



(10) **LT 4756 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **4756** (51) Int. Cl. ⁷: **A61B 5/0456**
A61B 5/0472
- (21) Paraiškos numeris: **2000 002**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2000 01 11**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2000 11 27**
- (45) Patent paskelbimo data: **2001 01 25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Danguolė ŽEMAITYTĖ, LT
Giedrius VARONECKAS, LT
Evaldas OŽERAITIS, LT
Aurelija PODLIPSKYTĖ, LT
Linas ZAKAREVIČIUS, LT
- (73) Patent savininkas:
Kauno medicinos universiteto Psichofiziologijos ir reabilitacijos institutas,
Vydūno al. 4, 5720 Palanga, LT
- (74) Patentinis patikėtinis:
—

- (54) Pavadinimas:
Sinusinio ir ektopinių širdies ritmų išskyrimo būdas

- (57) Referatas:

Išradimas priskiriamas medicinos sričiai, tiksliau širdies ritmo nustatymo, matavimo ir registracijos sričiai. Išradimo tikslas yra iš ilgalaikių RR intervalų reikšmių sekų (ritmogramų), susidedančių iš sinusinio ir ektopinių ritmų bei techninių triukšmų, išskirti norimo tipo ritmą.

Ilgalaikės RR intervalų reikšmių sekos gaunamos iš elektrokardiosignalo išmatavus atstumus tarp gretimų QRS kompleksų R dantelių. Siūlomas būdas RR intervalų reikšmių poras atvaizduoja taškų aibę diagramoje su stačiakampe koordinatinių sistema, kurios ašyse atidedamos RR_i ir RR_{i+1} reikšmės. Sinusinio ir ektopinių ritmų RR intervalų reikšmių poras atitinkantys taškai diagramoje išsidėsto zonomis. Siekiant išskirti

Išradimas priklauso medicinos, tiksliau širdies ritmo nustatymo, matavimo ir registracijos sričiai.

Norint atlikti širdies ritmo rodiklių analizę, būtina ilgalaikėse RR intervalų reikšmių sekose (ritmogramose) išskirti sinusinį ritmą atitinkančias RR intervalų reikšmes iš ektopinių ritmų (ritmo sutrikimų) ir neteisingai išmatuotų (techninių triukšmų) intervalų reikšmių. RR intervalai gaunami iš elektrokardiosignalo, išmatavus laiko trukmes tarp gretimų širdies susitraukimų - atstumus tarp gretimų QRS komplekso R dantelių. Ritmograma - tai vertikalių atkarpų eilė, kurioje kiekviena atkarpa atitinka RR intervalą. Atkarpos ilgis tiesiai proporcingas RR intervalo trukmei (fig.1a). Gretimų RR intervalų reikšmės paprastai viena nuo kitos skiriasi. Esant sinusiniam ritmui, šis skirtumas neviršija 100 - 150 ms. Jei šis skirtumas yra didesnis - tai bus ritmo sutrikimai. Ritmo sutrikimų yra labai įvairių: skilvelinės ir prieširdinės ekstrasistolės, paroksizmai, bigeminijos, trigeminijos ir t. t. Jeigu RR intervalų reikšmės yra mažesnės ar didesnės už galimas širdies ritmo reikšmes - tai jos laikomos neteisingai išmatuotais RR intervalais arba techniniais triukšmais. Ritmo sutrikimai ir techniniai triukšmai gali pasitaikyti pavieniai ir serijomis. Atliekant tiriamajam (pacientui) įvairius funkcinis mėginis (ramybės būseną, aktyvi ortostazė, veloergometrija, nakties miegas) ilgalaikėse ritmogramose dažnai pasitaiko RR intervalų reikšmės, atitinkančios ritmo sutrikimus bei techninius triukšmus. Visus juos reikia atpažinti, pažymėti ir prieš analizuojant sinusinį širdies ritmą jų reikšmes reikia pervesti į sinusinio ritmo reikšmes (atlikti interpoliaciją).

