

RISCU AL ARITMOGEN AL TESTĂRII DE EFORT

ADINA MĂLAI¹, D. ZDRENGHEA²^{1,2}Spitalul Clinic de Recuperare Cluj-Napoca

Cuvinte cheie: test de efort, aritmii, factori de risc cardiovascular

Rezumat: Scopul studiului: În ultimii douăzeci de ani indicația efectuării testului de efort s-a lărgit, acesta fiind folosit atât în scop diagnostic, cât și în evaluarea pacienților cu afecțiuni cardiovasculare. În aceeași perioadă, prevalența tulburărilor de ritm a crescut semnificativ, la pacienții cardiaci, susținând reevaluarea riscului aritmogen al testului de efort. Metodă: au fost studiate 1110 teste de efort consecutive, indicate în scop diagnostic sau de evaluare. Au fost excluși subiecții care au prezentat tulburări de ritm în repaus, imediat înaintea testului. În acest studiu au fost luate în considerare ca tulburări de ritm atât tahiaritmii (cu excepția tahicardiei sinusale), cât și tulburările de conducere și în timpul testului de efort și în următoarele 10 minute și au fost corelate cu (unii) factori de risc cardiovascular, etiologia bolii cardiace și performanța ventriculului stâng. Rezultate: grupul studiat a constat din 1110 pacienți, 589 femei și 521 bărbați, în vârstă de 55,25 +/-9,78 ani, diagnosticați cu cardiopatie ischemică (64,1%), cardiomiopatie dilatativă (4,1%), antecedente de aritmii (8,92%) și subiecți sănătoși (22,88%). Un număr de 421 pacienți a fost adresat la testul de efort în scop diagnostic. Tulburările de ritm au fost înregistrate în timpul testului de efort în 21,8% din cazuri și după efort în 13,0% din cazuri, iar tulburările de conducere în timpul și după efort au apărut la 2,2%. În timpul efortului tulburările de ritm au fost reprezentate de extrasistole ventriculare (13%), tahicardie ventriculară (1,1%), extrasistole supraventriculare (6,7%) și fibrilație atrială (0,4%). Extrasistolele ventriculare în timpul efortului nu au fost semnificativ mai frecvente la pacienții cu cardiopatie ischemică (12,6% vs 10,6%, p=0,14), exceptând infarctul miocardic vechi (24,5% vs 10,7%, p<0,001) și au apărut la 48% din pacienții cu FEVS <40% (vs 11,7% pacienți fără antecedente de infarct miocardic, p<0,05). Corelația cu performanța ventriculară stângă a fost susținută și de incidența mare a extrasistolelor ventriculare apărute la pacienții cu cardiomiopatie dilatativă (71,1%). S-au găsit, de asemenea, corelații între apariția EV și dislipidemie (8,7% vs 20%, p<0,05), fumat (12,1% vs 15,8%, p<0,15), hipertensiune (10,8% vs 19,7%, p<0,05), obezitate (29,1% vs 9,8%, p<0,001). Prezența EV imediat după efort este considerată a avea un risc aritmogen crescut. EV postefort au fost mai frecvent întâlnite la pacienții coronarieni (7% vs 1%, p<0,05), dislipidemie (19,6% vs 8,1%, p<0,005) și hipertensiune (6% vs 0%). Procentul mic de pacienți care a prezentat tahicardie ventriculară, nu oferă posibilitatea vreunei corelații. În ceea ce privește extrasistolele supraventriculare, singura corelație a fost cea cu FEVS (25% la pacienții cu FEVS<40% vs 7% la cei cu FEVS >40%, p<0,05), ceea ce sugerează că ele reprezintă un semn al performanței sistolice scăzute și al creșterii presiunii medii atriale. Concluzie: Riscul aritmogen al testului de efort este mic, fiind reprezentat în special de extrasistolele ventriculare, corelate cu funcția sistolică, infarctul miocardic vechi și factori de risc cardiovasculari. În schimb, nu s-a înregistrat nici un deced de cauză aritmică în timpul testului de efort.

