

SZOTE Gyermekklinika OGYT Klinikai Farmakológiai Kutatócsoport

Capnogrammok automatikus kiértékelése

Szekeres István, Murányi László, Matievics Istvánné

Műszeres orvosi betegvizsgálatok végzésekor analóg információkat nyerünk, melyek alapján a vizsgált beteg fiziológiai viszonyaira következtetünk. Az információk általában kétfélek:

- a./ skáláról leolvasott számértékek, vagy
- b./ regisztrátumok, melyeken az analóg jel folyamatos változása látható.

Annak érdekében, hogy a mért, vagy regisztrált értékekből mérési eredményt kapjunk, kiértékelést végzünk. Ez úgy történik, hogy a skáláról, vagy regisztrátumról leolvasott adatból - valamilyen szorzó, arányossági tényező, vagy egyéb viszonyító körülmény figyelembevételével - megállapítjuk a mért mennyiség mérőszámát és dimenzióját. Periódikusan ismétlődő regisztrált görbék minőségét sokszor a regisztrátum alakjával jellemezzük.

A kiértékelés során szubjektív hibát vétünk. Nagy mennyiségű mérési eredmény kiszámítása sok idő felhasználásával jár. A tömeges munka fárasztó, a hiba mértéke is nő.

Ilyen esetben célszerű számítógépet igénybevenni a kiértékelés elvégzésére és a kiszámított mérési eredmények más adatokkal, vagy egymással történő összevetésére és statisztikai feldolgozására.

A számítógéppel közölnünk kell a mért adatokat, hogy azokból megtörténhessen az eredmények kiszámítása, vagy logikai, kigyűjtési műveletek elvégzése. Az adatközlés kétféle módon lehetséges:

- 1./ a mérőműszer és a számítógép között közvetlen kapcsolatot teremtünk; így a vizsgálat közben születő adatok

azonnal rendelkezésre állnak a műveletek elvégzésére, esetleg visszajelentése, vagy szabályozás céljára. Ez kétségtelenül előnyös módszer, de alkalmazását több tényező nehezíti. Az adatátvivő lánc kiépítése ritkán lehetséges, a földrajzi távolság és a műszaki adottságok miatt. A klinikai betegvizsgálatok végzésének és a számítógép használatának időpontját koordinálni kell, ez nagy megkötöttséget okoz. A számítógéphez sok olyan adat is eljut, mely értékelhetetlen, ezek szelektálása bonyolítja a gépi program felépítését és növeli a gépi időt.

2./ Az adatközlés másik módja abból áll, hogy az adatokat a vizsgálat végzésekor számítógépbe betáplálható módon rögzítjük, majd kézbesítő, vagy posta útján eljuttatjuk a számítóközpontba, ahol a feldolgozás alkalmas időpontban megtörténik. Az adatrögzítéshez célberendezés szükséges, mely bármely időpontban rendelkezésre áll.

A jelrögzítés történhet magnetofonnal, analóg, vagy digitális módon, ill. lyukszalaggal, megfelelő kódolásu perforálással.

Ilyen megfontolásokra készített bennünket a szegedi Gyermek-klinikán folyó munka, mely az elmúlt 3 év folyamán olyan mennyiségűvé nőtt, hogy számítógép használatához kell folyamodnunk. Az Országos Gyógyszerészeti Intézet klinikai farmakológiai hálózatának kutatócsoportja, mely a Gyermek-klinikán működik, tervfeladatként foglalkozik a légzésreható szerek vizsgálatával. A klinikán ugyanakkor diagnosztikai célzatu légzésfunkciós vizsgálatok történnek. Mindkét tevékenység alapműszere a holland GODART cég által kifejlesztett Capnograph, mely a kilégzett levegő széndioxydkoncentrációjának mérését teszi lehetővé, a kilégzett összvolumenre vonatkoztatott százalékértékben. A készülék analóg kimeneti jelét regisztrálva tanulmányozható a CO_2 % érték alakulása az idő függvényében.

