

Przydatność sejsmokardiografii wysiłkowej w rozpoznawaniu choroby niedokrwiennej serca

Iwona Korzeniowska-Kubacka, Ligia Rausińska-Nocny, Krzysztof Mazurek,
Barbara Wasilewska, Ewa Rydzewska i Krystyna Bątkowska

Klinika i Zakład Rehabilitacji Kardiologicznej Instytutu Kardiologii w Warszawie

Value of exercise seismocardiography in the diagnosis of ischemic heart disease

Introduction: *Seismocardiography (SCG) is a non invasive method of detecting coronary artery disease. It combines technology from fields of seismology and signal analysis to accurately evaluate the biomechanical function of the heart. An exercise SCG test is performed in conjunction with standard exercise ECG test (EXT).*

The aim of the study: *The aim of the study was to evaluate a potential use of SCG in diagnosis of ischemia in patients with ischemic heart disease pertaining to an electrocardiographic and scintigraphic exercise test.*

Material and methods: *40 male patients with CHD, average age of 49.2 years, were subjected to full-scaled analysis. All patients were scheduled for following exercise tests: EXT, SCG and SPECT. The following parameters were correlated: sensitivity, specificity, positive diagnostic value (PDV), negative diagnostic value (NDV) as well as the accuracy of these three methods. The main reference point was coronarography.*

Results: *The sensitivity of SCG prevailed over the sensitivity of EXT ($p < 0.01$). Diagnostic effectiveness indexes, that is sensitivity, specificity, PDV, NDV and accuracy of SPECT did not differ considerably compared to SCG. There were no substantial differences either in the whole group or in subgroups with or without MI, with stenosis in 1, 2 or 3 arteries and in case of irreversible and reversible losses perfusion in scintigram.*

In comparison with EXT, SPECT turned out to be a far more sensitive method in the whole group of 40 persons ($p < 0.001$) as well as in the subgroups with MI ($p < 0.004$) and without MI ($p < 0.04$) and in case of a single vessel stenosis ($p < 0.02$).

Conclusions: *Seismocardiography is more sensitive method of diagnosing ischemia in IHD compared to EXT. The sensitivity of SCG can be compared to the sensitivity of the scintigraphic exercise test. (Folia Cardiol. 2001; 8: 381–388)*

ischemic heart disease, seismocardiography, exercise test, SPECT

Adres do korespondencji: Dr med. Iwona Korzeniowska-Kubacka
Instytut Kardiologii
Klinika i Zakład Rehabilitacji Kardiologicznej
ul. Alpejska 42, 04–628 Warszawa
Nadesłano: 27.04.2001 r. Przyjęto do druku: 30.05.2001

Wstęp

Rozpoznawanie choroby wieńcowej przy użyciu technik nieinwazyjnych ma istotne znaczenie w ustaleniu stopnia zaawansowania choroby i kwalifikacji do badań inwazyjnych. Jedną z podstawowych metod nieinwazyjnych w diagnostyce choroby wieńcowej jest elektrokardiograficzna próba wysiłkowa (EXT, *exercise ECG test*), która ma ugruntowaną pozycję w praktyce kardiologicznej od ponad 50 lat [1–6].

Nawet najlepiej przeprowadzona EXT nie charakteryzuje się 100-procentową mocą rozpoznawczą. Według metaanalizy przeprowadzonej przez Gianrossiego na podstawie 147 publikacji opisujących 24 074 pacjentów, u których wykonano EXT i koronarografię, czułość EXT wynosiła 23–100%, średnio 68%, a specyficzność 17–100%, średnio 77% [7]. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa stała się wprawdzie badaniem rutynowym w diagnostyce choroby wieńcowej, ale często wymagającym uzupełnienia bardziej kosztownymi, przeprowadzanymi przez wysoko wykwalifikowany personel i trudno dostępnymi w powszechnej praktyce metodami, takimi jak scyntygrafia wysiłkowa czy echokardiografia wysiłkowa [8–14].

Salerno i Zanetti (Stany Zjednoczone) opracowali w 1989 roku nową nieinwazyjną metodę wykrywania niedokrwienia w czasie wysiłku zwaną sejsmokardiografią wysiłkową (SCG, *seismocardiography*) [25]. Twórcy powyższej metody twierdzą, że SCG w diagnostyce choroby wieńcowej dorównuje czułością scyntygrafii wysiłkowej 81 vs 82% i przewyższa ją specyficznością 69 vs 55%. Ma też przewagę nad EXT, której czułość i specyficzność według autorów wynosi odpowiednio 67 i 51% [26–31].