Keywords: exercise test, arrhythmias, cardiovascular risk factors

Abstract: Background and purpose: In the last two decades, the indication of exercise stress testing (ET) enlarged, being used for diagnostic purposes and the evaluation of the great majority of cardiovascular patients. In the same period, the prevalence of arrhythmias significantly increased in cardiovascular patients, supporting a reevaluation of the arrhythmogenic risk of exercise stress testing. Methods: There were studied 1110 consecutively exercise stress tests, indicated for diagnosis or evaluation. There were excluded the subjects with arrhythmias at rest, immediately before ET. In the present study, there were taken into account tachyarrhythmias (except sinus tachycardia), but also conduction disturbances during and ten minutes after the ET and they were correlated with (some) cardiovascular risk factors, etiology of cardiovascular disease and left ventricular performance. Results: The studied group consisted in 1110 patients, 589 females and 521 males, aged of 55,25 +/- 9,78 years, diagnosed with ischemic heart disease (64,1%), dilated cardiomyopathy (4,1%), arrhythmias (8,92%) and healthy subjects (22,88%). A number of 421 of all patients were addressed to ET for diagnostic reason. Arrhythmias were registered during ET in 21,2% of all cases and after effort in 13,0% and conduction disturbances during ET and after effort in 2,2%. During exercise the arrhythmias were represented by ventricular premature beats (VPB) in 13%, ventricular tachycardia in 1,1%, supraventricular extrasystoles 6,7% and atrial fibrillation 0,4%. VPB weren't significantly more frequent in ischemic heart disease (12,6% vs 10,6%, p=0,14), except old myocardial infarction (24,5% vs 10,7%, p<0,001) and they were registered in 48% of the patients with LVEF <40% (vs 11,7% patients without old myocardial infarction, p<0,005). The correlation with left ventricular performance was also supported by the high incidence of VPB seen in

¹Autor Corespondent: Adina Mălai, Spitalul Clinic de Recuperare, str. Viilor 46-50, Cluj-Napoca, România, e-mail: adinamalai@yahoo.com, tel +40-(264) 20.70.21

ACTA MEDICA TRANSILVANICA Martie 2010; 2(1):39-42

dilated cardiomyopathy (71,1%). For VPB correlations were also registered with dyslipidemia (8,7% vs 20%, $p < 0,005$), smoking (12,1% vs 15,8%, $p < 0,15$), hypertension (10,8% vs 19,7%, $p < 0,005$), obesity (29,1% vs 9,8%, $p < 0,001$). The presence of VPB immediate after exercise is considered to have an increased arrhythmogenic risk. VPB were more frequent registered in patients with ischemic heart disease (7% vs 1%, $p < 0,05$), dyslipidemia (19,6% vs 8,1%, $p < 0,005$) and hypertension (6% vs 0%). The small percent of the patients who presented ventricular tachycardia don't offer the possibility of any correlation. In case of supraventricular extrasystoles, the only correlation was registered with LVEF (25% in patients with LVEF < 40% vs 7% in LVEF > 40%, $p < 0,005$), which suggests that they represent a sign of depressed left ventricular systolic performance and increased mean atrial pressure. Conclusion: The arrhythmogenic risk of ET is low, being represented mainly by ventricular premature beats, correlated with left ventricular performance, old myocardial infarction and some cardiovascular risk factors. In turn, no cardiac arrhythmic death was registered during exercise stress testing.

