% populacji, natomiast bardziej zaawansowane zaburzenia przewodzenia, takie jak blok drugiego stopnia o typie periodyki Wenckebacha stwierdza się zaledwie u około 2,5%, a o typie Mobitza u 0,4% badanych. W populacji dzieci i młodzieży blok przedsionkowo-komorowy I oraz II stopnia typu periodyki Wenckebacha był jednym z najczęściej obserwowanych zaburzeniem w spoczynkowym zapisie EKG, które ustępowało w czasie wysiłku, np. podczas testu wysiłkowego na bieżni ruchomej [14]. Spoczynkowe zaburzenia przewodnictwa przedsionkowo-komorowego w tej grupie traktowane są jako następstwo wzmożonego napięcia układu przywspółczulnego. Niektórzy autorzy doszukują się także związku ze zmianą wewnętrznych właściwości układu bódźco-przewodzącego. Na potwierdzenie tego można przytoczyć wyniki badań, w których w czasie stymulacji drogą przezprzełykową u sportowców stwierdzono dłuższy skorygowany

czas powrotu rytmu zatokowego i niższy punkt Wenckebacha niż u osób z odpowiedniej grupy kontrolnej [13]. Warto dodać, że w niniejszej pracy blok przedsionkowo-komorowy (tylko pierwszego stopnia) występował w badanej populacji najrzadziej spośród wspomnianych wcześniej zmian w zapisie EKG. Łagodne zmiany zapisu EKG u młodzieży trenującej sport występują często i z reguły nie mają znaczenia klinicznego. Jednoczesne występowanie kilku zaburzeń rytmu i przewodzenia może niepokoić i powinno skłaniać do przeprowadzenia pełnej diagnostyki kardiologicznej w celu wykluczenia niebezpiecznych zaburzeń u sportowca. W piśmiennictwie dane dotyczące tej problematyki są nieliczne. W obecnie prezentowanej pracy stwierdzono więcej niż jedną nieprawidłowość w spoczynkowym EKG u 30% grupy badanej populacji. A u 40% w tej subpopulacji stwierdzono aż 3 nieprawidłowości.

Ze względu na zbyt małą liczebność grupy badanej nie oceniano zależności między wpływem typu wysiłku a zmianami w EKG.

Powyższe rozważania nie wyczerpują całości zagadnienia, dotyczą jednak najistotniejszych i najczęstszych problemów, z jakimi mogą mieć do czynienia lekarze kwalifikujący do uprawiania sportu na podstawie badania EKG. Liczba nieprawidłowości, jakie można stwierdzić, wykonując to proste, tanie i powszechnie dostępne badanie, stawia je na pierwszym miejscu spośród wszystkich badań dodatkowych. Służy jako metoda przesiewowa pomagająca dzielić sportowców na dwie podstawowe grupy: tych, u których kontynuowanie uprawiania sportu jest bezpieczne z kardiologicznego punktu widzenia oraz na grupę sportowców o podwyższonym lub wysokim ryzyku zdarzeń sercowo-naczyniowych, w tym nagłego zgonu sercowego [13, 15].

## WNIOSKI

U młodych sportowców stwierdzono statystycznie częstsze występowanie bradykardii zatokowej i niepełnego bloku prawej odnogi pęczka Hisa niż u osób nieaktywnych fizycznie.

## PIŚMIENNICTWO

1. Baranowski R., Bieganowska K., Kozłowski D., Kukla P., Kurpesa M., Lelakowski J., Maciejewska M., Miszczak-Knecht M., Ochotny R., Pierścińska M., Piotrowicz R., Średniawa B., Wojciechowski D., Wranicz J. K.: Zalecenia dotyczące stosowania rozpoznawczych elektrokardiogramów. *Kardiologia Pol.* 2010, 68, supl. 4, S333. – 2. 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.* 2003, 42, 11, 1959. – 3. Dłużniewski M., Dłużniewska M., Braksator W.: Zaburzenia rytmu serca u sportowców. W: *Kardiologia sportowa*. Red. W. Braksator, A. Mamcarz, M. Dłużniewski. Gdańsk : Via Medica, 2006, 107. – 4. Fagard R.: Athlete's heart. *Heart* 2003, 89, 12, 1455. – 5. Furgał W.: Badanie sportowo-lekarskie : wstęp do kariery sportowej. *Rehabil. Prakt.* 2012, 1, 61. – 6. Głowacka P., Szeffler J., Mizia-Stec K., Gąsior Z.: Resting electrocardiography in competitive athletes. *J. Orthop. Trauma Surg. Relat. Res.* 2012, 2, 51. – 7. Kamiński L., Płońska E., Szyszka A., Peregud M., Olszewski R.: Porównanie wybranych parametrów echokardiograficznych u sportowców poddanych różnym rodzajom treningu. *Pol. Merk. Lek.* 2006, 20, 117, 274. – 8. Krawczyński M., Cichy W., Krawczyński M. R.: Wychowanie fizyczne i sport dzieci i młodzieży. *Pediatr. Pol.* 2005, 80, 3, 229. – 9. MacDougall J. D., Tuxen D., Sale D. G., Moroz J. R., Sutton J. R.: Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 1985, 58, 3, 785. – 10. Maliński M., Szymaszal J.: Współczesna statystyka matematyczna w medycynie w arkuszach kalkulacyjnych. Katowice : Śląska Akademia Medyczna, 1999. 100.



11. Mitchell J. H., Haskell W. L., Raven P. B.: Classification of sports. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1994, 24, 4, 864. – 12. Światowiec A., Król W., Kuch M., Braksator W., Krysztofiak H., Dłużniewski M., Mamcarz A.: Analysis of 12-lead electrocardiogram in top competitive professional athletes in the light of recent guidelines. *Kardiol. Pol.* 2009, 67, 10, 1095. – 13. Światowiec A., Kuch M., Mamcarz A., Braksator W.: Znaczenie elektrokardiografii w medycynie sportowej. W: *Kardiologia sportowa*. Red. W. Braksator, A. Mamcarz, M. Dłużniewski. Gdańsk : Via Medica, 2006, 39. – 14. Wójcicka-Urbańska B.: Zmiany w zapisie EKG u dzieci i młodzieży trenujących sport. Czy różnią się od zmian u dorosłych? *Kardioprofil* 2012, 10, 2, 131. – 15. Wren C.: Screening from potentially fatal heart disease in children and teenagers. *Heart* 2009, 95, 24, 2040.

M. Ligman, D. Szalewska, L. Łepska, A. Szalewski

#### CHANGES IN ELECTROCARDIOGRAM IN ADOLESCENT SPORTSMEN. PRELIMINARY REPORT

##### Summary

The main objective of this study was to determine the prevalence of arrhythmias and conduction disorders in the resting ECG in young sportsmen and young people not practising sport. We examined records of 12-lead ECG of 37 patients aged 14-19 years (mean 16 years, SD = 1.7 years) from the sports' outpatient clinic (group B) and 30 adolescents aged 14-19 years (mean 16.6 years; SD = 1.5 years) who did not practise sport (control group C). There was higher rate of sinus bradycardia, sinus irregularity, incomplete right bundle branch block and first degree atrioventricular block in the ECG than in young sportsmen than in young people not practising sport.

Adres: mgr Małgorzata Ligman  
Klinika Rehabilitacji GUMed  
80-952 Gdańsk, al. Zwycięstwa 30  
goslig@gumed.edu.pl

