

Prof. dr. Bernát Iván, ny. orvos ezredes, az orvostudományok doktora

## A heveny sugárbetegség aktuális diagnosztikai és therápiás problémái

A szerző kritikailag értékeli a heveny sugárbetegség korai felismerését szolgáló — jelenleg ismeretes — eljárásokat, összefoglalja a gyakorlati felhasználásra alkalmas biológiai indikátorokkal szemben támasztott követelményeket, ismerteti saját kutatómunkájának eddigi eredményét és vázolja a heveny sugárbetegség, illetőleg a kombinált sugársérülés gyógykezelésének lényeges eljárásait.

A sugárbetegség korai diagnosztikája mindmáig megoldatlan probléma. A fizikai dózismérés korlátai közismertek (utalok — egyebek között — az egyenlőtlen besugárzásra, az egyéni sugárérzékenységre stb.). Az anamnesis adatai (távolság, testhelyzet, fedettség, az elsődleges reakció kialakulásának időpontja stb.) megbízhatatlanok. Az elsődleges reakció tünetei aspecifikusak (az ionizáló sugárzáson kívül okozhatja például a robbanási nyomáshullám, számos fertőző betegség, intoxicatio, sőt a tömegpusztító fegyverek alkalmazását követő psychoreaktív állapotok is). A tünetek súlyosságából a sugárbetegség súlyosságára nehéz következtetni.

A haematológiai paramétereket általában nagyra értékelik, mert korán kialakulnak, továbbá mert specifikusnak és dózisfüggőnek tartják azokat és mert viszonylag könnyen meghatározhatók. (CONRAD et al., 1969; ANDREWS és CLUTIER, 1965; ANDREWS et al., 1966; BOND et al., 1965; ALEKSZEJEV, 1971; FLIEDNER, 1971, stb.). Valójában azonban ezek az indikátorok csak viszonylagosan megbízhatóak és a gyakorlati követelményeket nem elégítik ki:

- (1) a lymphocytopenia nem elég specifikus jel, minthogy kialakulhat égési betegségben, nitrogénmustár-mérgezésben, organofoszfátok-, V-gázok okozta intoxikációban, sőt robbanási hullám hatására is.
- (2) A korai leukocytosis még kevésbé specifikus jel: létrejöhet különféle stresszorok (fertőzések, thermikus trauma, vérzés, mechanikai sérülés), sőt fájdalom, félelem, pánik vagy szorongás (DELPLA et al., 1963) hatására, és még hányás, testi megerőltetés, stb. is előidézhetheti. Például 400 méteres síkfutás után a futók vérében 30 ezernél is több fehérvérsejtet számoltak mikroliterenként (FARRIS: Amer. J. Anat. 72, 223, 1943). Égési betegségben a fehérvérsejtek száma jelentősen fokozódik és a leukocytosis mértéke korrelációt mutat az égés kiterjedésével (BERNÁT, 1971.).
- (3) A normális lymphocytaszám széles határok (1000—4000/ $\mu$ l) között válto-

kozik (WINTROBE, 1967; DACIE és LEWIS, 1968; ÁLTMAN és DITTMER, 1961; ALBRITTON, 1952; LINMAN, 1966; BERNÁT, 1960 és sokan mások), és ionizáló sugárzás hatására éppen a számunkra legfontosabb dosistartományban (200—500 rad elnyelését követően) a lymphocyták abszolút száma általában nem csökken 1000 alá mikroliterenként) (BOND et al., 1960). Jól értékelhető lymphocytopenia csak 500—900 rad hatására alakul ki (BOND et al., 1960). A besugárzás előtti lymphocytaszám ismeretének hiányában az *alacsony-normális*, illetőleg a *mérsékeltten kóros* érték megkülönböztetése tehát éppen a gyakorlati szempontból legfontosabb betegség-kategóriában a legnehezebb.

- (4) Az egyedi vizsgálatok eredményéből a sugárdózis nagyságára csak bizonytalanul lehet következtetni. *A dóziszfüggőség csak statisztikai értelemben nyilvánul meg és így is legfeljebb a 4—5. nap folyamán válik értékelhetővé* (National Academy of Sciences, 1967; WALD, 1971). Az első három nap során az értékelést az nehezíti, hogy a lymphocytopenia kialakulásának *üteme* nagyon változó, ezért prognosztikai következtetések levonására csak sorozatos vizsgálatok alkalmasak.

A lymphocytopeniának, mint biológiai indikátornak túlértékelése *állatkísérletek* tapasztalatainak a következménye: állatokon ugyanis besugárzás hatására a lymphocytopenia *sokkal gyorsabban* (48—72 óra alatt) alakul ki, mint emberen és a *csökkenés nagyobb része az első 48 órára esik* (ANDREWS, 1964; KURSHAKOV et al., 1965; KOZINETZ, 1971). Emberen azonban más a helyzet (WALD, 1971).

Az elmondottak következtében világszerte folyik a kutatás olyan biológiai indikátorok kidolgozása céljából, amelyek a gyakorlati követelményeket jobban kielégítik, mint az eddig ismereteseek.