INTRODUCERE

În ultimii douăzeci de ani indicația efectuării testului de efort s-a lărgit, acesta fiind folosit atât în scop diagnostic (la pacienții cu suspiciune de cardiopatie ischemică), cât și în evaluarea majorității pacienților cu afecțiuni cardiovasculare diverse, fiind o metodă de evaluare neinvazivă eficientă și puțin costisitoare. (1)

Se cunoaște faptul că în cardiopatia ischemică, dar și în cazul cardiomiopatiei dilatative și cardiopatiilor valvulare prevalența tulburărilor de ritm este mare, acestea fiind cauzate de modificarea substratului miocardic (dilatarea cavitațiilor, fibroza miocardică), ischemie și activare neuro-umorală. În cazul pacienților cu insuficiență cardiacă există și alți factori responsabili de inducerea aritmiilor, cum ar fi: tulburările electrolitice (hipo-, hiperpotasemia, hipomagneziemia), interacțiunile medicamentoase cu funcția contractilă și stabilitatea electrică (antiaritmice, digitala, blocanți ai canalelor de calciu), alte comorbidități (hipertiroidism, afecțiuni respiratorii). (2-5)

Datorită acestor numeroase cauze ce produc creșterea incidenței tulburărilor de ritm în rândul pacienților cu afecțiuni cardiovasculare și datorită modificării profilului aritmogen al cardiopatiei ischemice am considerat că ar putea fi util de reevaluat riscul aritmogen al testului de efort în scopuri practice.

SCOPUL STUDIULUI

Scopul studiului este reevaluarea riscului aritmogen al testului de efort la pacienții cardiaci, ca urmare a creșterii semnificative a prevalenței tulburărilor de ritm.

MATERIAL ȘI METODĂ

Au fost studiate 1110 teste de efort consecutive, efectuate în perioada ianuarie 2007-iunie 2007 în secția de Cardiologie a Spitalului Clinic de Recuperare Cluj-Napoca, indicate în scop diagnostic sau de evaluare a unor pacienți cu afecțiuni cardiovasculare cunoscute.

Testul de efort a fost realizat pe cicloergometru, și a constat din înregistrarea ECG și TA în repaus, urmate de trepte succesive de 25W a câte 3 minute fiecare până la oprirea testului datorită atingerii frecvenței cardiace maxime (220-varsta) sau apariției simptomelor sau modificărilor ECG, cu monitorizarea permanentă a ECG-ului și TA.

Au fost excluși subiecții care au prezentat tulburări de ritm în repaus, imediat înaintea începerii testului. În studiu au fost luate în considerare ca tulburări de ritm atât tahiaritmiile (cu excepția tahicardiei sinusale): extrasistole ventriculare și supraventriculare, tahicardie paroxistică supraventriculară, fibrilație atrială, tahicardie ventriculară, cât și tulburările de conducere (blocuri de ramură sau atrioventriculare) apărute în timpul testului de efort și în următoarele 10 minute.

Tulburările de ritm au fost corelate cu (unii) factori de risc cardiovascular (dislipidemie, fumat, hipertensiune arterială), etiologia bolii cardiace și performanța ventriculară stângă

(FEVS), cu stabilirea corelațiilor în funcție de valoarea limită 40%. Dislipidemia a fost definită prin una sau mai multe din următoarele valori: colesterol total > 200 mg%, HDL < 40 mg %, LDL > 100 mg %; hipertensiunea arterială a fost considerată prezentă dacă la internare valoarea acesteia depășea 140/90 mmHg la pacienții fără diabet zaharat și 130/80 mmHg la cei cu diabet zaharat. S-au considerat fumători cei cu consum de peste 10 țigarete/zi.

Datele au fost analizate folosind SPSS 8.0 pentru Windows. Au fost calculate deviațiile standard și medii pentru variabilele cantitative distribuite normal. Diferențele între variabilele cantitative au fost examinate folosind testul Student (testul T independent), iar pentru variabilele calitative am folosit testul χ^2 . Valoarea p mai mică decât 0,05 a fost considerată ca fiind semnificativă din punct de vedere statistic.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Grupul studiat a constat din 1110 pacienți, 47,9% femei, cu vârste cuprinse între 30 și 76 de ani, cu o medie de vârstă de 55,25 \pm 9,788 ani, diagnosticați cu cardiopatie ischemică (64,1%), cardiomiopatie dilatativă (4,1%), antecedente de aritmii (8,92%) și subiecți sănătoși (22,88%). Pacienții cu cardiopatie dilatativă de etiologie ischemică au fost încadrați în grupul cu cardiopatie ischemică. Un număr de 421 pacienți au fost adresați testului de efort în scop diagnostic. Tulburările de ritm au fost înregistrate per global în timpul testului de efort în 21,8% din cazuri și după efort în 13% din cazuri, iar tulburările de conducere în timpul efortului au apărut la 2,2%.

