

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2021 515**
(22) Paraiškos padavimo data: **2021-04-07**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2022-10-10**
(45) Patento paskelbimo data: **2022-10-25**

(73) Patento savininkas:
**Osvaldas PRANEVIČIUS, 300 Albany street - 6E,
11375 New York, NY Niujorkas, US
Mindaugas PRANEVIČIUS, 111-37 75th Road, Forest
Hills, 11375 New York, NY Niujorkas, US
Henrikas PRANEVIČIUS, Totorių g. 10-10, 44236
Kaunas, LT**

(72) Išradėjas:
**Osvaldas PRANEVIČIUS, US
Mindaugas PRANEVIČIUS, US
Henrikas PRANEVIČIUS, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
**Gediminas PRANEVIČIUS, 54, Advokatų profesinė
bendrija IP FORMA, Užupio g. 30, LT-01203 Vilnius,
LT**

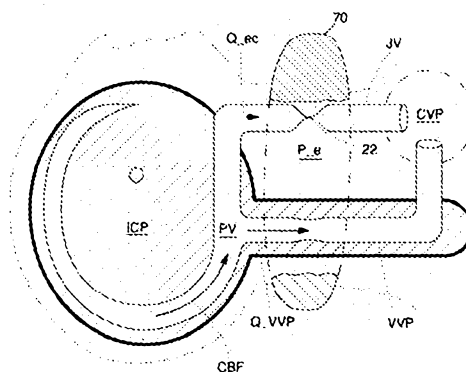
LT 6955 B

(54) Pavadinimas:

Aparatas intrakranijinės perfuzijos diagnostikai ir gydymui

(57) Referatas:

Išradimo objektas yra aparatas, skirtas intrakranijinės dalies perfuzijos diagnostikai ir gydymui, turintis priemones, naudojantias ekstrakranijinės kraujotakos užspaudimą, kad 1) pamatuotų pritekėjimo ir nutekėjimo slėgius bei jų skirtumą intraekstrakranijinėje kolateralėje, pavyzdžiui, supraorbitalinės arterijos baseine, ir taip įvertintų intrakranijinės dalies perfuzinį slėgimą, 2) laikinai padidintų intrakranijinio pritekėjimo slėgį, kai jis yra sumažėjęs dėl ekstrakranijinės stenozės ar karotidinės arterijos užspaudimo operacijos metu, ir 3) perskirstytų ekstrakranijinę kraujotaką intrakranialiai, siekiant pagerinti smegenų kraujotaką ir įvesti terapines priemones intrakranialiai.



1 pav.

TECHNIKOS SRITIS

Išradimas aprašo aparatą naudojamą medicininei diagnostikai ir gydymui, specifiskai smegenų kraujotakos diagnostikai ir gydymui bei terapinių priemonių nukreipimui į smegenų kraujagysles.

Aprašytas aparatas realizuoja sistemą ir metodą sveikatos apsaugos srityje, specifiskai sistemą ir metodą smegenų segmentinio perfuzinio slėgio matavimui, augmentavimui, smegenų kraujotakos autoreguliacijos įvertinimui ir terapijai naudojant extra-intra kranijinį kraujo tekėjimo perskirstymą.

Aparatas skirtas intrakranijinės perfuzijos diagnostikai ir gydymui naudoja ekstrakranijinės kraujotakos užspaudimą 1) pamatuoti pritekėjimo ir nutekėjimo slėgius bei jų skirtumą intra-ekstrakranijinėje kolateralėje (pavyzdžiui supraorbitalinės arterijos baseine) kad įvertinti intrakranijinį perfuzinį slėgimą; 2) laikinai padidinti intrakranijinio pritekėjimo slėgį, kai jis yra sumažėjęs dėl ekstrakranijinės stenozės ar karotidinės arterijos užspaudimo operacijos metu; 3) perskirstyti ekstrakranijinę kraujotaką intrakranialiai su tikslu pagerinti smegenų kraujotaką ir įvesti terapines priemones intrakranialiai.

TECHNIKOS LYGIS

Galvos smegenų perfuziją apsprendžia pritekėjimo (arterinis) ir nutekėjimo (veninis) slėgiai. Nutekėjimo slėgis atitinka intrakranialinį slėgį, kuris matuojamas tiesiogiai su kateteriu smegenų skilvelyje ar slėgio davikliu intrakranijinėje dalyje. Intrakranijinis slėgis gali būti įvertintas neinvaziškai (*US 8998818 "Noninvasive method to measure intracranial and effective cerebral outflow pressure", Pranevicius et al*).

