

PROBLEMATIKA POLYGRAFICKÉ ANALÝZY DIASTOLICKÉ FUNKCE LEVÉ KOMORY SRDEČNÍ

Plk. MUDr. Jan HOSPODÁŘ, CSc., pplk. MUDr. Jiří SVAČINKA, CSc.

Ústav leteckého zdravotnictví, Praha
(náčelník: plk. doc. MUDr. Jiří Šulc, CSc.)

Úvod

Hodnota polygrafického vyšetření pro hodnocení systolické funkce srdeční je všeobecně dobře známa. Ukázalo se, že daleko větším přínosem je komplexní polygrafické vyšetření zahrnující navíc záznam apexkardiogramu umožňující hodnocení nejen systolické, ale i diastolické funkce srdeční (8, 10, 11, 15, 20).

Velký význam má studium počáteční fáze srdeční diastoly a zde opět fáze izovolumické relaxace (IVRT). Názory na hodnocení IVRT a její normy z komplexního polygrafického záznamu nejsou zatím jednotné (1, 16, 19, 21, 25).

V Ústavu leteckého zdravotnictví provádíme již řadu let vyšetřování létajících personálu a vybraných pacientů komplexní polygrafickou metodikou se strojovým měřením a vyhodnocováním určených parametrů srdeční systoly a diastoly (12, 13, 14, 23). Pokusili jsme se proto zpřesnit náš vlastní názor na měření a hodnocení IVRT touto metodou.

Metodika

Komplexní polygrafické vyšetření jsme prováděli vlastním systémem strojového měření a vyhodnocování stanovených parametrů primárně zpracovaných polygrafem MINGOGRAF 82 ELEMA v přímém napojení na laboratorní počítač ADT 4100. Metodika včetně elektronického přístrojového řetězce je podrobně uvedena v dřívější práci (13).

Vedle měření řady dalších časových i amplitudových parametrů a stanovených výpočtů měří počítač IVRT (izovolumická relaxační fáze, isovolumic relaxation time, tj. časový úsek od prvního vysokofrekvenčního kmitu aortální složky druhé ozvy fonokardiogramu k bodu 0 apexkardiogramu) a provádí přepočet změřené hodnoty pro nulovou srdeční frekvenci (IVRTI). Všechny vstupní analogové signály jsou vzorkovány kmitočtem 500 Hz. Všechna komplexní polygrafická vyšetření a jejich vyhodnocení prováděl jeden z autorů (J. H.).

Pro získání normálních hodnot IVRT jsme vyšetřili 192 zdravých mužů ve věku 20–59 let s normálními hodnotami krevního tlaku ($<18,7/12$ kPa; $<140/90$ mm Hg).

Pro potřeby klinické studie jsme vyšetřili metodou komplexní polygrafie a echokardiograficky 32 pacientů ve věku 36–64 let s podezřením na různé formy ischemické choroby srdeční (ICHS) a/nebo hyperten-

ze; 1 pacientka z tohoto počtu byla vyšetřována s podezřením na tyreopatii. 2 D + TM echokardiografické vyšetření jsme prováděli na přístroji Echo Camera Aloca SSD 280-LS s mechanickým měničem pracujícím na kmitočtu 3,5 MHz v 80stupňovém sektoru. Pro tuto studii jsme měřili:

- tloušťku mezikomorové přepážky (IVS) a svaloviny zadní stěny LKS (zsLK) v systole a diastole;
- rozměr dutiny LKS v systole a diastole (Ds, Dd);
- rozměr levé síně na konci systoly (LS);
- zpětný pohyb předního cípu mitrální chlopně na počátku diastoly ($E-F_{VM}$; $E-F'_{VM}$);
- vyprazdňovací index levé síně (AEI) (9).

Z naměřených hodnot jsme určovali:

- hmotnost LKS podle Devereux (6) v přepočtu na jednotku tělesného povrchu (LVMI);
- index asymetrie zbytnění LKS (9);
- index koncentricity zbytnění LKS (9).

