

KARDIOVASKULARNE OPASNOSTI TIJEKOM TJELESNOG VJEŽBANJA - IZNENADNA SMRT

Zijad Duraković¹, Marjeta Mišigoj-Duraković³, Radovan Medved³ i Josip Škavić²

¹Klinika za unutrašnje bolesti Rebro Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

²Zavod za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

³Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu

Stručni članak

UDK: 796.616.1:612

Primljeno: 15.05.1997.

Prihvaćeno: 20.02.1999.

Sažetak

Iznenađna smrt u zdravih osoba koje se bave tjelovježbom izuzetno je rijetka, jer je u njih srce zaštićeno od komplikacija. Izneseni su podaci o jedanaestoricima muškaraca koji su tijekom ili nakon tjelovježbe umrli na našem području u razdoblju od 1973. - 1998. godine. Trojica su bili sportaši u dobi od 21, dvojica od 29 godina, a osmorica su se bavili rekreativskom tjelovježbom i bili su u dobi od 33, 34, 44, 50, 62, 65, 65 i 67 godina. U osmorice koji su se bavili rekreativskom tjelovježbom ustanovljena je koronarna bolest srca, u dvojice akutni infarkt miokarda. U sportaša u dobi od 21 godine ustanovljen je akutni infarkt miokarda bez znakova koronarne bolesti, u sportaša u dobi od 29 godina koji se bavio nogometom, ustanovljeni su znaci patološke hipertrofije klijetki zbog prirodno sužene aorte (aorta angusta) i znaci kroničnog miokarditisa, a u sportaša u dobi od 29 godina koji se bavio ragbijem, a incident se dogodio tijekom plivanja, ustanovljeni su znaci ekscesivne hipertrofije lijeve klijetke i znaci utapljanja, vjerojatno kao posljedica zloćudne promjene ritma srca.

U svim navedenim, analiziranim slučajevima debljina stijenke lijeve klijetke iznosila je 15-25 mm. Čini se da ta debljina lijeve klijetke u osoba bez tegoba povećava opasnost od kardiovaskularnih komplikacija tijekom tjelovježbe.

Ključne riječi: kardiovaskularne komplikacije, tjelovježba, iznenađna smrt

Abstract

CARDIOVASCULAR RISKS DURING PHYSICAL EXERCISE - SUDDEN DEATH

Sudden death in healthy persons engaged in physical exercise is extremely rare since a healthy heart is protected from complications. The records of eleven persons who died during or immediately after exercise in the period between 1973 and 1996 in this region have been given. Three of them were athletes one aged 21 and two aged 29 and eight were engaged in recreational physical activity and were respectively 34, 44, 62, 64 and 67 years old. Coronary heart disease was diagnosed in eight persons who were engaged in physical activity, and in two of them acute myocardial infarction was found. The athlete aged 21 had myocardial infarction, with no signs of coronary disease. One of the athletes aged 29 had signs of pathological hypertrophy of the ventricles due to congenital aorta angusta and he also had signs of chronic myocarditis while the other athlete aged 29 years engaged in rugby had signs of excessive left ventricular hypertrophy and died while swimming probably due to disturbances of heart rhythm and drowned. The reasons for the sudden deaths of these persons are discussed.

In all the cases analyzed in the paper the thickness of the left ventricle wall was 15 mm or more (from 15 to 22 mm). It seems that the thickness of the wall of the left ventricle increases cardiovascular risk during exercise in persons without symptoms.

Key words: physical exercise, cardiovascular complications, sudden death.

Uvod

Dokazano je da tjelesno vježbanje pozitivno utječe na očuvanje i unapređenje zdravlja. No, ono treba biti redovito, kontrolirano i prilagođeno stanju organizma. Ako se štiju principi provedbe tjelesnog vježbanja, mogu se spriječiti eventualne komplikacije.

Komplikacije se tijekom ili nakon tjelovježbe mogu dogoditi kako u osoba koje boluju od bolesti srca, tako i u osoba sa zdravim srcem (Åstrand et al., 1985.; Connor, 1969.; Duraković, Z. 1997.; Duraković, Z. et al.; 1995.; Medved, R. et al., 1973.; Oswald et al., 1994.; Siskovich et al., 1991.; Strauss, 1984.;

Thompson et al., 1982.; Vuori, 1986.). Stoga je nužno provesti liječničke preglede prije tjelesnog vježbanja, kao što je potreban i medicinski nadzor nad osobama koje vježbaju.

