

Az Országos Korányi TBC intézet és a Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Intézete

Elektroklasszifikátor, honyolult diagnosztikai-osztályozási feladatok megoldására alkalmas segédeszköz

Irta: Leventel László dr. és Fenyő István dr.

A modern orvostudományon belül mind nagyobb teret nyernek a különböző matematikai módszerek (matematikai statisztika, korrelációszámítás, nomogramok, stb.) újabban pedig a különböző elektronikus számláló gépek. Ezek az USA-ban, mint ahogyan arra H. Weinrach és A. W. Hetherington rámutatott, az iparból és a haditechnikából terjedtek át a biológiába és az orvostudományba. Ma már több nyugateurópai országban és a Szovjetunióban (Gutenmaher) is használnak ilyen gépeket. Az elektronikus számláló gépeket két irányban hasznosítják az orvostudományban:

1. Statisztikai adatokból megfelelő következtetéseket vonnak le segítségükkel. A statisztikai adatok alapján lehet kiszámítani, hogy az egyes vizsgálatok milyen súllyal szerepelnek. Ezt megbízhatóan csak igen sok adatból lehet nyerni, ami viszont igen sok számítást igényel. Ezeket kézi gépekkel nem, vagy csak hónapok, esetleg évek alatt lehetne elvégezni. Ilyen tekintetben T. H. Ellingsworth-re hivatkozunk, aki a tüdő és primer hörgőrák korai diagnózisával kapcsolatos vizsgálatában alkalmazott elektronikus számológépet.

2. A speciálisan orvosi problémák megoldására olyan különleges gépek szerkeszthetők, melyek bizonyos vonatkozásban modellszerűen reprodukálják az orvosi gondolkodásban is szerepet játszó egyes logikai folyamatokat.

L. C. Cslenov a kibernetika és neurológia viszonyát tárgyalva a neurológiai diagnosztikában kíván logikai gépet alkalmazni, mert — mint mondja — a gép előnye, hogy nem fárad, nem elfogult, nem szubjektív. Ugyanakkor hangoztatja, hogy a gép nem helyettesíti, hanem segíti az orvost. A logikai gépek alkalmasak bizonyos diagnosztikai problémák megoldásának gépesítésére. Általános logikai gépeket diagnosztikai célra felhasználni nem célszerű, mert túl nagyok, költségesek és kezelésük szakismeretet igényel. Ezzel szemben érdemesnek látszik olyan egyszerűbb logikai gépek szerkesztése, melyek csak a diagnosztika egy-egy speciális területén alkalmazhatók és olyan műveleteket végeznek el, melyekkel az orvos is dolgozik diagnosztikus tevékenysége során. Ide tartoznak például azok az osztályozásoknál is használatos műveletek, amelyek az „a és b” (conjunctio), „a vagy b” (kizáró disjunctio), „nem a” (negatio) típusúak. Ilyen speciális feladatra készült gépek aránylag kis költséggel megépíthetők, kezelésük semmiféle szakismeretet nem igényel és egyszerűségüknél fogva

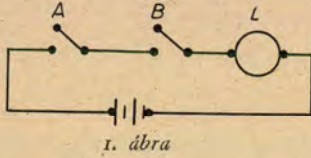
nincs könnyen elromló alkatrészüik. Ezek a gépek a beadott adatokból a következtetést pillanatok alatt levonják.

1952 óta sorozatosan vizsgált laboratóriumi, funkcionális diagnosztikai eljárások alkalmazásával arra törekedünk, hogy a tüdőgümőkór nomenklatúrájában fontos tényezőként szereplő kompenzációs fok meghatározását pontosabbá, bárki számára reprodukálhatóvá tegyük. Kiderült azonban, hogy önmagában egyik eljárás sem alkalmas a kompenzációs fok elbírálására, mert azok csak részletadatokkal segítik a beteg funkcionális állapotának jellemzését. Viszont sokféle vizsgálat (röntgendiffrakció, szérumfehérjekép, reaktivitás, mellékvesekéregfunkció, terhelhetőség, O_2 saturáció) együttes elvégzése, ill. e vizsgálatok eredményeinek megfelelő, itt nem részletezendő értékelése alapján a kompenzációs fok egyes csoportjai, ill. alcsoportjai meghatározhatók. A meghatározás módja azonban bonyolult, nehezen áttekinthető, sok időt igényel. Ezért nem volt emlékeztető, hogy e módszer a klinikai gyakorlatban meghonosodjék. Ezt a nehézséget kívántuk elhárítani olyan segédeszköz felhasználásával, mely a számításokat, kikereséseket, az egész osztályozás logikai menetének memorizálását feleslegessé teszi a kompenzációs fok elbírálásának mindennapi gyakorlatában. Ezért egy általunk elektroklasszifikátornak nevezett logikai gépet szerkesztettünk. Tekintve, hogy a gép bármely más, hasonló jellegű, diagnosztikai osztályozási probléma megoldásában felhasználható, célszerűnek tartjuk működési elvének és rövid leírásának ismertetését, annál is inkább, mert ilyen gépekről mind gyakrabban már a napi sajtóban is olvashatunk.