Při měření jsme dodržovali metodu vedoucího okraje („leading edge“). Diastolické hodnoty jsme odečítali v okamžiku nejvyššího kmitu na současně snímané křivce EKG, systolické hodnoty na vrcholu kontrakce zsLK. Všechna echokardiografická vyšetření a jejich hodnocení prováděl jeden z autorů práce (J. S.).

Ke zpracování získaných výsledků jsme použili vhodných matematicko-statistických metod. Výpočty

Tab. 1

Izovolumická relaxační fáze levé komory srdeční
u klinicky zdravých mužů

Věk	n	SF (tepy.min ⁻¹)	IVRT (ms)
20–29	130	64,4 ±9,4	106,8 ±10,2
30–39	28	65,4 ±9,0	111,5 ±11,6
40–49	17	68,6 ±13,9	111,1 ±12,5
50–59	17	68,6 ±7,4	109,8 ±13,4
20–59	192	65,3 ±9,8	108,1 ±11,1

Jednofaktorová analýza rozptylu $F = 2,055$ (NS)

Tab. 2

Horní hranice normy pro IVRT a IVRTI z analýzy souboru dat

Věk	n	$\bar{x} \pm SD$ (ms)	$y = a + bx \pm SE$ (ms)	Upravená horní hranice normy (ms)	
				IVRT	IVRTI
20–59	192	108,114 $\pm 11,090$	$y = 121,699 - 0,208x$ $\pm 10,967$ $r = -0,184; p < 0,05$	130	143

Tab. 3

Variační rozpětí normálních hodnot IVRTI z regresní analýzy našich dat a horní hranice normy IVRT pro některé hodnoty SF

Věk	n	IVRTI (ms) $\bar{x} - 2 SD \leq x \leq \bar{x} + 2 SD$	SF (tepů·min ⁻¹)	IVRT (ms) horní hranice normy
20–59	192	99,765–143,633	40	135,313
			50	133,233
			60	131,153
			70	129,073
			80	126,993
			90	124,913

Tab. 4

Ovlivnění izovolumické relaxační fáze přítomností hypertrofie levé komory srdeční

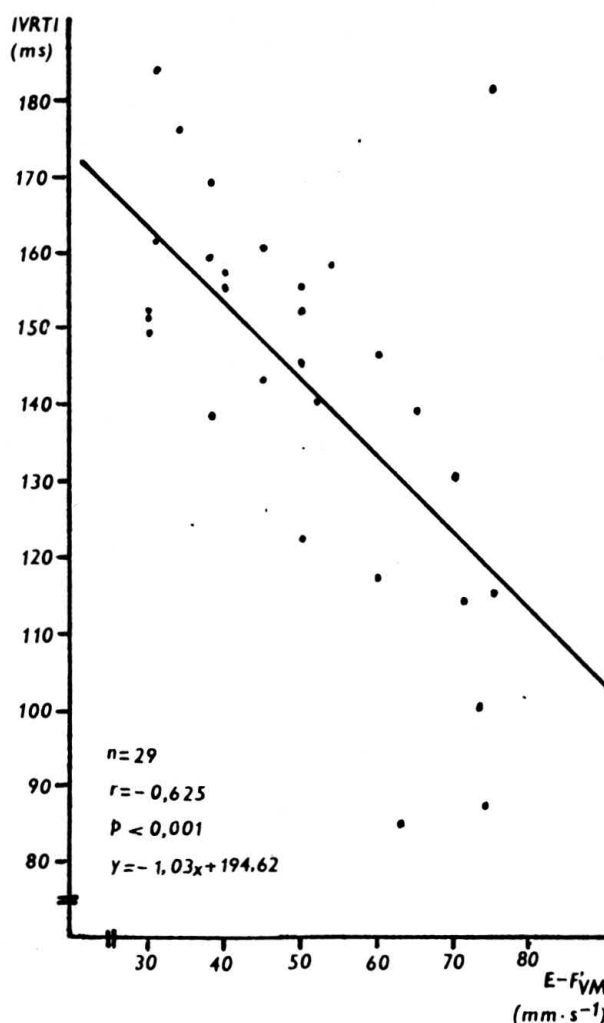
HLK	IVRTI		n = 32 chi ² = 7,95 p < 0,005
	abnormální	normální	
ano	19	4	
ne	2	7	

