

IONOMETER 2

návod k použití

Obsah

1. Úvod
2. Měření hematokritu a vodivosti.
3. Několik poznámek k provozu.
4. Různé režimy provozu.
5. Měřené vzorky.
6. Odběr vzorku.
7. Velikost vzorku.
8. Zacházení s odebraným vzorkem až do vlastního měření.
9. Chybné výsledky měření, vyvolané přísadami ke vzorkům.
10. Obsluha přístroje.
11. Popis měření.
12. Nasávání vzorku přístrojem.
13. Měření vzorku.
14. Kalibrace.
15. Doba trvání měření.
16. Přerušování programu.
17. Závady a chybová hlášení

1. Úvod

Ionometer 2 je plně automatizovaný, mikroprocesorově řízený analyzátor ke stanovování (podle typu přístroje) natria, kalia, ionizovaného kalcia, pH, hematokritu a vodivosti v krvi, plazmě, seru, dialyzačním roztoku a v nezředěné moči. Iontové koncentrace jsou měřeny s pomocí iontově selektivních elektrod, hematokrit a vodivost jsou stanoveny pomocí měření elektrického odporu. Objem vzorku je volitelný - 250 μ l nebo 150 μ l, popř. 500 μ l pro moč.

Iontově selektivní elektrody reagují na aktivitu volných iontů v roztoku. Ionty, které jsou vázány, např. v erythrocytech nebo proteinech, nejsou volně pohyblivé a nejsou proto měřeny. Měřená aktivita je založená na množství vody ve vzorku, přičemž částice a velké molekuly, zejména červené krvinky, bílkoviny a tuky se nemohou zahrnovat do objemu rozpouštědla.

Zmíněné skutečnosti nám objasňují pozorovaný rozdíl mezi měřeními s iontově selektivními elektrodami a měřeními, založenými na celkovém objemu vzorku, jako je např. plamenová fotometrie. Výsledky dosažené pomocí iontově selektivních elektrod jsou věrohodnější, protože tato metoda není ovlivněna patologickými koncentracemi proteinů a tuků.

2. Měření hematokritu a vodivosti

Ionometer 2 měří hematokrit s pomocí měření vodivosti. Hematokrit vyjadřuje podíl erythrocytů na celkovém objemu krve. Použití metody měření vodivosti při měření hematokritu je založeno na skutečnosti, že plazma je elektricky vodivá, zatímco červené krvinky nikoliv. Hodnota hematokritu je tedy nepřímo úměrná hodnotě vodivosti: čím větší je počet červených krvinek, to zn. hematokrit, tím nižší je vodivost.

U Ionometru 2 je použita vodivostní elektroda, která se skládá z uhlíkových destiček. Na vzorek je přiloženo střídavé napětí 0,9 V, s jehož pomocí je změřena vodivost. Na displeji se potom zobrazí hodnota vodivosti a hematokritu. Hodnota hematokritu je přitom upravena s ohledem na naměřené hodnoty koncentrací natria a kalia.

3. Několik poznámek k provozu.

Ionometer 2 musí být stále zapnutý.

Napájení ze sítě smí být přerušeno na maximálně 60 minut.

Při plně nabitých akumulátorech vydrží přístroj min. 60 minut bez síťového napájení. Po provozu z akumulátorů musí být přístroj připojen alespoň 10 hodin na síť, aby se akumulátory dobily.

Elektrody a náplně Ionometru nesmí nikdy zmrznout.

Smí se provádět pouze analýza povolených vzorků, které musí být pečlivě odebrány a ošetřeny.

1. Krev: nesmí dojít k hemolýze, píst stříkačky musí být vytahován velmi pomalu. Bezprostředně před měřením je zapotřebí otáčením stříkačky kolem podélné osy krev homogenizovat.

2. Plazma a sérum: nepoužívat žádná činidla k přípravě plazmy a séra

3. Moč: nepoužívat žádné přísady

Vzorek je třeba změřit během 30 minut. Je třeba používat jen čerstvé vzorky, čím starší jsou vzorky, tím nespolehlivější jsou výsledky. Vzorky se nesmí protřepávat.

Nikdy nezkoušejte měřit následující vzorky:

- organická rozpouštědla (např. alkohol, éter, olej)
- vodné směsi těchto organických rozpouštědel (např. čisticí a dezinfekční látky, alkoholické nápoje)
- roztoky, obsahující oxidační nebo redukční činidla (např. čisticí a dezinfekční látky, peroxid)
- saponáty
- koncentrované kyseliny nebo zásady

Uvedenými látkami mohou být poškozeny elektrody a hadičky přístroje.