A biológiai indikátorok főlénye a fizikai dózisméréssel szemben mindekelőtt abban van, hogy az előbbieket az ionizáló sugárzás *hatását*, a szervezet *válaszát*, *reakcióját* jelzik és a változás nagysága többé-kevésbé az érintett személy *egyéni érzékenységét* tükrözi.

A biológiai indikátorok feloszthatók *cytogenetikai, haematologiai* (morphologiai) és *biokémiai indikátorokra*. A mai napig tanulmányozott főbb biológiai indikátorok *információs értéke* (csökkenő sorrendben) a következő:

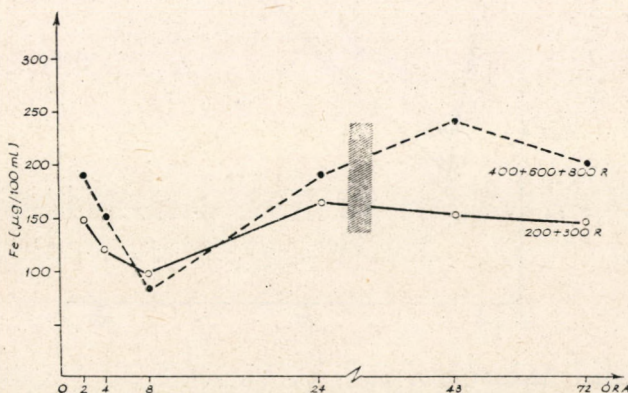
- (1) A csontvelői sejtek kromoszómavizsgálata,
- (2) az abszolút lymphocytaszám meghatározása a perifériás vérben;
- (3) a csontvelői sejtek mitosisos aktivitásának csökkenése;
- (4) a vérképző szövet morphologiai vizsgálata (a csontvelő-aplasia kimutatása);
- (5) a sugárérzékeny macromolekulák (DNS, RNS, enzimek, fehérjék) bomlástermékeinek kvantitatív meghatározása;
- (6) az enzimek aktivitásának vizsgálata.

Meg kell azonban állapítanunk, hogy az említett indikátorok *nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket*, minthogy munkaigényes és bonyolult módszerek lévén *tömegsérülések keletkezésének körülményei között nem alkalmazhatók* és csak specializált intézetekben, kevés emberen vizsgálhatók. A felsorolt indikátorok *egyenként nem elég specifikusak, nem elég dóziszfüggők és csak bizonyos dózistartományban informatívak*. Feltételezik ezzel szemben, hogy *több indikátor együttes vizsgálata* a jövőben *szűrővizsgálatként* szóbajöhet (IAEA, WHO: Conclusions and Recommendations, 1971. 10—11.).

Véleményünk szerint ahhoz, hogy a sugárbetegség korai diagnosztikájában komolyabb haladást érjünk el, új utakat kell keresnünk.

Ez irányú munkánk *elméleti alapjai* a következők voltak:

(1) A heveny sugárbetegség *típusos, vagy csontvelői alakjában*, tehát a minket gyakorlati szempontból leginkább érdeklő formában, a kialakuló *klinikai kép súlyosságát és a betegség prognózisát meghatározó tényezők között döntő jelentősége van a vérképző szövet morfológiai és funkcionális állapotának.*



1. ábra. A serum vasszintjének változása ionizáló sugárzás hatására, nyúlra

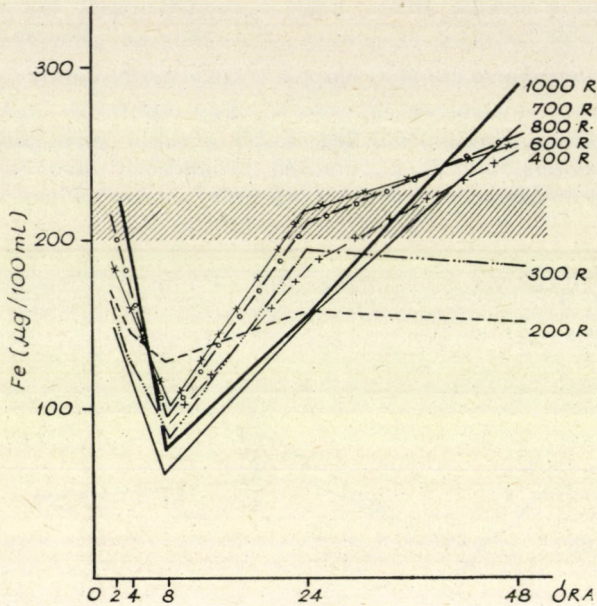
(2) A legújabb kutatások — a régebbi felfogással ellentétben — egyértelműen bizonyították, hogy a csontvelői sejtek közül az *ionizáló sugárzással szemben az erythroid praecursorok a legérzékenyebbek.* Ezt a tényt egészen és patkányon BLOOM (1948) és FLIEDNER (1958), nyúlra ROSENTHAL és munkatársai (1951), kutyán LOUWAGIE és munkatársai (1971) egyértelműen megállapították: a magvas vörösvérsejtek hamarabb és nagyobb mértékben pusztulnak el ionizáló sugárzást követően, mint a többi csontvelői sejtek. A vérben a granulocytopenia csak azért alakul ki hamarabb, mint az anaemia, mert a granulocyták élettartama sokkal rövidebb, mint az erythrocytáké. Az *érett* vörösvérsejtek pedig viszonylag sugárrezisztensek.

