

(11) Patento numeris: **3906**

(51) Int. Cl.⁵: **A61B 5/02**

(21) Paraiškos numeris: **IP1950**

(22) Paraiškos padavimo data: **1994 06 14**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1995 12 27**

(45) Patento paskelbimo data: **1996 04 25**

(72) Išradėjas:

Albinas Stankus, LT
Andrius Laurinavičius, LT

(73) Patento savininkas:

Albinas Stankus, Žvejų g. 42-27, 5720 Palanga, LT
Andrius Laurinavičius, Jūratės g. 30-3, 5720 Palanga, LT

(54) Pavadinimas:

Elektropletizmografas

(57) Referatas:

Išradimas priskirtinas medicininei technikai, o tiksliau - hemodinaminių parametrų matavimo prietaisams.

Išradimo tikslas - elektropletizmogramos kintamos dedamosios santykio su pastovia dedamąja nustatymo tikslumo padidinimas.

Siekiant padidinti elektropletizmografinių matavimų tikslumą, sukurtas prietaisas, leidžiantis tiesiogiai matuoti audinių tūrio santykinius pokyčius ir įvertinti įvairių organizmo sričių hemodinamiką santykiniais, būtent mililitrais šimtame mililitrų tūryje, tūrio vienetais.

Išradimas priskirtinas medicininei technikai, o tiksliau - hemodinaminių parametrų matavimo prietaisams.

Plačiai naudojamas elektropletizmografas sudarytas iš aukšto dažnio srovės generatoriaus, generatorinių elektrodų, prijungtų prie srovės generatoriaus, matavimo elektrodų, prijungtų prie aukšto dažnio pradinio stiprintuvo, amplitudinio detektoriaus, varžos pastovios dedamosios balansavimo schemos, diferencijatoriaus ir artefaktų slopinimo schemos, reogramos ir jos išvestinės kalibratoriaus (JAV 3971365 patentas, TIK A 61 B 5/05 (prototipas)).

Elektropletizmografinis metodas plačiai naudojamas įvairių organizmo sričių kraujotakos tyrimui. Metodas pagrįstas tuo, kad elektrinio laidumo pokyčiai susiję su pulsine kraujotakos svyravimais visose organizmo dalyse. Daugelis tyrinėtojų stengėsi išskirti šią kintamąją varžos dedamąją kaip pagrindinį signalą, netiesiogiai informuojantį apie tūrinius kraujagyslių pokyčius širdies ciklo metu (Гуревич М.И., Соловьев А.И., Литовченко Л.П., Долман Л.В. Импедансная реоплетизмография. - Киев: Науч. думка, 1982. - 176 с. Минц А.Я., Ронкин М.А. Реографическая диагностика сосудистых заболеваний головного мозга. - Киев, 1967. - 165 с. Плищук В.И., Терехова Л.Г. Техника и методика реографии и плетизмографии. - М.: Медицина, 1983. - 175 с.)

Išradimo tikslas - elektropletizmogramos, kintamos dedamosios santykio su pastovia dedamąja, matavimo tikslumo padidinimas.

Įprasta, kad tyrinėtojai metodiniais sprendimais siekia įvertinti audinių ir organų pripildymą krauju absoliutiniais tūrio vienetais. Kintamos varžos amplitudiniai parametrai, matuojami omais, duoda kiekybinį neadekvatų, fiziologinę prasmę, vaizdą apie vienos ar kitos organizmo srities kraujotaką.

Remiantis priklausomybe

$$\Delta V/V = \Delta Z/Z \Rightarrow \Delta U/U \quad (1.1)$$

čia Z - nuolatinė laidininko varža, ΔZ - kintamoji varžos dedamoji, V - laidininko tūris, ΔV - kintamoji tūrio dedamoji, ΔU , U_0 - kintama ir nuolatinė įtampos, krentančios laidininke, dedamosios (Науменко А.И., Скотников В.В. Основы электроплетизмографии. - Л.: Медицина, 1975. - 216 с.) ir, siekiant padidinti matavimo tikslumą buvo sukurtas prietaisas, kuris leidžia tetrapoliariniu būdu matuoti patį santykį $\Delta Z/Z$. Gautos amplitudinės reikšmės atvaizduoja pulsinius tūrių $\Delta V/V$ pokyčius laike santykiniais vienetais, arba, žinant matuojamos kūno dalies tūrį, leidžia gauti absoliutinius tūrio pokyčius

$$\Delta V = \Delta Z/Z * V. \quad (1.2)$$

Brėžinyje pateikta šiems matavimams siūlomo elektropletizmografo struktūrinė schema. Prietaisas sudarytas iš aukšto dažnio srovės generatoriaus 1, prie kurio pajungti generatoriniai elektrodai 2, matavimo elektrodų 3, prijungtų prie aukšto dažnio stiprintuvo 4, aukšto dažnio stiprintuvo 5, kurio stiprinimo koeficientas valdomas detektoriaus 6 išėjimo signalo, detektoriaus 6, atraminės įtampos bloko 7, žemo dažnio stiprintuvo 8 ir registratoriaus 9; 10 - biologinis objektas.