În timpul efortului tulburările de ritm au fost reprezentate de extrasistole și fibrilație atrială (0,4%).

La subiecții sănătoși în timpul testului au apărut doar extrasistole ventriculare izolate (10,6%) și extrasistole supraventriculare izolate (3,2%).

Extrasistolele ventriculare în timpul efortului nu au fost semnificativ mai frecvente la pacienții cu cardiopatie ischemică față de cei sănătoși (12,6% vs 10,6%, $p = 0,14$), excepție făcând pacienții cu infarct miocardic vechi la care extrasistolele au fost semnificativ mai frecvente față de cei fără infarct (24,5% vs 10,7%, $p < 0,001$). De asemenea extrasistolele ventriculare au apărut la 48% din pacienții ischemici cu FEVS < 40% vs 11,7% cu FEVS > 40%, $p < 0,001$. Corelația cu performanța ventriculară stângă a fost susținută și de incidența mare a extrasistolelor ventriculare apărute la pacienții cu cardiomiopatie dilatativă (71,1%).

Procentul mic de pacienți care au prezentat tahicardie ventriculară (1,7%) nu oferă posibilitatea vreunei corelații, dar este de remarcat faptul că tahicardia ventriculară a apărut numai la pacienți cu cardiopatie ischemică.

Aritmiile supraventriculare sunt mai puțin frecvente decât cele ventriculare (7,2% vs 13,5%, $p < 0,05$). Au fost reprezentate de extrasistole supraventriculare în 6,8% din cazuri și de fibrilația atrială în 0,4%. Incidența lor este maximă în

ASPECTE CLINICE

grupul pacienților dilatativi (26,7%). Singura corelație posibilă a fost cea cu FEVS (25% la pacienții cu FEVS<40% vs 7% la cei cu FEVS >40%, p<0,001), ceea ce sugerează că ele prezintă un indicativ al performanței sistole scăzute și al creșterii presiunii telediastolice VS și implicit a celei medii atriale.

Tulburările de conducere apărute în timpul testului de efort, au avut incidență redusă (2,2%) și au apărut numai la pacienții cu cardiopatie ischemică. În studiul de față au fost reprezentate de blocul de ramură stângă 80% și blocul de ramură dreaptă în restul cazurilor, neînregistrându-se blocuri atrio-ventriculare.

Având în vedere relația demonstrată deja în alte studii între tulburările de ritm apărute în timpul testului de efort și cardiopatia ischemică, am încercat să evidențiem și existența unor corelații între acestea și diferiții factori de risc cardiovasculari. Astfel s-au demonstrat corelații între apariția EV și dislipidemie (20% vs 8,7%, p<0,0001), fumat (15,8% vs 12,1%, p<0,15), hipertensiune (19,7% vs 10,8%, p<0,00048), obezitate (29,1% vs 9,8%, p<0,0001).

În ceea ce privește aritmiile supraventriculare, extrasistolele supraventriculare se corelează semnificativ în studiul de față cu prezența dislipidemiei (9,8% vs 2,1%, p<0,001) și fumatului (13% vs 6,1%, p<0,001). Prezența lor este nesemnificativ mai mare la obezi (7,6% vs 6,7%, p>0,05). Fibrilația atrială în timpul efortului a apărut, deși în procente mici, numai la fumători (4,2%) și diabetici (3,3%).

În cadrul studiului de față tulburările de ritm sunt frecvente la subiecții sănătoși, predominând extrasistolele ventriculare fără caractere de pericolozitate.

