

KORSZERŰ DAGANATBESUGÁRZÁS TERVEZÉS

MÉRLEG AZ ORSZÁGOS HÁLÓZAT ELSŐ TÍZ ÉVÉRŐL

Többéves sokrétű előkészítő munka után 1978 őszén — orvosok, fizikusok, asszisztensek stb. szoros együttműködésével — beindítottuk a rosszindulatú daganatok nagyenergiájú foton sugárzásokkal történő kezelésének az egész országra kiterjedő egységes, korszerű, azóta is folyamatosan működő hálózatát a Számítógépes Országos Besugárzástervezési Hálózatot (SZOBH), [1, 2, 3, 4, 5, 6]. A nagymértékben interdiszciplináris együttműködésnek, a többirányú álló mezős és rotációs besugárzás technikának elvi alapjai ugyan régóta ismertek, de a daganatpusztító elnyelt dózisnak a mélyenfekvő daganatba való lejuttatása egyrészt gyakorlott fizikusok, megfelelő mérőműszerek, segédeszközök stb. hiányában, másrészt annak következtében, hogy egyetlen besugárzási terv kiszámítása is sok órás munkát igényelt, országos szinten korábban nem volt keresztülvihető.

Így évtizedeken át a dózismaximum sok esetben vagy a daganat mellé került, vagy ki sem alakult. A besugárzás tehát a daganat környezetében is esetleg jelentős károsodást fejtve ki, nem vezethetett a beteg gyógyulásához. A fentiek alapján viszont a még gyógyítható betegek gyógyulási arányának *jelentős javulása volt várható, ha sugárfizikai módszerekkel sikerül:*

1. a daganatnak megfelelő alakú és nagyságú dózis maximum kialakítása és annak pontosan a daganatra való ráhelyezése;

2. a dózis-maximum körül, a környező szervek védelme érdekében, minél meredekebb dózis csökkenést megvalósítani.

A bécsi Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) nagy érdeklődést tanúsított kezdeményezésünk iránt. A kért mintegy 110 000 USD értékű hét számítógép csoport rendelkezésünkre bocsátásával, az Egészségügyi Minisztérium anyagi támogatásával, valamint az Állami Számítástechnikai Szolgálat (ÁSZSZ) és a Posta Távbeszélő Központjának hathatós segítségével sikerült a már említett hálózatot három év alatt létrehozunk [7, 8, 9, 10]. Itt most csupán azt kívánjuk megjegyezni, hogy a hálózatban dolgozó mintegy 50 szakember (orvos, fizikus, asszisztens, technikus) — tapasztalataink szerint — biztosítani tudja hazánk *minden besugárzásra rászoruló betegének* mélyen fekvő daganata esetén is *gyógyulásának maximális esélyét*.

A SZOBH teleterápiás besugárzó központjai, létesítésük sorrendjében a következők: *Budapest*: Országos Onkológiai Intézet, Uzsoki utcai Kórház és Rendelőintézet; *Debrecen*: DOTE Radiológiai Klinika; *Miskolc*: Megyei Tanácskórház; *Pécs*: POTE Radiológiai Klinika; *Szombathely*: Markusovszky Tanácskórház Sugárterápiás Központja; *Szeged*: SZOTE Radiológiai Klinika. (A legutóbbi időben *Győrött* is sikerült biztosítani ezt a lehetőséget.) A bennük felépített kobaltágyuk és gyorsítók, illetve a hozzájuk csatlakozó

besugárzástervező állomások, az Onkológián működő dozimetriai, adattárolási, fejlesztési stb. feladatokat is ellátó hálózati központ irányításával az 1978 és 1988 közötti első 10 évben összehangolt munkájukkal összesen kereken 50 000 besugárzási tervet készítettek, betegenként átlagosan 2,5 tervet.