Celem pracy była ocena przydatności sejsmokardiografii wysiłkowej w diagnostyce niedokrwienia u pacjentów z chorobą niedokrwinną serca w odniesieniu do elektrokardiograficznej i izotopowej próby wysiłkowej metodą tomografii emisyjnej SPECT.

Material i metody

Analizowano 40 mężczyzn z chorobą niedokrwinną serca (15 z przebytym i 25 bez przebytego zawału serca) w wieku średnio 49,2 lat, będących po koronarografii, skierowanych na scyntygraficzny test wysiłkowy ze wskazań klinicznych. U wszystkich badanych pacjentów wykonano koronarografię w II Samodzielnej Pracowni Hemodynamiki Instytutu Kardiologii w Warszawie. Wyniki koronarografii uzyskiwano z protokołów badania he-

modynamicznego zawartych w historiach chorób badanych osób

U wszystkich chorych wykonano jednocześnie elektrokardiograficzny, scyntygraficzny i sejsmograficzny test wysiłkowy w Pracowni Medycyny Nuklearnej Instytutu Kardiologii.

Próbę wysiłkową wykonywano na ergometrze rowerowym za pomocą aparatu Max 1 firmy Marquette z obciążeniem wzrastającym co 3 min o 50 W, stosując submaksymalne obciążenie, tzn. 85% maksymalnej częstotliwości serca dla danego wieku. Na szczycie wysiłku dożylnie podawano radioznacznik ($^{99m}\text{Tc-MIBI}$) w ilości ok. 11 MBq (megabekereli) na kg masy ciała. Wysilek kontynuowano jeszcze przez 1 min.

Badania przerywano, jeżeli osiągnięto wyznaczony limit tętna lub gdy wystąpiły objawy wymagające jego zakończenia, zgodnie z powszechnie przyjętymi kryteriami prowadzenia testu wysiłkowego (ból wieńcowy, zmęczenie, spadek ciśnienia skurczowego, obniżenie odcinka ST ≥ 2 mm). Za próbę dodatnią przyjęto horyzontalne lub skośne do dołu obniżenie odcinka ST o co najmniej 1 mm w odległości 80 ms od punktu J.

Rejestracji danych techniką SPECT dokonywano po upływie 1–2 h od momentu podania izotopu. Badanie spoczynkowe wykonywano innego dnia w odstępie nie dłuższym niż tydzień. Podawano taką samą dawkę radioznacznika jak w badaniu wysiłkowym.

Scyntyografię rejestrowano w 64 projekcjach. Do oceny ukrwienia zastosowano dwie skale 3-stopniowe.

— podczas wysiłku:

- maks. — maksimum ukrwienia;
- (–) — niewielki ubytek ukrwienia;
- (– –) — umiarkowany ubytek ukrwienia;
- (– – –) — duży ubytek ukrwienia;

— w spoczynku:

- (+) — częściowa poprawa ukrwienia w stosunku do wysiłku;
- (+ +) — całkowita poprawa ukrwienia w stosunku do wysiłku;
- bz — bez poprawy ukrwienia w stosunku do wysiłku.

Za próbę dodatnią przyjęto niewielkie, umiarkowane lub duże ubytki w ukrwieniu, trwałe, tzn. takie same podczas wysiłku i w spoczynku, lub przejściowe, z częściową poprawą lub całkowitą normalizacją perfuzji w spoczynku.

Sejsmograficzny test wysiłkowy wykonywano w połączeniu z elektrokardiograficznym testem wysiłkowym. Nie zakłócał on toku elektrokardiograficznej próby wysiłkowej. Badanie polegało na

trzech 1-minutowych rejestracjach w pozycji leżącej przed próbą oraz 2 i 5 min po próbie. Do rejestracji używano czujnika (akcelerometru), który umieszczano na mostku tuż powyżej wyrostka miedzykostnego oraz trzech dodatkowych elektrod na klatce piersiowej. Krzywe sejsmokardiograficzne oceniano 2-krotnie, bez znajomości wyników koronarografii. Autorzy metody opracowali kryteria diagnostyczne rozpoznawania niedokrwienia, których używa się do wykrywania istotnych zmian morfologii zapisu sejsmokardiograficznego, podobnie jak ocenia się zmiany ST-T w EKG. W naszych badaniach za wynik dodatni próby SCG przyjęto wystąpienie w wysiłkowym SCG następujących zmian: obniżenie amplitudy fali AO $\geq 50\%$, brak skrócenia lub wydłużenia okresu przedwyrzutowego Q-AO oraz znaczna zmiana morfologii wysiłkowej krzywej SCG w stosunku do spoczynkowej.