Yra žinomi įvairūs būdai ektopiniams ritmams išskirti. Patentuose JP9173310A, JP6022915A, US5794624, US5645070, US5630425 aprašomi būdai ritmo sutrikimams nustatyti remiasi elektrokardiosignalo bangų, pagrindinai QRS kompleksų, formų atpažinimu ir klasifikavimu į normalius bei įvairių rūšių ekstrasistolinius, triukšminis ir t.t. kompleksus. Minėti būdai turi trūkumą, nes jie išskiria tik vienos rūšies ritmo sutrikimus, ir jie nėra tinkami ilgiems,

besitęsiantiems kelias valandas, tyrimams nes jų metu neišvengiama triukšmų, o kartais atsiranda įvairių tipų ritmo sutrikimų. Patente US 5357970 pateikiamas būdas, kai širdies ritmo dažnio reikšmės suskirstomos į zonas (langus) ir ieškoma dominuojanti zona. Į ją patenkantys elementai priskiriami normaliam ritmui, o nepatenkantys - ritmo sutrikimams arba techniniams triukšmams. Patente JP5317277A RR intervalų sekos elementai surikiuojami mažėjimo ar didėjimo tvarka ir ieškomos ribos, skiriančios įvairius ritmus atitinkančias zonas. Patente JP4090744A siūlomas būdas, kuriame RR intervalai rūšiuojami ne tik pagal jų trukmę, bet ir pagal gretimų reikšmių santykį. Patentuose US6026320, JP7284482A įvertinamos RR intervalų sekų spektrinės charakteristikos ir pagal jas nustatomi ritmų tipai. Visi šie paminėti būdai yra nepatogūs atliekant vizualinį rezultatų įvertinimą, dirbant su ilgalaikėmis RR intervalų sekomis.

Išradimo tikslas yra iš ilgalaikių RR intervalų reikšmių sekų (ritmogramų), susidedančių iš sinusinio ir ektopinių ritmų bei techninių triukšmų, išskirti norimą ritmą, kad galima būtų jį atvaizduoti ir atlikti tolimesnę jo analizę. Norint suformuoti ilgalaikę RR intervalų seką (ritmogramą), reikia sustiprintą elektrokardiosignalą įvesti į kompiuterį, išskirti jame QRS kompleksus, išmatuoti RR intervalus ir kaupti jų reikšmių seką atmintyje. Siūlomame būde RR intervalų reikšmių poros yra atvaizduojamos monitoriaus ekrane taškų aibe. Kiekviena gretimai esančių RR intervalų sekos RR_i ir RR_{i+1} pora atvaizduojama tašku kvadratinės formos diagramoje su stačiakampe koordinatinių sistema, pritaikyta prie RR intervalų reikšmių sekos minimalios ir maksimalios reikšmių arba prie realiai galimų RR intervalų sekos minimalios ir maksimalios reikšmių. Koordinatinių pradžia – apatiniame kairiajame diagramos kampe. Taško, atitinkančios poros RR_i ir RR_{i+1} , koordinatė X ašyje atitinka elemento RR_i reikšmę, o koordinatė Y ašyje – elemento RR_{i+1} reikšmę (fig.1b). Toks atvaizdavimo būdas leidžia kompaktiškai, nedidelėje diagramoje išdėstyti labai didelį RR intervalų porų reikšmių kiekį, kurį toliau galima vizualiai interpretuoti. Gautoje diagramoje gauname taškų aibę, kurioje gali išsiskirti taškų sancaupų zonos, atspindinčios širdies sinusinį ritmą, širdies ritmo ir laidumo sutrikimus, techninius triukšmus atitinkančias reikšmes (fig.2a). Sinusinio ritmo RR intervalų reikšmes atitinkantys

taškai išsidėsto centrinėje diagramos dalyje elipsės (lašo) pavidalo zonoje, kurios geometriniai parametrai nusako sinusinio ritmo rodiklius. Išvedus per sinusinį ritmą atitinkančių reikšmių zonos kraštinius taškus liestines, lygiagrečiai ir statmenai koordinatinio kampo pusiaukampinei (fig. 3), galima vizualiai nustatyti sinusinio ritmo rodiklius: RR_{min} – minimali RR sekos intervalo reikšmė, kuri atspindi maksimalų širdies ritmo dažnį; RR_{max} – maksimali RR sekos intervalo reikšmė, kuri atspindi minimalų širdies ritmo dažnį; ΔRR_r - maksimali širdies ritmo reakcija tam tikro testo metu; ΔRR_t - maksimalus širdies ritmo variabilumas. Ektopinius ritmus ir triukšmus atitinkančios reikšmės išsidėsto įvairiomis zonomis aplink sinusinio ritmo reikšmių zoną.

