

616.12—073.97:681.142.83

## ZPRACOVÁNÍ TEPOVÝCH REAKCÍ UNIVERZÁLNÍM ČÍSLICOVÝM POČÍTAČEM

Plukovník MUDr. Jan HOSPODÁŘ, CSc. a ing. Ivan KREKULE

technická spolupráce o. p. Naděžda Růžičková

Ústav leteckého zdravotnictví, Praha a Neurokybernetická laboratoř FÚ ČSAV, Praha

Ve 3. čísle Vojenských zdravotnických listů jsme referovali (Hospodář, Vorel, Růžičková 1967) o posuzování zátěže podle variačního pulsogramu podle Parina a Bajevského (1966, 1967). Podstatnou předností tohoto způsobu hodnocení tepových, event. i jiných reakcí organismu je možnost relativně snadného hodnocení manuálního i převodu dat do počítače. Podkladem pro uvedený článek byly manuálně zpracované hodnoty získané klasickým způsobem — záznamem na elektrokardiografu GALILEO R 8 d při rychlosti posunu registračního papíru 25 resp. 50 mm/s, což je nevýhodné vzhledem k vysoké spotřebě papíru (1,5 resp. 3 m/min) a nepřehlednosti záznamu.

Tabulka 1

Intervaly R — R změřené na 8 desetinných míst vteřiny v semilogaritmickém vyjádření (reprod. záznam)

+ 99201724 — 00
+ 96810227 — 00
+ 94872811 — 00
+ 94358186 — 00
+ 93722471 — 00
+ 93207845 — 00
+ 93086757 — 00
+ 92451042 — 00
+ 92057504 — 00
+ 91603423 — 00

V současné době zpracováváme tepové reakce uvedenou metodikou na univerzálním číslicovém počítači URAL 2 Ústavu výpočtové techniky ČSAV - ČVUT Praha. Spojitý signál ekg se převádí na impulsy odpovídající R vlnám a tyto impulsy se zavádějí do počítače, který změří intervaly mezi nimi, změřené hodnoty vyděruje na pásku a současně vytiskne v předem zadaných skupinách (viz tabulka 1). Tyto údaje (intervaly R-R) se pak zavedou spolu s údaji o třídách histogramu znovu do stejného počítače a ten vyhodnotí histogram intervalů (absolutní i relativní četnosti), jejich aritmetický průměr, rozptyl (středně kvadratickou odchylku), koeficient asymetrie a koeficient excesu pro každou skupinu (viz tabulka 2). Výsledky se děrují na pásku, jejíž obsah se pak samostatně vytiskne ve formě tabulek a grafů dálnopisem s měřítkem pevným nebo automaticky přízpusobeným maximální hodnotě histogramu (viz tab. 3 a graf 1).

Při výpočtu se do počítače nepřivádějí impulsy bezprostředně od vyšetřované osoby („on line“), ale reprodukováné magnetofonem. Metodicky je záznam na magnetofonový pásek sám o sobě z některých hledisek výhodnější než klasický záznam na polygraf. Není bez komplikací; při požadavku registrace celé křivky ekg (stejně jako u převážné většiny ostatních fyziologických parametrů) je nutno záznam na běžný magnetofon provádět pomocnou modulací, neboť přímého záznamu nelze použít pro signály obsahující frekvenční komponenty v rozsahu 0,1—1 Hz.

V našich měřeních nepožadujeme záznam celé kresby ekg za účelem jejího klinického hodnocení, ale pouze výskytu R vln; proto jsme se mohli obejít bez systému pomocné modulace. Využili jsme tvarovač obdélníkových impulsů (Schmittův obvod) z integrátoru tepové frekvence konstruovaného Hanouskem (1967). Obdélníkové impulsy odpovídající R vlnám elektrokardiogramu je možno po malé úpravě zaznamenávat přímo bez pomocné modulace na magnetofon TESLA SONET B 3 nebo B 4. Na paralelní stopě magnetofonu zaznamenáváme minutové značky z elektrických stopek a provozní údaje (slovní doprovod). Na elektrokardiografu GALILEO C 3 a registrujeme malou rychlostí posunu papíru 2,5 mm/s tepovou frekvenci ve formě pilových kmitů přiváděných rovněž z integrátoru a na dalším kanále minutové značky z elektrických stopek a provozní značky. Získaný přehledný grafický záznam nám slouží také k synchronizaci s magnetofonovým záznamem.