byly provedeny na stolním počítači OLIVETTI-PROGRAMMA P-102. Za statisticky významné jsme považovali výsledky na pětiprocentní hladině významnosti.

Výsledky

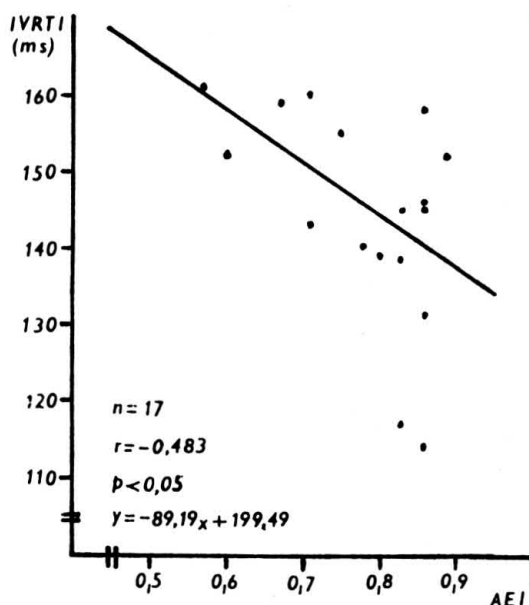
Časové parametry srdeční systoly a diastoly se ve většině prací analyzují ve vztahu k věku a srdeční frekvenci (SF), často s nejednotnými výsledky. Proto jsme se při studii IVRT zaměřili také na tuto otázku. Protože průměrná SF ve všech věkových kategoriích našeho referenčního souboru je shodná, poskytuje představu o věkové závislosti analýza dat uspořádaných po jednotlivých deceniích (tab. 1). Z ní vyplývá, že jsme nenašli v jednotlivých věkových kategoriích statisticky významné rozdíly v hodnotách IVRT; nezjistili jsme tedy u zdravých mužů ve věku 20–59 let věkovou závislost tohoto parametru. Mohli jsme proto hodnoty IVRT ve všech věkových kategoriích

spojit do jednoho souboru a studovat jejich závislost na SF. Korelační a regresní analýza ukázala statisticky významnou nepřímou závislost tohoto vztahu (tab. 2, 4. sloupec). V tabulce je dále uvedena průměrná hodnota a rozptyl hodnot našeho souboru (3. sloupec) a z ní odvozená horní hranice normy ($\bar{x} + 2 SD$) nerespektující závislost IVRT na SF (5. sloupec). Vzhledem ke zjištěnému vztahu IVRT na SF jsme hodnoty IVRT normalizovali postupem podle Weisslera (26) na nulovou SF. Zjistili jsme hodnotu $121,699 \pm 10,967$ ms. Horní hranice normy odvozená z těchto výsledků je uvedena v tabulce 2, 6. sloupec. Vzhledem k slabé závislosti hodnot IVRT na SF jsme se pokusili získat praktickou představu o významu normalizace IVRT vzhledem k SF. Z nalezené regresní rovnice jsme proto vypočítali pro zvolené hodnoty SF horní hranice normy (tab. 3). Z výsledků např. vyplývá, že mezi SF 50 a 90·min⁻¹, což jsou reálné hodnoty při klidových podmínkách vyšetření, přesahuje rozdíl v horní hranici normy 8 ms – tedy prakticky významný rozdíl.