A SZOBH működéséről, továbbá az egyes állomásokon végzett orvosi megfigyelésekről számos publikáció már napvilágot látott az elmúlt 10 év során. A SZOBH egészére vonatkozó számszerű eredmények felkutatására és kiértékelésére viszont — különös tekintettel gazdasági kihatásaira — eddig még nem került sor. Pedig a hálózat egy igen nagy populációra, egy egész ország több mint 10 millió lakosára vonatkozó, teljesen azonos dozimetriai adataival, módszereivel stb. hűen tükrözi a valóságot úgy, ahogyan ezt az ország különböző tájain élő, különböző nemű és korú, különböző hatásoknak kitett, különböző foglalkozású stb. egyedeit minden válogatás nélkül az élet elénk tárja. Nyugat-európai és az Egyesült Államokból érkező látogatóink szerint ilyen irigylésre méltó hálózat náluk nincs és nem is lesz soha, mert az ő gazdag klinikáik és magánorvosaik saját eszközeikkel, maguk végzik el kisszámú daganatos betegek besugárzását, de sem ennek adatait, sem eredményeit nem hajlandók senkinek sem rendelkezésére bocsátani.

Ezért célul tűztük ki a hálózat egésze 10-éves működésének vizsgálatát, a főbb eredmények oly módon történő értékelését, hogy összehasonlíttuk a SZOBH működési időszakában kezelt betegek gyógyulási arányát a működése előtti idősakra eső gyógyulási arányokkal. Az összehasonlítás alapvető követelményének tekintettük, hogy egyedül a számítógépes és a régi, nem számítógépes, azaz becsléseken alapuló majd később, jelentős fizikai tényezők hatásának elhanyagolása ellenére is igen hosszadalmas kézi számításokat igénylő (Varjas Géza budapesti, Dézsi Zoltán debreceni stb. munkái) tervezésben legyen különbség, az összes többi körülmény lehetőleg teljesen azonos maradjon, vagy legyen azonosnak tekinthető.

A 10 év alatt készített 50 000 tervnek a feldolgozása gyakorlatilag eleve lehetetlennek látszott. Ezért a SZOBH hét állomásából egynek az igen alapos vizsgálatát határoztuk el és ebből kívántuk a rendelkezésünkre álló egyéb központi adatok felhasználásával a SZOBH egészére vonatkozó számításokat elvégezni. Legalkalmasabbnak a szombathelyi Vas megyei Tanács Marksovicsky Kórháza sugaras osztályán működő állomás látszott, ahol a Gravicert kobaltágyúval végzett besugárzások megtervezését és magukat a besugárzásokat még *ma is ugyanaz az orvos — Kocsis Sándor főorvos — ugyanaz a fizikus, asszisztensgárda végzi* ugyanazokkal a műszerekkel, eszközökkel, számítógépekkel, mint az állomás megindulásakor 1969-ben.

Vizsgálati időszakok kezelt betegek számára

Gyógyult daganatos betegnek az irodalom általában az ötéves túlélőket tekinti. Tudatában vagyunk annak, hogy ez egy sokkal bonyolultabb kérdés, semhogy ilyen egyszerűen lehetne elintézni, de jobb híján mi is ezt a kritériumot használtuk. Ennek megfelelően a SZOBH működésének jellemzésére szolgáló időszaknak az 1980, 1981, 1982 éveket választottuk azért, hogy az ötéves távlati időszak a betegkövetéshez még rendelkezésünkre álljon. A SZOBH működése előtti időszakból az 1971, 1972, 1973 évi, ugyancsak három éves időszakot választottuk, többek között azért is, hogy a betegkövetésre vonatkozó adatok — a sok azonos név következtében — még véletlenül se keveredhessenek össze a következő hálózati időszak betegaine adataival.