Wartość diagnostyczną elektrokardiograficznej, sejsmokardiograficznej i izotopowej próby wysiłkowej ustalono w odniesieniu do koronarografii. Za istotne przyjmowano zwężenie $\geq 50\%$ w co najmniej jednej z trzech głównych tętnic wieńcowych. Oceniano i porównywano czułość, specyficzność, pozytywną wartość prognostyczną, negatywną wartość prognostyczną i dokładność EXT, SCG i SPECT w całej grupie badanych oraz w następujących podgrupach: zwężenie $\geq 50\%$ w jednej ($n = 15$), dwóch ($n = 11$) i trzech ($n = 8$) tętnicach, przebyty zawał ($n = 15$), bez zawału ($n = 25$) oraz w podgrupie z przemijającymi ($n = 18$) i trwałymi ($n = 20$) ubytkami ukrwienia w scyntygramie. Wyniki opracowano przy użyciu testu McNamara. Za znamienne statystycznie przyjęto wartości $p < 0,05$.

Wyniki

Wyniki scyntygrafii wysiłkowej techniką SPECT, sejsmokardiograficznej i elektrokardiograficznej próby wysiłkowej w grupie 40 chorych przedstawia tabela 1.

Sejsmokardiografia wysiłkowa okazała się istotnie czulszą ($p < 0,01$) i dokładniejszą ($p < 0,04$) metodą wykrywania niedokrwienia niż wysiłkowa

próba elektrokardiograficzna. Natomiast czułość i dokładność SPECT nieznacznie przewyższały czułość i dokładność sejsmokardiograficznej próby wysiłkowej przy braku istotnej statystycznie różnicy między tymi wartościami (ryc. 1). Specyficzność wszystkich trzech prób nie różniła się istotnie. Sejsmokardiograficzna próba wysiłkowa okazała się istotnie czulszą metodą wykrywania niedokrwienia niż próba elektrokardiograficzna dla trwałych ubytków perfuzji: $p < 0,04$. Dla przemijających ubytków perfuzji wartości te nie różniły się istotnie. Czułość próby sejsmokardiograficznej w porównaniu ze SPECT nie różniła się istotnie zarówno dla trwałych, jak i przemijających ubytków w ukrwieniu (ryc. 2). W porównaniu z próbą EXT, SPECT okazała się metodą istotnie czulszą zarówno dla przemijających ($p < 0,01$), jak i trwałych ($p < 0,002$) ubytków perfuzji w scyntygramie. U osób z przebyłym zawałem serca SPECT wykazała się 100-procentową czułością przy 78,6 % czułości próby sejsmokardiograficznej: $p = 0,06$. W grupie bez przebytego zawału czułość SPECT tylko nieznacznie przewyższała czułość próby sejsmokardiograficznej. Różnica ta była nieistotna statystycznie. W porównaniu z próbą elektrokardiograficzną SPECT okazała się istotnie czulsza w grupie pacjentów z przebyłym zawałem: $p < 0,004$ i bez przebytego zawału serca: $p < 0,04$ (ryc. 3). W przypadku zmian w jednym, dwóch i trzech naczyniach różnice czułości SPECT i sejsmokardiografii były nieistotne. W porównaniu z próbą elektrokardiograficzną SPECT i SCG okazały się istotnie czulsze w podgrupie ze zwężeniem $\geq 50\%$ w jednej tętnicy ($p < 0,02$) (ryc. 4).