Pamatujte, že následující skutečnosti mohou rovněž ovlivnit výsledky měření:

- onemocnění, která mění tvar červených krvinek
- hodnota hemoglobinu je kalkulována z hematokritu za předpokladu normální koncentrace hemoglobinu v červených krvinkách. Některé nemoci (diabetes mellitus) nebo kolísání osmolarity mohou vyvolat odchylky.
- jiná hladina proteinů v krvi nebo v séru než je 6 - 8 g/dL může ovlivnit všechny parametry.
- při měření dialyzačních roztoků, které obsahují glukózu, laktát nebo podobné látky (hlavně roztoky pro peritoneální dialýzu) mohou vzniknout větší odchylky
- rozdíl teplot elektrod a vzorku nesmí být větší než 10°C

Poznámka:

Ionometr 2 měří hodnotu ionizovaného kalcia, udávanou v mM (mmol/l). K přepočtu na jiné jednotky je nutno použít následující koeficienty:

- x 2,00 pro mval/l
- x 2,00 pro mEq/l
- x 4,008 pro mg/dl

S kapilárkami a odpadní nádobkou je třeba zacházet jako s infekčním materiálem. Do odpadní nádobky je třeba přidávat dezinfekční roztok.

4. Různé režimy provozu.

a) Měření

Pokud je na displeji hlášení MAIN MENU
READY

je přístroj připraven k měření.

b) Čištění elektrod (deproteinization) a aktivace (conditioning)

Přístroj je provádí automaticky. Aktivaci každých 7 dní (v noci mezi 1.00 a 3.00 hod.), potom 2x proplach a kalibrace.

Čištění se provádí každý den při změně data.

Obsluha může rovněž samostatně spustit čištění (v MAIN MENU) i aktivaci (v OPTIONS MENU)

Ionometr 2 funguje bezporuchově, je-li stále zapnut.

c) Pokud chceme přístroj vypnout, musíme postupovat podle následujícího:

1. Pauzy v měření delší než 3 dny, MAIN MENU, STAND - BY

Pokud přístroj nebudeme několik dní používat a zůstane připojen na síť, můžeme ho přepnout do režimu STAND-BY. V tomto režimu se provádí jen krátké proplachy elektrod, aby nedošlo k jejich vyschnutí. Tím se podstatně sníží spotřeba roztoků (proplachy se provádějí každé 2 hodiny, E1 a E2 vydrží asi 6 týdnů, H3 asi 3 týdny).

Před přepnutím do režimu STAND-BY je třeba zajistit, že jsou plné lahvičky s kalibračními roztoky, že je prázdná odpadní lahvička a že svítí zelená kontrolka připojení na síť).

Pokud chceme opět měřit, stiskneme libovolné tlačítko. Přístroj se zkalibruje a je připraven k měření.