Padidėjusio sisteminio ar vietinio intrakranijinio slėgio nustatymo ir matavimo sistema apima įvairius prietaisus, skirtus kontroliuojamam juguliarinio kaukolės kraujo nutekėjimo užspaudimui atlikti ir kraujotakos duomenimis, susijusiems su minėtu kontroliuojamu užspaudimu, generuoti, kaukolės (intrakranijinio) slėgio matavimo prietaisą ir procesorių jugularinio užspaudimo ir kaukolės kraujo nutekėjimo duomenims apdoroti, siekiant nustatyti ir (arba) išmatuoti funkcinį ryšį tarp jugularinio užspaudimo ir juguliarinio kraujo nutekėjimo. Įrenginys turi funkcinį ryšį su ekrano įrenginiu ir (arba) paciento stebėjimo sistema. Procesorius taip pat aptinka pusiausvyrą tarp jugularinio užspaudimo ir kaukolės kraujo nutekėjimo slėgio. Kitoje realizacijoje intrakranijinių ir ekstrakranijinių kraujagyslių nutekėjimo balansavimas matuojamas

NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*) sistema, pusiausvyrai naudojant išorinę suspaudimo manžetę, o pusiausvyrinis manžetės slėgis rodomas kaip intrakranijinis slėgis (US 8109880 "*Noninvasive method to measure intracranial and effective cerebral outflow pressure*", Pranevicius et al).

Kraniospinalinė venų sistema turi daug anastomozijų tarp juguliarinių venų ir stuburo venų rezginio. Juguliarinės venos kolapsuoja su kaklo užspaudimu arba galvos pakėlimu, kai išorinis slėgis viršija venų spaudimą. Stuburo venų rezginys yra veikiamas intrakranijinio slėgio ir kolapsuoja, kai intrakranijinis slėgis viršija venų spaudimą. Stuburo venų rezginys nėra suspaustas galvos pakėlimu ar kaklo suspaudimu, nes kietas stuburo kanalas apsaugo venas nuo tiesioginio atmosferos slėgio ir kaklo suspaudimo. Naudojant kaklo suspaudimą ir (arba) galvos pakėlimą kraujo nutekėjimas perskirstomas tarp juguliarinių venų ir stuburo venų rezginio, o kaklo suspaudimo ar galvos pakėlimo laipsnis rodo efektyvų smegenų nutekėjimo slėgį arba ICP (ang. *Intracranial Pressure*). US 10405763 "*Devices and methods for noninvasive measurement of intracranial pressure*" aprašo netiesioginį ICP matavimą, užspaudžiant akį.

Pritekėjimo (arterinis) slėgis smegenų arterijose gali būti pamatuotas tiesiogiai karotidinės endarterektomijos arba arterinio zondavimo metu kaip slėgis vidinėje miego arterijoje ar intrakranijinėje šakoje ties Vilizijaus ratu.

Taip pat žinomas spaudimo matavimas oftalminėje arterijoje (Strauss, A.L., Rieger, H., Roth, F.J. & Schoop, W. "*Doppler ophthalmic blood pressure measurement in the hemodynamic evaluation of occlusive carotid artery disease*" *Stroke* 20, 1012–1015 (1989)).

Galvos kraujagyslių tinklas su daugybinėmis intra-ekstra-kranialinėmis anastomozėmis apsunkina smegenų hemodinamikos adekvatumo įvertinimą esant ekstrakranijiniai stenozei ir sudaro sąlygas intra-ekstrakranijiniam kraujotakos nukreipimui (apvogimui). Spėjama, kad intrakranijinė perfuzija yra adekvati, kai asmuo demonstruoja normalią neurologinę funkciją. Anestezijos, sedacijos metu, intubuotiems pacientams, pacientams, sergantiems neurologinėmis ar psichiatrinėmis ligomis, esant traumatiniam smegenų sužalojimui, ar intoksikacijai toks neurologinis vertinimas yra ribotas. Miego arterijos endarterektomijos metu, kai miego arterija yra užspaudžiama, smegenų perfuzijos adekvatumas gali būti vertinamas pagal užspaustos miego arterijos distalinį - kultės slėgį (Pd), kuris atspindi vidutinį įtekėjimo