Dyskusja

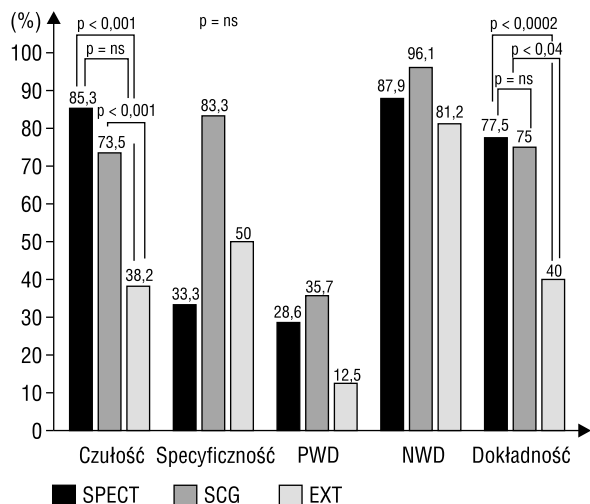
Rozpoznawanie choroby wieńcowej przy użyciu technik nieinwazyjnych ma istotne znaczenie w ustalaniu stopnia zaawansowania choroby i kwalifikacji do badań inwazyjnych.

Ciągle poszukuje się nowych możliwości diagnostycznych, jak również udoskonala już istniejące. Jedną z nowych metod nieinwazyjnych wykrywania niedokrwienia mięśnia sercowego jest sejsmokardio-

Tabela 1. Wyniki elektrokardiograficznej, sejsmokardiograficznej i scyntygraficznej próby wysiłkowej

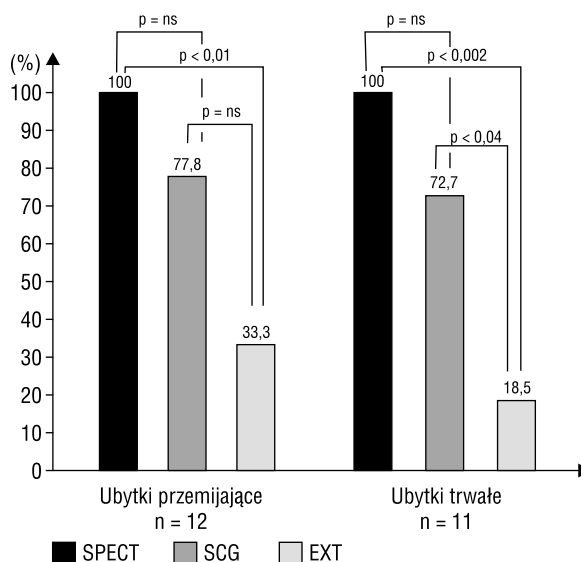
Table 1. Results of ETT, SCG and SPECT

	Prawdziwe dodatnie	Fałszywe ujemne	Fałszywe dodatnie	Prawdziwe ujemne	
SPECT	29	5	4	2	40
EXT	13	21	3	3	40
SCG	25	9	1	5	40



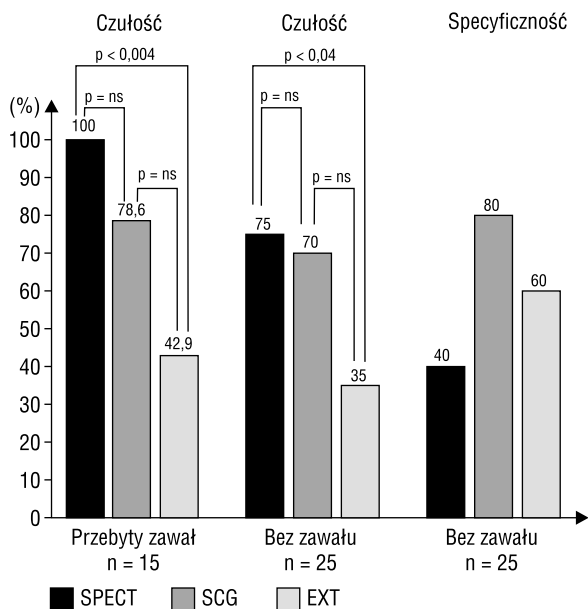
Ryc. 1. Porównanie wartości diagnostycznej seismokardiograficznej, elektrokardiograficznej i scyntygraficznej próby wysiłkowej.

Fig. 1. Comparison of diagnostic value of SCG, EXT and SPECT.