2. Vypnutí na maximálně 24 hodin

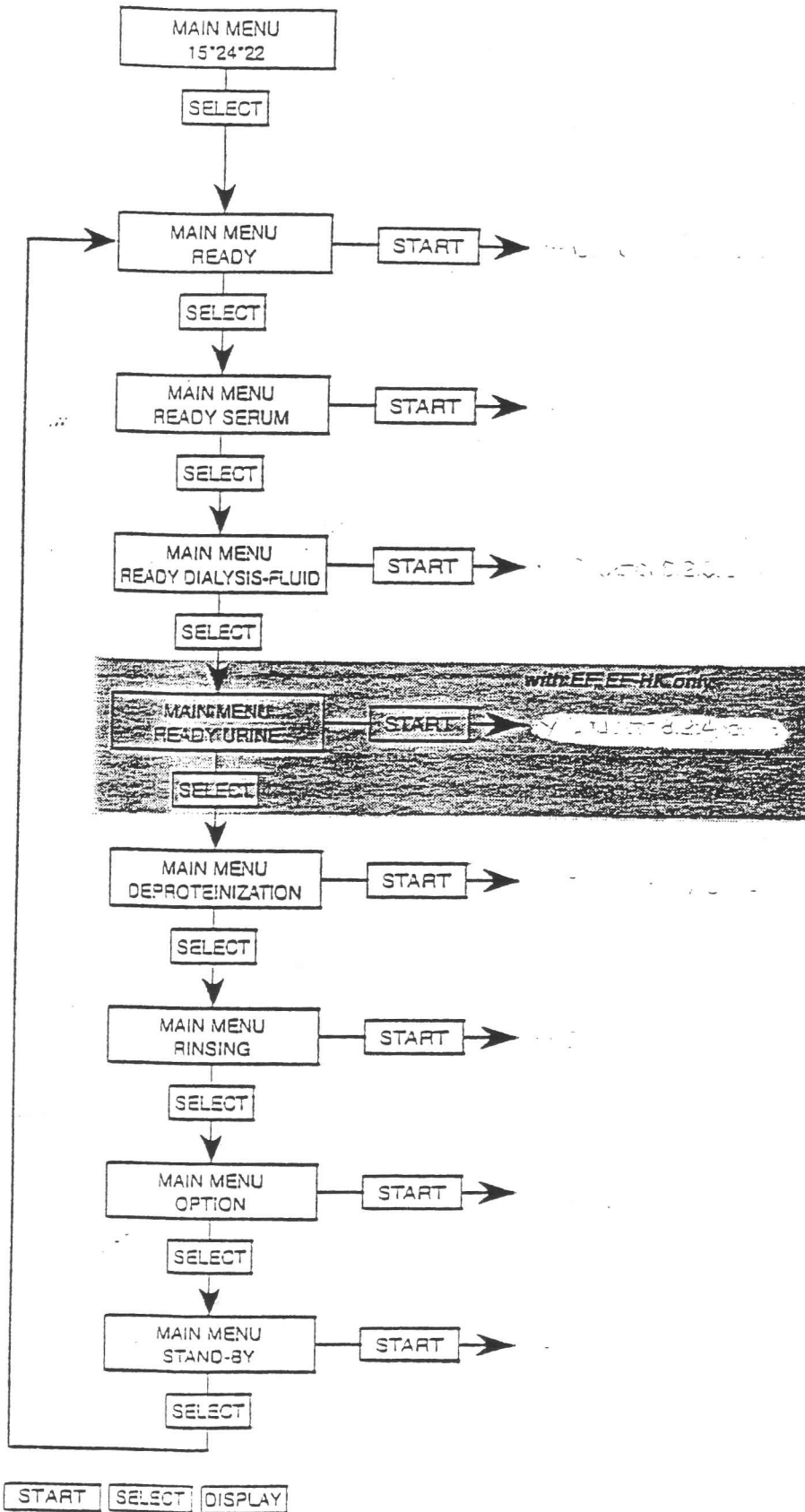
Pokud chceme ionometer vypnout na max. 24 hodin (transport, výpadek sítě atd), postačuje vyčištění elektrod (DEPROTEINIZATION).

3. Vypnutí na delší dobu než 24 hodin

- vyjměte z přístroje všechny roztoky
- vyvolejte EMPTY SYSTEM v menu OPTIONS, potvrďte a postupujte podle instrukcí
- přístroj vypněte
- vyprázdněte odpadní nádobku
- sundejte z rotoru oba pumpové segmenty
- zaaretujte ventily v otevřeném stavu pomocí závlaček
- odpojte červený kabel na + pólu akumulátoru a konektor kabelu umístěte do odkládací pozice

K uskladnění přístroje doporučujeme suché, chladné místo, kde nemrzne.

The main operating menu



In order to measure a sample, select the main menu appropriate for your task of measurement by actuating the SELECT key (repeatedly, if necessary). Then start the main menu by actuating the START key.

5. Měřené vzorky

Povolené vzorky

Ionometer 2 byl vyvinut pro používání v klinické chemii. Elektrody, kalibrace a pracovní programy jsou optimalizovány pro toto použití. Jiné vzorky mohou způsobit obtíže nebo dokonce zničit elektrody.

Používejte pouze zde uvedené vzorky:

- plná krev
- serum
- dialyzační roztok
- moč

Celkový obsah proteinů větší než 10 mg/dl v plné krvi, plazmě a séru může ovlivnit všechna měření pomocí iontově selektivních elektrod.

Moč musí být čirá a bez částic.

Nevhodné vzorky

Nevhodné jsou ty vzorky, které sice ionometer nepoškozují, ale jejichž změření nám neposkytne správné výsledky. Například :

- žaludeční šťáva
- kalibrační standardy pro plamenný fotometr
- kalibrační standardy pro nepřímé měřicí přístroje, pracující rovněž s iontově selektivními elektrodami
- u EH - F a EH - HK: moč

Zakázané vzorky

- organická rozpouštědla (např. alkohol, éter, olej)
- vodné směsi s organickými rozpouštědly (např. dezinfekční roztoky, alkoholické nápoje)
- roztoky, obsahující redukční nebo oxidační činidla (např. čisticí a dezinfekční prostředky, peroxid)
- saponáty
- koncentrované kyseliny nebo zásady
- enzymotoxické látky (např. chemicky konzervované vzorky, azid apod.)