Naudojantis kompiuterio pele, ekrane uždara kreive apibrėžus centrinėje diagramos dalyje elipsės (lašo) pavidalo taškų sankaupos zoną (fig. 4a), galima išskirti sinusinio ritmo reikšmes. Vizualinei kontrolei intervalai, atlikus tokį išskyrimą, ilgalaikėje RR intervalų reikšmių sekoje, atvaizduotoje vertikalių atkarpų eile, parodomi skirtingomis spalvomis arba skirtingo ryškumo linijomis (fig. 4b). Analogišku būdu, apvedus kurią nors ektopinį ritmą atitinkančią reikšmių zoną, (fig. 5a) išskiriamos tos ritmo rūšies intervalų reikšmės ir jos pažymimos RR intervalų reikšmių sekoje, atvaizduotoje, vertikalių atkarpų eile, skirtingomis spalvomis arba skirtingo ryškumo linijomis.

Kadangi širdies ritmo autonominių reguliavimą galima vertinti tik pagal sinusinį ritmą, todėl, jo reikšmes išskyrus, likusias RR intervalų reikšmes būtina dirbtinai pervesti į sinusinio ritmo reikšmes (fig. 6a;b). Tam tikslui tokie RR intervalų reikšmių sekos elementai ar jų serijos perskaičiuojamos pagal kaimyninių intervalų reikšmes, priklausančias sinusiniam ritmui, tiesinės interpoliacijos būdu:

$$RR_{x+i} = RR_x + \Delta RR \times i$$

$$\Delta RR = (RR_y - RR_x) / n$$

Kur RR_x , RR_y – kaimyninių, priklausančių sinusiniam ritmui, RR intervalų reikšmės; n – nepatenkančių į sinusinio ritmo reikšmių ribas RR intervalų serijos dydis, $i = 1, \dots, n$.

Fig. 1a parodytas RR intervalų reikšmių sekos (ritmogramos) atvaizdavimo būdas vertikalių atkarpų eile, išmatavus atstumus tarp elektrokardiogramos R dantelių.

Fig. 1b atvaizduota RR intervalų reikšmių porų atidėjimo stačiakampėje koordinatinių sistemoje būdas.

Fig. 2a atvaizduota RR intervalų reikšmių seka (ritmograma) taškų aibės pavidalu. Diagramos centrinėje dalyje matome didžiausią taškų sandauginę, kurią sudaro tiksliai sinusinį ritmą atitinkančios reikšmių poros, kairėje viršuje kita taškų sandauginė kuri atitinka ektopinio ritmo iki-ekstrasistolines reikšmes. Taškų sandauginė dešinėje viršuje atitinka ektopinio ritmo po-ekstrasistolines reikšmes, o taškų sandauginė dešinėje apačioje atspindi RR intervalo, esančio prieš iki-ekstrasistolinį intervalą, santykį su iki-ekstrasistoliniu intervalu. Pavieniai taškai prasidedantys diagramos kairiajame kampe ir padidėjusios išsidėstusios tarp taškų sandauginių zonų yra triukšminės arba ektopinio ritmo (prieširdžių virpėjimo/plazdėjimo atveju) reikšmės. Šioje diagramoje atvaizduoti ektopinio ritmo paternai charakteringi fiksuotoms skilvelinėms ekstrasistolėms (verifikuota pagal EKG formą).

Fig. 2b atvaizduota tos pačios RR intervalų sekos (ritmogramos) atkarpa nuo 1901 intervalo iki 2100 intervalo, atvaizduota vertikalių atkarpų eile. Joje sinusinio ritmo fone stebimos dažnos skilvelinės ekstrasistolės su fiksuotu iki-ekstrasistoliniu intervalu, o po 2053 intervalo stebimos kelios triukšminės reikšmės.