Az elektroklasszifikátor működési elve

A kompenzációs fok meghatározása kapcsán — akár csak más diagnosztikus tevékenységünk során — logikai conjunctiókat („és”-sel való összekapcsolásokat) és disjunctiókat („vagy pedig”-gel való kölcsönös kizárásokat) alkalmazunk. Ennek legegyszerűbb formája, ha két adatból (információ) kell ítéletet mondanunk. Az egyik adat legyen *a*, a másik *b*. Ha az ítéletet a két adatnak (állításnak) az és szóval való összekapcsolásából kapjuk, logikai conjunctiót végzünk. Ez a logikai folyamat

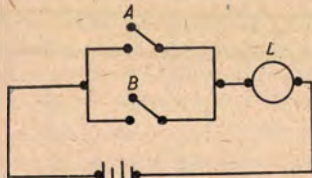
a következő módon gépesíthető: két kapcsolót (pl. két tumblert) A-t és B-t sorbakapcsolunk és e sorbakapcsolt tumblereket egy L lámpát tartalmazó áramkörbe iktatjuk. (1. ábra).



1. ábra

Az ítéletet az L lámpa mondja ki: ha ég, az ítélet állító (pozitív), ha nem ég, tagadó (negatív). Ennek a primitív modellnek kezelési elve, hogyha az *a* vagy *b* állítás fennál, bekapcsoljuk, ellenkező esetben kikapcsoljuk a megfelelő kapcsolót. Világos, hogy az L lámpa csak akkor ég, ha mindkét kapcsoló be van kapcsolva.

Ha az ítéletet az *a* és *b* állításnak a „vagypepedig” szóval való összekapcsolásával kapjuk, azaz *a* és *b* kölcsönösen kizárják egymást, akkor logikai diszjunctióról beszélünk. Ezt az egyszerű műveletet is gépesíthetjük. Ez esetben az A és B kapcsolókat nem sorba, hanem párhuzamosan kötjük. (2. ábra).



2. ábra

Az L lámpa csak akkor ég, ha az *a* vagy *b* állítás igaz, amit az A vagy B kapcsoló zárásával jelzünk. Ennél a modellnél nem egymást kölcsönösen kizáró feltételeket valósítunk meg —, *a* és *b* közül legalább az egyiknek igaznak kell lenni, hogy az L lámpa kigyulladjon, de a lámpa akkor is ég, ha A és B egyaránt be van kapcsolva. Itt tehát ún. megengedő diszjunctióról van szó a fentebb említett kizáró diszjunctióval szemben.

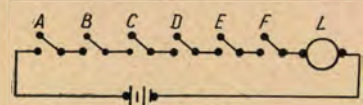
E példák persze nagyon primitívek és ilyen egyszerű conjunctiók vagy diszjunctiók végrehajtására gépet szerkeszteni felesleges. Viszont, ha sok információból alkotott sorozatos conjunctiók és diszjunctiók alapján kell ítéletet mondanunk, akkor ezen elvek követésével lehet bonyolult feladat megoldására alkalmas gépet konstruálnunk.

Vegyünk most már valamelyest összetettebb példát, mint amilyen a kompenzációs fok meghatározásának egyik esete.

Kis kiterjedésű folyamat esetén a következő információk szükségesek a kompenzáció fokának meghatározásához: A) a folyamat kiterjedése, B) a fázis, C) a szérumfehérjékép, D) a mellékvesekéregfunkció, E) a légzésfunkció adatai.

Mindezeket az információkat az elvégzett funkcionális diagnosztikai vizsgálatok eredményeinek vagy más diagnosztikus jegyek különböző fokozatai képezik, melyeket kódszámokkal jelölünk. Pl. A a folyamat kiterjedését jelöli. Ezen belül A₁

a segmentális, A₂ az egyoldali lebenyi..... A₅ a kétoldali kiterjedt folyamatot. Vagy pl. a C a szérum-fehérjéképről ad információt. Ezen belül C₁ a normális viszonyokat, C₂ a kislefokú eltulodást, C₃ a középeket, C₄ a jelentős, C₅ a nagyfokú eltulodást jelzi, melyeket több laboratóriumi vizsgálat ered-



3. ábra

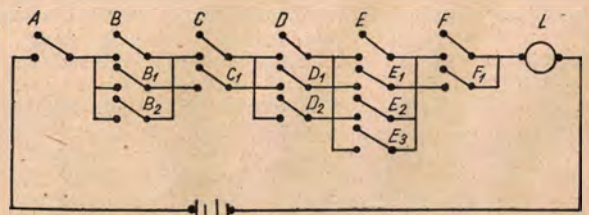
ményeinek bizonyos, megadott intervallumai közt mozgó értékei alapján állapototunk meg. A gép működési elvének megismerése szempontjából azonban e kódok részletesebb ismertetésére nincs szükség.