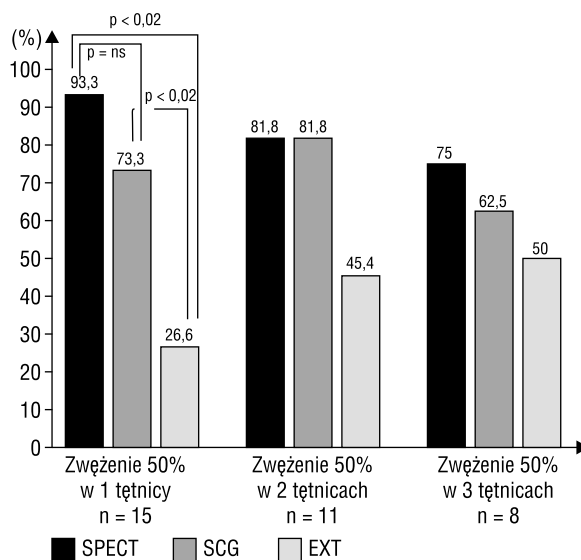
Ryc. 2. Porównanie wartości diagnostycznej SCG, EXT w przemijających i trwałych ubytkach perfuzji w scyntygramie — czułość.

Fig. 2. Comparison of diagnostic value of SCG, EXT in case of irreversible losses perfusion in scintigram — sensitivity.



Ryc. 3. Porównanie wartości diagnostycznej SCG, EXT i SPECT w grupach z przebyłym i bez przebytego zawału serca.

Fig. 3. Comparison of diagnostic value of SCG, EXT and SPECT in groups after MI and without MI.



Ryc. 4. Porównanie wartości diagnostycznej SCG, EXT i SPECT w zależności od liczby zwężonych tętnic wieńcowych — czułość.

Fig. 4. Comparison of diagnostic value of SCG, EXT and SPECT depending on number of narrowed coronary arteries.

graficzna próba wysiłkowa. W badaniach autorów SCG okazała się istotnie czulszą metodą wykrywania niedokrwienia niż EXT i równie czułą jak SPECT.

W pracach Wilsona w 129-osobowej grupie chorych SCG również okazała się czulszą metodą wykrywania niedokrwienia niż EXT (73 vs 48%). Wyniki te pokrywają się z rezultatami uzyskanymi przez autorów niniejszej pracy zarówno w zakresie SCG, jak i EXT [31]. Malczewska potwierdziła istotną przewagę SCG nad EXT w rozpoznawaniu choroby niedokrwiennej serca. Czułość SCG w 110-osobowej grupie osób z chorobą wieńcową wynosiła 86% w porównaniu z 50% w przypadku EXT [32].

Większość autorów (Wilson, Crook, Salerno, Zanetti) w swoich pracach wykazała wyższą czułość SCG niż EXT w wykrywaniu niedokrwienia — przewagę diagnostyczną SCG nad EXT w zależności od stopnia zaawansowania i rozległości zmian w naczyniach [33–38]. W badaniach autorów SCG okazała się istotnie czulszą metodą wykrywania niedokrwienia w porównaniu z EXT w zakresie zmian $\geq 50\%$ w jednej tętnicy wieńcowej. W przypadku zmian w dwóch i trzech tętnicach wieńcowych SCG również przewyższała czułością próbę EXT, ale bez istotnej statystycznie różnicy między wartościami.

Wskaźniki skuteczności diagnostycznej, czyli czułość, specyficzność, pozytywna wartość prognostyczna, negatywna wartość prognostyczna i dokładność, nie różniły się istotnie z uzyskanymi ze scyntygraficznej i sejsmokardiograficznej próby wysiłkowej. Brak istotnych różnic obserwowano zarówno w całej 40-osobowej grupie, jak i w podgrupach z przebyłym i bez przebytego zawału serca, ze zwężeniem w jednym, dwóch, trzech naczyniach oraz w przypadku trwałych i przemijających ubytków w ukrwieniu w scyntygramie.

Uzyskane przez autorów wyniki nie różniły się od wyników z *Mineapolis Heart Institute* uzyskanych w grupie 89 osób z chorobą wieńcową serca, gdzie czułość badania scyntygraficznego wyniosła 83% (w badaniach autorów 85,3%), a sejsmokardiografii

— 81% (w badaniach autorów — 73,5%). Czułość próby sejsmokardiograficznej dla trwałych ubytków w ukrwieniu wyniosła 78% (w badaniach autorów — 72,7%), a dla ubytków przemijających 78% (w badaniach autorów — 77,8%) [39].