Osim za sportske svrhe, tjelovježba se provodi i radi rekreacije, kao i tijekom medicinske rehabilitacije. U osobe sa zdravim srcem, koje je trenirano i, prema tome, funkcionalno sposobno, zdravstveni su incidenti izuzetno rijetki tijekom vježbanja.

Pri tome se postavlja osnovno pitanje: je li moguće toliko opteretiti zdravo srce tjelesnim vježbanjem da ono ostavi trajne negativne posljedice po organizam?

Prikaz slučajeva

U vremenu od 1973. do 1998. godine zabilježili smo jedanaest slučajeva iznenadne smrti muškaraca na našem području koje su se dogodile tijekom ili nakon tjelesnog vježbanja. Od jedanaestorice muškaraca dvojica su bili sportaši, a treći se bavio sportom, ali ne natjecateljskim. Ostali su se bavili rekreativnim tjelesnim vježbanjem. Sudsko-medicinskom obdukcijom u osmorice je nađena koronarna ateroskleroza, od toga je u dvojice nađen akutni infarkt miokarda, dok je u najmlađega, koji se bavio sportom, ali ne natjecateljskim, nađen akutni infarkt miokarda bez promjena koronarnih krvnih žila. Bitne značajke svakoga slučaja navodimo u slijedu.

1. Muškarac P.R., 29 godina, nogometaš, prethodno je 10 godina igrao u reprezentaciji. Počeo je 1972./1973. g. osjećati umor pri treningu. Pregledom je nađeno povećano srce: 1400 ml u ležećem položaju. Imao je normalan krvni tlak i nije imao znakove greške srca. U elektrokardiogramu postojala je uzlazna denivelacija S-T spojnice u I. odvodu, zatim su postojale ventrikularne ekstrasistole, ponekad i po tipu bigeminije. Maksimalni primitak kisika bio je relativno malen u odnosu prema volumenu srca: 3200 ml, dok je puls kisika iznosio 17, a kvocijent srca 67, što je nešto izvan normalnih granica. Ventrikularne ekstrasistole persistirale su tijekom opterećenja i nakon opterećenja. Iako nisu nađeni znaci greške srca, igraču je bio zabranjen natjecateljski sport iz dva razloga: zbog disproporcije veličine srca i zbog funkcionalne sposobnosti srca, što je upućivalo na mogućnost povećanja srca na osnovi patološke hipertrofije, a pojava ventrikularnih ekstrasistola upućivala je na mogućnost pojave upalnih žarišta u miokardu. Zabranu nije poslušao, nego je nastavio i dalje aktivno igrati nogomet. Za vrijeme igranja nogometa 1973. godine kolabirao je i umro tijekom transporta do bolnice.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađeno je suženje aorte u početnom dijelu (aorta angusta - 56 mm), proširenje cijeloga srca (12 x 11 x 5.5 cm), debljina stijenke desne klijetke 5 mm, lijeve klijetke 15 mm. Histološki su nađene promjene u smislu žarišnih umjerenih oštećenja stanica s umjerenim razvojem fibroze, što je sukladno dijagnozi kroničnog miokarditisa.

2. Muškarac A.M., 34 godine, prethodno klinički zdrav, sredinom kolovoza 1984. godine, za vrijeme rekreativnog nogometa, naglo je osjetio opću slabost i intenzivnu glavobolju, sjeo je u automobil i vozio ga sam. Pri izlasku iz automobila, nakon kratke vožnje u trajanju od par minuta, naglo je kolabirao i umro. Ekipa hitne medicinske pomoći provela je postupak reanimacije koju su potom nastavili u najbližoj bolnici. Postupak je uključio i postupke defibrilacije, zbog ventrikularne fibrilacije, pa potom, zbog ventrikularne asistolije, postavljanje električnog stimulatora srca i endotrahealne intubacije. Svi su postupci bili neuspješni.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nisu nađene promjene na aorti koja je bila srednje široka. Srce je bilo lagano povećano (11 x 10 x 6 cm), lijeva klijetka bila je zadebljale stijenke (18 mm). Lijeva prednja silazna koronarna arterija bila je 2 cm od početka jako aterosklerotično sužena sa žučkastim polumjesečastim zadebljanjem intime.

