

INFELOR Rendszertechnikai Vállalat és Országos "Korányi" Tbc és  
Pulmonológiai Intézet

Számítógépes kapnogram-analízis

Széphalmi Géza és Dubay Miklós

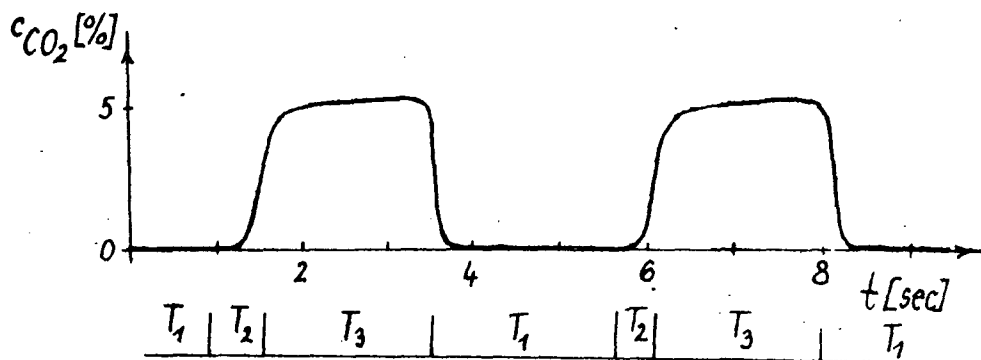
Az INFELOR Rendszertechnikai Vállalat és az Országos "Korányi" Tbc és Pulmonológiai Intézet az elmúlt években széleskörű együttműködést épített ki, amelynek célja a Korányi Intézet és az irányítása alá tartozó országos tudógyógyászati szakhálózat számítógépesítésének előkészítése. E munka három fő területre összpontosul:

- a.) speciális légzésfunkciós vizsgálati műszerek kifejlesztése,
- b.) a kórház és a hozzá tartozó hálózat információs rendszerének feltérképezése és előkészítő elemzése,
- c.) a gyógyító-kutató orvosi tevékenység közvetlen szolgáltatásban álló számítógépes részrendszerek kidolgozása.

Jelen beszámoló egy, a c.) tevékenységi körhöz tartozó téma első lépéseit ismerteti.

Mint ismeretes, a légzés során a szervezet kettős funkciót lát el: széndioxidot ürít és oxigént vesz fel. A kilégzés végén a tüdőben visszamarad kb. 1-1 1/2 liter CO<sub>2</sub>-ben dus, O<sub>2</sub>-ben szegény levegő, belégzéskor ez keveredik a külső légtér CO<sub>2</sub>-ben ritka és O<sub>2</sub>-ben dus levegőjével. E keveredéssel párhuzamosan, ill. azt követően zajlik le a diffúziós jellegű gázcsera a tüdő kapillárisaiban áramló vér és a tüdő alveoláris gáztere között. Ez a gázcsera időben folyamatos, de változó intenzitású - sebessége a pillanatnyi koncentráció-viszonyok függvénye. Fentiek szerint a tüdőben lévő gáz összetétele folyamatosan változik egyrészt a külső levegővel való periódikus keveredés, másrészt a vérrel való folytonos gázcsera következtében. Ezen időbeli koncentrációváltozásokhoz egy térbeli koncentráció-változás is járul, nevezetesen egy adott időpillanatban mások a koncentráció-viszonyok a felső légutakban - ahol csak a külső légtér és az alveoláris levegő keveredése játszik szerepet, de a vérrel való gázcsera nem - és ismét mások a viszonyok az alveoláris gáztérben, ahol a vérrel való gázcsera lejátszódik. Persze itt sem homogén koncentráció-eloszlású a gáz, pl. pathológiás eltérések nagymértékű perturbációkat okozhatnak.

Összefoglalva a fentieket mondhatjuk, hogy a légzési folyamatban résztvevő gáz koncentráció-viszonyainak - pontosabban ezen koncentrációértékek tér- és időbeli változásainak - ismerete a légzési apparátus élettani és diagnosztikai megismerésében döntő jelentőségű. Ebben a kérdésben szolgáltat információkat a kapnográf, amely berendezés a légzésben résztvevő levegő  $\text{CO}_2$ -koncentrációját méri és rögzíti. Mivel technikai okokból a levegő-minta vétele a szájon éppen átáramló levegőből történik, a kapnográf által szolgáltatott biogörbét - kapnogramot - úgy kell értékelnünk, hogy az mintegy "letapogatja" a tér- és időbeli koncentráció-változásokat: az időben egymást követő mintavételek más-más tér-részre vonatkozó információkat közölnek. a.) belégzés idején a külső légtérre, b.) a kilégzés elején a külső légutak térségére, c.) a kilégzés többi részében az alveoláris légtérre vonatkoznak az éppen közölt koncentrációértékek, megjegyezve, hogy a tüdő egyes tér-részeihez tartozó áramlási ellenállások értelemszerű sorrendiséget határoznak meg a szóbanforgó tér-részekre.