W porównaniu z elektrokardiograficzną próbą wysiłkowej SPECT okazała się istotnie czulszą metodą diagnostyczną zarówno w całej 40-osobowej grupie badanych ($p < 0,001$), jak i w podgrupach z przebyłym zawałem serca ($p < 0,004$), bez przebytego zawału ($p < 0,04$) oraz w przypadku izolowanego zwężenia w jednej tętnicy ($p < 0,02$). Czułość SPECT przewyższała istotnie czułość elektrokardiograficznej próby wysiłkowej w zakresie przemijających ($p < 0,01$) i trwałych ($p < 0,002$) ubytków ukrwienia w scyntygramie. Przewaga wartości badania scyntygraficznego nad elektrokardiograficznym znajduje potwierdzenie w pracach innych autorów [8, 15, 19, 40, 41].

Niewątpliwie podstawą diagnostyki nieinwazyjnej choroby niedokrwiennej serca nadal pozostanie elektrokardiograficzna próba wysiłkowa. Sejsmokardiografia może być użyteczną metodą podnoszącą wartość diagnostyczną próby elektrokardiograficznej, szczególnie w wyodrębnieniu chorych ze wskazaniami do diagnostyki inwazyjnej

Wnioski

1. Sejsmokardiografia wysiłkowa jest metodą nieinwazyjną wykrywającą niedokrwienie spowodowane 50-procentowym lub większym zwężeniem głównych tętnic wieńcowych.
2. Sejsmokardiografia wysiłkowa jest czulszą metodą wykrywania niedokrwienia w chorobie wieńcowej niż elektrokardiograficzna próba wysiłkowa.
3. Czułość sejsmokardiografii wysiłkowej w wykrywaniu niedokrwienia jest porównywalna z czułością scyntygraficznej próby wysiłkowej techniką SPECT.

Streszczenie

Sejsmokardiografia wysiłkowa i choroba niedokrwienna serca

Wstęp: *Sejsmokardiografia wysiłkowa jest nową nieinwazyjną metodą wykrywania niedokrwienia w chorobie niedokrwiennej serca. Jest to przedsercowa rejestracja fal niskiej częstotliwości produkowanych przez serce w czasie pracy mechanicznej i przenoszonych na powierzchnię klatki piersiowej.*

Cel pracy: Ocena przydatności sejsmokardiografii wysiłkowej w diagnostyce niedokrwienia u pacjentów z chorobą niedokrwinną serca w odniesieniu do elektrokardiograficznej i scyntygraficznej próby wysiłkowej.

Materiał i metody: Analizą objęto 40 mężczyzn z chorobą niedokrwinną serca, w wieku średnio 49,2 lat, skierowanych na scyntygraficzny test wysiłkowy ze wskazań klinicznych, będących po koronarografii. U wszystkich chorych wykonywano jednocześnie elektrokardiograficzny (EXT), scyntygraficzny (SPECT) i sejsmokardiograficzny (SCG) test wysiłkowy. Wartość diagnostyczną powyższych testów ustalono w odniesieniu do koronarografii. Za istotne przyjmowano zwężenie $\geq 50\%$ w co najmniej jednej z trzech dużych tętnic wieńcowych. Oceniano i porównywano czułość, specyficzność, pozytywną i negatywną wartość prognostyczną oraz dokładność tych trzech testów w całej grupie i w podgrupach.

Wyniki: SCG okazała się istotnie czulszą ($p < 0,01$) i dokładniejszą ($p < 0,04$) metodą wykrywania niedokrwienia niż EXT. Natomiast czułość i dokładność SPECT nieznacznie przewyższała czułość i dokładność SCG przy braku istotnej statystycznie różnicy między wartościami. Czulość próby SCG w porównaniu ze SPECT nie różniła się istotnie zarówno dla trwałych, jak i przemijających ubytków w ukrwieniu. W przypadku zmian w jednym, dwóch i trzech naczyniach różnice czułości SPECT i SCG były nieistotne. W porównaniu z EXT SPECT i SCG okazały się istotnie czulsze w podgrupie ze zwężeniem $\geq 50\%$ w jednej tętnicy ($p < 0,02$).