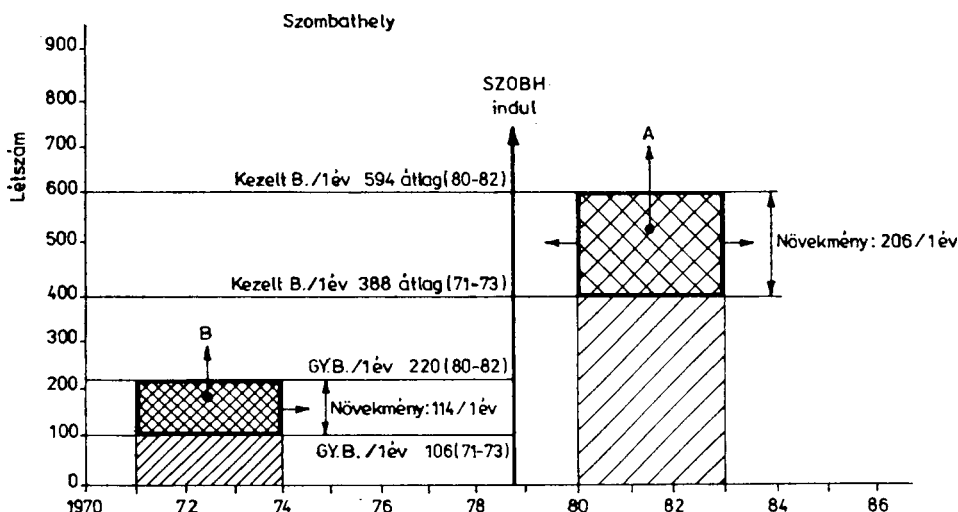
A SZOBH működése előtti három év során a szombathelyi, valamint a vizsgált időben a körzetéhez tartozó Vas, Győr-Sopron, Veszprém és Zala megyékből összesen 1165 beteg, becslés alapján meghatározott telekobalt sugárkezelést kapott. A SZOBH működési idő-

szakában ugyancsak három év alatt 1781, azaz *együttesen 2946 beteg* kapott egyéni testkeresztmetszeti lapjába pontosan berajzolt daganatára optimális besugárzási tervet és ennek megfelelő nagyenergiájú elketromágneses besugárzást a kezelő orvos által megállapított, többnyire frakcionáltan leadott összdózissal.

Az ötéves túlélők Szombathelyen

A feladatunk ezek után az volt, hogy megállapítsuk a beteg jelenleg él-e vagy meghalt, ha igen mikor? És ekkor következett az előre nem látott nagy munka. A beküldő osztályokon ugyanis a betegkövetési nyilvántartás rendkívül hiányosnak bizonyult. A betegek egy része bizonyos idő után egyszerűen nem jelenik meg az ellenőrzésre kítűzött napon, írásbeli felszólításra nem válaszol, különösen a panasz nélküli, magát teljesen gyógyultnak érző ember olykor még azt is letagadja a környezete előtt, hogy valaha is besugárzást kapott volna.

Másrészt a betegkövetés adminisztrációja bonyolultabbá vált és leromlott. Ehhez a munkaerő túlterhelésén kívül hozzájárult még a munkaerőhiány is. Ezért több helyen az ismételt bejelentéseket megszüntették, holott ez biztosítaná a betegkövetés folyamosságát. Gyakran a bejelentés az onkológiai gondozóba meg sem történt vagy más gondozási szervhez — pl. tüdőgondozóhoz került. A betegek jelentős hányada a besugárzást végző állomás adminisztrációjából nyomtalanul eltűnik. Róluk olykor a népesség-nyilvántartó osztályok sem tudnak felvilágosítást adni, vagy egyáltalában nem is válaszolnak. Az említett, nem egészen 3000 betegünk közül a kórházi nyilvántartásokban nem szereplő 560 beteg adatainak a begyűjtése számos embernek több mint fél éven át tartó, szertekázó munkájával is csak 98%-ban sikerült. Ilyen jellegű kutatás országos vonatkozás-



1. ábra. A Számítógépes Országos Besugárzástervezési Hálózat beindításának (1978) hatása az azonos idő alatt, azonos létszámmal elvégezhető optimális besugárzás tervezéseinek és beteggyógyulások számára a beindítás előtti és utáni három éves időszakok szombathelyi összehasonlítása alapján. Az A terület a kezelt betegek, a B terület a gyógyult betegek számában bekövetkezett — egy évre átszámított — átlag növekedést ábrázolja. GY. B = gyógyult betegek száma, B = betegek száma.

ban, jelenlegi adottságaink mellett, éveket és sok pénzt igényelne, gyakorlatilag kivihetetlen.

Mindez persze azt is jelenti, hogy a sokszor idézett statisztikai adatok a hazai elhalálozási okokról a rákkal kapcsolatban egyre jobban nélkülözik a pontos, objektív alapot, megbízhatatlan számok csupán.