(3) *Olyan indikátort kellett keresnünk, amely az erythroid sejtek sugárkárosodását korán és megbízhatóan jelzi, és amelynek meghatározása viszonylag egyszerű.*

*Előzmények:*

Régóta ismert, hogy az erythropoesis depresszióját a vaskinetika változása gyorsan, érzékenyen és megbízhatóan tükrözi.

(1) A radioaktív vas kiáramlási félidejének ( $T/2$ ) meghosszabbodását GIRVIN és HAMPTON (1958) már két évtizeddel ezelőtt leírta. Kimutatta, hogy a  $T/2$ -idő meghosszabbodása már 4—8 órával a besugárzás után megállapítható és a maximális érték 24—48 óra között észlelhető. A  $T/2$ -idő meghosszabbodása 50 és 300 R között dóziszfüggőnek bizonyult. GIRVIN és HAMPTON eredményeit BLACKWELL és munkatársai (1962),



2. ábra. A serum vasszintjének alakulása különböző dózisu ionizáló sugárzás hatására nyúlón. A hyposideraemia mélypontját 8 óra múlva éri el, a hyper-sideraemia a második nap folyamán alakul ki

SZTANYIK és munkatársai (1962), LOUWAGIE és munkatársai (1971), valamint mások is megerősítették. A dóziszfüggőség a szubletális sugártartományban lineáris.

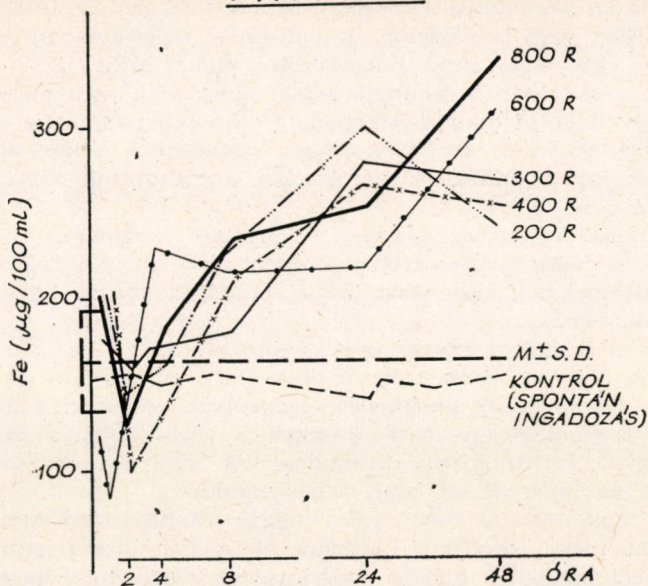
- (2) A plasma-vas cseréje lassul (LOUWAGIE et al., 1971).
- (3) A radiovas incorporációja gyorsan csökken (HENNESSY és HUFF, 1950; HARTWIG et al., 1958.). A beépülési görbék depressziója dóziszfüggő (GESZTI et al., 1962; SZTANYIK és MÁNDI, 1966) és az incorporatio csökkenése már 50 R hatására is megállapítható. A megbízható vaskinetikai vizsgálatok azonban csak radioaktív izotópokkal dolgozó laboratóriumokban végezhetők el, idő- és munkaigényesek és a vizsgálatok megfelelő szakértelmet követelnek meg.

Ezért figyelmünket a klasszikus vasanyagcsere-vizsgálatokra irányítottuk.

Régóta ismeretes, hogy a csontvelő erythropoetikus aktivitásának csökkenése a plasma vaskoncentrációjának növekedését idézi elő. Így magas a plasma vasszintje idült aregeneratív és hyporegeneratív anaemiában (LAURELL, 1947, 1952; CARTWRIGHT et al., 1948), illetőleg különféle aetiológiájú aplastikus anaemiákban. BERTENCHAMPS et al. (1958) nitrogénmustár mérgezésben, RUBIN és munkatársai (1960) pedig chloramphenicol intoxicációban mutatta ki a plasma vaskoncentrációjának növekedését. Utóbbi szerzők ezt a vizsgálatot az antibiotikumok csontvelőkárosító hatásának korai felismerésére is alkalmasnak tartották.

A sugárbetegség pathogenesisének tisztázása céljából számos kutató már

## PATKÁNY



3. ábra. A serum vasszintjének alakulása patkányon ionizáló sugárzás hatására. A hyposideraemia mélypontját már 1—2 óra múlva eléri. A hypersideraemia az első nap második felében alakul ki és a második nap folyamán (nagyobb sugárdózis hatására) jelentős mértéket ér el

20—25 év óta vizsgálja a plasma vaskoncentrációjának alakulását ionizáló sugárzás hatására. A szerzők többsége egyértelműen megállapította, hogy a plasma vaskoncentrációja a besugárzást követően törvényszerűen nő — bár az egyes szerzők tapasztalatai között sok az ellentmondás. Az említett törvényszerűséget (a plasma vaskoncentrációjának növekedését ionizáló sugárzás hatására) CHANUTIN és LUDEWIG (1951) patkányokon, MELVILLE és munkatársai (1956) kutyán és birkán, HARTWIG és munkatársai (1959) majmokon, LOUWAGIE és munkatársai (1971) pedig kutyákon mutatták ki. A korai időszakban a serum-vasszint átlagos emelkedése dózisfüggő (SZTANYIK és MÁNDI, 1962). Egyes szerzők azonban csak letális dózisok után észleltek hyperferraemiát.