slėgį intrakranijinėje Vilizijaus rato kolateralijų sistemoje. Pd reikšmė didesnė arba lygi 40 mmHg laikoma pakankama smegenų perfuzijai (Moritz, S., Kasprzak, P., Arlt, M., Taeger, K. & Metz, C. *Accuracy of cerebral monitoring in detecting cerebral ischemia during carotid endarterectomy: a comparison of transcranial Doppler sonography, near-infrared spectroscopy, stump pressure, and somatosensory evoked potentials. Anesthesiology* 107, 563-569 (2007)). Skirtumas tarp slėgio Vilizijaus rate Pd ir intrakranijinio slėgio (angl. *Intracranial Pressure (ICP)*) yra smegenų perfuzijos segmentinis spaudimas, kuris apsprendžia intrakranijinio perfuzinio slėgio gradientą: $SPPic = Pd - ICP$. Iki šiol Pd nebuvo vertinamas kliniškai (išskyrus karotidinės endarterektomijos metu) ir smegenų perfuzijos vertinimui buvo naudojamas smegenų perfuzijos slėgis CPP (angl. *Cerebral Perfusion Pressure*: $CPP = Pa - ICP$), kur Pa yra sisteminis arterinis slėgis aortoje. Toks priėjimas neįvertina ekstrakranijinio slėgio gradiento tarp aortos ir Vilizijaus rato Pa-Pd, kurį galima išreikšti kaip fracinį kraujotakos rezervą FFR (angl. *Fractional Flow Reserve*): $FFR = Pa / Pd$. FFR 0 atitinka pilną pritekėjimo blokadą; FFR 1 atitinka nulinę pritekėjimo varžą.

Pd ir FFR buvo pamatuotas invaziškai ir gali būti įvertintas neinvaziškai naudojant ophthalmodinamometriją (matuojant slėgį akies arterijoje) ar matuojant slėgį intra-ekstrakranijinėje kolateralėje - supraorbitalinėje arterijoje naudojant ultragarso doplerį, fotopletismografinį, laserio doplerio, pulso sklidimo greičio, ar oscilometrinį metodus.

Intra-ekstrakranijinės kraujotakos pasiskirstymas priklauso nuo kraujagyslių rezistentiškumo ir veninio nutekėjimo slėgio intrakranijiniame ir ekstrakranijiniame dalyse. Aprašytas aktyvus intra-ekstrakranijinės kraujotakos perskirstymas terapiniais tikslais- kraujotakos augmentacijai ir/ar terapinių priemonių (atšaldyto kraujo iš ekstrakranijinės dalies, trombolitikų, anestetikų ir kt.) įvedimui.

IŠRADIMO ESMĖ

Kaukolė skirstoma į smegeninę ir veidinę dalis. Kraujas iš aortos slėgiu Pa išstumiamas į kranialinę dalį per vidines miego arterijas (kairę ir dešinę) ir per vertebalines arterijas (kairę ir dešinę) ir pasiskirsto Vilizijaus rate su vidutiniu slėgiu Pd. Nutenkančio kraujo slėgimą apsprendžia intrakranijinis slėgis ICP. Intrakranijinis segmentinis perfuzinis slėgis $SPPic = Pd - ICP$ apsprendžia smegenų perfuziją. Ekstrakranijinės (veidinės) dalies segmentinis perfuzijos slėgis $SPPec$ yra apspręstas pritekėjimo slėgio išorinėje miego arterijoje Pd ir nutekėjimo slėgio Pe, kuris normaliai

lygus atmosferiniam slėgiui: $SP_{Pec} = P_d - P_e$. Išradėjai pademonstravo P_a , P_d , ICP ir P_e priklausomybę, kuri apsprendžia intra-ekstrakranialinę kraujotaką ir intra-ekstrakranijinį kraujo persiskirstymą.

Slėgis P_d gali būti pamatuotas kolateralėje, jungiančioje intrakranijinę ir ekstrakranijinę kraujotaką (pavyzdžiui, supraorbitalinėje arterijoje). Kad jis tiksliau atspindėtų slėgį Vilizijaus rate, kraujotaka išorine miego arterija turi būti sustabdyta (užspaudžiant išorinę miego arteriją ir/ar jos šakas, naudojant infraorbitalinę manžetę). Panašiai, intrakranijinis slėgis gali būti įvertintas, matuojant veninį slėgį ekstrakranialiai, kai slėgis infraorbitalinėje manžetėje P_e viršija ICP ar nustatant kraujo persiskirstymo tarp intra-intrakranijinės kraujotakos priklausomybę nuo infraorbitalinės manžetės slėgio P_e . Matuojant gradiento $P_a - P_d$ priklausomybę nuo P_a , galima nustatyti smegenų autoreguliacijos apatinį limitą - žemiau jo $P_a - P_d$ mažėja su P_a (nes sumažėja smegenų kraujotaka), aukščiau šito limitu smegenų kraujotaka, taigi ir $P_a - P_d$ mažai kinta.