Példának hozunk egy kis (segmentnél nagyobb) kiterjedésű beteget. Ez akkor van S₁ (szubkompenzált, kislefokú funkcionális károsodásokkal) állapotban, ha fázisa 1 vagy 2 vagy 3, szérumfehérjéképe 1 vagy 2, mellékvesekéregfunkciója 1 vagy 2 vagy 3, reaktivitása 1 vagy 2 vagy 3 vagy 4, légzésfunkciója 1 vagy 2 fokozatú.

Mármint a 3. ábrán alkalmazott egyszerű kapcsolásnál (sorozatos conjunctiónál) a helyzet az, hogy az L lámpa csak akkor fog égni, ha A—F kapcsolók mind zárva vannak. Pl. ha azt kívánánk, hogy a lámpa jelezze legalább az S₁ állapot fennállását, akkor el kellene dönteni, hogy a fázis, szérumfehérjékép, mellékvesekéregfunkció stb. milyen értékeinél kapcsoljuk be a B, C, D stb. kapcsolókat. Nyilvánvaló, hogy a 3. ábrán adott modell nem kielégítő, hiszen az S₁ állapot tényleges meghatározásánál vagylagos eshetőségeket is figyelembe kell vevünk.

A conjunctiókon kívül — amint látjuk — a valóságban számos diszjunctiót is végez az orvos, ha az adatokból el akarja dönteni, hogy a beteg állapota S₁-nek vagy S₂-nek (szubkompenzált, közepesfokú funkcionális károsodással) felel meg. Ezért az S₁ állapot helyes elbírálásához a 4. ábrán látható kapcsolást kellene összeállítani.

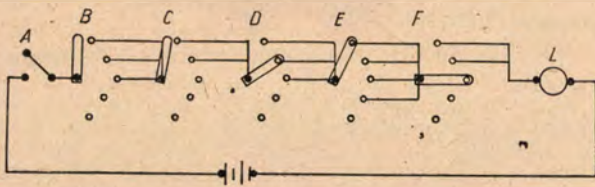
Ennek a kapcsolásnak hátránya, hogy kezelőjének 15 kapcsoló helyes állására kellene figyelnie, pedig még csak egyetlen eshetőségről van szó. Mivel minden szakaszban amúgyis egyszerre csak *egy* kapcsolót zárunk, a fenti kapcsolást átalakíthatjuk fokozatkapcsolókból képzett láncra. Mindig 5-ös fokozatkapcsolókat alkalmazunk, mert célszerűnek láttuk minden vizsgálati eredmény 5 fokozati értékét megkülönböztetni.



4. ábra

Eddig csak a conjunctió és disjunctió gépesítéséről beszéltünk. Hátra van még a tagadás (negatio). Mi történik, ha a beteg egyáltalán nincs S_1 állapotban? Ez esetben nyilván az a kívánatos, hogy az L lámpa ne gyulladjon ki. Ehhez elegendő pl. az, hogy a beteg 4. (progressív) fázisban legyen. Ez esetben a B_1, B_2 kapcsoló egyaránt nyitva marad a 4. ábra szerinti elrendezésben. Viszont az 5. ábra szerinti fokozatkapcsolós megoldás már csak azért is célszerűbb, mert itt hasonló esetben nem kell 3 kapcsolót nyitni, hanem csak a B fokozatkapcsolót, a 4. üresgombra állítani, amely semmiféle vezetékhez nincs kötve és a lámpa abban az esetben sem tud kigyulladni, ha az összes többi kapcsoló zárva is van.

Végeredményben tehát az 5. ábrán látható és természetesen a szükségletehöz képest meghosszabbítható — pl 5 helyett 10—12 vagy még több fokozatkapcsolót és egy-egy lámpát felölélő láncok párhuzamba állításával, — elvben tetszőleges számú kombinációt valósíthatunk meg. Aszerint, hogy a fokozatkapcsolók mely érintkezőit kapcsoljuk vezetőhöz és melyeket hagyjuk üresen, végső soron tetszőleges előírt beállításhoz biztosíthatjuk a megfelelő lánchoz tartozó lámpa kigyulladását, ami a konkrét osztályozási feladat megoldását jelenti. Hiszen ha a kompenzációs fokok osztályozása valóban kimeríti az összes lehetséges eseteket és a gépet is az összes lehetséges kombinációk befogadására rendezzük be, akkor *valamelyik* állásban (kizáró



5. ábra

disjunctiók megfelelő alkalmazása esetén *csak* egy bizonyos állásban) *valamely* lámpa ki fog gyulladni, jelezve, hogy a beteg melyik állapotban van. Pl. ha a beteg az S_3 állapotban van (szubkompenzált, jelentős funkcionális károsodással), akkor a 3. lánchoz tartozó lámpa gyullad ki.