3. Muškarac D.H., 21. godina, bavio se sportom, ali ne natjecateljskim. Prethodno je bio klinički zdrav. Koncem lipnja 1988. godine, za vrijeme trčanja od 8 km, tijekom ljetne vrućine u rano poslije podne, naglo je kolabirao i umro. Odmah je na mjestu incidenta provedena reanimacija najviše razine, ali je bila neuspješna.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nisu nađene promjene u organizmu, uključujući krvne žile. Aorta je bila srednje široka. Šupljine srca bile su srednje široke, stijenka desne klijetke bila je debljine 3 mm, a lijeve klijetke debljine 15 mm. Nađena su petehijalna krvarenja na vanjskoj površini srca i nađena je akutna nekroza stražnje strane lijeve klijetke, uz srednje široke koronarne krvne žile, bez patoloških promjena.

4. Muškarac J.V., 64 godine, bolovao je od koronarne bolesti, imao je anginu pectoris. Rekreativno se bavio tenisom. U prvoj polovici srpnja 1988. godine, tijekom igranja tenisa, kolabirao je i umro. Učinjeni postupci reanimacije bili su neuspješni.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađena je opća teška ateroskleroza krvožilja. Šupljine lijeve polovice srca bile su proširene, stijenka lijeve klijetke bila je zadebljana i

mjerila je 15 mm. Mitralni i aortni zalisci bili su prekriveni s nešto žučkastih zadebljanja. Početni dio aorte imao je žučkasta zadebljanja intime. Koronarne krvne žile bile su zadebljane stijenke, suženog lumena. Nađena je potpuna aterosklerotična okluzija lijeve prednje silazne koronarne arterije, 2 cm od ušća. Nađen je akutni infarkt miokarda prednje stijenke lijeve klijetke. Nađeni su veći ožiljci prednje, kao i stražnje stijenke lijeve klijetke nakon preboljelih infarkta miokarda.

5. Muškarac B.M., 67 godina, prethodno se nije tužio na zdravstvene teškoće. Koncem veljače 1992. Godine, nakon igranja tenisa, kolabirao je i umro. Svi postupci reanimacije bili su neuspješni.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađeno je nešto u cijelosti povećano srce; sve su šupljine bile proširene, nađena su brojne promjene u smislu fibroze miokarda. Koronarne krvne žile bile su zadebljane, promijenjene intime u smislu koronarne ateroskleroze uz potpunu okluziju prednje silazne koronarne krvne žile 1.5 cm od ishodišta, zbog krvarenja u ateromatnoj pločici ("plaku").

6. Muškarac T.R., 44 godine, prethodno se nije tužio na zdravstvene teškoće. Koncem siječnja 1995. Godine, u večernjim satima, za vrijeme igranja rekreativnog nogometa u dvorani, kolabirao je i umro. Učinjena reanimacija koju je izvela ekipa hitne medicinske pomoći i najbliža interna klinika, bila je neuspješna.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađena je opća teška ateroskleroza krvožilja - početna aorta bila je aterosklerotično promijenjena, kao i izlazišta koronarnih krvnih žila. Srce je bilo povećano (stijenka desne klijetke debljine 6 mm, lijeve klijetke debljine 17 mm) i prošireno (13 x 13 x 7 cm), nađena je koronarna ateroskleroza, teška stenoza desne i lijeve koronarne arterije, uz velike ožiljke preboljelog infarkta miokarda prednje i stražnje stijenke, najvećih dimenzija: prednje stijenke u gornjem dijelu 3 x 2 cm, stražnje stijenke veličine 8 x 5 cm. Nađen je i akutni infarkt miokarda gornjeg dijela stražnje stijenke miokarda.

7. Muškarac Ž.V., 62 godine, koji je bolovao od koronarne bolesti, igrao je tenis rekreativno. Koncem ožujka 1996., za vrijeme igranja tenisa, kolabirao je i umro. Svi su

reanimacijski pokušaji bili neuspješni.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađena je generalizirana ateroskleroza, napose s promjena uzlazne aorte i koronarnih arterija. Srce je bilo prošireno, zadebljane stijenke, lijeva klijetka bila je debljine 22 mm. Desna koronarna arterija bila je teško sužena i gotovo okludirana aterosklerotičnim promjenama, dok je lijeva koronarna arterija bila također sužena lumena. Nađen je također ožiljak preboljelog infarkta miokarda stražnje stijenke lijeve klijetke, dimenzija 3x4 cm.