Keičiant infraorbitalinės manžetės slėgį, kontroliuojamas nutekėjimo slėgis P_e ekstrakranialinėje galvos dalyje, neužspaudžiant intrakranijinio pritekėjimo ir kvėpavimo takų. Išpūtus infraorbitalinę manžetę, ekstrakranijinė kraujotaka nukreipiama intrakranialiai, nes padidėja P_d . Intrakranijinės perfuzijos augmentacija gali būti naudojama kritiniais smegenų perfuzijos periodais - per karotidinės arterijos perspaudimą endarterektomijos metu, ūmiam smegenų insulto periode, po resuscitacijos, po galvos smegenų traumos, trombolizės ar intravaskulinės revaskuliarizacijos metu, šoko ar anestezijos metu.

Naudojant ekstra-intrakranijinę kraujotakos diversiją ekstrakranijinis (veninis ir/ar arterinis) kraujas nukreipiamas intrakranialiai. Tai galima panaudoti intrakranijiniam terapinių priemonių įvedimui (pavyzdžiui, selektyviam smegenų šaldymui nukreipiant kraują iš atšaldyto skalpo, trombolitikų, antibiotikų, anestetikų, neurotropikų, prieštraukulinių ir kitų vaistų įvedimui), kad selektyviai padidintų terapinių priemonių koncentraciją intrakranijinėje dalyje.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ PAVEIKSLŲ APRAŠYMAS

Toliau išradimas bus aprašytas su nuoroda į pridedamus paveikslus, kuriuose:

1 pav. pateiktas žinomas technikos lygis, kuriame panaudota kaklo manžetė, kad nukreiptų kraujo nutekėjimą kraniospinaliai ir tuo būdu pamatuotų efektyvų

smegenų nutekėjimo (intrakranijinį) slėgimą;

2 pav. pavaizduotas aparatas, kuris matuoja brachialinį slėgį, intrakranijinės kolateralės slėgį supraorbitalinėje arterijoje, kontroliuoja infraorbitalinės manžetės slėgį P_e , augmentuoja intrakranijinio pritekėjimo slėgį P_d , matuoja frakcinį kraujotakos rezervą, nukreipia ekstrakranijinį kraują intrakranialiai;

3 pav. pavaizduoti alternatyvūs kraujo pritekėjimo augmentacijos ir nukreipimo metodai: selektyvus užspaudimas, embolizacija, vazopresorių infuzija, skysčio infuzija, chirurginė anastomozė.

4 pav. pavaizduotas selektyvaus smegenų šaldymo aparatas su infraorbitaline manžete nukreipti šaldytą kraują iš skalpo, atšaldyto su šaldymo šalmu intrakranialiai.

IŠSAMUS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Arterinio slėgio P_a matavimas brachialine mažete 90, supraorbitalinio (intrakranialinio pritekėjimo) slėgio P_d matavimas manžete 80 ir sensoriumi 110, frakcinio kraujotakos rezervo $FFR = P_a/P_d$ skaičiavimas, ekstrakranijinės kraujotakos Q_{ec} nukreipimas intrakranialiai realizuojami aparatu su mikrokontroleriu ir monitoriumi 100, kuris matuoja ir kontroliuoja slėgimą supraorbitalinėje 80, brachialinėje 90 ir infraorbitalinėje 70 manžetėse, išskaičiuoja ir atvaizduoja minėtus slėgius bei dinamiškai įvertina smegenų segmentinį perfuzijos slėgį ir autoreguliacijos būseną.

Kai infraorbitalinė manžetė 70, aplikuota ant veidinės galvos dalies, žemiau orbitos užspaudžianti ekstrakranijinę kraujotaką, bet ne kvėpavimo takus, yra pripūsta iki slėgio P_e , kad viršytų sisteminį arterinį slėgį aortoje P_a , ekstrakranijinė kraujotaka Q_{ec} yra užspausta, o P_d , išmatuotas kolateralinėje ekstra-intrakranijinėje (supraorbitalinėje) arterijoje, atspindi Vilizijaus rato slėgį. Kai P_e mažėja žemiau P_a , ekstrakranijinis pritekėjimas Q_{ec} atsistato, o nutekėjimas yra uždaras, todėl P_d ir SPP_{ic} augmentuojami pagal formulę, gautą iš grandinės analizės: $SPP_{ic} = P_d - ICP = (P_a - P_d) * FFR - G_e * (1 - FFR) * (ICP - P_e)$, kur SPP_{ic} - intrakranijinės dalies 80 perfuzinis slėgis, P_d - intrakranijinis pritekėjimo slėgis (Vilizijaus rate), ICP (angl. *Intracranial Pressure*) - intrakranijinis slėgis, P_a - arterinis slėgis (aortoje), G_e - santykinis ekstrakranijinio tinklo pralaidumas, $FFR = P_a/P_d$ - frakcinis kraujotakos rezervas, P_e - ekstrakranijinis nutekėjimo slėgis. Kai P_e sumažėja žemiau intrakranijinio slėgio ICP , ekstrakranijinis venų nutekėjimas atsistato, kas registruojama pletismografiškai. P_e lygis, kai tai įvyksta, atitinka ICP .