Mi a végképp kinyomozhatatlan adatú betegeket, minthogy itt kétségtelenül véletlenszerűség áll fenn és így nagy valószínűséggel náluk is a csoportjukra kapott arányban fordultak elő a gyógyultak és elhaltak, egyszerűen elhagytuk a csoport megvizsgált betegszámából és az így nyert gyógyult per kezelt-beteg aránnyal számoltuk ki az elhagyott adathiányos betegek létszámához tartozó gyógyultak számát. Így mindkét csonka hároméves csoportot pontosan a teljes hároméves létszámra számoltuk át. Eredményeinket az 1. ábra szemlélteti.

Vizsgálataink szerint a SZOBH beindításával a *gyógyult betegek száma ugrásszerűen és jelentősen megnőtt a kezelt betegek 27,2%-áról 37%-ára*. Ebben — minden egyéb körülmény esetleges megváltozása mellett is — a számítógépes besugárzástervezés döntő jelentősége elvitathatatlan. Külön hangsúlyozzuk, hogy a gyógyultak között többen társadalmunknak ismét munkabíró, hasznos tagjává váltak. Ebben természetesen az is szerepet játszott, hogy az egyes besugárzások hatékonyságának emelkedése mellett megnövekedett az ugyanannyi személyzet által, ugyanannyi idő alatt elvégezhető besugárzások száma is.

Minthogy a hálózat értékeléséről most, a 10 éves folyamatos működés lejártakor kíváncsiak beszámolni, viszont az ötéves túlélési kritérium következtében ezt közvetlen mérésekkel csak 1993-ban tehetnénk majd meg, megvizsgáltuk egy egyszerű extrapolálásnak az előfeltételeit. Meggyőződve a szükséges stabilizálódás bekövetkezéséről, az 1980–82 közti három év során meggyógyult 659 főnyi betegről az 1978–88 közti első 10 évre extrapolálva 2197 gyógyult beteget kaptunk.

Várhatóan ez a szám lassan egy kevéssé nőni fog majd annak következtében, hogy a daignosztika javulásával — ami jórészt drága nyugati import készülékek kérdése — remélhetőleg egyre több beteg kerül majd korábbi stádiumban kivizsgálásra és megfelelő kiegészítő kezelésre, nagyobb gyógyulási eséllyel. Mi azonban itt is és a következőkben is, csupán egy realitásnak tekinthető minimumot kívántunk megbecsülni.

Az összehasonlításul szolgáló 1971–73 közti három évre kapott 317 főnyi gyógyult betegből 10 évre extrapolálva 1057 főt kapunk. A kettő különbsége: *1140 fő szolgáltatja a hálózatnak tulajdonítható gyógyult betegek minimális többletét az első 10 évre Szombathelyen*.

A hálózat egészére vonatkozó számítások

A szombathelyi adatokból az országos hálózat egészére vonatkozó következtetések levonásának a jogosságát a következő tények igazolják:

1. A szombathelyi vizsgálatoknál éppen azért ragaszkodtunk eleve az elérhető legnagyobb pontossághoz, hogy egy ilyen extrapoláláshoz feltétlenül biztos alappal rendelkezünk.

2. A SZOBH valamennyi besugárzásterve még aznap elkerül az Országos Onkológiai Intézetben működő irányító-ellenőrző központba, ahol a hálózatot üzemeltető fizikusok, technikusok, valamint az Állami Számítástechnikai Szolgálat és a Posta Távközlési Központjának kiküldött szakemberei rendszeresen megszervezett értekezleteken vitatják meg a felmerülő problémákat, a hálózat fejlesztésére vonatkozó javaslatokat stb.

3. Biztosítva van az Országos Mérésügyi Hivatal által ellenőrzött egységes, hiteles helyszíni dózismérés, a meghibásodott készülékekhez történő azonnali kiszállítás és hely-

színi javítás, az ÁSZSZ központi nagy számítógépének — a bonyolult programok csak ezen futtathatók — a Posta által időközben ilyen célokra kiépített különleges helyközi telefonvonalak (Datex) igénybevételi költségei a SZEM részéről stb. Ilyen módon a SZOBH által végzett munka mennyisége és minősége bármikor ellenőrizhető.

4. Az azonos célból, azonos eszközökkel, azonos módszerekkel, szoros együttműködésben végzett besugárzástervezés nagy mértékben biztosítja a mélyen fekvő daganatok besugárzásának legfontosabb sugárfizikai előfeltételeit. Így az állomások között számottevő különbségek eleve nem léphetnek fel.