Fig. 3 atvaizduota sinusinį ritmą atitinkančių RR intervalų porų reikšmių zona, per kurios kraštinius taškus nubrėžtos liestinės lygiagrečiai ir statmenai koordinatinio kampo pusiaukampinei, pagal kurias gali būti nustatomi sinusinio ritmo rodikliai.

Fig. 4a atvaizduotas sinusinio ritmo RR intervalų reikšmių porų išskyrimo būdas naudojantis kompiuterio pele, ekrane uždara kreive apibrėžus jį atitinkančią taškų sankaupos zoną.

Fig. 4b atvaizduota tos pačios RR intervalų sekos (ritmogramos) atkarpa nuo 1901 intervalo iki 2100 intervalo, atvaizduota vertikalių atkarpų eile, kurioje sinusinio ritmo ir ektopinių ritmų bei techninių triukšmų reikšmės pavaizduotos skirtingo ryškumo linijomis.

Fig. 5a atvaizduotas ektopinio ritmo RR intervalų reikšmių porų išskyrimo būdas naudojantis kompiuterio pele, ekrane uždara kreive apibrėžus jį atitinkančią taškų sankaupos zoną.

Fig. 5b atvaizduota tos pačios RR intervalų sekos (ritmogramos) atkarpa nuo 1901 intervalo iki 2100 intervalo, atvaizduota vertikalių atkarpų eile kurioje, sinusinio ritmo ir ektopinių ritmų bei techninių triukšmų reikšmės pavaizduotos skirtingo ryškumo linijomis.

Fig. 6a atvaizduota sinusinį ritmą atitinkanti zona, gauta atlikus ektopinių ritmų ir techninių triukšmų reikšmių interpoliaciją.

Fig. 6b atvaizduota tos pačios RR intervalų sekos (ritmogramos) atkarpa nuo 1901 intervalo iki 2100 intervalo, atvaizduota vertikalių atkarpų eile, kurioje ektopinių ritmų ir techninių triukšmų interpoliuotos reikšmės pavaizduotos skirtingo ryškumo linijomis.

Fig. 7 atvaizduota sinusinio ir ektopinių ritmų išskyrimo būdą realizuojančių techninių priemonių struktūrinė schema.

Siūlomas sinusinio ir ektopinių ritmų išskyrimo būdas realizuojamas įgyvendinus eilę techninių priemonių, kurių struktūrinė schema pavaizduota fig. 7. Tiriamojo (paciento) elektrokardiosignalas (EKS) sustiprinamas (1) EKG stiprintuvu. Šiam tikslui gali būti panaudotas bet kuris standartinis elektrokardiografas, turintis analoginį išėjimą. Toliau EKS signalas diskretizuojamas (2) analogas - kodas keitikliu ir, įvedus į kompiuterį, jo skaitmeninės reikšmės talpinamos atmintyje (3). Atpažinimo programa išskiria QRS kompleksą (4). Atliekamas RR intervalų t. y. laiko trukmių tarp gretimų QRS komplekso R dantelių matavimas ir išmatuotos RR intervalų reikšmės sekos

pavidale kaupiamos atmintyje (5). RR intervalų atvaizdavimo programa, paimdama iš atminties RR intervalų reikšmių poros, atideda jas diagramoje su stačiakampe koordinatų sistema taškų aibės pavidalu (6). Operatorius vizualiai, remdamasis savo žiniomis, išskiria taškų zonas, atspindinčias sinusinio ir ektopinių ritmų zonas. Norėdamas išskirti kurią nors zoną, jis kompiuterio pelės pagalba apibrėžia ją ištisine linija (7). Ritmogramoje atvaizduota vertikalių atkarpų eile išskirtos zonos RR intervalai bus nubrėžti skirtingos spalvos arba skirtingo ryškumo linijomis. Tai leidžia, peržiūrėjus visą ritmogramos įrašą, atlikti patikrinimą (8) ar teisingai buvo atliktas norimo ritmo išskyrimas. Jeigu pastebėta, kad išskyrimas atliktas neteisingai, norima zona pakartotinai kompiuterio pelės pagalba apibrėžiama ištisine linija. Nagrinėjant tik sinusinį ritmą, ektopinių ritmų ir techninių triukšmų intervalų reikšmės, dirbtinai pervedamos į sinusinio ritmo reikšmes (9).