Wnioski: Sejsmokardiografia wysiłkowa jest czulszą metodą wykrywania niedokrwienia w chorobie wieńcowej w porównaniu z EXT. Czulość SCG wysiłkowej jest porównywalna z czułością scyntygraficznej próby wysiłkowej. (Folia Cardiol. 2001; 8: 381–388)

choroba niedokrwienna serca, próba wysiłkowa, sejsmokardiografia, scyntygrafia

Piśmiennictwo

1. Chaitman B.R. The changing role of the exercise electrocardiogram as a diagnostic and prognostic test for chronic ischemic heart disease. J. Am. Coll. Cardiol. 1986; 8: 1195–1210.
2. Goldman L., Cook E.F., Mitchel N. i wsp. Incremental value of the exercise test for diagnosing the presence or absence of coronary artery disease. Circulation 1982; 66: 945–953.
3. Goldschlager N., Selzer A., Conn K. Treadmill stress tests as indicators of presence and severity of coronary artery disease. Ann. Intern. Med. 1976; 85: 277–286.
4. Gohlke H., Samek L., Betz P., Roskamm H. Exercise testing provides additional prognostic information and angiographically defined subgroups of patients with coronary artery disease. Circulation 1983; 68: 979–985.
5. Jasiński K. Choroba niedokrwienna serca. PZWL, Warszawa 1987; 138.
6. Skorykow-Sapińska A., Sadowski Z. Znaczenie elektrokardiografii wysiłkowej w rozpoznawaniu choroby wieńcowej. W: Wczesne rozpoznawanie choroby wieńcowej za pomocą wybranych metod nieinwazyjnych. Instytut Kardiologii, Warszawa 1993; 17.
7. Gianrossi R., Detrano R., Mulvihill D. i wsp. Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease a meta-analysis. Circulation 1989; 80: 87–89.
8. Gould K., Lance i wsp. How accurate is thallium exercise testing for the diagnosis of coronary artery disease? J. Am. Coll. Cardiol. 1989; 15: 1487–1490.
9. Iskandrian A.S., Hakki A.H. Thallium 201 myocardial scintigraphy. Am. Heart J. 1985; 109: 113–129.
10. Marcus ML., White CW., Kirchner PT. i wsp. Isn't it time to reevaluate the sensitivity of noninvasive approaches for the diagnosis of coronary artery disease. J. Am. Coll. Cardiol. 1986; 8: 1033–1034.
11. Staniloff H.M., Diamoud G.A., Pollock B.H. Probabilistic diagnosis and prognosis of coronary artery disease. J. Cardiac. Rehabil. 1984; 4: 18.
12. Tamaki N., Yonekura Y., Mukai T. i wsp. Stress Thallium 201 transaxial emission computed tomography: quantitative versus qualitative analysis for evaluation of coronary artery disease. J. Am. Coll. Cardiol. 1984; 4: 1213–1221.