Szeretnénk azonban itt is leszögezni, hogy a korszerű besugárzástervezés szükséges, de nem elegendő előfeltétele az eredményesebb beteggyógyításnak. Ezt ugyanis rendkívül nagy mértékben befolyásolja a beteg egészségi állapota és a megfelelő orvosi döntés a daganatra leadandó összdózis nagyságáról, frakcionálásáról, továbbá a testkeresztszeti rajznak pontos elkészítése a benne kialakult daganat méretarányos feltüntetésével, nemkülönben a betegnek a tervben megadott pontos beállítása a besugárzás megkezdése előtt.

Végül ezen a területen különösen fontosnak tartjuk a lelkiismeretes, *speciális szakképzetben részesült orvosok, fizikusok, asszisztensek* stb. alkalmazását, és számukra a nyugodt, kapkodásmentes, hibátlan munkavégzéshez szükséges előfeltételek biztosítását.

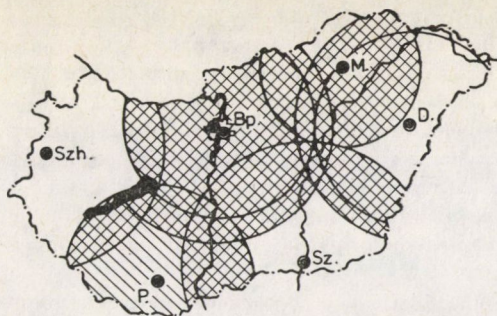
Gazdasági eredmények

A következő becslésekhez rendelkezésünkre álló adatok: a 10 év alatt készített valamennyi besugárzási terv eredeti nagyságban — szám szerint 50 000 —, a kezelésre került betegek adatai, a SZOBH előtti időszakhoz viszonyított 10 évre vonatkozó gyógyult betegek többszáma Szombathelyen és végül a kobaltágyúk [8, illetve 11], valamint a gyorsítók [1, illetve 2] adatai. [A gyarapodás annak köszönhető, hogy egyikőnknek (Bozóky) szakmai kapcsolatai révén sikerült a SZOBH részére három darab (majd később egy negyedik) legkorszerűbb amerikai rotációs kobaltágyút — mintegy kétmillió dollár értékben — francia ajándékként megszereznie, amiért ezúton is köszönetünket fejezzük ki E. Weiss főmérnök úrnak (Párizs).]

A rákos betegek meggyógyulását és újbóli munkába állását, különösen fiatalok, család-fők, édesanyák esetében, olyan eseménynek tartjuk, amelynek szubjektív, emberi értékét pénzben kifejezni nem lehet. Ezt meg sem kíséreljük. Megpróbálunk azonban a gazdaságunk számára fontos anyagi oldalról egy tájékoztató minimális becslést végezni. Természetesen tudjuk, hogy ez a valóságtól jelentős eltérést mutathat, mégis figyelemre méltó alapot nyújthat egy olyan számításhoz, melyet pontosan elvégezni sem a múlt, sem a jövőre nézve senki nem tud.

A Szombathelyen kapott gyógyulási arányokat alkalmazva az ország egész területén egyenletesen elosztott többi hálózati állomásra is, a következő számításokat végeztük el:

1. Mindenekelőtt a közvetlen megszámlálásokkal nyert és kétséget kizáróan korrekt adatainkat három csoportba soroltuk: a szombathelyi körzetre, a SZOBH egészére és a SZOBH mínusz Szombathelyre vonatkozó adatokra. A közvetlenül nem nyerhető adatokat a kétszer három éves vizsgálati időszaknak egy-egy éves időszakokra való szétbontásával és számításokkal határoztuk meg. Ennek részleteivel itt nem kívánunk foglalkozni és csupán azt jegyezzük meg, hogy minderre azért volt szükség, mert a szombathelyi adatok a már említett igen gondos begyűjtési munkánk következtében lényegesen részletesebbek és pontosabbak a SZOBH egészére vonatkozóan rendelkezésünkre álló adatoknál, és így egyszerű extrapolálás a sugárforrások számának a figyelembevételével nem biztosíthatta a jogosan megkívánható pontosságot.