Felvetődhet a kérdés: mi történik akkor, ha ítéletet (diagnostist) kell mondani kevesebb információs adattal? Ha pl. a mellékvesekéregfunkció és reaktivitás vizsgálata elmarad, tud-e az alábbi berendezés dönteni? Tud, ha a D és E, valamint E és F tengelyeit egy-egy rövidzáró kapcsolóval kötjük össze. Ezekkel (bekapcsolás esetén) a D-n és E-n át az áram útját szabadabbá tesszük.

Előfordul, hogy a diagnózis biztonsága érdekében további információkat, adatokat is figyelembe kell vennünk, mint pl. életkort, kondíciót, élethelyzetet. Ha további fokozatkapcsolókat iktatunk az 5. ábrán látható kapcsolási vázlat utolsó kapcsa után, akkor ezeket is figyelembe veszi a berendezés.

Mivel többféle kiterjedés lehetséges (1. segmentális, 2. lebenyi, egyoldali, stb.) és ezek közül

vagy az első, *vagy* pedig a második stb. fordulhat elő, ezért az előbb elmondottak alapján az 5. ábrán levő kapcsolási rajzhoz hasonló több berendezést kell párhuzamosan beépíteni és pedig úgy, hogy ezek közt is egy többfokozatú kapcsolóval választathatunk.

Az elektroklasszifikátor rövid leírása és használata

Az előbbieken ismertettük berendezésünk alapelveit. A kivitelezés technikailag úgy történt, hogy minden vizsgálatnak megfelelő 5 állású fokozatkapcsolókat közös tengelyre szereljük. Az egyes fokozatkapcsolókat 7 blokkra soroljuk, az első öt az aktív tüdőgümőkóros folyamat kiterjedéseinek felel meg, a 6. az inaktív mérsékelt, a 7. az inaktív kiterjedt elváltozást mutató esetet realizálja. Egy további 7 állású fokozatkapcsoló egyenáramú áramforrás áramát e 7 csoport valamelyikébe utalja és pedig abba, amely az adott kiterjedésnek felel meg. 11 ilyen közös tengelyű fokozatkapcsolórendszer létesítünk, mindegyik egy-egy vizsgálati adatnak (fázis, szűrűmehéjékép, stb.) felel meg. A fokozatkapcsolók 5 állásúak, mindegyik pozíció a vizsgálati eredmények egy-egy fokát reprezentálja. Minden fokozatkapcsolónak azokat a kivezetéseit, melyek egy-egy vizsgálati eredmény lehetséges értékeinek felelnek meg, rövidre zárjuk és közös kivezetőjüket, ugyanazon csoport ugyanazon sorszámú fokozatkapcsoló mozgó letapogatójára kötjük. A fokozatkapcsolók ilyen módon egy horizontális lánccolatot alkotnak és pedig mindegyik blokkban annyi horizontális lánc van, ahány kimenet lehetséges egy-egy kiterjedésen belül (ha pl. a kiterjedés szegmentális, akkor csak S_1 és S_2 eset realizálódhat, tehát hét fokozatkapcsolólánccra van szükség). A láncok végeit egy, a központi 7 állású fokozatkapcsolóval szinkron járó fokozatkapcsoló kapcsolja össze a megfelelő eredménylámpához.

Az elmondottakon kívül más sorbakapcsolt fokozatkapcsolólánccokat is létre kell hoznunk. Nevezzük ezeket melléklánccoknak. Mindegyik főlánchoz párhuzamosan két melléklánc kapcsolódik. Ezekben áram csakis akkor halad át, ha a neki megfelelő főláncon áram megy át és ha a vizsgálati adatok a szóbanforgó kategóriában a legsúlyosabb vagy a legenyhébb esetre utalnak. A szélső főlánckhoz csak egy melléklánc tartozik. A melléklánccok végcsúcsából az áram egy villogón át a megfelelő lámpához kapcsolódik, jelezve, hogy a beteg pl. S_2 állapotban van, de mivel az S_3 lámpa villogva ég, tendenciái S_3 felé mutatnak.

Előfordulhatnak persze atipikus esetek is. Ezek vizsgálati adatait a gépbe adva természetesen eredménylámpa sem gyullad ki. De hogy a gép kezelője biztos legyen abban, hogy a lámpák nem meghibásodások miatt nem égnék, egy külön lámpa kigyulladása jelzi, hogy atipikus esettel van dolgunk.