Atlikus norimo ritmo išskyrimą, toliau jis gali būti analizuojamas, daromos išvados, taikomas pacientui reikalingas gydymas.

Šis sinusinio ir ektopinių ritmų išskyrimo būdas naudojamas KMU Psichofiziologijos ir reabilitacijos instituto kardiovaskulinės reabilitacijos klinikoje.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Sinusinio ir ektopinių ritmų išskyrimo būdas, kai sustiprintame ir įvestame į kompiuterį elektrokardiosignale atpažįstami QRS kompleksai ir, išmatuotose RR intervalų (atstumų tarp gretimų QRS kompleksų R dantelių) reikšmių sekose (ritmogramose), išskiriami norimo tipo ritmai, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad RR intervalų reikšmių poras atvaizduoja diagramoje su stačiakampe koordinacių sistema, kurios ašyse atidedamos RR_i ir RR_{i+1} , aibe taškų, išsidėstančių zonomis, atspindinčiomis sinusinį ir ektopinius ritmus.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad norimo tipo ritmai išskiriami apibrėžiant kompiuterio pelės pagalba uždara kreivę juos atitinkančias taškų sankaupos zonas.

3. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad ritmogramoje, atvaizduotoje vertikalių atkarpų eilę, kurių amplitudė proporcinga RR intervalo trukmei, pažymi išskirtą ritmo tipą skirtingos spalvos ar skirtingo ryškumo linijomis.

4. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad ektopinių ritmų ir klaidingai išmatuotų RR intervalų (techninių triukšmų) reikšmės dirbtinai perveda į sinusinio ritmo reikšmes (interpoliuoja).