2. ábra. A Számítógépes Országos Besugárzástervezési Hálózat hét állomásához tartozó területek sugárforrásokkal való lefedettségének ábrázolása. A fehéren hagyott területekre egy sugárforrás esik, az egyszer vonalkázottakra két-két sugárforrás, a kétszer vonalkázott (kockás) területekre legalább három sugárforrás jut. A gyakorlatban bekövetkező beteg-eloszlást természetesen nagymértékben befolyásolják a közlekedési lehetőségek és egyéb tényezők is. A vizsgált időszakban a hálózat sugárforrásai: Budapest, Orsz. Onkológiai Intézetben 2 kobaltágyu, az Uzsoki utcai kórházban 1, később 2; Debrecen 1, Miskolc 1, Pécs 1, Szombathely 1, Szeged 1, összesen 8; jelenleg a legújabb győri állomással és a 2 gyorsítóval együtt összesen 14.

Amíg ugyanis a szombathelyi egyetlen sugárforráshoz 10 év alatt (az 5940 kezelt beteg részére a betegenkénti átlagosan 2,5 tervnek megfelelően) mintegy 15 000 terv készült, addig az összesen 50 000 tervből, tehát az akkor működő hét többi sugárforrásra összesen már csak 35 000 terv és 1 forrásra ennek heted része, azaz 5000 terv juthatott. Ez azzal magyarázható, hogy a szombathelyi körzet jelentős részét, az ország területének mintegy 20%-át ez a szombathelyi egyetlen sugárforrás fedi le, amely a SZOBH által megnövelt besugárzástervezési és betegkezelési kapacitásának a kitöltéséhez szükséges — az előző időszakban kezelt átlagos évi 388 főnél jóval nagyobb számú — évi 594 új beteget is a saját területéről megkaphatta. (L. 2. ábrát.)

Ezzel szemben a többi 80%-nyi területre nem 4-szer ennyi kezelt beteg jut, hanem ennél kétszer, háromszor is több. Nyilvánvaló azonban, hogy a Szombathelyen kezelt, kerekén évi 600 új beteg a 18 000 négyzetkilométeres területre maximumnak tekinthető. Az ennek megfelelő — egész országnyi területre átszámított — évi 3000 új betegnek a többszöröse hazánkban semmiképpen sem létezik.

A Szombathelyen kapott túlélők, gyógyultak számából az ország egész területére történő extrapolálást a fentiek szerint nemcsak a sugárforrások számának az arányában, hanem az általuk lefedett területek figyelembevételével együttesen kell elvégezni. Ez vizsgálataink szerint azt jelenti, hogy a SZOBH 80%-nyi területére vonatkozó gyógyult betegtöbbslet aránya hét sugárforrás ellenére is csak kétszerese a szombathelyi 20%-nyi területű egyetlen sugárforrás beteg-gyógyulási többsletének, tehát az egész országban 3420 beteg köszönheti a SZOBH első 10 éves működésének gyógyulását.

2. Vizsgálatainkból kitűnt, hogy az elhalálozások nagyobb része nem a besugárzások utáni első hónapokban, hanem csak mintegy két-három évvel később következik be, tehát aránylag hamar a betegek egy jó kétéves olyan időszakba kerülnek, amikor még jelentős költségekkel járó otthoni és kórházi ápolásra szorulnak. Ha a szükséges kórházi ápolás idejét a gondozási időnek csupán 4%-ára, azaz két évből 30 napra is vesszük, a jelenlegi napi 1000 Ft körüli összköltséggel, ez 3420 gyógyult betegnél mintegy 102,6 MFt-nyi effektív kiadást jelent állami költségvetésünkben, ami a betegek gyógyulása esetén természetesen elmarad.