6. Odběr vzorku

1. Plná krev

Plná krev by se měla měřit pouze je - li v ní antikoagulant. Krevní sraženina může nevratně zacpat měřicí kanál.

Pro měření pomocí ionometru doporučujeme přidávat ke krvi lithiumheparinat v koncentraci 15 I.U./ml.

K odběru vzorku jsou obzvláště vhodné stříkačky, které jsou uvnitř již lithiumheparinátém potaženy.

Ostatní hepariny (Na-, amonium-) stejně jako předávkování heparinu vede k chybným výsledkům.

Krev natahujte pomalým pohybem pístu, jinak mohou být výsledky ovlivněny hemolýzou nebo uvolňováním plynů. Rovněž z těchto důvodů nepoužívejte vakuované odběrné zkumavky.

Sundejte jehlu a stříkačku uzavřete.

2. Příprava séra a plazmy

Plazmu nebo sérum můžete připravit běžnými metodami (centrifugace nebo filtrace). V žádném případě nepřidávejte do krve látky uvedené v kapitole. Neměla by se vyskytnout ani částečná hemolýza.

Pamatujte, že během přípravy plazmy nebo séra se ze vzorku uvolňuje kyslíčnick uhlíčitý. Toto může způsobit, že hodnoty pH a koncentrace Ca^{++} se odlišují od hodnot získaných z plné krve.

3. Dialyzační roztoky

Hodnota pH acetátového dialyzačního roztoku je neměřitelná. Při hodnotách pH přes 6,5 není acetát aktivní jako pufr, takže i malé změny koncentrace způsobují značné změny hodnoty pH vzorku.

4. Moč

Používejte moč bez jakýchkoliv konzervačních přísad (např. HCl nebo dezinfekční prostředky).

Moč se měří neředěná, objem nasávaného vzorku je 500 μ l.

7. Velikost vzorku

Ionometer 2 potřebuje minimálně 150 μ l.

V programu URINE je nasáváno 500 μ l moči.

8. Zacházení s odebraným vzorkem až do vlastního měření

U plné krve se musí se vzorkem zacházet tak, aby nedošlo k hemolýze.

Vzorky je před nasátím přístrojem třeba promíchat, nejlépe pomalým otáčením kolem podélné osy. Nikdy vzorky neprotřepávejte.

Teplota vzorku by měla být v rozmezí 10°C - 40°C, nejlépe 20°C - 30°C. Teplota vzorku by se neměla odlišovat o více než 10°C oproti teplotě elektrod.

Pro EF, EF-Hk, EH-F, EH -Hk: abychom obdrželi správné výsledky Ca^{++} a pH, směji se používat pouze čerstvé vzorky, které jsou anaerobně nasáty přístrojem (např ze zkumavky).

Zamezte každé hemolýze, vzorky plné krve měřte rychle. Obzvláště při uložení na ledu se může značně změnit hodnota koncentrace K^+ .

Nádoby na vzorek mohou být libovolné, nejlepší jsou stříkačky.

Všechny dovolené vzorky nasává přístroj neřaděné.

9. Chybné výsledky měření, vyvolané přísadami ke vzorkům

Následující přísady, které se jinak v klinické praxi běžně používají, mohou vést k chybným výsledkům.

Heparin:

V doporučené koncentraci 15 I.U./ml krve neovlivňuje lithiumheparinát měření.

Při vyšší koncentraci heparinu se na něj váže ionizované kalcium, takže naměřená koncentrace Ca^{++} je potom nižší.

Při použití Natrium heparinátu je hodnota Na^+ vyšší.

Amoniumheparinát může ovlivnit hodnotu K^+

Citrát, oxalát:

Běžně používaný natriumcitrát při kontaktu se vzorkem uvolňuje ionty Na^+ a vede tak k vyšším naměřeným hodnotám.

Koncentrace Ca^{++} je vyvázáním kalcia na citrát zmenšena. To samé platí pro oxalát.

EDTA:

EDTA, používané ve stříkačkách, které jsou běžně na trhu, uvolňuje při kontaktu s krví ionty, čímž se zvyšuje naměřená hodnota K^+ .

