

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **24.07.2008**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **03.02.2010**
(Věstník č. 5/2010)

(21) Číslo dokumentu:

2008-458

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

A61B 5/022 (2006.01)

G06Q 50/00 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Fabián Vratislav Ing., Praha 9, CZ

(72) Původce:

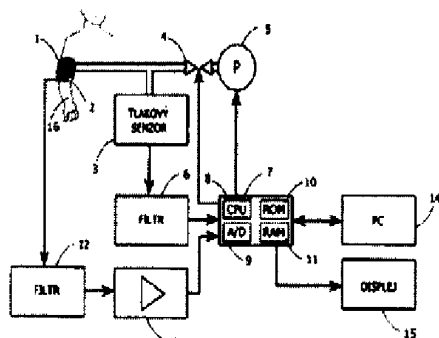
Fabián Vratislav Ing., Praha 9, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:

Přesný krevní tonometr

(57) Anotace:

Vynález se týká zařízení pro přesné neinvazivní měření krevního tlaku. Zařízení je opatřeno tlakovou pumpou (5) spojenou s manžetou přístroje (1) tlakovým senzorem (3) a vypouštěcím ventilem (4). Manžeta je omotána okolo paže vyšetřované osoby (16) a je opatřena fotopletysmografickým čidlem (2), které je umístěno v oblasti loketní jamky nad brachiální tepnou a pomocí něhož je určován systolický tlak. Hodnota okamžitého krevního tlaku je senzorem tlaku (3) převáděna na elektrický signál. Tento signál je poté filtrován pomocí sady pasivních RC článků (6) pro odfiltrování vysokofrekvenčních rušení a veden do mikroprocesoru (7) s výpočetní jednotkou (8), 24-bitovým analogově digitálním převodníkem (9), k dalšímu zpracování pro výpočet středního a systolického tlaku. V zorkovací frekvence signálu je minimálně 100 Hz. Řídící algoritmus v mikroprocesoru (7), dle signálu z tlakového senzoru (3) a fotopletysmografického čidla (2), dále kontroluje průběh tlakování manžety a v neposlední řadě určuje sepnutí a rozepnutí vypouštěcího ventilu (4). Signál z fotopletysmografického čidla (2) je před přivedením do mikroprocesoru (7) filtrován (12) a zesílen (13). V mikroprocesoru (7) je vypočítána ze středního a systolického tlaku hodnota diastolického tlaku.



Přesný krevní tonometr

Oblast techniky

Vynález se týká měřidla pro neinvazivní měření tlaku krve v krevním řečišti. Toto zařízení je určeno pro použití v humánní a veterinární medicíně. Tonometr je vhodný i pro laické použití při tzv. domácím monitorování krevního tlaku.

Dosavadní stav techniky

Měřidla tlaku krve se hojně používají v obecné medicíně. Existuje řada principů měření tlaku krve a na některé byly uděleny patenty např. EP 1 264 573 A2, US 6 423 010 B1, US 6 283 922 B1 a další. Dosud jsou známy metody pro kontinuální neinvazivní měření tlaku krve (např. metoda odtíženě arterie) a také metody pro nespojitě měření tlaku krve (např. auskultační metoda, oscilometrická metoda, ultrazvuková metoda atd.). Všechny tyto metody v současnosti umožňují měření v automatickém režimu. Nicméně za zlatý standard měření se považuje stále auskultační metoda se rtuťovým sphygmomanometrem, kdy lékař vyhodnocuje hodnotu systolického a diastolického tlaku sluchem pomocí fonendoskopu. Nevýhoda stávajících metod spočívá v tom, že jsou nepřesné v podmínkách, kdy je krevní řečiště ovlivněno patologickými procesy (např. hypertenze, ateroskleróza atd.), či změnami stavu kardiovaskulárního systému (např. těhotenství) – tedy u těch jedinců, kterým je krevní tlak měřen nejčastěji. Zejména u těhotných žen jsou potíže u stanovením diastolického tlaku. Výsledné hodnoty naměřené těmito přístroji pak mohou mít, v těchto případech, za následek fatální zdravotní následky.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody jsou odstraněny přesným krevním tonometrem podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že je opatřen tlakovou pumpou spojenou s manžetou přístroje, tlakovým senzorem a vypouštěcím ventilem. Manžeta je omotána okolo paže vyšetřované osoby a je opatřena fotopletysmografickým čidlem, které je umístěno v loketní jamce nad brachiální tepnou, popř. na některém prstu stejné končetiny, na které je manžeta. Hodnota okamžitého tlaku je senzorem tlaku převáděna na elektrický signál. Tento signál je poté filtrován pomocí sady pasivních RC článků pro odfiltrování vysokofrekvenčních rušení a veden do mikroprocesoru, s 24-bitovým analogově digitálním převodníkem, k dalšímu zpracování. Vzorkovací frekvence signálu je minimálně 100 Hz. Řídicí algoritmus v mikroprocesoru, dle signálu z tlakového senzoru a fotopletysmografického čidla, dále kontroluje průběh tlakování manžety a v neposlední řadě určuje sepnutí a rozepnutí vypouštěcího ventilu. Signál z fotopletysmografického čidla je před přivedením do mikroprocesoru filtrován a zesílen. Z mikroprocesoru je dále ovládán displej a data mohou být rovněž přenášena do PC.