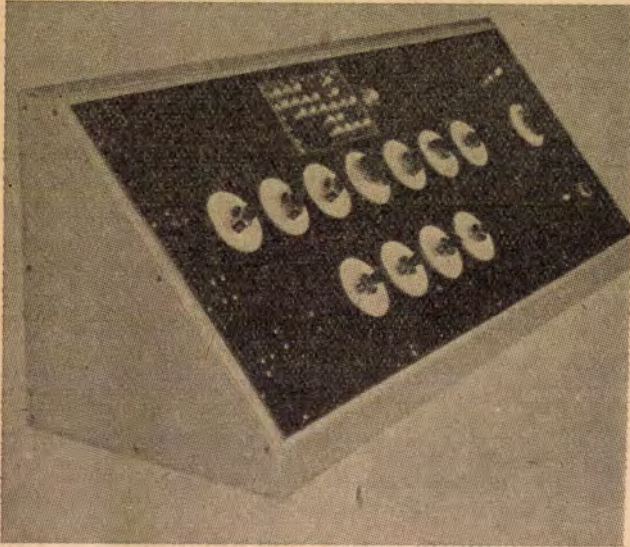
A módosító tényezők (életkor, kondíció, élethelyzet, kísérő betegségek) fokozatkapcsolói állandóan rövidre vannak zárva. Ha vizsgálati adatok alapján a gép nem tud diszjungálni, két eredménylámpa gyullad ki. Ez esetben egy megfelelően beállított jelfogó a rövidzárakat bontja, az áram a motíváló tényezők kapcsolóin megy át, diszjunctió esetén az egyik lámpa automatikusan kialszik.

A műszaki leírás részleteibe e helyen nem bocsátkozunk. Csak megemlítjük, hogy a különböző kompenzációs fokok 703 265-féleképpen jöhetnek létre, beleszámítva még a gép egyéb funkcióit, az több, mint 800 000 áramkört hozhat létre. A beépített fokozatkapcsolók száma 187. Az eredményt mutató és a programot meghatározható jelzőlámpák száma 33, az automatikus kapcsolások létrehozá-

sára 11 jelfogó szolgál. A készülék méretei nem haladják meg egy nagyobb rádiókészülék méreteit.

Részletesebben szólunk a gép kezeléséről és funkciójáról. A 6. ábra mutatja a gép külső képét.

Először is a fokozatkapcsolón beállítjuk a kiterjedést. Ezzel egyidejűleg automatikusan a L lámpasorokon azok a felirati lámpák gyulladnak ki, amelyek jelzik, hogy milyen adatokat kell a gépbe beadni (programm). Ha pl. II-re állítjuk akkor a fázis, szérumfehérjekép, mellékvesekéregfunkció, terhelhe-



6. ábra

tőség, életkor, stb. jelzőtáblákat egy-egy lámpa megvilágítja, jelezve, hogy ezekre az adatokra van szükség. Most a felső kapcsolósoron az említett vizsgálati adatokat a fokozatkapcsolókon beállítjuk, az alsón a motiváló tényezőket. Ezzel egyidejűleg az S_1 , S_2 , S_3 lámpák egyike kigyullad, ha különleges (atipikus) esetről van szó, akkor a K lámpa villan fel. Ha az S_2 lámpa mellett pl. S_1 villogva is kigyullad, ez azt jelenti, hogy a beteg az S_2 állapotban van, de ebben a kategóriában a legenyhébbek közé tartozik.

Előfordulhat, hogy valamely adat hiányzik és ennek hiányában akarunk ítéletet mondani. Pl. hiányzik — az előbbi példánál maradva — a mellékvesekéregfunkcióra vonatkozó adat. Ekkor a felső sorban a harmadik fokozatkapcsolót egy pirossal jelölt helyre állítjuk, ezzel e fokozatkapcsoló automatikusan kikapcsolódik.

Az adatok beállítása egy-két másodpercig tart (7—8 rádiógombot kell megcsavarni), a gép az értékelést a mp. ezredrésze alatt végzi. Meghibásodó alkatrésze alig van, karbantartást gyakorlatilag nem igényel. Hazai anyagokból aránylag olcsón állítható elő. Az első mintapéldány a MTA Matematikai Kutató Intézetében megépült és az Országos Korányi Tbc Intézetben működik.

Ezúton mondunk köszönetet Bánsági László, Czirbusz Imre, K. Szabó Zoltán és Nagy Miklós technikusoknak, akik az első példány megépítésén dolgoztak. Ugyancsak köszönetet mondunk Kalmár László akadémikusnak értékes tanácsaiért és Rényi Alfréd akadémikusnak, az Intézet igazgatójának, aki a kísérleti példány megépítését lehetővé tette.

Összefoglalás: Az orvostudományi diagnosztikában alkalmazható logikai gépek jelentőségének és szerepének rövid áttekintése után ismertetik „Elektroklasszifikátor”-nak nevezett, általuk tervezett logikai gépet, annak működési elvét, rövid műszaki leírását és használatát. Bár a gépet speciális feladat megoldására, a tüdőgümőkóros betegek kompenzáció fokának elbírálására szerkesztették, más bonyolult diagnosztikai feladat megoldására is alkalmas segédeszköznek tekintik, amennyiben a megoldandó problémák klasszifikációs jellegűek. Az osztályozásnál számításba veendő tényezők száma és az osztályozási kategóriák száma tetszőleges lehet.