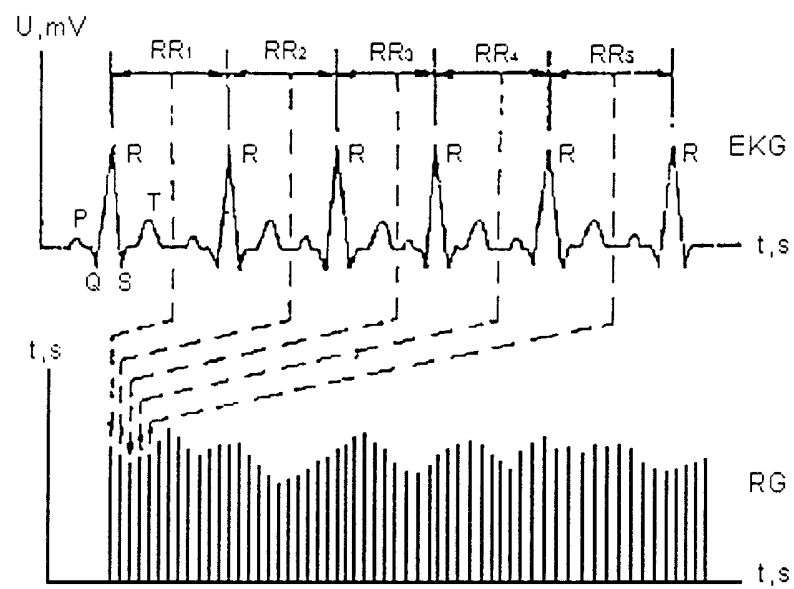


Fig. 1a

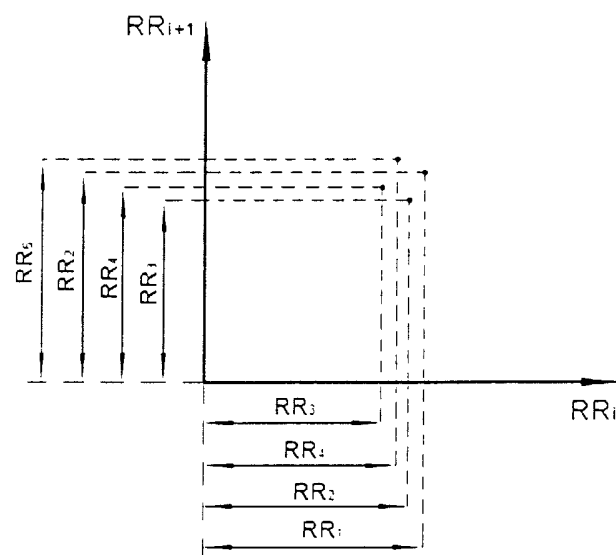


Fig. 1b

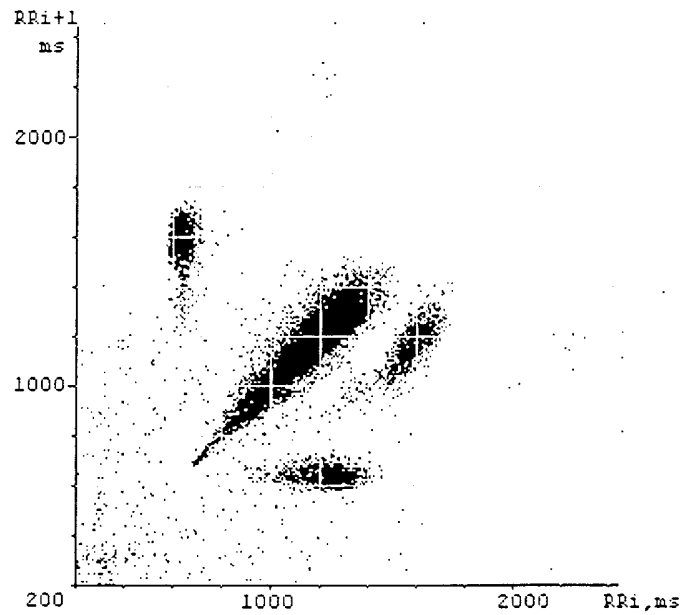


Fig. 2a

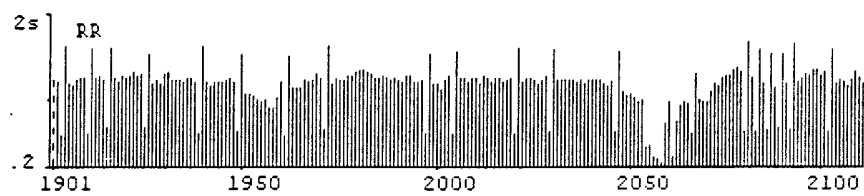


Fig. 2b