Extrasistolele supraventriculare sunt mai rare decât cele ventriculare. Nu s-au întâlnit tulburări de ritm cu risc vital la această categorie de subiecți. Aceste rezultate sunt identice cu cele din literatură în ceea ce privește tipul tulburărilor de ritm apărute în efort, dar mai mici ca valoare procentuală (27% în literatură pentru extrasistolele ventriculare și 5% pentru cele supraventriculare) (6-8), o explicație putând fi faptul că, deși înregistrarea s-a făcut continuu în timpul testului de efort, în studiul nostru au fost interpretate teste cu înregistrare ECG discontinuă, 5-6 complexe P-QRS pe treaptă.

Tulburările de ritm sunt maxime ca și număr absolut pentru pacienții cu cardiopatie ischemică, aceștia reprezentând majoritatea din lotul studiat (64%). Pe primul loc ca și prevalență sunt extrasistolele ventriculare, inclusiv cu caractere de pericolozitate (cuplete și salve).

În literatură aritmiile ventriculare sunt clasificate ca fiind frecvente și puțin frecvente (comparând incidența lor cu o valoare medie în lotul studiat). (9-11) Tahicardia ventriculară este studiată separat, având în vedere severitatea acesteia. Procentul total înregistrat de noi este, ca și la categoria precedentă, ușor mai mic decât în studiile de specialitate (extrasistolele ventriculare apar la 27% din pacienții cu afectare coronariană demonstrată angiografic, și la numai 9% din cei cu angiografie normală; tahicardia ventriculară are o incidență de până la 1,5%). (9-19) Explicația poate fi atât înregistrarea discontinuă, cât și faptul că numeroase teste de efort nu au fost concludente, datorită neatingerii frecvenței cardiace maxime, și se cunoaște faptul că tulburările de ritm apar la frecvențe cardiace mai mari (>130/min).

Extrasistolele supraventriculare și fibrilația atrială au probabil semnificație de ischemie atrială sau de insuficiență ventriculară stângă. În alte studii extrasistolele supraventriculare au avut o prevalență de până la 24%, iar fibrilația atrială de 0,8%. (20-22)

Blocurile de ramură apar ceva mai rar în timpul testului de efort. Chiar și în cazul pacienților cu cardiopatie ischemică prevalența blocului de ramură stângă este citată în

literatură la doar 0,5% din pacienții studiați. (23) Nu s-a constatat prezența blocurilor atrio-ventriculare în timpul testului de efort pe traseele interpretate în cadrul studiului de față. De menționat este faptul că toți pacienții care au dezvoltat bloc de ramură în timpul efortului aveau cardiopatie ischemică deja cunoscută.

În lucrarea de față cardiomiopatia dilatativă s-a dovedit a fi cea mai aritmogenă boală cardiovasculară. Extrasistolele ventriculare au fost prezente la 4/5 dintre bolnavi; absența caracterelor de pericolozitate derivă probabil din faptul că toți bolnavii se aflau sub tratament cu betablocante sau/și antiaritmice.

Extrasistolele supraventriculare au fost înregistrate la 1/4 din pacienții cu cardiopatie dilatativă. Având în vedere faptul că la pacienții cu cardiopatie dilatativă performanța ventriculară stângă este compromisă și ca urmare cresc atât presiunea telediastolică, cât și cea medie atrială, ne-am fi așteptat ca incidența extrasistolelor supraventriculare la efort să fie chiar mai mare. Din datele noastre am observat că marea majoritate a pacienților cu fracție de ejeție sever depreciată sunt în fibrilație atrială persistentă/permanentă, iar acesta a fost un criteriu de excludere în studiul de față. În cardiomiopatia dilatativă domină tahiaritmiile, bradiaritmiile fiind rare sau absente, pe parcursul testului de efort.