NaF:

Zvyšuje koncentraci iontů Na^+ ve vzorku (occa 35 - 47 mmol/l).

Prostředky ke srážení krve, konzervační prostředky:

Ovlivňují měření nebo dokonce poškozují elektrody. Dokonce mnohá kontrolní séra obsahují konzervační přísady. Vhodná kontrolní séra jsou :

IONOSAFE (Fresenius AG)
Euro - Trol (Euro - Trol)
Precinorm U (Boehringer Mannheim)
Precipath U (Boehringer Mannheim)

10. Obsluha přístroje

Obsluha se provádí tlačítky

SELECT START DISPLAY

SELECT

přepíná na další bod hlavního menu

START

spouští bod hlavního menu, který je na displeji

DISPLAY

- vyvolává výsledek posledního měření
- vyvolává chybové hlášení, pokud přístroj hlásí chybu
- zkracuje dobu zobrazení u chybových hlášení

V aktivním menu OPTION mají uvedená tlačítka i jiné funkce.

11. Popis měření

READY main menu

- používá se pro
- plnou krev
 - všechny elektrolyty, pokud nemají vlastní program v hlavním menu
 - Ionosafe (kontrolní sérum)

READY SERUM main menu

- používá se pro
- serum
 - plazmu
 - ostatní kontrolní séra

READY DIALYSIS FLUID main menu

používá se pro dialyzační roztoky

READY URINE main menu (pouze u EF,EF - HK)

používá se pro moč

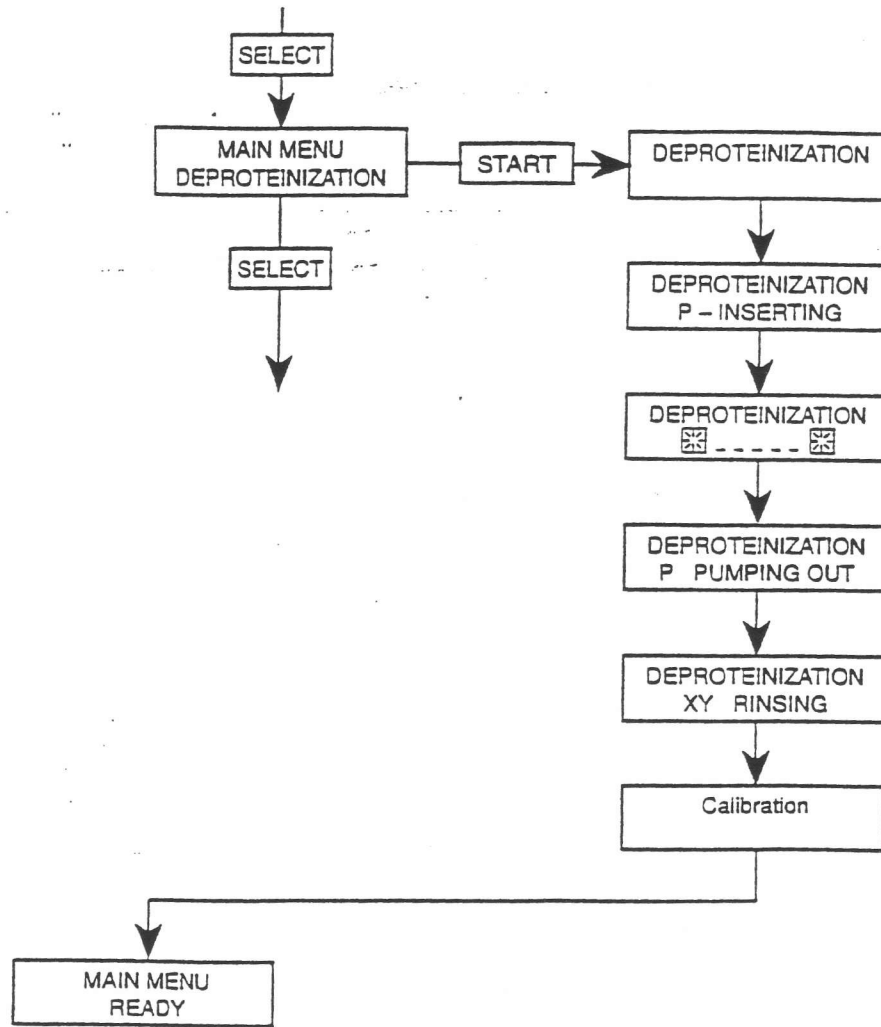
Volbou tohoto menu se automaticky provede kalibrace s použitím roztoku E3.