8. Muškarac Z.P., 50 godina, nije imao zdravstvenih teškoća, bavio se rekreativnim trčanjem. Sredinom srpnja 1997. krenuo je džogirati u večernjim satima, a ujutro je nađen mrtav uz hotel.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađena je generalizirana ateroskleroza srednjega stupnja, šupljine srca bile su srednje široke, lijeva prednja koronarna krvna žila bila je skoro u cijelosti okludirana aterosklerotičnim procesom, a nađen je i ožiljak prednje stijenke promjera 1.5 cm.

9. Muškarac Z.N., 33 godine, osjećao se zdravim. Rekreativno je igrao nogomet dva puta tjedno. Sredinom listopada 1997., za vrijeme rekreativnog igranja nogometa, kolabirao je i umro. Svi reanimacijski pokušaji bili su neuspješni.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađene su proširene sve šupljine srca. Stijenka lijeve klijetke bila je debljine 20 mm, a i stijenka desne klijetke 6 mm. Prednja silazna koronarna arterija bila je sužena za 50% i difuzno su nađeni ožiljci u miokardu.

10. Muškarac D.K., 29 godina, sportaš koji se bavio ragbijem, nije imao zdravstvenih teškoća. Prije incidenta danima je slabo spavao zbog fizičkih i psihičkih obveza. Sredinom lipnja 1998., tijekom plivanja u bazenu, naglo je osjetio opću slabost, izvučen je iz bazena, kada je kolabirao i umro. Svi reanimacijski pokušaji bili su neuspješni.

Sudsko-medicinskom obdukcijom nađene su srednje široke šupljine srca. No, stijenka lijeve klijetke bila je ekscesivno zadebljana: 25 mm, dok koronarne krvne žile nisu pokazivale patoloških promjena. Nađeni su znaci edema pluća, što se smatra kompatibilnim s utapljanjem.

11. Muškarac I.T, 65 godina, nije se tužio na zdravstvene teškoće. Igrao je rekreativno tenis tri puta tjedno. Koncem lipnja 1998., za vrijeme rekreativnog igranja tenisa, počeo se loše osjećati, potom se odvezao automobilom prema kući i umro naglo tijekom vožnje.

Sudsko-medicinska obdukcija pokazala je opću tešku aterosklerozu, proširenje svih šupljina srca, stijenka lijeve klijetke bila je ekscesivno zadebljana - 25 mm, a nađen je i veliki ožiljak stražnje stijenke lijeve klijetke - 6x3 cm, na bazi koronarne ateroskleroze koja je sužavala lumen za oko 75%.

Rasprava

U radu su navedeni aspekti odnosa tjelesnog vježbanja prema potencijalnim kardiovaskularnim opasnostima. Iznenadna se smrt u u zdravih osoba tijekom tjelesnog vježbanja izuzetno rijetko događa. U literaturi se mogu naći podaci o trojici zdravih ljudi koji su umrli tijekom tjelesnog vježbanja. Prvi je prije 2 tisućljeća bio muškarac koji je pri trčanju od Maratonskog polja do Atene kolabirao i umro (Åstrand et al., 1985.). Drugi je bio dječak od 15 godina, koji je po lošem terenu trčao kilometrima te potom kolabirao i umro zbog akutne degeneracije brojnih niti mišića srca, koja se u tom naporu dogodila (Connor, 1969.). Radilo se o dječaku čiji organizam, a napose srce, nisu bili trenirani za takve napore. Treći je mladić prikazan u ovom članku. Bavio se sportom, ali ne natjecateljskim. Po vrućem ljetnom popodnevju trčao je, kolabirao i umro zbog nastanka akutnog infarkta miokarda uz nepromijenjene koronarne krvne žile. Područje kardiovaskularnih incidenata, nastalih tijekom tjelesne aktivnosti u zdravih osoba, još uvijek izaziva brojne kontroverzije. Ako osoba s tzv. zdravim srcem naglo umre tijekom tjelesnog vježbanja, u pravilu u podlozi tog zbivanja valja tražiti prethodnu bolest srca (najčešće: latentnu grešku srca, smetnje koronarnoga krvotoka ili oštećenje mišića srca), pa je tjelesno vježbanje samo povod, a ne i uzrok incidentu. Prema tome, do incidenta nije dovelo tjelesno vježbanje, već asimptomatska, odnosno neprepoznata bolest srca. Tri navedena primjera, do sada opisana, (Connor, 1969.; Duraković, Z. et al., 1995.; Medved, R., 1987.; Oswald et al., 1994.), ilustriraju izuzetnu rijetkost iznenadne smrti zdravih osoba tijekom tjelesnog

vježbanja (Slučaj grčkoga trkača ipak treba uzeti s rezervom jer nije učinjena obdukcija.) Sustavno provedena tjelesna aktivnost štiti miokard od takvih incidenata jer ga opskrbljuje dostatnom količinom krvi.