Prietaiso veikimo principas. Aukšto dažnio srovės generatoriaus 1 sukurta srovė tekėdama biologinio objekto 10 segmentu tarp elektrodų 3 sudaro įtampos kritimą

$$U = (U_0 + \Delta U(t)) * \sin(\omega * t); \quad (1.3)$$

čia $(U_0 + \Delta U)$ - sinusinio signalo amplitudė moduluota matuojamos srities varžos pokyčiais $\Delta Z(t)$. Įtampa U stiprinama aukšto dažnio stiprintuve 4, kurio stiprinimo koeficientas K_1

$$U_1 = K_1 * (U_0 + \Delta U(t)) * \sin(\omega * t) \quad (1.4)$$

Jei detektorius 6 išskiria signalą $U_0 + \Delta U(t)$ su perdavimo funkcija $K_4=1$, tai įtampą U_3 detektoriaus išėjime galima užrašyti

$$U_3 = U_2 * (1/(1+K_2)) * (T*s+1)/(T*s/(1+K_2)+1) + K_2/(T*s/(1+K_2)+1) * (U_0 + \Delta U(t))/U_0 \quad (1.5)$$

kur T - sistemos laiko pastovioji, s - Laplaso operatorius.

Atlikus atvirkštinę Laplaso transformaciją, gauname, kad

$$U_3 = (1/(1+K_2)) * (U_2 * (1 + K_2 * \exp(-t * (1+K_2)/T)) + K_2 * (U_0 + \Delta U(t)) / U_0 * (1 - \exp(-t * (1+K_2)/T))); \quad (1.6)$$

Tokiu būdu įtampos pokyčiai detektoriaus išėjime priklauso nuo įtampos nuolatinės ir kintamos dedamųjų santykio $\Delta U(t)/U_0$. Įtampa U_3 toliau stiprinama žemo dažnio stiprintuve 8 ir registruojama registratoriumi 9.

Tuo pačiu išsprendžiama daugelis uždavinių:

1. Svarbiausias pasiekimas tas, kad tiesiogiai gaunami amplitudiniai pokyčiai be papildomų skaičiavimų atvaizduoja tūrinius pokyčius. Prietaisas kalibruojamas sudarant pagrindinės varžos 0,1% pokytį lygiagrečiai prijungiant papildomą varžą. Tokiu būdu amplitudiniai pokyčiai iš karto įvertinami procentais. Pavyzdžiui, krūtinės srityje gaunamas 0,9% pokytis, tai reiškia, kad kiekvienam 100 ml matuojamo tūrio sistolės metu gaunamas 0,9 ml tūrio pokytis. Toks klausimų sprendimas leidžia tiesiogiai įvertinti įvairių organizmo sričių hemodinamiką matavimo vienetais, kurie artimi priimtiems fiziologijoje, t.y. ml/100 g medžiagos.

2. Tiesioginis $\Delta Z/Z$ matavimas atliekamas tiksliau nei kitais metodais, kur Z reikšmė buvo nuskaitoma iš elektropletizmografo indikatoriaus. Be to, matuojant santykį $\Delta Z/Z$ atkrenta būtinybė žinoti matuojamos kūno dalies specifinę varžą, kuri dalybos metu savaime pasinaikina.

3. Nereikia matuoti laidininko ilgio ir skerspjūvio ploto, nes gauti rezultatai nuo šių dydžių nepriklauso. Pulsiniai tūrio kitimai, matuojami kiekviename 100 ml tūryje, nepriklauso nuo to ar jie matuojami dideliame ar mažame tūryje. Čia įtakoja kita priklausomybė - fiziologinė. Pasikeitus laidininko skerspjūviui ar ilgiui dėl elektrodų padėties pokyčio, į erdvę tarp elektrodų gali patekti kito tipo audiniai, kur yra kita kraujotaka.

ISRADIMO APIBRĖŽTIS

Elektropletizmografas, susidedantis iš aukšto dažnio srovės generatoriaus, generatorinių paciento elektrodų, prijungtų prie aukšto dažnio srovės generatoriaus, matavimo elektrodų, prijungtų prie aukšto dažnio stiprintuvo, detektoriaus, žemo dažnio stiprintuvo ir registratoriaus, b_e_s_i_s_k_i_r_i_a_n_t_i_s tuo, kad prie detektoriaus pajungtas atraminis įtampos blokas, tarp aukšto dažnio stiprintuvo išėjimo ir detektoriaus įėjimo įjungtas papildomai aukšto dažnio stiprintuvas su valdomu stiprinimo koeficientu, kurio valdymo įėjimas sujungtas su detektoriaus išėjimu.