Graf 1 Vztah mezi zpětným pohybem předního cípu mitrální chlopně a izovolumickou relaxační fází

V klinické části studie jsme se zaměřili na porovnání hodnot IVRTI jako polygraficky měřeného parametru diastolické funkce srdeční s echokardiograficky zjišťovanými a uznávanými parametry této funkce – $E-F'_{VM}$; AEI (9). Zjistili jsme, že mezi IVRTI a studovanými echokardiografickými parametry je statisticky významná závislost (graf 1, 2). Vzhledem k častému časnému nálezu porušené diastolické funkce zjišťované invazivními a jinými neinvazivními metodami u hypertrofie levé komory srdeční jsme náš klinický soubor rozdělili podle přítomnosti, či nepřítomnosti hypertrofie LKS. Abnormální hodnoty IVRTI jsme u hypertrofie LKS zjistili významně častěji než u LKS s normální hmotností či nepřítomností jiných známek hypertrofie (tab. 4). Přitom je důležité, že u všech 12 pacientů s výraznější a klinicky závažnou hypertrofií LKS jsme našli abnormální hodnoty IVRTI.



Graf 2 Vztah mezi vyprazdňovacím indexem levé síně a izovolumickou relaxační fází

Diskuse

V literatuře neexistuje jednotný reprezentativní názor na normální hodnoty IVRT a jejich korelovanost s jinými parametry, což je zřejmě podle našeho názoru způsobeno jednak definováním vyšetřovaných souborů, jednak malou pozorností, která se dosud této problematice věnovala. Abychom vyloučili změny IVRT vyvolané nedostatečnou homogenitou referenčního souboru, čili abychom snížili na možné minimum zařazení osob s již latentně probíhajícím zejména kardiovaskulárním onemocněním, jak k tomu dochází s postupujícím věkem, zvolili jsme pro výběr referenčního souboru přísná kritéria odpovídající zdravotním nárokům na létající personál ČSLA a na-

víc vyloučili osoby bytí i s hraničními hodnotami krevního tlaku. Toto opatření (krevní tlak), které se při získávání normálních hodnot parametrů z kardiovaskulární oblasti málokdy respektuje, považujeme za velmi důležité. Řada různých „věkových“ závislostí zřejmě připadá na počínající kardiovaskulární patologie a zde má hypertenze (ať již tzv. hraniční či zátěžová) významnou úlohu. Naše data ukazují, že IVRT se s věkem (20–59 let) u zdravých mužů významně nemění. Tento nálezný si vysvětlujeme právě přísnými zdravotními hledisky při výběru referenčního souboru.

Závislost IVRT na klidové SF je malá, ale statisticky významná a podle našeho názoru u tohoto parametru prakticky důležitá. Proto doporučujeme při dnešní snadné dosažitelnosti jednoduchých prostředků výpočetní techniky vycházet při hodnocení IVRT u jednotlivých vyšetřovaných ze zjištěného vztahu a nalezené hodnoty normalizovat (IVRTI). Tomuto postupu dáváme přednost před hodnocením vycházejícím z průměrné hodnoty a směrodatné odchylky souboru, neboť, jak jsme zjistili, můžeme se v řadě případů přece jen dopustit významné chyby. Závislost hodnoty IVRT na SF, i když v rozsahu „klidových“ SF, je dobře pochopitelná. Může souviset s tzv. homeometrickým frekvenčním efektem (7), event. s emoční složkou zvýšení SF, což lze spojovat se změnami průniku kalcia do buňky a změnami v intracelulární distribuci vápníku (4). Frekvenční efekt je však na intaktním zdravém srdci malý (3), což dobře vysvětluje námi nalezenou slabou, i když významnou korelaci mezi tzv. klidovou SF a IVRT.