Kada se kardiovaskularni incidenti događaju tijekom tjelesnog vježbanja, najčešće se radi o organskoj bolesti srca, odnosno krvožilja (sve reference). Treba imati na umu činjenicu da relativno mnogo osoba s koronarnom bolesti vježba, a malo ih ima subjektivne tegobe. Na to ukazuju podaci naših analiza zdravstvenoga stanja hrvatskog pučanstva (Duraković, Z., 1990.; Duraković, Z. et al., 1995.): tzv. zdrave osobe oba spola u dobi od 22 do 41 godine imaju prosječno 1.7 dijagnoza (raspon 0-7), u dobi od 35 do 54 godine imaju prosječno 3.6 dijagnoza (raspon 0-9), a u dobi od 65 do 84 godine imaju prosječno 6 dijagnoza (raspon 0-17), u što su uključene i bolesti srca i krvožilja.

Iznenadna smrt događa se u svima, pa i u našoj sredini. O tome govore i navedeni podaci o osam muškaraca umrlih tijekom rekreativnog tjelesnog vježbanja: svi su imali koronarnu bolest, šestorica su umrla očito zbog zloćudne promjene ritma klijetki tijekom napora, a dvojica su umrla od akutnog infarkta miokarda. U 29-godišnjeg sportaša (nogometaša) radilo se o kombinaciji patoloških stanja: o znacima kroničnog miokarditisa, što se očitivalo zaduhom i ventrikularnim extrasistolama, i o prirodnom suženju aorte (bez pozitivnog fizikalnog nalaza) kao razlogu za granično patološku hipertrofiju klijetki. Srce je očito radilo pod naporom zbog sužene aorte, što je rezultiralo kompenzatornom patološkom hipertrofijom klijetki. U 29-godišnjeg ragbijaša ekscesivna hipertrofija lijeve klijetke (25 mm) koji je umro za vrijeme plivanja, smrt je vjerojatno bila uzrokovana poremećajem srčanog ritma i utapljanjem.

U svih jedanaest prikazanih muškaraca, od kojih je osam umrlo tijekom rekreativnog tjelesnog vježbanja, a tri su preminula tijekom sportskog vježbanja, debljina stijenke lijeve klijetke iznosila je između 15-25 mm. Čini se prema svemu navedenom da ekscesivna hipertrofija lijeve klijetke povećava opasnost od kardiovaskularnih incidenata u osoba bez simptoma bolesti srca.

Relativna opasnost kardiovaskularnih komplikacija viša je u naporu nego u mirovanju (Åstrand et al., 1985.; Duraković, Z., 1997.; Duraković, Z. et al., 1995.; Miranda et al.,

1991.; Oswald et al., 1991.; Oswald et al., 1994.; Siskovich et al., 1991.; Strauss, 1984.; Thompson, et al., 1982.; Vuori, 1986.). Tako je, primjerice, u "cross country" skijanju 14.5 puta viša nego u mirovanju (Vuori, I., 1986). Na temelju analize rezultata mnogih studija može se zaključiti da je tijekom svih treninga relativna opasnost za iznenadnu smrt reda veličine 4.5, tijekom ne osobito izraženog tjelesnog napora iznosi 3.2, dok je trostruko viša tijekom tjelesno velikih napora - 9.0.

Zaključak

Iz navedenoga bi posve krivo bilo zaključiti kako je tjelesno vježbanje opasno. Baš obratno: tjelesno je vježbanje izuzetno korisno. Korist mu je daleko veća od potencijalne štetnosti. Kardiovaskularne opasnosti su rijetke, isto kao i iznenadna smrt.