1. ábra: Egy kapnogram sematikus képe a belégzéshez, továbbá a holttériben és az alveolusokban levő levegő kilégzéséhez tartozó időtartamok feltüntetésével.

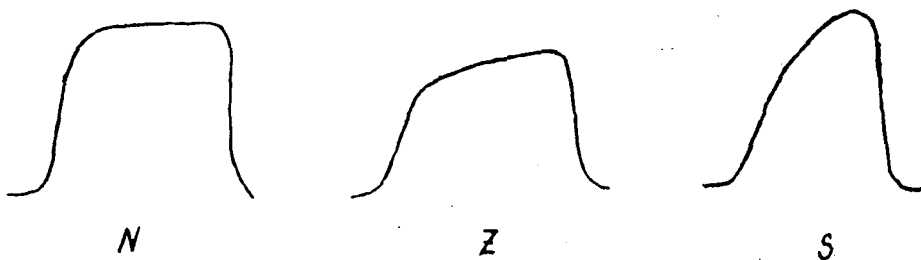
A kapnogramból néhány igen fontos információ közvetlenül adódik: az alveoláris légtér átlagos és maximális  $\text{CO}_2$  koncentrációja, stb. Ez azonban nyilván csak töredéke a kapnogramban rejlő információhalmaznak. A légzési folyamat élettanával foglalkozó szakirodalomból ismeretes R. J. van Meerten munkája (Van Meerten, R. J.: *Respiration*, 1970, 27, 552.), amelynek során matematikai modellt épít fel a fenti folyamatra, s ez a modell a kapnogram információt hordozó felszálló ágára és platójára a

$$c\text{CO}_2 = a t + (b - a T) (1 - e^{-t/T})$$

összefüggést eredményezi. Ebben az összefüggésben  $c\text{CO}_2$  a széndioxid-koncentrációt,  $t$  az időt jelenti,  $a$ ,  $b$  és  $T$  pedig élettani értelmezésű paraméterek.

Munkánk egyik célja számítógépes eljárás kidolgozása a fenti paraméterek kvantitatív értékének meghatározására. A függvény paramétereit meghatározó eljárás a legkisebb négyzetek módszerén alapul. A függvény konstrukciója képletszerű összefüggés használatát nem teszi lehetővé, ezért a paramétermeghatározási problémát egyváltozósá transzformáltuk, s ennek megoldására iterációs eljárást készítettünk. A programot PL/1 nyelven írtuk meg.

E munkával párhuzamosan vetődött fel annak lehetősége, hogy az élettani alapkutatás szempontjából érdekes Meerten-féle paraméterek ismeretét diagnosztikai célokra is hasznosítsuk. Ez munkánk másik célja. A jelenlegi klinikai gyakorlat a kapnogramokat három osztályba sorolja. Ezeket szemlélteti a 2. ábra.



2. ábra: a) normál, b) Z-típusú, c) S-típusú pathológiás kapnogramok sematikus képe.

Ebből az osztályba-sorolásból a kishörgők áramlási ellenállására, ventilatio-perfusio aránytalanságra, s egyéb diagnosztikai információkra lehet következtetni. Az egészséges és a kóros görbetypek között sok átmeneti forma lehetséges, így az értékelésben sok a szubjektív elem. Ennek kiküszöbölése a kapnogramok kvantitatív elemzése útján történhet meg, melyre már több kezdeményezés történt (Murányi L. és mtsai: Acta Paediat. Acad. Sci. Hung. 1969, 10, 133, Galgóczy G. és mtsai: Orvosi Hetilap 1972, 113/25/, 1479/).

Az előbb ismertetett Meerten-féle paraméterek ismeretében az egyes kapnogramok formális-alaki jellemzőinek - mint pl. az egyes kapnogramszakaszok időtartamának, meredekségének - meghatározása már nem jelent különösebb nehézséget. Tekintettel arra, hogy munkánk jelenlegi fázisában még nem lehet biztosan tudni, hogy melyik paraméterek lesz lényeges diagnosztikai értéke, a számítógépes programot úgy állítottuk össze, hogy minden, elvileg szóbajöhető paraméter a függvényanalízis hagyományos módszereivel nyerhető Meerten-féle fiziológiai paraméterekből. Különös figyelmet szentelünk az előzetes orvosi várakozás szerint legtöbbet ígérő paraméternek, a kapnogram minimális görbületi sugarának. Ez a paraméter a kapnogram felszálló ága és platója közötti átmeneti szakasz komplex jellemzője.

Munkánk jelen fázisában az archiv kapnogram-anyag feldolgozása van napirenden. Az archiv anyag analóg formában, saját hálórész papírcsíkban van rögzítve. A diagramok digitalizálása most még manuális módszerrel történik, epidiaszkópos kivetítés és leolvasás útján. Ez igen munkaigényes kényszermegoldás, tervezzük azonban a mágnesszalagos rögzítést és automatizált digitalizálást. Ennek megvalósítása távlati célunknak - a rutinszerű számítógépes kapnogramanalízisnek - gyakorlati előfeltétele.