V klinické části studie jsme se pro hlubší pochopení významu IVRT pokusili ozřejmit vztahy s některými dalšími neinvazivními parametry diastolické funkce srdeční ($E-F'_{VM}$; AEI). Zjistili jsme, že IVRTI koreluje s oběma echokardiograficky měřenými parametry. Výši tohoto vztahu ovlivňuje bezesporu řada skutečností. Dnes víme, že v biologických systémech jsou vzájemné účinky multifaktoriální, dále IVRT ve srovnání s echokardiografickými parametry nenáleží k časově shodné části srdeční diastoly. Důležitý je i metodický aspekt, kdy měření je prováděno odlišnými neinvazivními metodami. I to má však svou cenu, neboť je dnes známo, že informační hodnota vyšetření pacienta stoupá s počtem použitých neinvazivních metod.

Z teoretických studií – např. Karliner aj. (17) a Yellin aj. (in 11) – je známo, že parametry izovolumické fáze srdeční diastoly korelují s fází (parametry) plnění LKS v diastole. Proto si myslíme, že naše zjištění vysoce významné korelace IVRTI a $E-F'_{VM}$ ($E-F_{VM}$) je prakticky využitelné vzhledem k dobře známým příčinám změn echokardiografického parametru. V této souvislosti je třeba konstatovat, že názory na příčinu změn sklonu $E-F_{VM}$ ($E-F'_{VM}$) prodělaly určitý vývoj. Počáteční echokardiografická pozorování ukázala, že rychlost pohybu předního cípu mitrální chlopně dozadu na počátku diastoly je často zmenšena i při nepřítomnosti zjevného srdečního

onemocnění (2). Toto zmenšení souviselo zpravidla s menší rychlostí plnění LKS z levé síně v souvislosti se sníženou kompliancí LKS. Protože byl v nedávné době objasněn význam snížení kompliance pro výskyt známek a symptomů srdečního onemocnění, usoudilo se, že sklon $E-F_{VM}$ může být jejím neinvazivním ukazatelem.

Avšak již první pokusné práce přinesly poznatky svědčící o prvotním významu plnění LKS pro sklon $E-F_{VM}$ (18, 22, 24, 27). Nakonec DeMaria aj. (5) provedli přímou studii vztahu sklonu $E-F_{VM}$ a kompliance na jedné straně a sklonu $E-F_{VM}$ a transvalvulárního průtoku na druhé straně. Zjistili, že primární určujícím faktorem sklonu $E-F_{VM}$ byla velikost transvalvulárního průtoku v 1. třetině diastoly ($r = 0,87$). Naopak ve vztahu ke komplianci LKS byl zjištěn jen volný vztah. V současné době tedy svědčí naše znalosti pro to, že v nepřítomnosti chlopňové vady je nejdůležitějším určujícím činitelem sklonu $E-F_{VM}$ velikost plnění LKS v první třetině diastoly. Protože v případě snížení kompliance LKS je často snížena rychlost plnění LKS na počátku diastoly, je také v těchto případech zaznamenáno při echokardiografickém vyšetření zmenšení sklonu $E-F_{VM}$ (2).

Námi zjištěné korelace ukazují tedy vlastně na vztah obou základních fází srdeční diastoly, což však již bylo prokázáno teoretickými pracemi. Tyto nálezy znovu potvrzují význam a validitu komplexního polygrafického vyšetření pro potřeby klinického lékařství jako jedné z možných neinvazivních metod vyšetřování srdeční funkce LKS s potřebným klinickofyziologickým interpretačním zázemím. To nakonec prokazuje i náš výsledek studie na modelu hypertrofie LKS při ICHS anebo hypertenzi.

Při rozvinutých a klinicky závažných hypertrofiích LKS byla IVRTI vždy abnormální, zatímco výskyt abnormální IVRTI klesal v pořadí lehká klinicky nezávažná hypertrofie – normální LKS u vyšetřovaného souboru pacientů. Nález ukazuje, že komplexní polygrafické vyšetření může v uvedených případech odlišit klinicky závažné změny. Navíc dokumentuje známou skutečnost, že u lehkých forem hypertrofie LKS nemusí být funkce ještě narušena, a že naopak může být narušena u srdcí s normální hmotností LKS.