3. Megállapíthatjuk továbbá azt is, hogy a besugárzások után bekövetkező elhalálozások oka többek között nagy mértékben függ attól is, hogy a daganat megkapta-e az elpusztításához szükséges dózist, illetve a dózis-maximum valóban a daganatra jutott-e, avagy valahol a mélyenfekvő daganat mellett alakult ki, és így nem is várható, hogy az egyébként még nagy valószínűséggel meggyógyítható beteg daganata elpusztuljon. Egyikünk (Bozóky) már több évtizeddel ezelőtt korszerű mérésekkel ellenőrizte egy neves professzorunk által már hosszú időn át rutinszerűen alkalmazott, becslésen alapuló öt mezős femur-besugárzás technikáját. A dózis-maximum három cm-rel a daganat mellett alakult ki, amin nem is csodálkozhatunk, ha meggondoljuk, hogy hazánkban akkor még nemcsak a kobaltágyúk, de a kórházi fizikusi státusz is ismeretlen volt.

Az említett, közvetlenül jelentkező kórházi költség mellett közvetve még egyéb költségek is jelentkeznek. Ilyen anyagi károsodást jelent például a 16–18 évig nagy áldozatok árán felnevelt szakembereknek a *termelőmunkából való idő előtti kiesése*. Ha átlagosan csak öt évet veszünk figyelembe, és személyenként csupán 1000 Ft-os havi veszteséget, öt évre ez akkor is már 60 000 Ft károsodást jelent személyenként. A SZOBH 10 éves működtetésével elért 3420 főnyi többlet gyógyult beteg egyharmadával, 1140 fővel számolva, ez további 68,4 MFt kiesés megtakarítását jelenti.

4. Elhalálozás esetén egy további jelentős költséggel kell számolnunk, ha családfőről van szó. A hátramaradóknak járó *nyugdíj és egyéb szociális juttatások* révén kifizetésre kerülő tételek igen különbözőek lehetnek. Gyógyult betegeinket nemek szerint, majd ezeket életkor szerint tovább csoportosítva azt találtuk, hogy ha csak egy erősen alábecsült és időben is csak három évre vonatkozó jelképes összegként havi 2000 Ft-nak megfelelő 72 000 Ft-ot veszünk számításba személyenként és csupán a többlet gyógyultak egyötödénél, a megtakarítás összege 49,2 MFt. A fenti három tétel összege 220 MFt.

Összefoglalás: Szombathelyen végzett vizsgálataink alapján megállapíthatjuk, hogy egyrészt a SZOBH első 10 éves működésének legalább 3400 rákos beteg köszönheti gyógyulását, másrészt a hálózat 10 éves folyamatos működésének forintban felmérhető, erősen alábecsült haszna: minimum 200 MFt-nyi állami kiadás effektív megtakarítása.

Megjegyzés: Sajnálatosnak tartjuk, hogy az ötéves túlélés kivárásának mint *elvi akadálnak és az adatszolgáltatás nagymértvű leromlásának* következtében a közvetlen számítások egy részét, valamint a hálózat működtetés fenti hasznának kis töredékét kitevő többlet kiadással járó vizsgálatokat nem tudjuk prezentálni.

Bozóky László—Kocsis Sándor

IRODALOM

1. Bozóky L.: Terveim közt szerepel a sugárterápiás besugárzások további korszerűsítése újabb fizikai kutatásaink eredményeinek felhasználásával. Magyar Tudomány, 1974, 1. sz. 11–14.
2. Bozóky, L., ZSDÁNSZKY, K., HIZÓ, J.: Primary Standard Dosimetry in Hungary and International Dose Intercomparisons since 1938. International Atomic Energy Agency Proceedings, Vienna, 1975, 405–415.
3. Bozóky L., ECKHARDT S.: Országos Számítógépes Besugárzástervezési Hálózat, Számítástechnika 1979, 10, 10.
4. Bozóky L., HARNOS Zs.-né, GÁTI F.: Számítógépes Országos Besugárzástervezési Hálózat, Információ, Elektronika 1979, 14, 316–319.
5. ECKHARDT S., GYENES Gy., Bozóky L. stb.: Számítógépes Országos Besugárzástervezési Hálózat I. rész, Magyar Onkológia 1981, 25, 157–162.
6. Bozóky, L.: Role of the Physicists in the Improvement of Telecurietherapy in Hungary. Acta Physica, 1984, 55, 17–25.