A hypersideraemiának diagnosztikai célra való felhasználásáról nem sikerült adatokat találnunk az irodalomban. Feltűnő, hogy — bár a reaktor balesetek áldozatain a haematológiai és biokémiai vizsgálatoknak egész sorát végezték el rendszeresen — a serum vaskoncentrációját tudomásunk szerint egyetlen esetben sem határozták meg. Joggal vetődik fel a kérdés, mi lehet ennek az oka?

- (1) Lehet, hogy egyes kutatók figyelmüket csak a pathogenesis vizsgálatára fordították és ezért nem is gondoltak arra, hogy eredményeiket diagnosztikai célra is fel lehetne használni.
- (2) Bár a serum vasszint emelkedése statisztikailag erősen szignifikáns, az emelkedés mértéke nem minden esetben teszi lehetővé, hogy a normális és a kóros értékek megbízhatóan megkülönböztethetők legyenek egymástól.

- (3) Vannak kutatók, akik az egyedi értékek nagy szórása, a plasma-vasskoncentráció periodikus változása (MELVILLE et al., 1956; HARTWIG et al., 1958), vagy a vasszint normálisan is megfigyelhető napi és napszaki (= egy napon belüli) ingadozása miatt (MELVILLE et al., 1956) a serum vasszintjének meghatározását egyáltalán nem tartják alkalmas eljárásnak a korai diagnosztikában történő felhasználásra.
- (4) A szerzők egy része szerint a plasma-vasszintben bekövetkező változások nem egyértelműek és tisztázatlan a változások időbeli lefolyása, dinamikája is.

*Saját vizsgálataink (Bernát, Magyarai és Mihályi Lászlóné)*

Magunk a korai diagnosztika szempontjából tettük vizsgálat tárgyává a serum vasszintjének alakulását. Tapasztalataink szerint ugyanis a serum vaskoncentrációja

- (1) érzékenyen reagál az erythropoesis változására,
- (2) a változás nagyon korán, sokszor órák alatt, kimutatható és
- (3) a serum vasszintjének emelkedése csak olyan esetekben alakul ki, amelyekben a vörösvérsejt-képzés csökken, a vörösvérsejt-pusztulás fokozódik, vagy a reticulohistiocytarendszertől több vas szabadul fel, mint amennyi ugyanannyi idő alatt felhasználódik.

Pozitív tapasztalatok esetén ezért joggal számíthatunk arra, hogy gyakorlati szempontból specifikus indikátor birtokába jutunk, minthogy az elmondottak értelmében a plasma vasszintjének emelkedése az erythropoesis károsodásán kívül csak olyan kóros folyamatokban (a haemolytikus anaemiák egy részében; ineffektív erythropoesis esetén; acut hepatitisben a sárgaság kialakulásával párhuzamosan, azaz csak a betegség 2—3. hetében; végül a genetikailag determinált haemochromatosisban és más hypersiderosisokban) fordul elő, amely folyamatok a katoniorvosi gyakorlatban differenciáldiagnosztikai problémákat nem okoznak. A serum vasszintjének emelkedése ezért *tábori körülmények között* gyakorlatilag egyértelműnek tekinthető az erythropoesis károsodásával.

Vizsgálatainkat 236 nyúlön, 250 patkányon és 162 tengeri malacon végeztük. A kontroll-állatok száma (azonos sorrendben) 20, 76, illetőleg 30 volt. A nyulakat 200—300—400—600—700—800 és 1000 R-rel, a patkányokat 200—300—400—600 és 800 R-rel, a tengerimalacokat pedig 200—300—400 és 500 R-rel sugároztuk be. A technikai részletek ismertetésétől eltekintünk.

*Megállapítottuk, hogy*

(1) Ionizáló sugárzás hatására a plasma vaskoncentrációja az első 72 óra folyamán *bifázisos változáson* megy át: néhány órán keresztül jelentős mértékben *csökken*, majd a második, harmadik napon értékelhetően *növekszik* (1. ábra).

(2) Az említett változások a három állatfaj mindegyikén törvényszerűen kialakulnak, azonos típusúak és az eredményekben csak mennyiségi, illetőleg időbeli különbségek állapíthatók meg (2., 3. és 4. ábra).

(3) Az *első, negatív fázis aspecifikus*. A szervezet ugyanis minden erősebb stressor hatására a serum vaskoncentráció gyors csökkenésével válaszol. A *második, pozitív fázis* (a vaskoncentráció növekedése), ezzel szemben *a csontvelő erythropoetikus aktivitásának csökkenését specifikusan jelzi*.