Murányi, Uhl, Osváth néhány évvel ezelőtt felfigyeltek arra, hogy a regisztrált capnogramok alakja és a vizsgált beteg fiziológiai

állapota között korreláció van. Ennek beható felderítése érdekében módszert dolgoztak ki a capnogramok alakjának, vagyis minőségének jellemzésére. A görbékét viszonylag egyszerű eljárás révén nyerhető számértékkel jellemezték, melynek nagysága vagy alakulása a diagnózis megállapításánál figyelembe vehető.

A capnogramok jellegzetes alakú, ritmikusan ismétlődő görbék, melyeket a kilégzés folyamán mérhető CO_2 % érték időbeni alakulásának regisztrálásával nyerünk. Egy görbén 3 szakaszt különböztetünk meg:

- 1./ a kilégzés kezdetekor a légutakból szobalevegő ürül, majd az alveoláris levegővel történő keveredéskor a CO_2 koncentráció rohamosan nő; így születik a nagy meredekségű homlok-szakasz;
- 2./ az alveoláris gázkeverék CO_2 koncentrációja magas, a kilégzés végéig csekély mértékben és közel lineárisan emelkedik; ezt ábrázolja a kis meredekségű plato-szakasz;
- 3./ a kilégzés végén /a belégzés kezdetekor/ a CO_2 % érték hirtelen nullára esik befejező szakasz/ és a következő kilégzésig alapvonalat ír a regisztráló.

A görbe jellemzésére a homlok-meredekség $/tg\alpha/$ és a plato-meredekség $/tg\beta/$ hányadosértékét használjuk. Ez dimenzió nélküli viszonyszám, melynek nagysága a gázcsere fiziológiai adottságainak /légtuti holtter, alveoláris gázcsere, ventiláció-perfúzió arány, PCO_2 , stb.../ függvénye. Nagyszámu vizsgálat analyse és különböző vizsgálati eljárásokkal való összevetés révén kialakult a diagnosztikai módszer, mely a CO_2 gázcsere vizsgálatán, a capnogram értékelésén alapul /Murányi/. Ezt a módszert évek óta alkalmazzuk. A hetenként kiértékelendő görbék száma 300-nál több. A kiértékelés geometriai szerkesztés alapján működő eszközzel történik, melyről a két meredekség szögfüggvényértéke leolvasható. Az osztás műveletét logarléccel végezzük.

Számítógép használata esetünkben több előnnyel jár. Elmarad a kiértékelés hosszadalmas művelete, a szubjektív hiba kiküszöbölése növeli az eredmények realitását, az eddigi egyetlen hányadosértéken kívül többféle kiszámított eredményt nyerünk, melyekre eddig is szük-

ségünk lett volna, de jelenleg kevesen vagyunk azok kiszámításához.

Számítógép igénybevétele esetén módunkban állna a capnogramok jellemzésére az eddigitől eltérő módszert választani. Mégis úgy döntöttünk, hogy a számítógéptől a $\frac{t_{p\alpha}}{t_{g\beta}}$ hányadosérték alapján kiszámított adatokat kérünk, mert a gépi adatfeldolgozással nyert eredmények így nehézség nélkül összevethetők a mintegy 8 éve alkalmazott kiértékelési adatokkal.

A számítógép informálása és programozása tekintetében a következő alapelveket tartottam célszerűnek:

- a./ a capnogram analóg jelének amplitudo-értékét egyenlő időközönként megmérjük és ezt az értéksort közöljük a számítógéppel;
- b./ a számítógép megfelelő matematikai módszerrel meghatározza a szükséges paramétereket, majd aritmetikai műveletek elvégzése után kinyomtatja a kívánt eredményeket.