Literatura

1. Åstrand, P.O., Grimby, G. ur.(1985). Physical activity in health and disease. *Acta Med Scand*; suppl.711, str.1-244.
2. Connor, R.C.R. (1969). Sudden death after exertion in apparently healthy boy. *Br Med J*,4:30-31.
1. Duraković, Z. (1990). *Medicina starije dobi*. Zagreb: Naprijed.
4. Duraković, Z. (1997). Iznenadna smrt. U: Vrhovac, B. (ur.) *Interna medicina*, 2. izdanje, Zagreb: Naprijed. str. 626-630.
5. Duraković Z, Janjić I.(1995). Oživljavanje. U: Čustović, F. (ur.) *Klinička kardiologija*. (str. 721-730) Zagreb: Medicinska naklada.
6. Duraković, Z., Škavić J. Mišigoj-Duraković M. (1995). Iznenadna srčana smrt tijekom tjelesne aktivnosti u mladih i starijih osoba - može li se spriječiti? U: *Tjelesno vježbanje i zdravlje*, Zbornik radova 4. ljetne škole pedagoga fizičke kulture Republike Hrvatske, Rovinj, str. 67-70.
7. Epstein, S.E., Quyyumi A.A., Bonow, R.O. (1989). Sudden cardiac death without warning. *N Engl J Med*, 321:320-324.
8. Futterman, L.G., Myerburg, R. (1998). Sudden death in athletes. *Sports Med*, 26:335-350.
9. Gibbons, L.W., Cooper, K.H., Meyer, B.M., Ellison, R.C. (1980). The acute cardiac risk of strenuous exercise. *J Am Med Assoc*, 244:1799-1801.
10. Goss, J.E.(1983) Sudden cardiac death in sport. U: Appenzeller O. Atkinson R. (ur.) *Sports medicine*. (str.187-197.) Baltimore: Urban-Schwarzenberg. (str.187-197.)
11. Kohl, H.W., Powell, K.E. (1994). What is exertion-related sudden cardiac death? *Sports Med*, 17:209-212.
12. Maron, B.J., Shirani, J., Poliac, L.C., Mathenge, R., Roberts, W.C., Mueller, F.O. (1996). Sudden death in young competitive athletes. *JAMA*, 276:199-204.
13. Maron, B.J., Thompson, P.D., Puffer, J.C., McGrew, C.A., Strong, W.B., Douglas, P.S., Clark, L.T., Mitten, M.J., Crawford, M.H., Atkins, D.L., Driscoll, D.J., Epstein, A.E. (1996). Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. A statement for health professionals from the Sudden Death Committee (Clinical cardiology), and Congenital Cardiac Deffects Committee (Cardiovascular diseases in the young). American Heart Association. *Circulation* 94:850-856.
14. Medved, R. Volarić B. Pavišić-Medved V. (1973). Sudden death of a top-level football player. *Br J Sports Med*, 7:25.
15. Medved, R. (1987). *Sportska medicina*. Zagreb: JUMENA
16. Miranda, C.P., Lehmann, K.G., Lachterman, B., Coodley, E.M., Froelicher, V.F. (1991). Comparison of silent and symptomatic ischemia during exercise testing in men. *Ann Intern Med*, 114:649-656.
17. Oswald, S., Brooks, R., Nunain, S.S., Curvin, J.H., Roelke, M., Radvany, P, Ruskin, JN, McGovern, BA (1994). Asystole after exercise in healthy persons. *Ann Intern Med*, 120:1008-1011.

18. Sadaniantz, A., Clayton, M.A., Sturner, W.Q., Thompson, P.D. (1989). Sudden death immediately after a record-setting performance. *Am J Cardiol*, 63:375-382.
19. Sadaniantz, A., Thompson, P.D. (1990). The problem of sudden death in athletes as illustrated by case studies. *Sports Med*, 9:199-204.
20. Siscovick, D.S., Ekelund, L.G., Johnson, J.L., Truong, Y., Adler, A. (1991). Sensitivity of exercise electrocardiography for acute cardiac events during moderate and strenuous physical activity. *Arch Intern Med*, 151:325-330.
21. Strauss, R.H. (1984). *Sports medicine*. Philadelphia: Saunders.
22. Thompson, P.D., Funk, E.J., Carleton, R.A., Sturner, W.Q. (1982). Incidence and death during jogging in Rhode Island from 1975 through 1980. *J Am Med Assoc*, 247:2535-2538.
23. Thompson, P.D. (1996). The cardiovascular complications of vigorous physical activity. *Arch Intern Med*, 156:2297-2302.
24. Vuori, I. (1986). The cardiovascular risk of physical activity. *Acta Med Scand*, 711:205-214.