Reprodukční část obsahuje opět magnetofon (TESLA B 4 s rychlostí pásku 9,5 cm/s, PHILIPS EL 3534 A s 19 cm/s), jehož signál je tvarován příslušným obvodem na pravoúhlé impulsy (360 mikrosec.), které se vedou do počítače URAL 2. Blokové schéma nahrávací i reprodukční části používaného systému je na obr. 1.

Tabulka 2

Statistické výpočty skupiny měření intervalů R — R v semilogaritmickém vyjádření (reprod. záznam)

+ 40907000 + 02
+ 81814000 — 00
+ 58044462 — 01
— 25915544 — 00
+ 31532684 — 00

Tabulka 3

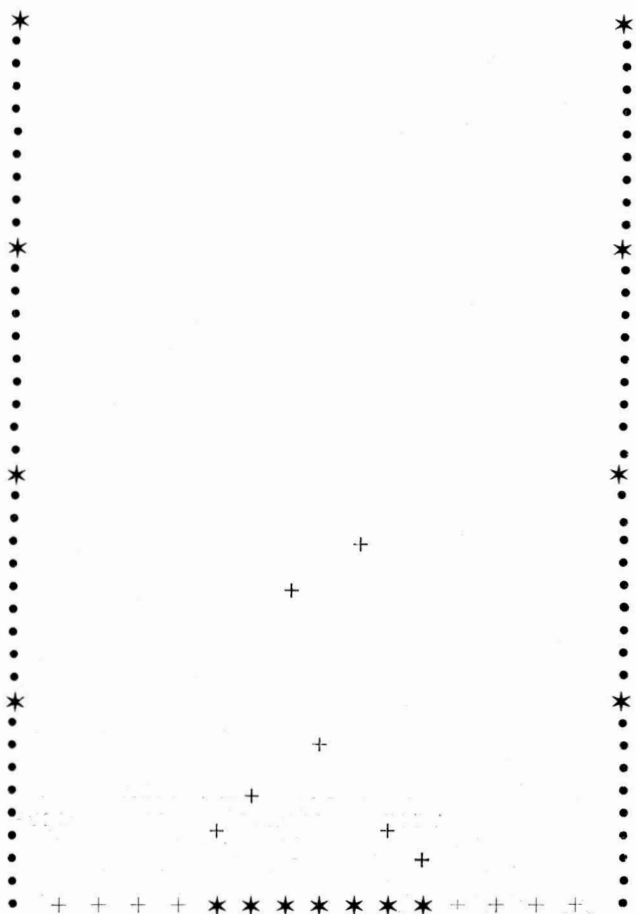
Rozdělení skupiny měření intervalů R - R s časovým dělením po 0,05 sec. (reprod. záznam)

počet pozorování : 50		
třída :	počet :	procenta :
0.50 — 0.55		0.00
0.55 — 0.60		0.00
0.60 — 0.65		0.00
0.65 — 0.70		0.00
0.70 — 0.75	3	6.00
0.75 — 0.80	5	10.00
0.80 — 0.85	14	28.00
0.85 — 0.90	7	14.00
0.90 — 0.95	16	32.00
0.95 — 1.00	3	6.00
1.00 — 1.05	2	4.00
1.05 — 1.10		0.00
1.10 — 1.15		0.00
1.15 — 1.20		0.00
1.20 — 1.25		0.00

Celkový součet = 100.00, max. hodnota = 32.00

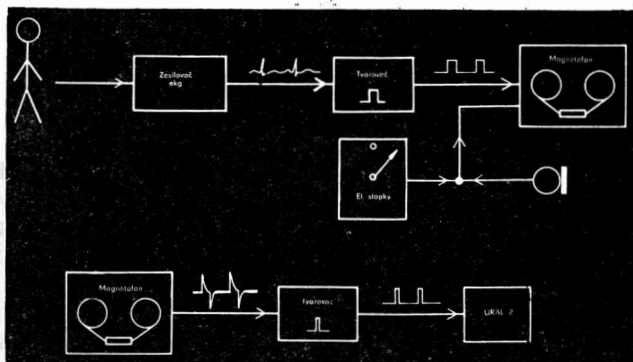
Graf 1

Histogram skupiny měření intervalů R - R uvedené v tabulce 3 (reprod. záznam)