Atlikus Pa, Pd ir ICP matavimų seriją, FFR ir Ge įvertinami pagal SPPic lygtį, naudojant mažiausių kvadratų metodą. Su apskaičiuota FFR, Ge ir ICP, SPPic_estimated prognozuojama iš Pa ir Pe. Tada šie parametrai naudojami SPPic ir ICP dinamiškai įvertinti ir padidinti, naudojant formulę $SPPic = Pd - ICP = (Pa - ICP) * FFR - Ge * (1 - FFR) * (ICP - Pe)$.

ICP gali būti vertinamas neinvaziškai arba matuojant venų slėgį ekstrakranijinėje kolateralėje, kai ekstrakranijinis nutekėjimas yra dalinai užspaustas ir nukreiptas intrakranialiai ($Pe > ICP$).

Smegenų autoreguliacijos rezervas gali būti įvertintas skaičiuojant dinaminę koreliaciją tarp (Pa-Pd) ir Pa. Funkcionuojant autoreguliacijai smegenų kraujotaka CBF (angl. *Cerebral Blood Flow*), taigi ir Pa-Pd nepriklauso nuo Pa (koreliacijos koeficientas nesiskiria nuo 0).

Bendras galvos smegenų kraujotakos diagnostikos ir gydymo aparato ir prietaiso, indukuojančio atvirkštinį smegenų apvogimą, panaudojimas apima sekančius žingsnius:

- 1) Išeminės zonos kraujagyslių 40 ištyrimas ir kraujagyslių, kurios taip pat tiekia kraują į gretimas zonas (paraleliniai kanalai), nustatymas;
- 2) Paralelinio kanalo ar kanalų 50, distalinio segmento po anastomotinių kolateralinių jungčių su išemine zona identifikavimas;
- 3) Selektyvus slėgio didinimas anastomotinėje kolateralėje 50.

Priemonės selektyviai padidinti slėgį paraleliniame kanale (kanaluose) distaliai nuo anastomotinio atsišakojimo yra šios:

- 1) Chirurginė anastomozė 55, skirta padidinti kolateralinį srautą;
- 2) Skysčio ar kraujo infuzija per kateterį; antegradiškai 65 ar retogradiškai 75;
- 3) Vazopresoriaus infuzija į pasrovinį segmentą 65;
- 4) Kolateralinio pasrovinio segmento ligacija;
- 5) Kolateralinio pasrovinio segmento užspaudimas balionu 85;
- 6) Kolateralinio pasrovinio segmento embolizacija 85;
- 7) Kolateralinio pasrovinio (ekstrakranijinio) segmento embolizacija su spirale

8) Išorinis kolateralinio pasrovinio segmento užspaudimas, įskaitant fizines priemones, skatinančias audinio edemą 95.

1-2 priemonės gali būti taikomos bet kurioje kolateralinio kanalo vietoje. 3-8 priemonės gali būti taikomos distaliai nuo kolateralės, jungiančios paralelinius segmentus - paralelinio kanalo arteriniame, mikrocirkuliaciniame ar veniniame segmentuose. Aprašytas išradimas taikomas insulto profilaktikai ir gydymui, tačiau jo taikymas neapsiriboja smegenų cirkuliacija ir gali būti naudojamas miokardo išemijos gydymui.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Aparatas, skirtas intrakranijinės galvos dalies perfuzinio slėgio matavimui, augmentacijai, smegenų kraujotakos autoreguliacijos įvertinimui ir ekstrakranijinės kraujotakos nukreipimui intrakranialiai, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad apima priemonės selektyviai okliuduoti ekstrakranijinį kraujagyslinį tinklą; priemonės ekstra-intrakranijinio kraujo nukreipimui, naudojamas įvesti ekstrakranijinį terapinį agentą intrakranialiai; priemonės matuoti slėgį intra-ekstrakranijiniame kolateralinių kraujagyslių tinkle, kur arterinio-veninio slėgio gradientas kolateraliniame tinkle atitinka intrakranijinės dalies perfuzijos slėgį ir selektyvus ekstrakranijinio tinklo užspaudimas nukreipia ekstrakranijinę kraujotaką intrakranialiai, tuo padidinant intrakranijinį perfuzijos slėgį, kur selektyvaus ekstrakranijinių kraujagyslių indukuojamas ekstra-intrakranijinis kraujotakos persiskirstymas matuojamas vidinėje ir išorinėse miego arterijose, kur skirtumas tarp arterinio ir veninio slėgio ekstrakranijiniame kolateraliniame tinkle įvertinamas, panaudojant sisteminius hemodinamikos parametrus, naudojant segmentinio perfuzinio slėgio formulę:

$$SPPic = Pd - ICP = (Pa - ICP) * FFR - Ge * (1 - FFR) * (ICP - Pe),$$

kur SPPic - intrakranijinės dalies perfuzinis slėgimas, Pa- sisteminis arterinis slėgis aortoje, Pd- intrakranijinis kraujo pritekejimo slėgis, ICP - intrakranijinis slėgis (atitinkantis intrakranijinės dalies nutekėjimo slėgį), FFR - frakcinis kraujo tekėjimo rezervas (Pa/Pd), Ge - reliatyvus ekstrakranijinis laidumas kraujo pratekėjimui, Pe - ekstrakranijinės dalies nutekėjimo slėgis.

2. Aparatas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi ekstrakranijinių kraujagyslių užspaudimo priemonę.

3. Aparatas pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad ekstrakranijinių kraujagyslių užspaudimo priemonė, skirta kraujotakos nukreipimui, yra infraorbitalinė manžetė su kontroliuojamu slėgiu, kuri netrukdo kvėpavimui.

4. Aparatas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas matuoti slėgį supraorbitalinėje arterijoje, kitose išorinės miego arterijos šakose,

oftalminėje arterijoje, atatinkamose kapiliariniuose tinkluose ir venose.

5. Aparatas pagal 4 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas matuoti slėgį intra-ekstrakranijinėje kolateralėje, pavyzdžiui, supraorbitalinėje arterijoje.

6. Aparatas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas matuoti slėgį intra-ekstrakranijiniame kolateralinių kraujagyslių tinklo arterinėje dalyje, kur šis slėgis, užspaudus ekstrakranijinę kraujotaką, atitinka intrakranijinės dalies pritekėjimo slėgį, o šio slėgio santykis su sisteminiu kraujo slėgiu naudojamas pamatuoti frakcinį kraujotakos rezervą $FFR = Pa/Pd$.

7. Aparatas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas matuoti slėgį intra-ekstrakranijiniame kolateralinių kraujagyslių tinklo veninėje dalyje, tokiu būdu, dalinai užspaudus ekstrakranijinę kraujotaką, išmatuojant intrakranijinės dalies nutekėjimo slėgį ICP.

8. Aparatas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas matuoti segmentinį intrakranijinės dalies perfuzinį slėgimą $SPPic = Pd - ICP$, panaudojant skirtumą tarp išmatuoto arterinio ir veninio slėgio ekstrakranijiniame kolateraliniame tinkle.

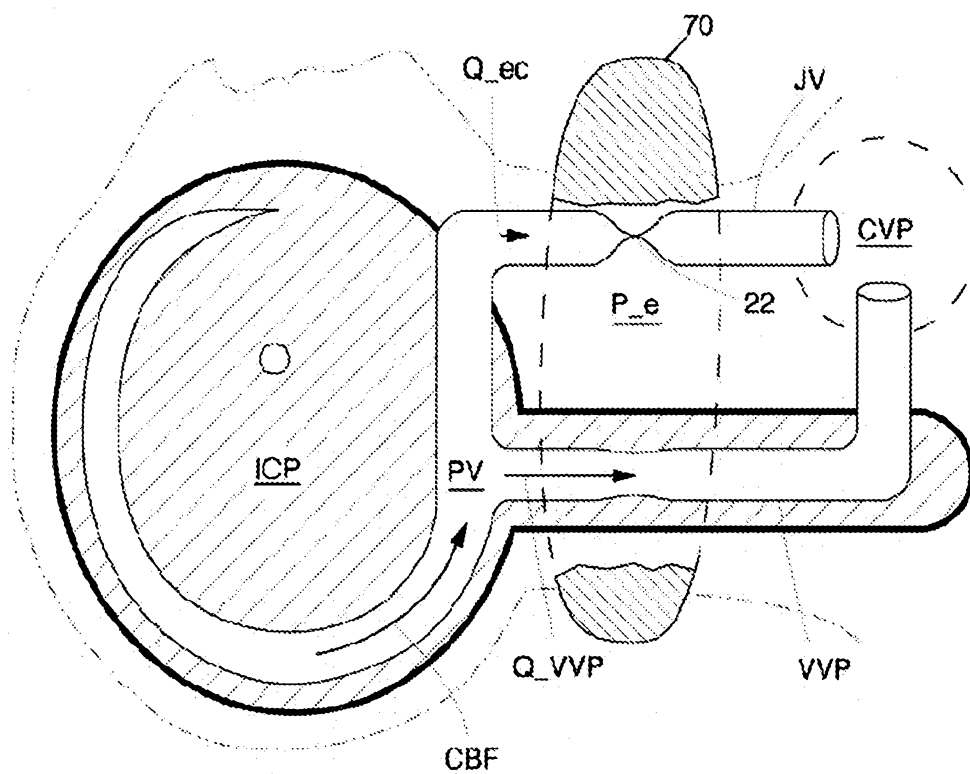
9. Aparatas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas įvertinti skirtumą tarp intrakranijinio arterinio ir veninio slėgio $SPPic$, panaudojant $SPPic$ priklausomybę pagal 1 punktą su įvertintais parametrais Ge , FFR ir sisteminius hemodinamikos parametrus Pa ir ICP .