7. VARJAS, G., JÓZSEF, G., BOZÓKY, L., GYENES, GY.: 5-year experience of the National Computerized Treatment Planning Network. WHO Headquarters, Geneva, 1984. March, 26—28.
8. KOC SIS S.: A rákellenes küzdelem időszerű kérdéseiről, Magyar Onkológia, 1959, 37/1, 37—44.
9. RODÉ, I., BOZÓKY, L.: Treatment Information of Femour Cobalt-60 Teletherapy. IAEA and WHO, Red. M. Cohen and J. S. Mitcell, Vienna, 1984. 18. 1-HU. 1. 599—605.
10. VARJAS G., JÓZSEF G., GYENES GY., PETRÁNYI J., BOZÓKY L., PATAKI G.-né: A Számítógépes Országos Besugárzástervezési Hálózat dóziseloszlás-térkép archívumának statisztikai feldolgozása. Magyar Onkológia, 1985, 29, 96—103.

OLTÓANYAG ELŐÁLLÍTÁS — KÉMIAI SZINTÉZISSSEL

Az emberiség történetében a vakcinák felfedezésének döntő szerepe volt a rettegett járványok, a tömeges áldozatokat követelő, pusztítást, halált okozó fertőző megbetegedések megelőzésében és felszámolásában. Mint ismert, a fertőző betegségek okozta járványok hadseregeket kényszerítettek visszavonulásra, megtizedelték a városi lakosságot, országok és kontinensek lakosságát. Európa több városában egy-egy járvány elmúlását még ma is a hálára emlékeztető szobrok (az ún. pestis szobrok) jelzik.

A vakcinációra általában az elölt kórokozót, vagy a kórokozó „legyengített” készítményét, illetve a kórokozó „termékét” használták (ami megbetegedést nem okoz). A vakcinák készítését és alkalmazását hosszú ideig empirikus, tapasztalati alapokon végezték, ami általában megfelelt a gyakorlat igényének.

A későbbiekben merült fel az a kérdés, hogy vajon *mi történik* abban a szervezetben, amely a vakcináció hatására védetté vált. Milyen folyamatok azok, amelyek a védetséghez vezetnek. A vizsgálatok kiderítették, hogy a vakcináció hatására a szervezet immunrendszere (lép, timusz, nyirokcsomók) sejtes és humorális válaszreakciót ad. A sejtes reakcióban az ún. „fehérvérsejtek” (polimorfo és mononukleáris sejtek) „kooperatív” együttműködése szükséges a védetség kialakulásához. A fehérvérsejtek egy csoportja, a B-limfociták szériája termeli a humorális válaszreakció „végtermékét”, a specifikus ellenanyagokat (immunglobulinok). Ez a specifikus immunglobulin frakció *in vivo* kötődik a kórokozóhoz és egyidejűleg a kórokozó megbetegítő hatásától is megvédi a szervezetet.

A vakcina előállítás és alkalmazás jelentőségét és eredményeit nem kisebbítették azok a kedvezőtlen mellékhatások, sőt halálesetek, amelyeket a vakcináció tömeges méretű alkalmazása, illetve az egyedi alkalmazás kockázataként jól ismerünk. A kedvezőtlen mellékhatások késztették a kutatókat, hogy az immunogén, antigén kutatás területén elért eredmények alapján további vizsgálatokat végezzenek abban az irányban, hogy immunogénként „teljes” elölt kórokozót, „legyengített” kórokozót, vagy más anyagcsere terméket használjanak. Felvetődött továbbá annak a lehetősége is, hogy nem a „teljes” kórokozóval, hanem az elölt kórokozó egyes alkotórészeivel is lehetséges hatásos vakcinát előállítani, amellyel megfelelő védelmet lehet biztosítani az adott betegséggel szemben. Ebben az esetben feltételezték, hogy jelentős mértékben csökkenthetők az ún. nemkívánatos mellékhatások, azok a kockázatok, amelyekről az előzőekben említett tettünk. Újabban a *molekuláris biológia* fejlődése, ezen belül az izolálási, szeparálási eljárások, kromatográfia, szekvenálás, analitikai eljárások jelentős fejlődése lehetővé tette az oltóanyagként használt készítmény összetételének (fehérje, lipidek, poliszacharidok, nukleinsavak) vizsgálatát, továbbá, hogy ezek az anyagok, az egyszerűbb „alkotórészek” milyen sorrendben (szekvencia), mennyiségben, arányban szerepelnek az oltóanyagként