Použití reprodukovatelného signálu z magnetofonu pro počítač umožňuje zkrátit čas počítače potřebný pro změření intervalů R - R, neboť bez podstatné újmy na přesnosti je možno při reprodukci zvýšit rychlost pásku na čtyřnásobek nebo osminásobek jeho rychlosti při nahrávání. Vlastnímu záznamu analyzovaných intervalů předchází registrace cejchovní posloupnosti impulsů s přesnými konstantními intervaly 1 s, které představují etalon reálného času. Podstatou programu pro měření délky intervalu je přičítání +1 v aritmetickém registru počítače rychlostí danou trváním příslušných operací počítače (v uvedeném případě ~ 300 mikrosec.), přičemž přechod z tohoto cyklu na zápis obsahu aritmetického registru do paměti počítače, vynulování registru a návrat do cyklu přičítání +1 je řízen impulsy přiváděnými z magnetofonu. Počet přičtených jedniček mezi dvěma impulsy čili číslo v paměti počítače odpovídá časovému intervalu mezi dvěma impulsy. Minimální přípustný interval mezi dvěma impulsy je větší než trvání jednoho cyklu přičítání +1, což v popisovaném případě obnáší ~ 400 mikrosec.

Obr. 1



Blokové schéma nahrávací i reprodukční části systému

Popisovaný způsob zpracování tepové frekvence dovoluje zpracovat bez přerušení přehrávky posloupnost 7000 impulsů s přesností ~ 2 %. Potřebný čas počítače je určen především měřením intervalů R - R, tj. dobou reprodukce magnetofonového záznamu, neboť ostatní operace vyžadují jen zlomek času. Uvedený způsob strojního měření intervalu mezi impulsy byl již popsán dříve v souvislosti se statistikou jednotkové aktivity neuronů, intervalů mezi R vlnami ekg při jiném vyšetření a intervalů mezi auto-stimulačními reakcemi u zvířat (Škvařil, Krekule, Radil—Weiss 1967; Krekule, Radil—Weiss 1967); popsané zpracování tepových reakcí je modifikací těchto programů\*. Zmíněné programy se mohou uplatnit při statistice libovolné časové posloupnosti impulsů (bodového procesu), jako např. v neurofyzilogii, myografii apod.

\* Tyto programy byly vypracovány v Ústavu výpočetní techniky ČSAV — ČVUT dr. Burešem, jemuž tímto autoři děkují za spolupráci.

Hlavní přednost popsaného strojového zpracování, tj. značná časová úspora, je zřejmá ze srovnání času potřebného pro zpracování 10minutového záznamu: manuálně 15 pracovních hodin, strojem 30 min. včetně pomocných úkonů (z toho 10 min. strojní čas).

V Ústavu leteckého zdravotnictví byl daný systém ověřen laboratorně a v současné době se používá při radiotelemetrickém sledování reakcí pilotů za letu.

#### Literatura

1. Hanousek, J.: Integrátor tepové frekvence. Závěrečná zpráva technického úkolu ÚLZ, 1967.
2. Hospodář, J., Vorel, F., Růžičková, N.: Posuzování zátěže podle variačního pulsogramu. VZL, XXXVI, 1967, 3:111—113.
3. Krekule, I., Radil — Weiss, T.: Some simple methods for cardiological data processing by computers. Sdělení na Mezinárodním kardiologickém kongresu v Bratislavě 1967.
4. Parin, V. V., Bajevskij, R. M.: Kibernetičeskije aspekty kosmičeskoj fiziologii. Referát na XV. Mezinárodním kongresu leteckého a kosmického lékařství v Praze 1966.
5. Parin, V. V., Bajevskij, R. M.: Vvedenije v medicinskuju kibernetiku. Moskva, Izd. Medicina 1966.
6. Škvařil, J., Krekule, I., Radil — Weiss, T.: Strojové zpracování bodových procesů ve fyziologii. Sdělení na XX. fyziologických dnech v Nitře 1967.