(4) A *negatív fázis mértéke nem függ a sugárdosisától*; Gyengébb és erősebb behatások egyaránt kiváltják a serum-vasszint csökkenését. Égési

betegségben például azt tapasztaljuk, hogy kis kiterjedésű, felületes égési sérülés és nagy kiterjedésű, mély égési sérülés egyaránt jelentős (és nagyjából hasonló mértékű) hyposideraemiát idéz elő.

(5) Ezzel szemben a második fázis, a serum vaskoncentrációjának átlagos növekedése, meglehetősen dosisfüggőnek bizonyult (5. ábra).

(6) Ugyanolyan sugárdosis hatására az egyedi értékek között jelentős különbségek figyelhetők meg (6. ábra).

(7) Az átlagértékek alakulása véleményünk szerint a törvényszerűséget tükrözi, míg az egyedi értékek szórása valószínűleg a különböző *individuális sugárérzékenység* következménye. Ez az utóbbi feltételezésünk még további vizsgálatokra szorul, de annyi bizonyos, hogy metodikai okokkal nem magyarázható.

(8) A kísérleti állatokon megfigyelhető a serum-vasszintnek bizonyos fokú ingadozása a különböző napok folyamán, ez az ingadozás azonban nem olyan mértékű, hogy a vizsgálat értékelhetőségét zavarná. A vizsgált állatokon a serum vasszintjében napszaki ingadozást nem tapasztaltunk. Ismeretes azonban, hogy emberen a napszaki ingadozással számolnunk kell.

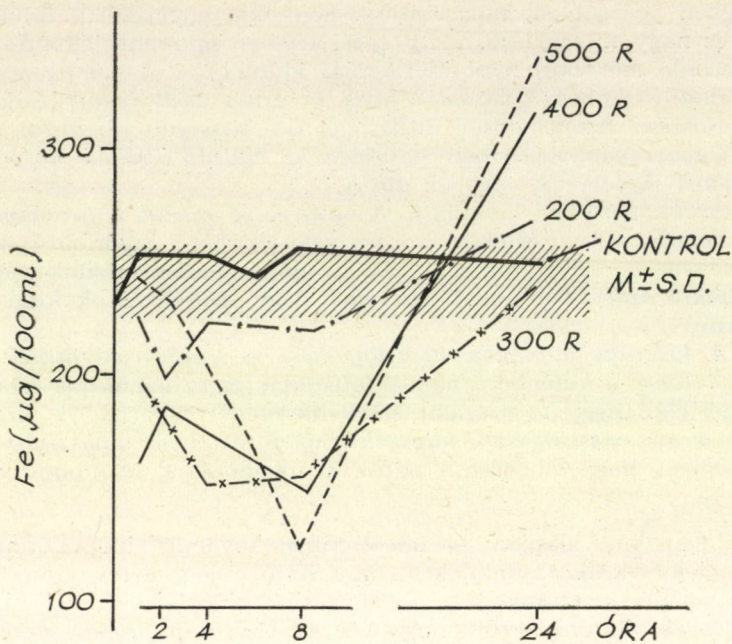
#### Megbeszélés:

Eredményeink alapján — amennyiben további vizsgálataink is meg fognak felelni várakozásunknak — úgy véljük, hogy értékes biológiai indikátor birtokába jutottunk.

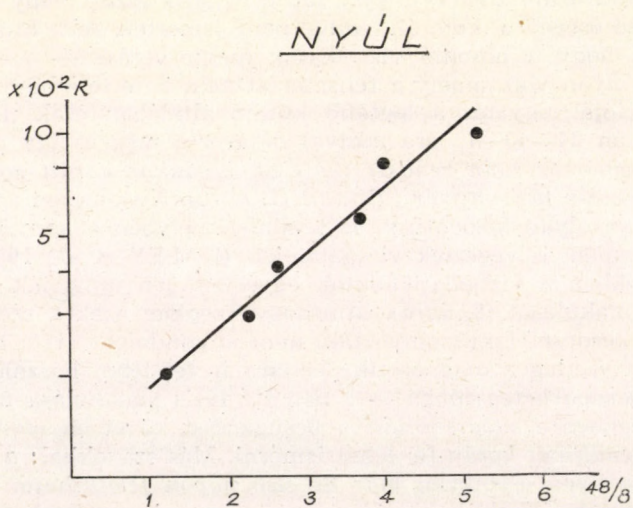
(1) Tapasztalatunk szerint ugyanis az első napi *hyposideraemia* és a második-harmadik napi *hypersideraemia* folytán ugyanazon az egyedén olyan jelentékeny vasszint-különbség alakul ki, amely lehetővé teszi, hogy a kapott eredményeket ne csak statisztikailag lehessen értékelni, hanem azok egyedi vizsgálat esetén is felhasználhatók legyenek diagnosztikus célokra. A második érték az elsőnek többszöröse is lehet (lásd az 5. ábrát).