Az adatközlés módját illetően, lehetőségeinket figyelembe véve, adatrögzítő célberendezés használata mellett döntöttem. Analóg-digitális konverterrel vezérelt digitális működésű berendezést építettem, melynek segítségével házilag tudunk lyukszalagot perforálni. A berendezés 0.04 s időközökben megméri a capnogram analóg kimeneti jelét, a nyert értéket digitális értékke alakítja át és vezérli a szalaglyukasztó berendezést, mely az adatot 8 bites bináris kódban lyukszalagra rögzíti. A vezérlést úgy alakítottam ki, hogy mód van a vizsgálati napló sorszám és néhány megjegyzés kézi vezérléssel történő perforálására. A gépi programhoz szükséges kód-kombinációk automatikusan lyukasztásra kerülnek, a capnogram befejező szakaszának közepé táján, ahonnan a kiértékeléshez nincs szükségünk adatokra.

A célberendezés tulnyomó részben EMG gyártmányu, EDS 5000 sorozatu logikai áramkörökből, részben saját építésű áramkörökből épült. Az adatrögzítést MOM gyártmányu, PERFOROM-30 lassu szalaglyukasztó berendezés végzi, Waterloo szalagra.

A célberendezés két üzemmódban használható. A bevezetett analóg jelből képzett digitális információ közvetlenül perforálható, vagy magnetofonszalagon rögzíthető. A magnetofonról lejátszott digitális jeleket előválogatás után perforálhatjuk, vagy a berendezés analóg kimenetére csatlakoztatott szerkezettel regisztrálhatjuk.

A válogatás alkalmával a görbéket oscilloskopon szemléltethetjük, a hibás, vagy érdektelen görbék adatait törölhetjük, így azok nem kerülnek a számítógépbe. - Az analóg kimenet révén laboratóriumi mérés-sorozatok eredményeinek ábrázolása lehetséges.

A capnogramok gépi kiértékeléséhez szükséges program elkészült, adaptálása érdekében próba-futtatások történtek, a berendezéssel készített adatszalag kíséretében.

A capnogramokat értékelő program felírása a MINSZK-22 elektronikus számítógép INZSENYER nevű autokód nyelven történt. Egy vizsgálati napon több gyermeket vizsgálnak, egymástól függetlenül. Egy gyermek capnogramjait az idő szerint több szakaszra osztjuk. Minden szakaszban a capnogramok bizonyos jellemző adatait átlagoljuk és viszonyítjuk az első szakaszban kapott megfelelő átlagértékekhez. Az adatok megadása bináris kódban, 8 csatornás lyukszalagon történik úgy, hogy a 0 - 240 számintervallumon a függvényértékek, a 241 - 255 számintervallumon pedig különböző információk közlésére szolgáló jelek helyezkednek el. Különös jelzések vannak annak közlésére, hogy a görbe felvétele közben volt-e köhögés, szondacsere, vagy bura nélküli állapot.

A feladat a következő: minden capnogramnál ki kell számolni /1. ábra/ az m_1 , m_2 , c , d , l értékeket / m_2 = homlokmeredekség, m_1 = platómeredekség, l = légzeshossz/, egy szakaszon belüli m_1 -ek átlagát, m_2 -k átlagát, l -ek átlagát, valamint azt, hogy a kapott $C_{\text{átl}}$, $d_{\text{átl}}$, a kiinduló szakasz ilyen átlagainak hány százaléka.

Egy capnogram értékelésénél a következő módszert választottuk:

A tapasztalat alapján megadható olyan küszöbszám, amelynél a homlokmeredekség biztosan nagyobb, és olyan, amelynél a platómere-

... Ennek segítségével a bemeneti adatokból numerikus differenciálással kiszűrjük azokat, amelyek nem tartoznak a homlokrészre. A megmaradó függvényértékek ismeretében meghatározzuk az őket leggyzetiesen legjobban közelítő egyenest, és ennek meredekségét fogjuk homlokmeredekségnek tekinteni.

A platómeredekséget az x_1 , x_2 közötti függvényértékekből meghatározott differenciahányadosok átlagértékével közelítjük. /2. ábra/ A légzéshossznak az x_0 -tól x_2 -ig eltelt időt vettük.