IRODALOM: 1. Cslenov L. G.: Zsurn. nevropat. i. pszichiatr. 1958. 58, 1259. — 2. Ellingworth T. H.: J. Royal Statist. Soc. 1959. 122, 221. — 3. Levendel L.: Adatok a tüdőgümőkóros betegek kompenzáció fokának elbírálásához. — Kandidátusi értekezés. 1960. — 4. Novinski G.—Bikov V.—Grundman A.: Tyechnika Mologozsi. 1960. 4. — 5. Weinrach H.—Hetherington A. W.: JAMA. 1959. 169, 120.

Kibernetika és orvostudomány

(Felkért hozzászólás Levendel László és Fenyő István dr. cikkéhez)

Irta: Szalai Sándor dr. phil.

A kibernetika, amelynek neve a görög *kyberné-tés*, azaz *kormányos* szóból ered (ugyanaz a tő rejlik a latin *gubernator*-ban is), lényegileg a szabályozási vagy másnéven vezérlési folyamatok tudománya.

Egy szerkezet működésének szabályozásán azt értjük, hogy van valami *programszerű* elgondolásunk annak *célravezető* működéséről, s ha ettől valamilyen belső vagy külső tényező hatására *eltér*, akkor — ezen eltérésnek megfelelő nagyságú, de ellentétes irányú hatás alkalmazásával — *visz-*

szatérítjük a megfelelő működési irányba. (Ezt tesz-
szük például egy autó kormányzásánál.)

Ilyen folyamathoz szükség van arra, hogy valamilyen szerv *érezkelje* a szerkezet működését, erről *jelentést (információt)* adjon egy szervnek, az a *jelentést összehasonlítja* a kívánt működés *programjával* s ugyanakkor az esetleges eltérést *ki-egyensúlyozza* a szerkezetre mindaddig, amíg az vissza nem tér programszerű működési állapotába. Így működik egy termosztát hőszabályozója, amely megfelelő hőelemmel érzékeli a kamrában

uralkodó hőmérsékletet, ezt közvetíti egy automatikus kapcsolószerkezet felé, amely a programszerű (beállított) hőmérséklettől való eltérés esetén a fűtőáramerősség növelésével vagy csökkentésével el-lensúlyozza a kamra lehülését vagy túlmelegedését, amíg el nem éri a kívánt hőfokot.

A termoregulációtól a szívtevékenység szabályozásáig sok tekintetben hasonló az élő szervezet fiziológiai önszabályozó tevékenységének sémája is. (Gondoljunk a jobb pitvar bejáratában levő érző-készülékek és a sinuscsomó szerepére a vér széndioxidtartalmának érzékelésében és a szív működés megfelelő ingerképzés útján való vezérlésében.) Végső fokon az egész receptoros-effektoros reflex-tevékenység is hasonló általános elven alapszik. Ha meggondoljuk, hogy a legtöbb gép szabályozását ma még az ember (értsd: az ember felsőbbrendű idegtevékenysége) végzi — amennyiben leolvassa a megfelelő műszerállást s az észlelt értéknek az előírt értékkel való összevetése alapján megfelelő beállítási műveletet eszközöl —, akkor tulajdonképpen megszűnik az *elvi* különbség a gépi automatika (termosztát), a szervezeti autoreguláció (pl. termoreguláció) és a közönséges, nem automatikus gépi szerkezetek ember által történő szabályozása között, illetve a különbség csak az, hogy a legutóbbi esetben az ember felsőbbrendű idegtevékenysége tölti be annak a szabályozó- vagy vezérlőszervnek a szerepét, amelyre a fentebb leírt szabályozási folyamat hárul.

Természetesen a szabályozás „logikai modelljének” elvi azonossága korántsem jelenti azt, hogy a szabályozási folyamatok elvont és általános sémájának matematikai és fizikai elemzése — ami a kibernetikai vizsgálódások kiindulópontja — önmagábanvéve konkrét segítséget nyújthatna az orvost közvetlenül érdeklő élet- és kórfolyamatok megértésében. Hiszen az élő szervezet autoregulációs folyamatai, amelyek *összességükben és kölcsönös összefüggésükben* az öfenntartás és a környezeti adaptáció egészét, azaz az egész élettevékenység alapját teszik ki, már *egyenként* is lényegesen sokoldalúbb, bonyolultabb szervezeti elem együttműködésén alapulnak, ezenkívül az egymásbakapcsolódó és egymást kiegyensúlyozó akcióknak és reakcióknak sokszoros összefonódását és szétágazódását feltételezik. Ilyenformán a legfinomabb precíziós termosztátnak a melegvérű állati szervezet termoregulációs rendszerével való összehasonlítása is pusztá metafórának, költői — vagy éppen ellenkezőleg: túlságosan prózai — hasonlatnak tűnik.