Datele obținute concordă cu cele din literatură, care au evidențiat la pacienții cu insuficiență cardiacă, indiferent de etiologie cea mai mare incidență a aritmiilor ventriculare și supraventriculare: 60 și respectiv 40%. (11-15)

Studiile de specialitate sunt sărace în ceea ce privește corelațiile tulburărilor de ritm cu factorii de risc cardiovascular. Un studiu recent (24) a demonstrat scăderea incidenței extrasistolelor ventriculare în timpul și postefort la pacienții care se aflau sub tratament cu statine, dar rezultatele obținute au fost independente de nivelul colesterolului seric. Datele cu referire la asocierea dintre tulburările ventriculare de ritm și nivelul colesterolului seric sunt insuficiente. (9,25-26)

Există câteva studii care arată că extrasistolele ventriculare se corelează semnificativ statistic doar cu fumatul, asocierea cu obezitatea nefiind semnificativă.

De asemenea, în ceea ce privește corelațiile tahicardiei ventriculare cu factorii de risc cardio-vasculari, în literatură datele sunt nesistematizate, studiindu-se doar corelația dintre această tulburare de ritm și severitatea bolii cardiovasculare, respectiv a afectării coronariene. (13,17,25)

Tulburările de ritm supraventriculare, respectiv extrasistolele, se corelează semnificativ cu dislipidemia și fumatul, și nesemnificativ cu prezența diabetului zaharat. Fibrilația atrială a apărut numai la fumători și diabetici. O explicație a prezenței fibrilației atriale la diabetici poate fi prezența disfuncției diastolice cu creșterea presiunii atriale stângi. În alte studii de specialitate se observă corelații semnificative pentru toate tipurile de aritmii supraventriculare cu dislipidemia, hipertensiunea și cu fumatul. (6,26)

CONCLUZII

În concluzie se poate afirma că extrasistolele ventriculare și supraventriculare sunt cele mai întâlnite tipuri de aritmii apărute în timpul testului de efort. Antecedentele aritmice nu conferă creșterea riscului apariției lor la efort. Cardiopatia ischemică este singura asociată cu tulburări de ritm cu grad de pericolozitate în timpul efortului, deși numărul maxim de tulburări de ritm s-a înregistrat la pacienții cu cardiopatie dilatativă.

Riscul aritmogen al testului de efort este mic, fiind reprezentat în special de extrasistole, ventriculare sau supraventriculare.

Apariția aritmiilor la efort corelează cu unii factori de risc cardiovasculari, îndeosebi pentru aritmiile ventriculare.