Nakonec lze konstatovat, že v naší laboratoři máme zkušenosti i s hodnocením dalších polygrafických parametrů diastolické funkce srdeční, jež nebyly předmětem této práce. Právě takové komplexní hodnocení společně s hodnocením systolických časových parametrů a morfologických kritérií posuzování systolické a diastolické funkce zvyšuje hodnotu komplexního polygrafického vyšetření.

Souhrn

Autoři se zabývali problematikou hodnocení diastolické funkce srdeční (zejména parametrů IVRT a IVRTI) z komplexního polygrafického záznamu. Zjistili, že hodnoty IVRT nejsou závislé na věku (20–

59 let), avšak nepřímo korelují s klidovou SF. V práci je zdůvodněna prospěšnost normalizace hodnot IVRT vzhledem k SF. Paralelně provedenou echokardiografickou studií na klinickém souboru zjistili korelaci některých diastolických parametrů zjišťovaných oběma metodami a schopnost komplexní polygrafické metody (stanovením parametru IVRT a IVRTI) rozpoznat klinicky závažné případy poškození funkce LKS. Komplexní polygrafické vyšetření zůstává i v dnešní době zejména při současných nevelkých možnostech vybavení pracovišť nejnovější neinvazivní vyšetřovací technikou důležitou neinvazivní vyšetřovací metodou.

Literatura

1. ARAOYE, M. A. – RUBLER, S. – HOLFORD, F. D.: Iso-volumic relaxation time in normal subjects and patients with cardiac disease: Comparison of determinations made with echocardiographic techniques and apexcardiography. *Angiology*, 29, 1978, č. 1, s. 7–16.
2. BOMMER, N. J. – DeMARIA, A. N.: The mitral valve. In: Kraus, R. (editor): *The practice of echocardiography*. John Wiley & Sons N. Y. 1985. 359 s.
3. BRAUNWALD, E. – SONNENBLICK, E. M. – ROSS, J. Jr.: Contraction of the normal heart. In: *Heart Disease. A Textbook of Cardiovascular Medicine*. Ed. E. Braunwald. Philadelphia, London, Toronto, W. B. Saunders Company 1980, s. 413–452.
4. BRAVENÝ, P. – ŠUMBERA, J.: Stažlivost myokardu a její stupňování na buněčné úrovni. *Babákova sbírka č. 60*. Praha, Avicenum 1974. 150 s.
5. DeMARIA, A. N. et al.: Mitral valve early diastolic closing velocity in the echocardiogram: Relation to sequential diastolic flow and ventricular compliance. *Amer. J. Cardiol.*, 37, 1976, č. 5, s. 693–700.
6. DEVEREUX, R. B. – REICHEK, N.: Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation*, 55, 1977, č. 4, s. 613–619.
7. FEJFAR, Z. – PŘEROVSKÝ, I. aj.: *Patofyziologie krevního oběhu*. Praha, Avicenum 1980. 432 s.
8. GOODWIN, J. F.: The frontiers of cardiomyopathy. *Brit. Heart J.*, 48, 1982, č. 1, s. 1–18.
9. GREGOR, P. – WIDIMSKÝ, P.: *Echokardiografie*. Praha, Avicenum 1984. 381 s.
10. GVOZDJÁK, J. – GVOZDJÁKOVÁ, A. – BADA, V. – KRUTÝ, F.: Niektoré novšie poznatky o kardiomyopatiách. *Bratisl. lék. Listy*, 81, 1984, č. 6, s. 725–733.
11. HORÁK, J.: Systolická a diastolická funkce myokardu. *Kardio*, 7, 1981, č. 1, s. 69–71.
12. HOSPODÁŘ, J.: Současné metodické aspekty neinvazivní chronometrie srdeční systoly. *Voj. zdrav. Listy*, 48, 1979, č. 5, s. 209–217.
13. HOSPODÁŘ, J. – NOVOTNÝ, B.: Strojové zpracování vybraných parametrů polygrafického vyšetřování. *Voj. zdrav. Listy*, 50, 1981, č. 3, s. 135–139.
14. HOSPODÁŘ, J. – SVAČINKA, J. – NOVOTNÝ, B.: Význam některých neinvazivních metod pro diagnostiku poruch kardiovaskulárního systému u létajícího personálu. [Závěrečná zpráva]. Praha, Ústav leteckého zdravotnictví 1984. Publ. č. 302. 128 s.
15. INOUE, I. K. – MASSIE, B. M. – LOGE, D. – SIMPSON, P. – TUBAU, J. F.: Failure of antihypertensive therapy with diuretic, beta-blocking and calcium channel-blocking drugs to consistently reverse left ventricular diastolic filling abnormalities. *Amer. J. Cardiol.*, 53, 1984, č. 11, s. 1583–1587.
16. JANDÍK, J.: Význam neinvazivního polygrafického vyšetření u pacientů s ischemickou chorobou srdeční. [Kandidátská disertace]. Praha 1982. Fakulta všeobecného lékařství Univerzity Karlovy.