Bármennyi kísérlet is történt a múltban az „embergép” legalább képzeleti megalkotására, a mechanikus modellek analógiáinak tanulmányozása nem sokkal vitte előbbre az élettant és az orvostudományt. Több sikerrel járt egyes részletfolyamatoknak — szervműködéseknek — fiziko-kémiai modelleken való tanulmányozása, ami például a veseműködés funkcionális elemzésében jutott fontos szerephez. Nagyban megváltozott viszont a helyzet, amióta a modern elektronikus techniká-

nak (elsősorban a híradástechnikának) sikerült *rendkívül gyorsan működő* (szinte tehetetlenség nélküli) és nagy számban *hálózatosan* összekapcsolható, impulzus-felvevő, impulzus-átalakító és impulzust-leadó, tehát *reagálóképes* elemeket előállítani. Ez ugyanis lehetővé tette, hogy magasabb-szintű kibernetikai megfontolások alapján, igen bonyolult önszabályozó és más organizációs feladatokat megoldó (például nagyszámú elemi műveletből összetett számítási vagy következtetési feladatok végrehajtására képes) automata-rendszereket alkossanak meg. Az az elektronikus vezérlőberendezés, amely sok száz fotocella, termoelem, tapintócsúcs és kontaktus „információinak” egybevetésével, — magnetofonszerűen működő mágnesdob-„memóriába” rögzített program alapján vezérli száz szakképzett munkás munkáját ellátó gépsor működését, már nem tekinthető egyszerű „mechanikus modellnek”. Különösen nem, ha meggondoljuk, hogy éppen vezérlőközpontja — egy elektronikus számítógép — számtalan másfajta (például matematikai vagy logikai) feladat megoldására is képes, ami száz — esetleg több — ember agymunkájával volna megoldható.

Érthető, ha az ilyen nagyteljesítményű kibernetikus gépezetek megtervezésénél a technikusok eleve az emberi munkavégzés vizsgálatából indulnak ki — azaz, a régi szokással ellentétben nem a gépet tekintik az ember, hanem az embert a gép modelljének. Mint Sz. L. Szoboljev akadémikus és A. A. Ljapunov professzor írja: „Ha például az acélolvasztás automatikus vezérléséről van szó, le kell írni néhány gyakorlott olvasztár tapasztalatait, műveleteit, le kell írni e munkások reagálását a folyamat egyes mutatóira, tanulmányozni kell ezeket, majd mindezekből algoritmikus kifejezést kell alkotnunk, hogy azt betervezhessük a gépbe.”*

De éppen e fordított — emberről gépre való — kibernetikus modellezés nagy sikerei láttán mindinkább előtérbe kerül az a törekvés is, hogy a bonyolult kibernetikus szerkezetek felépítésében és működésében szerzett tapasztalatokat életfolyamatok, különösen idegrendszeri funkciók, neurális és hormonális regulációk elemzésében és magyarázatában hasznosítsák. Nálunk különösen Lissák Kálmán és Szentágothai János vezetésével folyik ezen a kutatási területen nemzetközileg is elismert jelentőségű és úttörő kutatómunka. Nagy érdeklődéssel figyelik ezt a fejlődést a szovjet neurofiziológusok és pszichológusok is. D. A. Osanyin például ezt írja: „Igazán nem kell különösebben hangsúlyozni, hogy az automaták által végzett műveletek nem lehetnek az emberi cselekedetek és műveletek egyszerű másai — ez teljesen nyilvánvaló. De a jelenkori tudománynak mégis sikerült feltárnia az ember és a bonyolult automatikus szerkezetek műveleteinek sok közös vonását. Gondoljunk csak az elektronikus számológépekre! Akár gépi, akár emberi szervezetről van szó, ez mindkét

* Sz. I. Szoboljev és A. A. Ljapunov: »Kibernetika i jesztyezstvoznanyije«, Moszkva, 1957.

esetben egy vezérlőszervezetből és egy kivitelező (ill. a külvilággal tevékeny kapcsolatban álló) rendszerből tevődik össze s ezek közt kétoldalú kapcsolat áll fenn: az egyik irányba az információk áradata halad, a másikba pedig az irányító szerv intézkedései stb. Ismeretes, milyen termékenyen hatott az, hogy a kibernetika tanulmány tárgyává tette ezeket a közös momentumokat...^{*}