13. Wilson R.F., Marcus M.L., Christensen B.V. i wsp. Accuracy of exercise electrocardiography in detecting physiologically significant coronary arterial lesions. *Circulation* 1991; 83: 412–421.
14. Zaret Barry L., Wackers F.J. Nuclear cardiology. *N. Engl. J. Med.* 1993; 329: 775–861.
15. Bailey I.K., Griffith L.S., Roulean J. i wsp. Thallium 201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise. Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* 1977; 55: 79–87.
16. Canhasi B., Dae M., Botvinick E. i wsp. Interaction of “supplementary” scintigraphic indicators of ischemia and stress electrocardiography in the diagnosis of multivessel coronary disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1985; 6: 581–588.
17. Chaitman B.R., Brevers G., Dupras G. i wsp. Diagnostic impact of thallium scintigraphy and cardiac fluoroscopy when the exercise ECG is strongly positive. *Am Heart J.* 1984; 108: 260–265.
18. Currie P.J., Kelly M.J., Harper R.W. i wsp. Incremental value of clinical assessment, supine exercise electrocardiography and biplane exercise radionuclide ventriculography in the prediction of coronary artery disease in men with chest pain. *Am. J. Cardiol.* 1983; 52: 927–935.
19. De Pasquale Eugene E., Nody A.C., Depuey E.G. i wsp. Quantitative rotational Thallium 201 tomography for identifying and localizing coronary artery disease. *Circulation* 1988; 77: 316–327.
20. Hecht H.S., Blumfield D.E., Hopkins J.M. i wsp. Single dose exercise and redistribution Thallium 201 scanning in the diagnosis of myocardial ischemia and coronary artery disease. *Chest* 1980; 77: 359–368.
21. Verani M.S., Marcus M.L., Razzak H.A. i wsp. Sensitivity and specificity of Thallium 201 perfusion scintigrams under exercise in the diagnosis of coronary artery disease. *J. Nucl. Med.* 1978; 19: 773–782.
22. Dąbrowski M. Ocena skuteczności leczenia choroby wieńcowej przy pomocy przezskórnej śródniczyńowej koronaroplastyki (PTCA). Rozprawa habilitacyjna. Instytut Kardiologii, Warszawa 1993, 107–108.
23. McCarthy D.M., Sciacca R.R., Bloods D.K., Cannon P.J. Discriminant function analysis using Thallium-201 scintiscans and exercise stress test variables to predict the presence and extent of coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 1982; 49: 1917–1926.
24. Teresińska A. Tomografia emisyjna w kardiologii. Instytut Kardiologii, Warszawa 1994; 2.
25. Zoneraich S. Seismocardiography is not a new term. *Am. J. Cardiol.* 1992; 69: 573–574.
26. Crow R. Seismocardiography for measurement of left ventricular performance at rest and immediately post exercise. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1991; 17: 352A.
27. Salerno D., Zanetti J., Goldenberg I. i wsp. Exercise seismocardiography for detection of coronary artery disease: a preliminary report. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1989; 13 (supl. A): 127A.
28. Salerno D., Zanetti J., Green L. i wsp. Qualitative exercise seismocardiography for detection of moderate and severe multivessel coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1990; 15: 44A.
29. Salerno D., Zanetti J., Poliac L. i wsp. Exercise seismocardiography for detection of coronary artery disease. *Am. J. Noninvas. Cardiol.* 1992; 6: 321–330.
30. Wilson R., Bamrah V., Lindsay J. i wsp. Improved accuracy of seismocardiography versus electrocardiography for diagnosis of coronary artery disease during exercise testing. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1992; 19: 67A.
31. Wilson R.A. Diagnostic accuracy of seismocardiography compared with electrocardiography for the anatomic and physiologic diagnosis of coronary artery disease during exercise testing. *Am. J. Cardiol.* 1993; 71: 536–545.
32. Malczewska B., Szwed H., Kowalik J., Kośmicki M., Wiernikowski A. Sejsmokardiografia wysiłkowa w rozpoznawaniu choroby wieńcowej. *Kardiol. Pol.* 1995; 43: 5–11.
33. Bartel A.G., Behar V.S., Peter R.H. i wsp. Graded exercise stress tests in angiographically documented coronary artery disease. *Circulation* 1974; 49: 348–356.
34. Detrano R., Gianrossi R., Mulvihill D. Exercise-induced ST segment depression in the diagnosis of multivessel coronary disease: A meta analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1989; 14: 1501–1508.
35. Detrano R., Salcedo E., Passalacqua M. i wsp. Exercise electrocardiographic variables: A critical appraisal. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1986; 8: 836–847.
36. Detrano R., Yiannikas J., Salcedo E. i wsp. Bayesian probability analysis: a prospective demonstration of its clinical utility in diagnosing coronary disease. *Circulation* 1984; 69: 541–547.
37. Detry J.M., Kapita B.M., Cosyns J. i wsp. Diagnostic value of history and maximal exercise electrocardiography in men and women suspected of coronary heart disease. *Circulation* 1977; 56: 756–761.
38. Epstein S.E. Value and limitation of the electrocardiographic response to exercise in the assessment of patients with coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 1978; 42: 667–674.
39. Seismed Instruments Incorporated Seismocardiography — clinical study report. Minneapolis Heart Institute 1992.
40. Jengo J.A., Freeman R., Brizendine M., Mena I. Detection of coronary artery disease: comparison of exercise radionuclide angiocardiology and Thallium stress perfusion scanning. *Am. J. Cardiol.* 1980; 45: 535–541.

41. Maddahi J., Vantrain K., Prigent F. i wsp. Quantitative single photon emission computed Thallium-201 tomography for detection and localization of coronary artery disease. Optimization and prospective validation of a new technique. J. Am. Coll. Cardiol. 1989; 14: 1689–1699.