Mi a magyarázata annak, hogy a korai negatív fázist, vagy annak diagnosztikai jelentőségét a kutatók eddig nem ismerték fel? Ennek fő okát abban látom, hogy a hasonló vizsgálatok megtervezése — 1—2 kivételtől eltekintve — olyan volt, amely a felismerést nem is tette lehetővé. A serum vaskoncentrációját ugyanis a legtöbb kutató általában csak naponként (a besugárzás után 24—48—72 óra múlva) határozta meg és így az első vizsgálatra a besugárzás után rendszerint csak olyankor került sor, amikor a folyamat a negatív fázison már túljutott (7. ábra). Kivételesen azonban lehet az irodalomban olyan közleményt is találni, amelyben a szerzők korán, az első nap folyamán, is végeztek vizsgálatokat (HALEY et al., 1958). Ezekben a közleményekben a vizsgálati adatok egyértelműen mutatják a korai negatív fázis kialakulását (8. ábra). Minthogy azonban ezek a szerzők csak a pathogenesis kérdését tanulmányozták, nem is gondoltak arra, hogy az észlelt jelenséget esetleg a diagnosztika céljára is fel lehet használni.

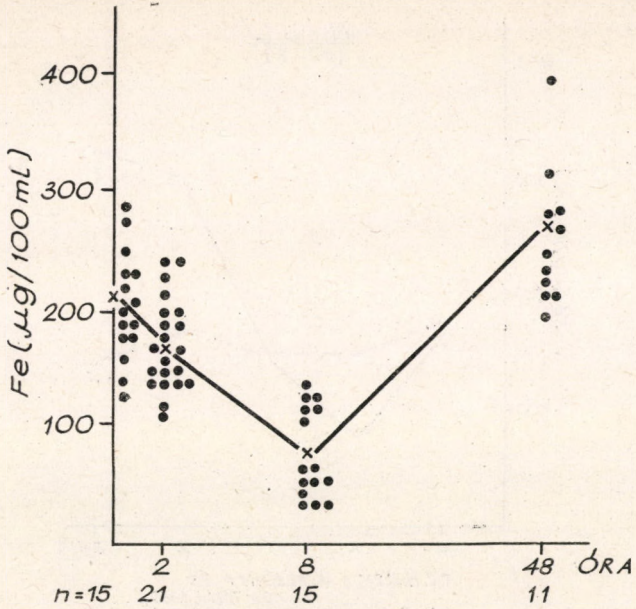
(2) Tiszta sugárbetegségben — a negatív fázis kialakulása folytán — az esetek többségében a sugársérülést a besugárzást követően már 6—16 órán belül, tehát rendkívül korán fel lehet ismerni. Más szavakkal: a sugárbetegség diagnózisa ilyen esetekben már az első napon felállítható. A második-harmadik napra kialakuló *hypersideraemia* a sugárbetegség diagnózisát már csak megerősítheti. Kombinált sérülés esetén a diagnózis felállítása az első napon természetesen nem lehetséges. Ilyen esetben a 24—48 órán belül kialakuló *hypersideraemia* döntheti el a kérdést — amennyiben a serum vasszintjének a kombinált sugársérülésben bekövetkező változására vonatkozó



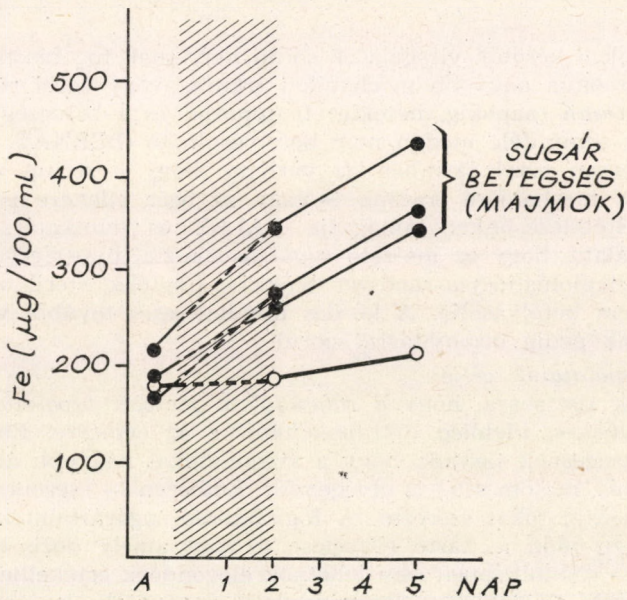
4. ábra. A serum vasszintjének alakulása tengeri malacon ionizáló sugárzás hatására. A hyposideraemia a besugárzást követő második-nyolcadik óra között éri el mélypontját. A hypersideraemia az első nap végére alakul ki



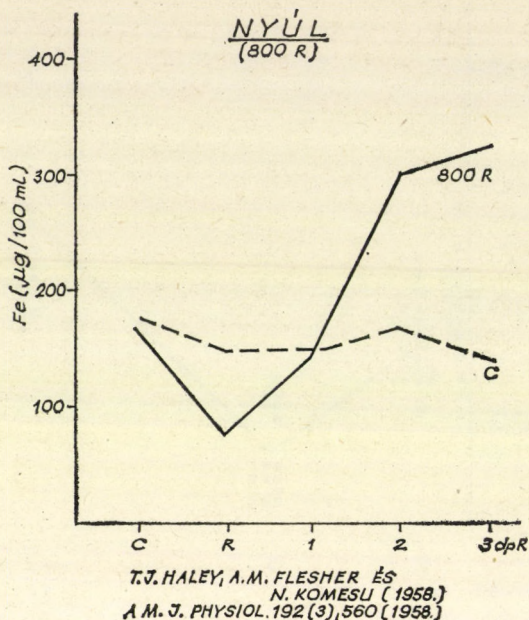
5. ábra. A serum vasszintjének az ionizáló sugárzás dózistól való függése. A 48 órás és a 8 órás értékek hányadosa exponenciálisan nő a dózis fokozódásával (200 és 1000 R között)