BIBLIOGRAFIE

1. Jones NL. *Clinical Exercise Testing*. Philadelphia: WB Saunders, 4th edition, 1997
2. Michelson EL, Dreifus LS, The diagnosis of arrhythmias: the relative roles of the ECG, Holter monitoring, exercise stress testing, and electrophysiologic studies. *Med Times*. 2002;108(1):35-41
3. Raymond J, Gibbons, MD, FACC, FAHA et al., ACC/AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association. Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*, Oct 2002; 106: 1883 - 1892
4. Carina Blomström-Lundqvist, MD, PhD, FACC, FESC. ACC/AHA/ESC Guidelines for the Management of Patients With Supraventricular Arrhythmias. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Supraventricular Arrhythmias). *Circulation*, Oct 2003; 108: 1871 – 1909
5. Barsky AJ. Palpitations, arrhythmias and awareness of cardiac activity. *Ann Intern Med* 2001;134:832-7
6. Maurer MS, Shefrin EA, Fleg JL. Prevalence and prognostic significance of exercise-induced supraventricular tachycardia in apparently healthy volunteers. *Am J Cardiol*. 1995;75:788-792
7. J. Beckerman, Exercise Test-Induced Arrhythmias, *Progress in Cardiovascular Disease*, vol 47, 2005, pp 285-305
8. T. Jared Bunch, The Prognostic Significance of Exercise-Induced Atrial Arrhythmias, *Journal of the American College of Cardiology*, 2004
9. Cordini MA, Sommerfeldt L. Clinical significance and characteristics of exercise-induced ventricular tachycardia. *Cath Cardiovasc Diag* 2002; 7:227
10. Jeffrey J. Goldberger, MD, FAHA, FACC, FHRS; Michael E. Cain, MD, FAHA, FACC, FHRS et al.. American Heart Association/American College of Cardiology Foundation/Heart Rhythm Society Scientific Statement on Noninvasive Risk Stratification Techniques for Identifying Patients at Risk for Sudden Cardiac Death. A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Clinical Cardiology Committee on Electrocardiography and Arrhythmias and Council on Epidemiology and Prevention. *Journal of the American College of Cardiology* Vol. 52, No. 14, 2008
11. Stühlinger M, Hintringer F, Berger T, Palpitations in competitive athletes. Risks from premature beats, nonsustained tachycardia and preexcitation, *Herz*. 2009 Jun;34(4):315-22
12. Gorodeski EZ, Ishwaran H, Blackstone EH, Lauer MS. Quantitative electrocardiographic measures and long-term mortality in exercise test patients with clinically normal resting electrocardiograms. *Am Heart J*. 2009 Jul;158(1):61-70.e1
13. Eckart RE, Field ME, Hruczkowski TW, Forman DE, Dorbala S, Di Carli MF, Albert CE, Maisel WH, Epstein LM, Stevenson WG. Association of electrocardiographic morphology of exercise-induced ventricular arrhythmia with mortality. *Ann Intern Med*. 2008 Oct 7;149(7):451-60, W82
14. Beckerman J, Mathur A, Stahr S, Myers J, Chun S, Froelicher V. Exercise induced ventricular arrhythmias and cardiovascular death. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2005;10(1):47-52
15. Partington S, Myers J, Cho S, Froelicher V, Chun S. Prevalence and prognostic value of exercise-induced ventricular arrhythmias. *Am Heart J*. 2003;145(1):139-146
16. Morshedi-Meibodi A, Evans JC, Levy D, Larson MG, Vasan RS. Clinical correlates and prognostic significance of exercise-induced ventricular premature beats in the community: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2004;109(20): 2417-2422
17. Frolkis JP, Pothier CE, Blackstone EH, Lauer MS: Frequent ventricular ectopy after exercise as a predictor of death. *N Engl J Med* 2003;348:781-790
18. Slavich G, Fregolent R, Tuniz D, Slavich M. Exercise training parameters and pre- and post-test scores in the light of the most recent studies: review of the literature. *Ital Cardiol (Rome)*. 2008 Sep;9(9):615-26
19. Frederick E. Dewey, BA; John R. Kapoor. Ventricular Arrhythmias During Clinical Treadmill Testing and Prognosis. *Arch Intern Med*. 2008;168(2):225-234
20. Hilliard AA, Miller TD, Hodge DO, Gibbons RJ. Heart rate control in patients with atrial fibrillation referred for exercise testing. *Am J Cardiol*. 2008 Sep 15;102(6):704-8. Epub 2008 Jun 26
21. Prognostic Significance of Exercise-Induced Left Bundle-Branch Block, *JAMA*. 1998;279:153-156
22. Dewey FE, Perez M, Hadley D, Freeman JV, Wang P, Ashley EA, Myers J, Froelicher VF. J. Statin use and ventricular arrhythmias during clinical treadmill testing. *Cardiovasc Electrophysiol*. 2009 Feb;20(2):193-9. Epub 2008 Sep 3
23. Jouven X, Zureik M, Desnos M, Courbon D, Ducimetiere P: Long-term outcome in asymptomatic men with exercise-induced premature ventricular depolarizations. *N Engl J Med* 2000;343:826-833
24. Jean-Philippe Bagueta, Hypertension and Arrhythmia, *ESH Update of Hypertension management*, 2005; 6: No. 24
25. Mora S, Redberg RF, Cui Y, Whiteman MK, Flaws JA, Sharrett AR, Blumenthal RS: Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: A 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA* 2003;290:1600-1607
26. Lundberg GD. Recovery PVCs during treadmill testing tied to heart disease. *Medscape J Med*. 2008 Apr 17;10(4):93.