DEPROTEINIZATION main menu

funkce: hadičky a elektrody se promyjí čistícím roztokem. Roztok působí 2 minuty a je potom vypuštěn do odpadu. Poté následuje automaticky proplach (RINSING) a kalibrace (CALIBRATION).

použití: čištění elektrod a optických závor

průběh:



START SELECT DISPLAY

XY: dependent on variant

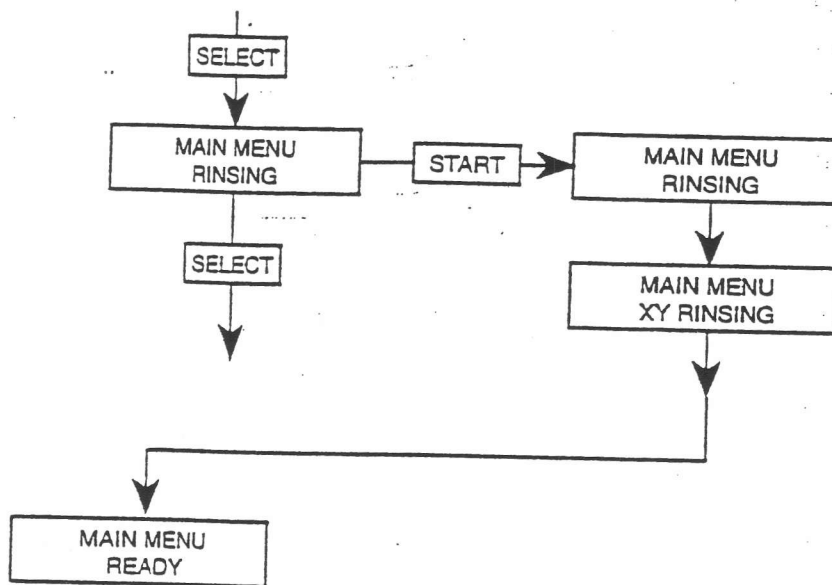
RINSING main menu

funkce: propláchnutí měřicího kanálu kalibračním roztokem

použití: při znečištění nebo vzduchových bublinách v měřicím kanálu, při kolísajícím napětí na elektrodách, zvláště po aktivaci elektrod

průběh:

Sequence/display:



START SELECT DISPLAY

XY: dependent on variant

12. Nasávání vzorku přístrojem

Průběh je pro všechna měření v main menu stejný.

- Před každým měřením vyměňte nasávací kapiláru.
- Vyberte si v main menu měření, vhodné pro Váš vzorek.
- Spusťte vybrané měření tlačítkem START.

Pokud jste ještě nestiskli start, můžete měnit měření v main menu.

Pokud jste omylem spustili jiné měření, nenechte nasát žádný vzorek a měření se přeruší samo. Objeví se hlášení ASPIRATION ERROR. Po propláchnutí se přístroj opět přihlásí READY.

- Přístroj se ohlásí PLEASE WAIT.

Přístroj se připravuje na nasátí zvoleného vzorku. Pokud necháte již nyní vzorek nasávat, může to vést k chybovému hlášení (závada optického senzoru).

- Po několika s Vás přístroj vyzve k podání vzorku (ASPIRATE SAMPLE). Ozve se akustický signál. Ponořte nasávací kapiláru do vzorku. Automaticky se nasaje nastavené množství vzorku.

- Při nasávání vzorku ze stříkačky sejměte jehlu, nasajte do stříkačky trochu vzduchu a zaveďte kapiláru do otvoru stříkačky.