6. ábra. A nyúl serumának vaskoncentrációja azonos (400 R) dózis hatására különböző mértékben csökken, ill. nő az egyes kísérleti állatokban



7. ábra. Majmok serumának vasszintje a kísérleti nucleáris robbantás előtt (A), ill. a robbantást követő második és ötödik napon. A szerzők az első, 48 órán belül (sávozott szakasz) nem végeztek vizsgálatokat



8. ábra. Nyulak serumának vasszintje az ionizáló sugárzás hatása előtt (C), a besugárzás napján (R), ill. az azt követő napok folyamán (T. Y. Haley et al., 1958)

feltételezésünk a későbbi vizsgálatok során helyesnek fog bizonyulni. A korai hyposideraemia nagyobb mechanikai trauma vagy égési sérülés következtében tartósan (napokig, hetekig) fennmarad és a betegség gyógyulásig gyakorlatilag semmiféle módon nem befolyásolható (BERNÁT, 1972). Kombinált sérülésben ezzel szemben az várható, hogy a serum vasszintjének emelkedése a mechanikai trauma és/vagy az égés ellenére is be fog következni. Feltételezésünket támogatja HALEY és munkatársainak (1955) az a tapasztalata, hogy az ionizáló sugárzás okozta hyperferraemia kialakulását a reticulohistiocytá-rendszer blokkja, (illetőleg steril abscessus létrehozása), nem befolyásolja. A kérdés mindenestre további vizsgálatokra, feltételezésünk pedig bizonyításra szorul.

#### További vizsgálataink célja

(1) annak tisztázása, hogy a rágcsálókon szerzett tapasztalataink általános érvényűek-e, illetőleg extrapolálhatók-e az emberre. Ebből a szempontból szükségesnek tartjuk, hogy a vizsgálatokat nagyobb állatokon (kutyá, juh, sertés, majom stb.) is elvégezzük. Emberen — szerencsére — nincs módunk tapasztalatokat szerezni. A foglalkozási sugárártalmakat olyan kis dózisok hosszú időn át tartó elnyelése okozza, amely dózisok — az első időszakban — semmiképpen sem lehetnek elegendőek értékelhető vasanyagcsere-változások előidézésére. Rosszindulatú daganatok, leukémiák és más haematológiai rendszerbetegségek sugárkezelése sem nyújt lehetőséget tapasztalatszerzésre, mert maguk az említett alapbetegségek olyan nagy mértékben befolyásolják a vasanyagcserét, hogy ez a körülmény a vizsgálati eredményeket értékelhetetlenné teszi.

(2) Vizsgálatainkat ki kell terjesztenünk a kísérletesen előidézett *kombinált sugárbetegség* tanulmányozására. Elsősorban az égésnek és ionizáló sugárzásnak, illetőleg a mechanikai traumának és ionizáló sugárzásnak a vasanyagcserére gyakorolt hatását kell vizsgálat tárgyává tenni. Tanulmányozni kívánjuk ezenkívül az organophosphatok és más vegyi harcanyagok, illetőleg az ionizáló sugárzás együttes hatását is.

(3) Terveink közé tartozik az *egyéni sugárérzékenység* és a *vaskoncentráció különböző mértékű emelkedése* közti feltételezett összefüggés további vizsgálata is.

*A vizsgálóeljárás:*

Bár a serum vaskoncentrációjának meghatározása nem tartozik a bonyolult biokémiai eljárások közé, arra törekedtünk, hogy a vizsgálatot tovább egyszerűsítsük és olyan eljárást dolgozzunk ki, amely lehetővé teszi, hogy a meghatározást tábori körülmények között, különös szakmai gyakorlattal nem rendelkező személyek is gyorsan és nagy számban elvégezhessék.

Az eljárás lényegét a következőkben ismertetem: 1 ml savóhoz, vagy plasmához 1 ml reagenst (tejsav és ortofenantrolin elegyet) pipettázunk, majd 60 perc várakozás után az oldat elszíneződésének erősségét fotométerrel mérjük.

A várakozás nem „holt idő”, amennyiben ez alatt az idő alatt kb. 100—150 kémcsőbe pipettázhatjuk be a reagenst és így idővesztés nélkül kezdhetjük meg a közben kialakult szín erősségének mérését.

Az egész vizsgálati sorozathoz elegendő *egy* vak és *egy* standard cső beállítása, de minden vizsgálat mellett párhuzamosan elvégezzük a plasma színének fotometriás mérését is.

Az eljárás olyan *egyszerű*, hogy akár a hadosztálysegyhelyen, illetőleg az önálló egészségügyi osztagban, akár az osztályozó-kiürítő állomáson, illetőleg a tábori kórházakban elvégezhető.