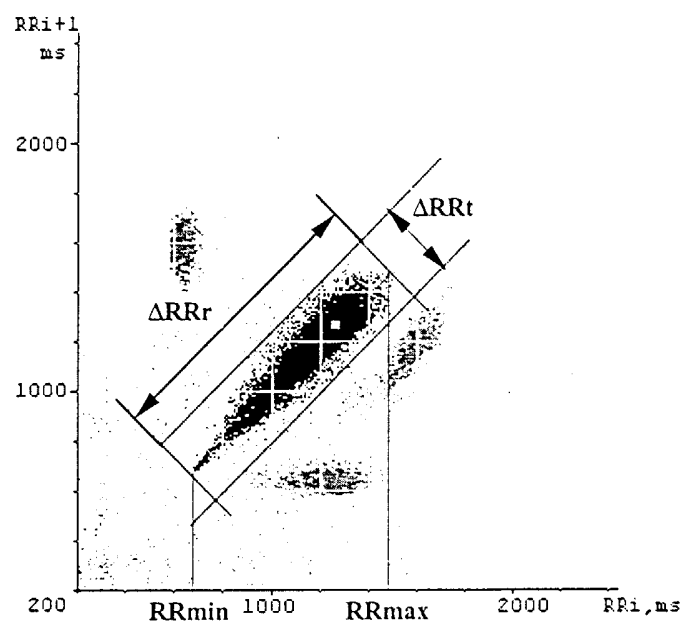


Fig. 3

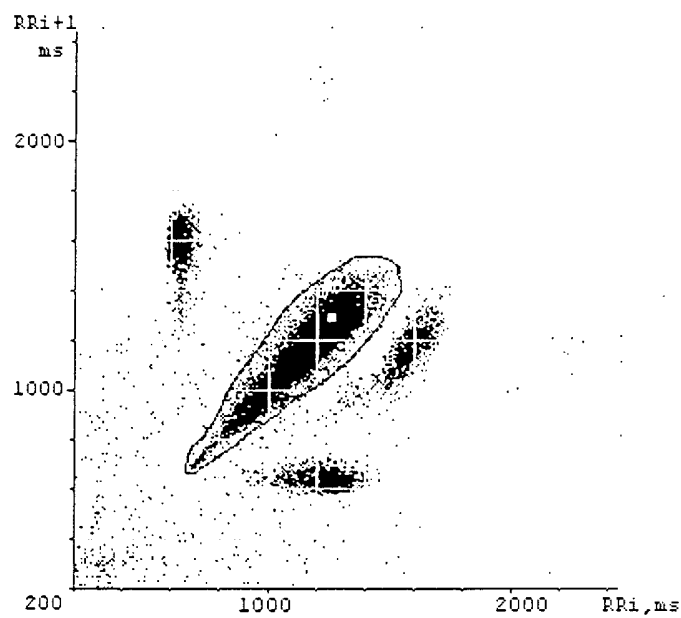


Fig. 4a

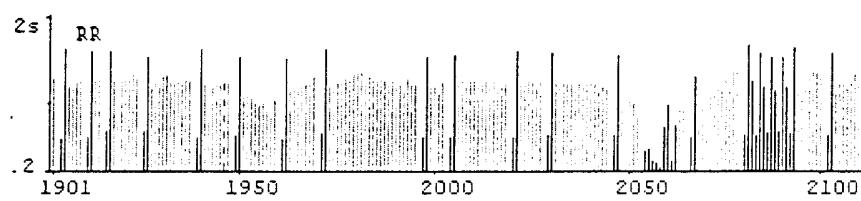


Fig. 4b

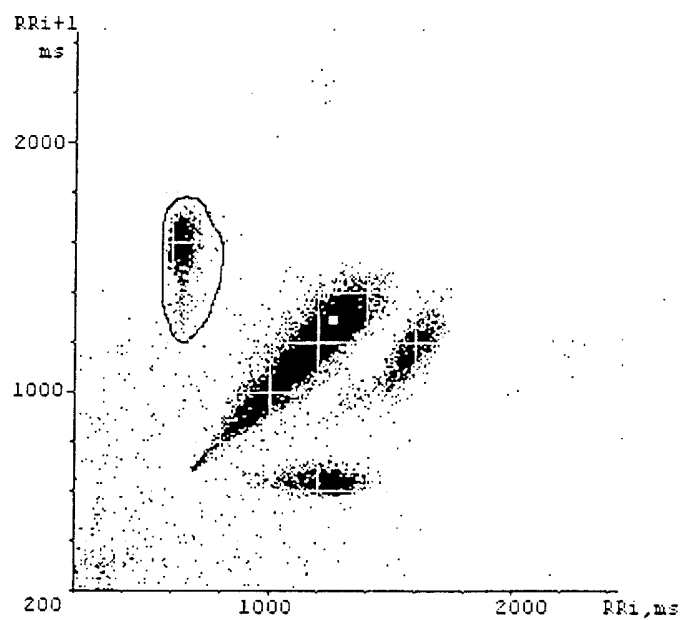


Fig. 5a