10. Aparatas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas įvertinti skirtumo tarp arterinio slėgio Pa ir intrakranijinio pritekėjimo slėgio Pd priklausomybę nuo Pa , kur šis skirtumas atspindi smegenų kraujotakos

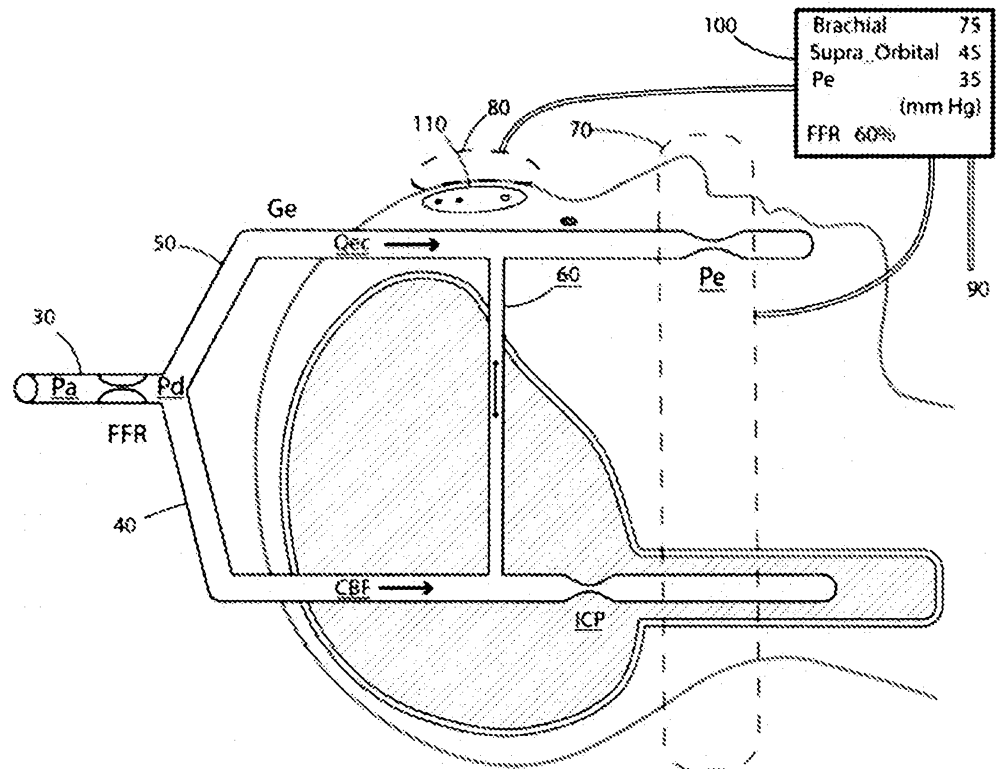
autoreguliacijos būklę, kur Pa-Pd koreliuoja su Pa, kai autoreguliacija yra pažeista.

11. Aparatas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas ekstrakranijinės kraujotakos užspaudimui ir ekstra-intrakranijinio kraujo nukreipimui intrakranialiai iš ekstrakranijinės kraujagyslės (arterijos ar venos), kad įvestų terapinį agentą – atšaldytą kraują, trombolitiką, anestetiką, antibiotiką, prieštraukulinį agentą, neurotropiką ir kita – intrakranialiai.