\* \* \*

A gyógyítás-megelőzés a betegség periódusai és súlyossága szerint változik. Az elsődleges reakciót hányáscsillapítókkal (atropin, pyridoxin stb.), antihistaminikumokkal és a vérkeringésre ható gyógyszerekkel igyekszünk befolyásolni. Fontos a beteg nyugalomba helyezése, sedatívumok adása, a folyadék- és elektrolyt-háztartás egyensúlyának biztosítása és a szervezet detoxikálása (bőséges itatás, crystalloid- és colloid-oldatok infúziója stb.). A beteg a latens periódusban is kíméltre szorul. Súlyos esetben korán kell elkezdeni az antibiotikus therapiát. A betegség kifejlett szakaszában a tenivalók elsősorban a fertőzés leküzdésére, az aplasiás (hypoplasias) vérképzőrendszer támogatására, a vér hiányzó sejtjes elemeinek pótlására, a vérzenység befolyásolására irányulnak (széles spektrumú antibiotikumok, chemotherapeutikumok, antimycotikumok, vérkészítmények és vérpótlószerrek, hormonkészítmények, vitaminok (B<sub>2</sub>-, B<sub>6</sub>-, B<sub>12</sub>-vitamin, folsav, C-, P-, K-vitamin), epsikapron, serotonin, antihistaminikumok, fehérje- és vitamindús kímélő étrend). Sikeres csontvelő-transplantatio előfeltételeivel egyelőre nem rendelkezünk. Az eddig kipróbált sugárvédő vegyületek a hozzájuk fűzött reményeket csak részben váltották be.

A *kombinált sugársérülésnek* a „tisztá” sugárbetegséggel szemben több sajátos vonása van. Az ionizáló sugárzás — bonyolult kórélettani kölcsön-

hatások következtében nagymértékben rontja a mechanikus trauma és az égési sérülés prognózisát — és megfordítva („*kölcsönös súlyosítás jelensége*”). A kombinált sérülés nem tekinthető egyenlőnek az egyes károsító tényezők hatásának összegével, és pl. olyan sugárdosis vagy thermikus behatás, amely külön-külön csak könnyű megbetegedést idéz elő, együttesen nagyon súlyos, nem-egyszer halálos betegséget okoz. A kombinált sérülést a shock-készség fokozódása, a shock súlyos lefolyása, a latens periódus meg- rövidülése, a betegség kifejtett szakaszának meghosszabbodása, heveny cardiovascularis elégtelenség gyakori kialakulása, a fertőzés könnyű terjedése, illetőleg generalizálódása és súlyos lefolyása, az anaerob fertőzések gyakorisága, az anaemia gyors kifejlődése és súlyos foka, a vérzékenység nehéz befolyásolhatósága, kiterjedt szöveti elhalások kialakulása, a regeneráció, illetőleg a sebgyógyulás torpid volta és elégtelensége jellemzi. A kölcsönös súlyosítás jelenségének azonban tükörképe is van. Ha sikerül az egyik károsító tényező hatását kedvezően befolyásolni, ezzel a másik tényező okozta következményekre is eredményesen tudunk hatást gyakorolni.

A kombinált sérültek *gyógyítása* ezért a sebészek és belgyógyászok szoros együttműködését követeli meg.

Igen fontos a radioaktív anyagokkal történt szennyeződés minél előbbi eltávolítása a bőrről, a nyálkahártyákról és mindenekelőtt a sebfelszínről, mert ezzel a betegség prognózisát nagymértékben tudjuk javítani. A szükségessé váló műtéti beavatkozásokat minél hamarabb, lehetőleg még a *latens periódus folyamán* kell elvégezni, s különös gondot kell fordítani a shock megelőzésére, illetőleg az erélyes shocktalanításra, a fertőzések leküzdésére (korai antibiotikus therapia igen nagy adagokkal!), a vérzékenység befolyásolására és a hiányzó vérszettek pótlására.

A bibliográfiai adatokat a szerző az érdeklődőknek készségesen rendelkezésére bocsátja.

проф. Бернат И., полковник м/с:

#### СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ОСТРОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ

Автором дается критическая оценка известных в настоящее время методов ранней диагностики острой лучевой болезни. Рассматриваются требования к биологическим индикаторам, применяемым для практических целей. Излагаются результаты, полученные до сих пор автором в научно-исследовательской работе, и намечены важнейшие приемы лечения острой лучевой болезни и комбинированного лучевого поражения.

Univ. Prof. Dr. I. Bernát, Oberst des Med. Dienstes i. R.,  
Doktor der Med. Wissenschaften:

#### AKTUELLE DIAGNOSTISCHE UND THERAPEUTISCHE PROBLEME DER AKUTEN STRAHLENKRANKHEIT

Verfasser gibt eine kritische Beurteilung der zur Zeit bekannten Verfahren, die zur frühzeitigen Diagnose der akuten Strahlenkrankheit dienen. Er faßt die Forderungen zusammen, welche den praktisch verwendbaren biologischen Indikatoren entgegen gestellt sind, erörtert die bisherigen Ergebnisse seiner eigenen Forschungsarbeit und schildert die wesentlichen Verfahren zur Behandlung einer akuten, bzw kombinierten Strahlenkrankheit.