V první části měření začne přesný krevní tonometr dle vynálezu tlakovat pažní manžetu, a to rychlostí kontrolovanou zpětnovazebním řízením z procesoru. Po zachycení prvních významných oscilometrických pulzací je maximální přírůstek tlaku 3 mmHg za vteřinu. V průběhu tohoto tlakování jsou snímány oscilometrické pulzace a v okamžiku jejich maximální amplitudy je určen střední arteriální tlak. Tlakování manžety dále pokračuje a vyhodnocuje se fotopletysmografická křivka z čidla nad brachiální tepnou. V okamžiku uzavření této tepny přestanou být patrné její objemové pulzace. Tento moment odpovídá hodnotě systolického tlaku. Následuje rychlé dofouknutí manžety o 30 mmHg nad hodnotu naměřeného systolického a po dobu 20 vteřin se opět zaznamenávají oscilometrické pulzace znázorněné na displeji a ukládány do paměti mikroprocesoru. Jak známo, tento signál je tvarově shodný s měřením pomocí invazivního senzoru tlaku krve. Poté je sepnut vypouštěcí ventil a měření končí. Z tvaru signálu nad systolickým tlakem, jeho maximální hodnoty (systolický tlak) a plochou pod křivkou za časovou periodu (střední arteriální tlak), je vypočítána minimální hodnota krevního tlaku, tj. diastolický tlak dle vztahu:

$$DT = a \cdot \min[AD(n)] + b$$

kde: DT je diastolický krevní tlak [mmHg]
 AD je průběh tlakové křivky na výstupu z A/D převodníku [digit]
 n je číslo vzorku tlakové křivky [-]
 a, b jsou bezrozměrné tlakové koeficienty vypočtené ze soustavy rovnic:

$$SAT = a \cdot \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N AD(n) + b$$

$$ST = a \cdot \max[AD(n)] + b$$

kde: SAT je střední arteriální tlak krve [mmHg]
 ST je systolický krevní tlak [mmHg]
 N je počet vzorků tlakové křivky za jeden srdeční cyklus a je dáno:

$$N = SC \cdot f_{vz}$$

kde: SC je doba trvání jednoho srdečního cyklu [s]
 f_{vz} je vzorkovací frekvence tlakového signálu [Hz]

Z tvaru signálu mohou být určeny další hemodynamické parametry krevního řečiště vyšetřovaného jedince (např. rychlost šíření pulsní vlny, index zesílení atd.).

Zařízení podle vynálezu je přesné, přenosné a levné a je použitelné i u jedinců s kardiovaskulárními chorobami či změnami stavu kardiovaskulárního systému. Obsluha zařízení je jednoduchá a po krátkém zaučení zvládnutelná samotným pacientem či další osobou. Umožňuje měření v domácích podmínkách.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže objasněn příloženými výkresy, kde na obr.1 je znázorněno blokové schéma přístroje podle vynálezu a na obr. 2 je zobrazen tvar tlakové křivky včetně popisu vzorkování.

Příklad provedení vynálezu

Na obr. 1 je zobrazeno blokové schéma přístroje podle vynálezu. V realizovaném uspořádání byl přesný tonometr podle vynálezu realizován pomocí řídicího 8-bitového mikroprocesoru 7 s 24-bitovým analogově digitálním převodníkem 9. Výpočet diastolického tlaku je proveden v ve výpočetní jednotce 8 mikroprocesoru 7 podle algoritmu uloženém v programové paměti mikroprocesoru 10. Naměřená data jsou ukládána v datové paměti 11 mikroprocesoru 7 a jsou přenášena do PC 14 a zároveň zobrazována na displeji 15. Celek, včetně tlakového senzoru 3, tlakovací pumpy 5, vypouštěcího ventilu 4 a elektronických obvodů byl napájen z baterií. V provedení podle vynálezu jsou odstraněny nevýhody stávajících měřidel tlaku krve, zejména v určování krevního tlaku u patologických jevů.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Přesný krevní tonometr pro měření krevního tlaku zahrnující

- tlakový senzor snímající tlakové pulzace (3),
- vzduchovou manžetu (1) umístěnou na paži pacienta (16),
- fotopletysmografické čidlo (2) umístěné na manžetě (1) přiložené na brachiální tepně v loketní jamce pacienta,
- elektromechanickou pumpu (5) pro tlakování pažní manžety (1),
- vypouštěcí ventil (4) pro snižování tlaku v pažní manžetě (1),
- mikroprocesor (7) s výpočetní jednotkou (8) analogově digitálním převodníkem (9), datovou pamětí RAM (11) a programovou pamětí ROM (10) s výpočetním algoritmem,

vyznačující se tím, že výpočetní algoritmus počítá diastolický krevní tlak podle vztahu:

$$DT = a \cdot \min[AD(n)] + b$$

kde:	DT	je diastolický krevní tlak [mmHg]
	AD	je hodnota na výstupu z A/D převodníku [-]
	n	je číslo vzorku tlakové křivky [-]
	a, b	jsou tlakové koeficienty vypočtené ze soustavy rovnic:

$$SAT = a \cdot \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N AD(n) + b$$

$$ST = a \cdot \max[AD(n)] + b$$

kde:	SAT	je střední arteriální tlak krve [mmHg]
	ST	je systolický krevní tlak [mmHg]
	N	je počet vzorků tlakové křivky za jeden srdeční cyklus a je dáno:

$$N = SC \cdot f_{vz}$$

kde:	SC	je doba trvání jednoho srdečního cyklu [s]
	f_{vz}	je vzorkovací frekvence tlakového signálu [Hz]

2. Přesný krevní tonometr podle bodu 1 vyznačující se tím, že hodnota diastolického tlaku je vypočítávána z dat z 24-bitového signálu.