Mint e sorok szerzője egy közelmúltban megjelent cikkében kifejtette, „a kibernetikai kutatás eredményei szükségessé és egyben lehetségessé tették a gépről és a gépiességről alkotott hagyományos képzeteknek, sőt általában a mechanizmus fogalmi meghatározásának felülvizsgálatát, s nyilvánvaló, hogy ez a felülvizsgálat nem hagyhatja érintetlenül a fiziológiai, neurológiai, sőt a pszichológiai mechanizmusra vonatkozó elgondolásainkat sem. „Nem arról van szó, hogy a mechanikai materializmusnak valamiféle ‚kibernetikai materializmus’ alakjában való felújításával pusztán kvantitatívnak állítsuk be azt a minőségi változást, ami az élet és a tudat fellépésével az anyagi fejlődésben bekövetkezett, hanem ellenkezőleg: feladatunk az lesz, hogy e minőségi változás szabatosabb megfogalmazását próbáljuk elérni az anyagi fejlődés azon rendkívül konkrét dialektikájának figyelembe vételével, amely a kibernetikai elveknek, ill. a matematikai logika által felismert elvont összefüggéseknek technikai realizálódásában tárul szemünk elé.”^{**} A kibernetika végső soron *bonyolult anyagi rendszerek reagálásmódját* kutatja. S ha már az egyszerű fizikai és kémiai reakciók ismerete a tudományos emberorvoslás nélkülözhetetlen előfeltételévé vált, még inkább elvárható ez a *komplex regulációs folyamatok* elméletétől. Természetesen huzamos ideig fog eltartani, amíg sikerül számbavenni mindazokat a tényezőket, amelyek a felismert anyagi törvényszerűségek élettörvényekként való megjelenési formáját meghatározzák. A biokémia és a biofizika csak közel évszáz-

zados kutatómunka árán tudott ráépülni az önmagában véve is sok évszázados múltú kémiai, ill. fizikai alaptudományra. A kibernetikai kutatás viszont alig két évtizede kezdődött. Igaz, hogy a tudományos fejlődés hallatlanul felgyorsult és így — különösen neurológiai téren már ma is vannak a kibernetikának elméletileg, sőt részben a diagnosztikai és terápiai gyakorlatban is hasznosítható kezdeti eredményei, amelyeknek tárgyalása azonban itt nem lehetséges és nem is feladatunk.

Vannak azonban a kibernetikának még egészen másféle teljesítményei, amelyek már ma is az orvostudomány rendelkezésére állanak. Ide kell számítanunk mindenekelőtt azokat a rendkívül gyors és teljesítőképes matematikai és logikai gépeket, amelyek a közönségben „elektronikus számológépeknek” nevezett, de valójában számítógépek és következtető munkára egyaránt alkalmas berendezésekben testesülnek meg. Éppen mert a gyakorló vagy kutató orvosnak „százféle egyéni tényezőt kell figyelembe vennie”, „ezerféle kombinációt kell végiggondolnia”, sok — és a megfelelő lehetőségek ismeretében nem is várt — segítséget kaphat ezektől a gépektől, amelyek a szó szoros és számszerű értelmében másodpercenként tíz- meg tízezernyi művelet végrehajtására és kombinálására képesek. Igaz, ezek az egészen modern és nagyteljesítményű elektronikus gépek egyelőre nehezen hozzáférhető orvostársadalmunk számára, hazánkban jelenleg csak egy-két ilyen berendezés működik és első sorban tudományos, technikai és sürgős gazdasági feladatok megoldásában vesznek részt. De egyszerűbb típusú — első sorban osztályozási feladatok megoldására alkalmas — logikai gépek aránylag igénytelen eszközökkel megépíthetők s ezért nagyjelentőségű Levendel László és Fenyő István kezdeményezése magukszerkesztette „elektroklasszifikátornak” az orvosi gyakorlatba való bevezetésére. Az effajta egyszerű logikai gépek elvi felépítésének megismerése és gyakorlati használatba vétele arra is alkalmas, hogy az orvos bevezetését nyerjen abba a gondolkozásmódba, amely lehetővé és hamarosan gyakorlatilag is megvalósíthatóvá teszi azt, hogy szellemi munkájának egy részét „átterhelje” a gépre s a gép által áttekinthetően rendezett és teljes terjedelmében kombinatív módon feldolgozott adatanyagon érvényesítse mindennemű „típusos” és „mechanikus” gondolkodási feladattól tehermentesített — szabad ítélőképességét.

* D. A. Osanyin: »O pszichologicseszkom izucsenyi proizvodstvennih operacij«, Voproszi filozofii, 1959. 1. szám.

** Szalai Sándor: »Az értelmi tevékenységek és az életműködések mechanizmusának kérdése a matematikai-logikai és kibernetikai kutatás újabb eredményeinek megvilágításában«, I. rész, MTA Társadalmi-Történelmi Tudományok Osztályának Közleményei, 1960, 3-4. szám, 292. o.

**STREPTOCOCCUS,
PNEUMOCOCCUS**

ÁLTAL ELŐIDÉZETT FERTŐZÉSEK LEKÜZDÉSÉRE

E
G
Y
T

BEACILLIN