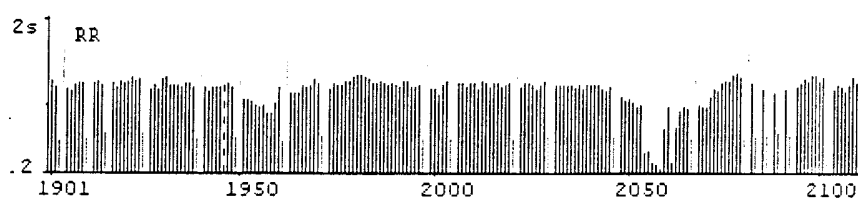


Fig. 5b

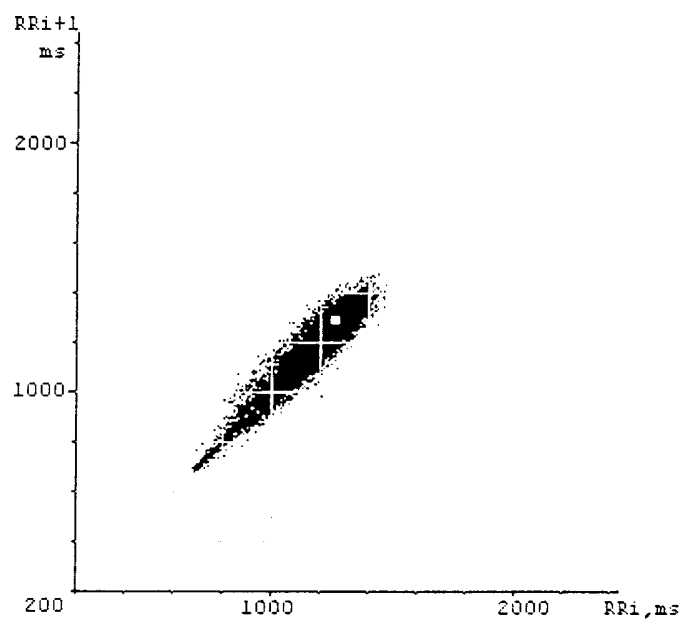


Fig. 6a

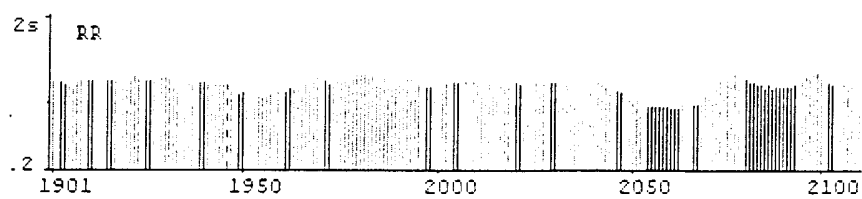


Fig. 6b

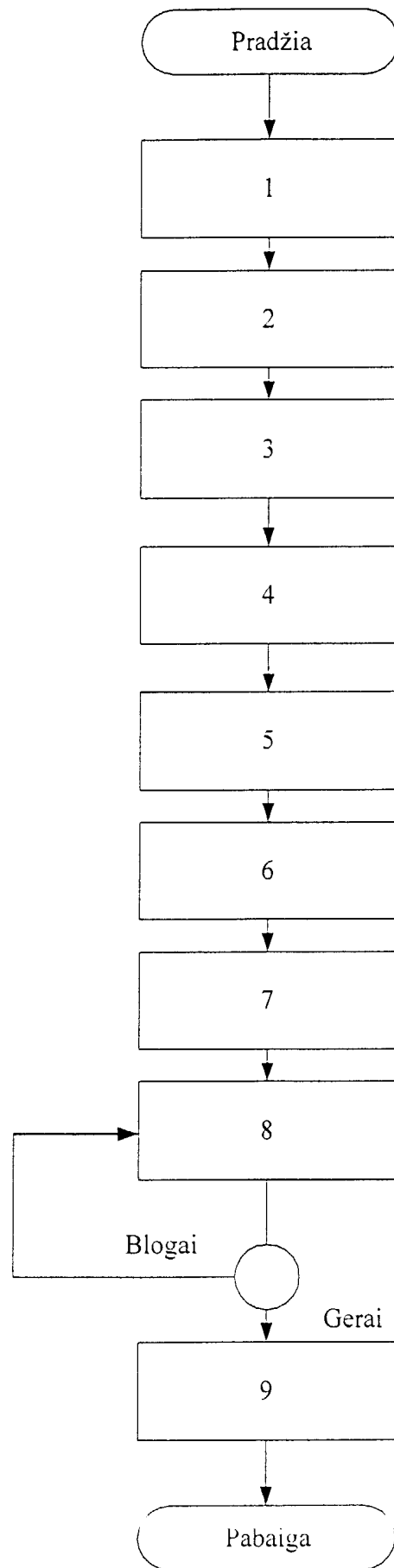


Fig. 7