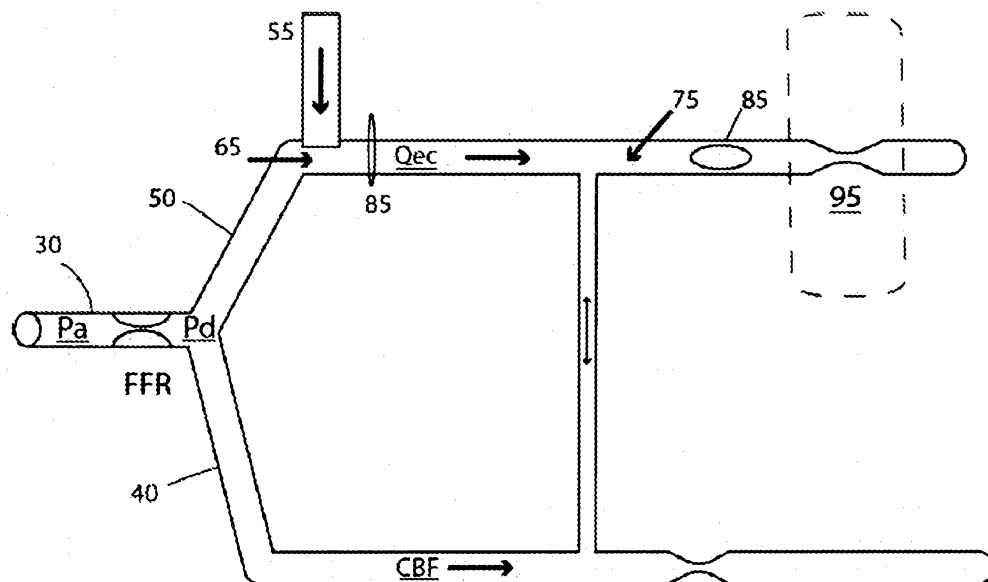
12. Aparatas pagal 1 ir 11 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudojamas terapinis agentas yra atšaldytas kraujas, nutekantis iš skalpo ir kitų atšaldytų ekstrakranijinių audinių, nukreipiamas intrakranialiai, kad atšaldytų smegenis, smegenų kamieną ir nugaros smegenis.



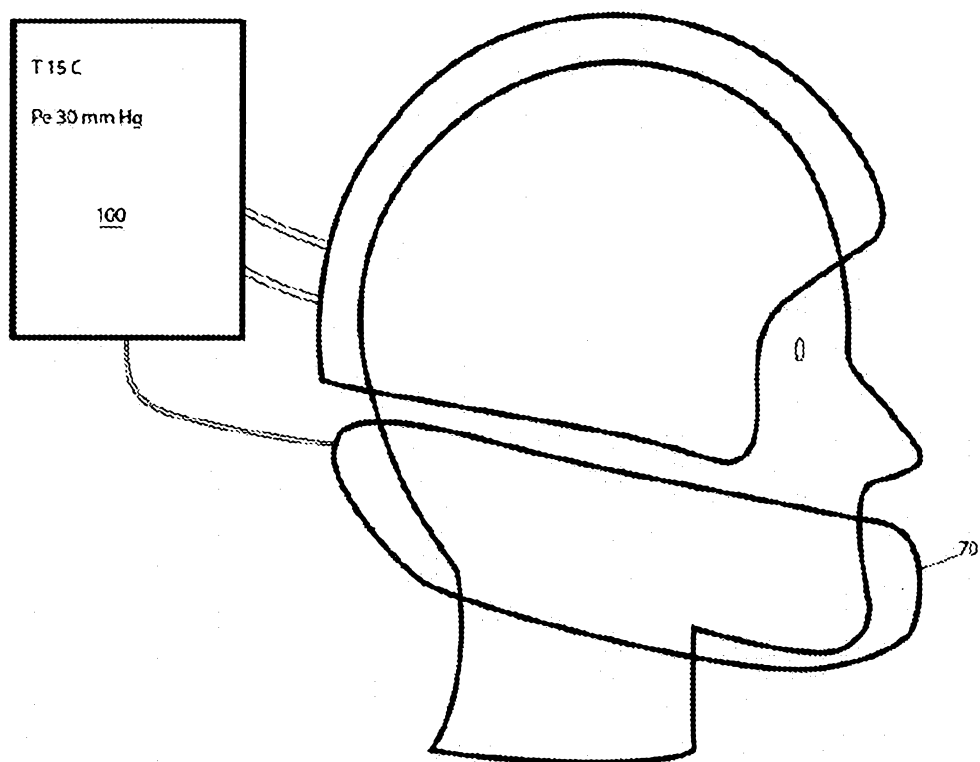
1 pav.



2 pav.



3 pav.



4 pav.