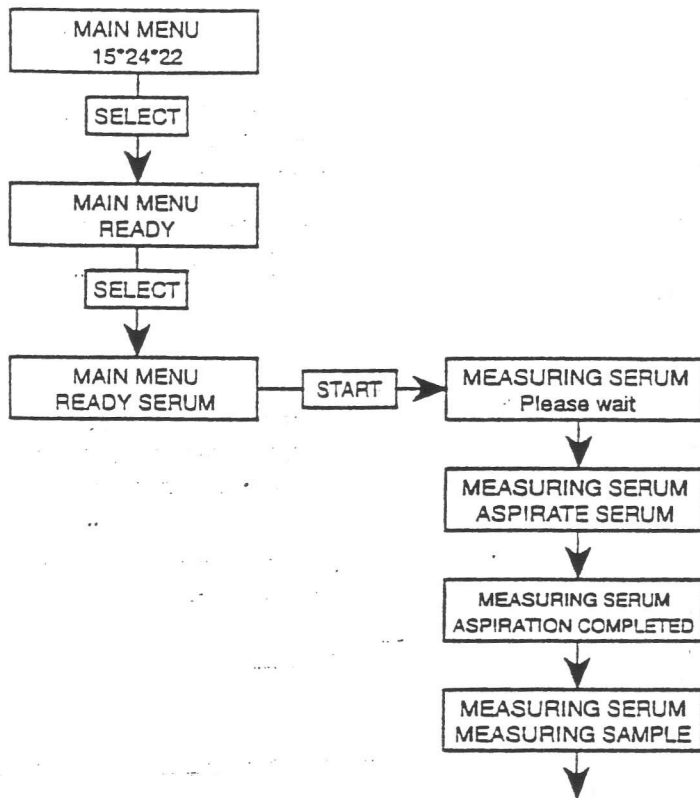
- Pro nasátí vzorku máte 15 s čas. Pokud během této doby nedojde k nasátí vzorku, přístroj - přeruší měření a po cca 20 s se hlásí opět READY, popř. chybovým hlášením.

- Pumpa se zastaví a objeví se hlášení ASPIRATION COMPLETED. Ještě jednou se ozve akustický tón. Nyní odendejte vzorek, ale nasávací kapiláru ještě ponechte na přístroji.

- Po cca 2 s je vzorek posunut dále do měřicího kanálu. Nejpozději nyní by měl být odendán vzorek od nasávací kapiláry.

- Od této chvíle probíhá měření automaticky samo.

Příklad pro vzorek séra:



START SELECT DISPLAY

13. Měření vzorku

Pokud se na displeji objeví hlášení MEASURING SAMPLE nebo MEASURING BLOOD, dostal se vzorek na měřicí elektrody. Optické závory rozlišují mezi čirými vzorky a plnou krví. Měření začalo.

Měření probíhá bezprostředně po nasátí vzorku. Minimálně 10x jsou změřeny signály z iontově selektivních elektrod, při nestabilních hodnotách napětí také vícekrát.

Probíhající měření je indikováno otáčejícím se symbolem ve spodním řádku displeje. Po změření je vzorek odsát do odpadu.

Okamžitě po měření (30 - 40 s) se zobrazí předběžný výsledek, který vychází z hodnot poslední prováděné kalibrace. Čím menší časový odstup je od poslední kalibrace, tím přesnější je tento předběžný výsledek.

Tento předběžný výsledek se neobjeví, pokud bylo poslední měření nebo kalibrace provedeno před více než 30 minutami, nebo když bylo prováděno čištění nebo aktivace.

14. Kalibrace

Ionometer 2 může provádět dvě různé kalibrační metody.

Po zapnutí provede přístroj před každým měřením dvoubodovou kalibraci (na výtisku protokolu označeno jako 2PT). O jednotlivých prováděných krocích informuje přístroj na displeji. Průběh kalibrace je totožný s průběhem programu CALIBRATION navoleným v menu OPTION.

Dvoubodová kalibrace znamená, že s pomocí dvou kalibračních roztoků je stanovena horní a dolní hodnota pro doporučený rozsah měření. Tím je dosaženo maximální přesnosti.

Pro EF, EF-HK, EH-HK, EH-F : v OPTION main menu můžeme navolit jiný druh kalibrace pomocí SERIAL MEASUREMENT. Při této metodě se na začátku provede dvoubodová kalibrace, pokud od posledního měření uplynulo více než 30 minut. V následujících 30 minutách se při žádném měření kalibrace neprovádí, po těchto 30 minutách se spolu s dalším měřením provede kalibrace.

Na výpisu z tiskárny je seriové měření označeno SM.

Pokud je nastaveno seriové měření a vyskytne se drift nebo nestabilita elektrod, přejde ionometr automaticky do dvoubodové kalibrace.

Nezávisle na nastaveném druhu kalibrace se každých 40 minut uskuteční proplach a každé 2 hodiny dvoubodová kalibrace.

Při měření URINE je během kalibrace roztok E1 nahrazen E3. Další průběh je stejný. Seriové měření zde není možné.

15. Doba trvání měření

Při dvoubodové kalibraci obdržíme výsledek do 2,5 - 3 minut. Při nestabilních hodnotách mohou být časy delší. Podstatně delší časy poukazují na vadné elektrody nebo nevhodné vzorky.

Při seriovém měření (jednobodové kalibraci obdržíme výsledky po cca 45 - 90 s).