Az eredményeket a következő táblázat formájában kapjuk meg:

Sorszám	Szakasz	D	D%	M1	M2	C	C%	L	K	SZ	BN
.
.
.

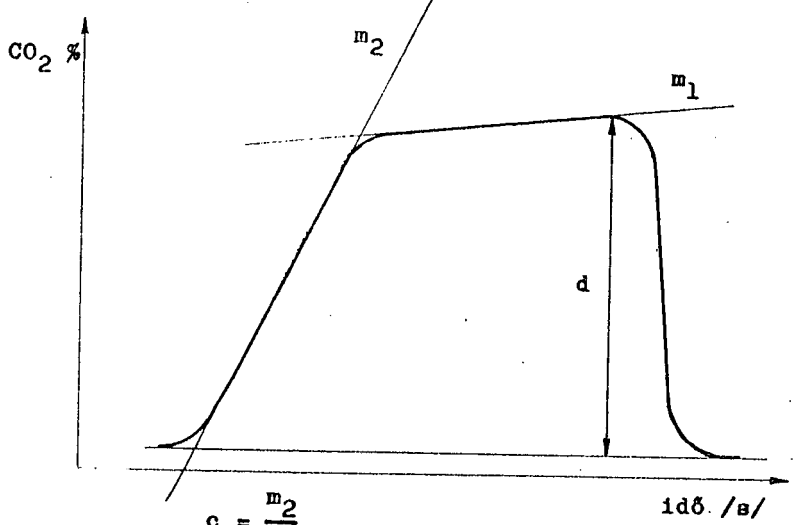
ahol

- L = a percenkénti légzésszám
- K = az egy szakaszon belüli köhögések száma
- SZ = a szondacsere, ill. a bura nélküli állapot jelölése.
- BN =

Befejezésül engedjék meg, hogy összefoglaljam kialakított módszerünket. Humán rutinvizsgálatokhoz célberendezést konstruáltunk, mely a nyert adatokat lyukszalagon rögzíti, ennek révén a tömeges görbekiértékelés és adatfeldolgozás számítógéppel végezhető. Az eredményeket 12 oszlopos táblázatban kinyomtatva kapjuk.

Az adatrögzítéssel egyidőben a szokásos regisztrálás is megtörténik. Az orvos a regisztrátum és a gépi eredmények birtokában alkotja meg véleményét.

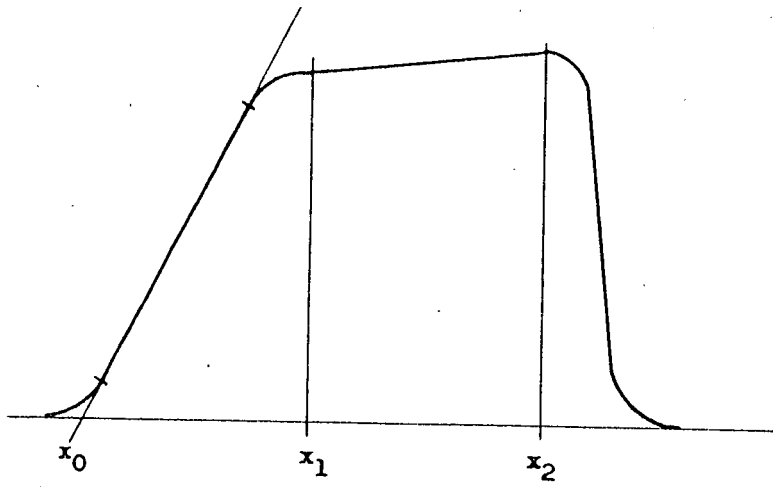
Módszerünket jövő év első negyedének folyamán tervezzük munkánkban rutinszerűen alkalmazni.



$$c = \frac{m_2}{m_1}$$

d = max - min függvényérték

1. ábra



2. ábra