17. KARLINER, J. S. – LeWINTER, M. M. – MAHLER, F. – ENGLER, R. – O'ROURKE, R. A.: Pharmacologic and hemodynamics influences on the rate of isovolumic left ventricular relaxation in the normal conscious dog. *J. clin. Invest.*, 60, 1977, č. 3, s. 511–521.
18. LANIADO, S. et al.: A study of the dynamic relations between the mitral valve echogram and phasic mitral flow. *Circulation*, 51, 1975, č. 1, s. 104–113.
19. MANOLAS, J. – RUTISHAUSER, W.: Relation between apex cardiographic and internal indices of left ventricular relaxation in man. *Brit. Heart J.*, 39, 1977, č. 12, s. 1 324–1 332.
20. MANOLAS, J. – RUTISHAUSER, W.: Diastolic amplitude time index: A new apexcardiographic index of left ventricular diastolic function in human beings. *Amer. J. Cardiol.*, 48, 1981, č. 4, s. 736–745.
21. MANOLAS, J. – RUTISHAUSER, W. – WIRZ, P. – ARBENZ, U.: Time relation between apex cardiogram and left ventricular events using simultaneous high-fidelity tracings in man. *Brit. Heart J.*, 37, 1975, s. 1 263–1 267.
22. McLAURIN, L. P. et al.: An appraisal of mitral valve echocardiograms mimicking mitral stenosis in conditions with right ventricular pressure overload. *Circulation*, 48, 1973, č. 4, s. 801–809.
23. NOVOTNÝ, B. – HOSPODÁŘ, J.: Programové zabezpečení strojového zpracování vybraných parametrů polygrafického vyšetřování. Pracovní shromáždění specialistů leteckého lékařství armád států Varšavské smlouvy. Praha 1980.
24. QUINONES, M. A. – GAASCH, W. H. – WAISSER, E. – ALEXANDER, J. K.: Reduction in the rate of diastolic descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume relations. *Circulation*, 49, 1974, č. 2, s. 246–254.
25. VOKROUHLICKÝ, L.: Systolické a diastolické intervaly u normálních jedinců. *Lékařské zprávy (Hradec Králové)*, 24, 1979, č. 1/2, s. 1–8.
26. WEISSLER, A. M. – GARRARD, C. L. Jr.: Systolic time intervals in cardiac disease (I). *Mod. Conc. Cardiovasc. Dis.*, 40, 1971, č. 1, s. 1–4.
27. ZAKY, A. – NASSER, W. K. – FEIGENBAUM, H.: A study of mitral valve action recorded by reflected ultrasound and its application in the diagnosis of mitral stenosis. *Circulation*, 37, 1968, č. 5, s. 789–799.

Klíčová slova: Diastolická funkce srdce; Komplexní polygrafické vyšetření; Echokardiografie.