Vytisknutí protokolu trvá dalších 30 s, ionometer je ale schopen měření.

16. Přerušení programu

Při poruše může být každý program kdykoliv přerušeno tlačítkem RESET. Po resetu zůstane zachován čas a datum, všechny ostatní parametry (objem vzorku, druh kalibrace) se vymažou. Po resetu přístroj vypíše na displeji verzi, provede test displeje a kalibraci.

17. Závady a chybová hlášení

Přístroj provádí analýzu závad a zobrazuje na displeji chybová hlášení. Při závažných chybách přeruší přístroj měření a pokouší se propláchnutím závadu odstranit.

Výsledky, u kterých se zjistily nepravdivosti, které ovlivňují přesnost a věrohodnost výsledků, jsou na displeji a i na výpisu označeny hvězdičkou. Po výsledku následuje potom chybové hlášení.

Typická (ale ne všechna chybová hlášení) odpovídají uvedenému schématu:

| elektroda/parametr | druh závady | tekutina (roztok) |
|--------------------|-------------|-------------------|
|--------------------|-------------|-------------------|

Tekutiny: E1/H1/D1

E2/H2/D2

E3/H3/D3

Sa vzorek (sample)

P čistící roztok

C aktivační roztok

Chybové hlášení začíná následujícími zkratkami:

Na K CD T CA PH

Za těmito zkratkami se může objevit jedno nebo více chybových hlášení:

D

R

SLP

OVERLOAD

Za parametry HCT a HB se mohou objevit chybová hlášení:

R
ERROR

Za označeními pro optické závory G1 G2 G3 G4 se mohou objevit chybová hlášení týkající se pohybu tekutin v přístroji:

SOLUTION USED UP
INSERT ERROR
PUMP OFF ERROR
ASPIRATION ERROR
WASTE ERROR
UNCALIBRATED

Vysvětlení jednotlivých chybových hlášení:

Drift (D)

Měřicí signál není stabilní a mění se.

Možné příčiny: vysoké koncentrace, teplotní rozdíly, vzduchové bubliny v měřicím kanále, znečištěná elektroda, překročená životnost elektrody, vadná elektroda

Range (R)

Měřená hodnota je mimo doporučený měřicí rozsah. Doporučené rozsahy jsou:

Na 50 - 199 mmol/l
K 1 - 10 mmol/l
CD 2 - 25 mS/cm
Hkt 15 - 60 %
Hb 8 - 18 g/dl
T 18 - 37 °C
Ca 0,5 - 5 mmol/l
pH 6,6 - 8

Pro program URINE:

Na 10 - 250 mmol/l
K 5 - 150 mol/l

Měřený vzorek je nevhodný k měření. Mimo uvedené rozsahy jsou výsledky zatížené velkou chybou, na což je uživatel upozorněn pomocí R. Mimo následující rozmezí nám přístroj neposkytne žádný výsledek:

Hkt 10 - 70 %
Hb 4 - 22 g/dl

Slope (SLP)

Strmost, t.j. citlivost odezvy elektrod je mimo povolené rozmezí:

Na 90 - 110 %
K 90 - 110 %
CD 70 - 130 %
Ca 90 - 110 %
pH 90 - 110 %

Možné příčiny: kalibrační roztoky (zaměněné, znečištěné, malé množství)

- vysoké koncentrace ve vzorku
- vzduchové bubliny v měřicím kanálu
- teplotní rozdíly
- znečištěná, vadná nebo stará elektroda
- referenční elektroda - elektrolyt, nebo vadná

Overload

Měřicí signál elektrody je tak vysoký, že elektronika přístroje není schopna ho zpracovat.

Možné příčiny: přerušovaný kontakt mezi elektrodami a elektronikou

- koncentrace vzorku vysoká
- zbytky roztoku nebo soli na elektrodách
- netěsná nebo vadná referenční elektroda
- vadná měřicí elektroda
- vadná elektronika

Závady v systému vedení tekutin

Správné proudění tekutin přístrojem kontrolují optické senzory (označené G1 až G4). Senzory kontrolují, zda se na kontrolních bodech nachází čistý roztok, krev nebo vzduch.

Transport tekutin je v přístroji řízen tak, aby se v roztoku nevyskytovaly vzduchové bubliny.

Pokud se bubliny vyskytnou, pokusí se přístroj 2x zopakovat vadný transport. Pokud je i třetí pokus vadný, program se přerušuje a zobrazí se chyba.