

I. TÁRGYKÖR: SUGÁRBIOFIZIKA ÉS A BIOSZFERA

1. VÁRTERÉSZ VILMOS:

(Országos Sugárbiológiai Kutató Intézet, Budapest)

Radiobiológiai kutatások szerepe az ember környezetének (bioszférának) a védelmében

(Referátum)

A bioszféra természetes állapotát a tudomány eredményeinek hasznosításával, a civilizációval az ember fokozatosan megváltoztatta. Ez a változás az utóbbi évtizedekben rohamosan gyorsul és káros az élőlényekre, elsősorban az emberre. A bioszféra tényezői között mind jelentősebb szerephez jutnak az ionizáló sugárzások (sugárforrások orvosi alkalmazásai, radioizotópok széleskörű hasznosítása, atomenergetika stb.). Az ionizáló sugárzások, az atomenergia hasznosítását a tudomány tette lehetővé, az ezzel járó rizikó minimálisra csökkentése ugyancsak a tudomány feladata. Ez a feladat elsősorban a sugárbiológiára hárul. A sugárbiológia határterületi tudományág: támaszkodik a sugárfizikára, radiokémiára stb. Kutatási eredményeit a gyakorlatban hasznosítja a sugárhigiene, a sugárvédelem. A sugárbiológiai kutatásoknak kell tisztázniuk az ionizáló sugárzások és biológiailag fontos makromolekulák kölcsönhatásait, a sugárhatás biofizikai és biokémiai mechanizmusait, az ionizáló sugárzások fiziológiai, morfológiai hatásait. Ezeknek az alapvető mechanizmusoknak és effektusoknak megismerése nélkül nem lehet felbecsülni a rizikó nagyságát, nem lehet tudományosan megalapozott és ésszerű védelmi eljárásokat és rendszabályokat kidolgozni. A sugárbiológia feladata a biológiai és kémiai védelem kutatása. Az inkorporált radionuklidok biológiai hatásai kutatásában nemcsak sugárhatásokkal, hanem transzmutációjuk következményeivel is számolni kell, sőt nem hagyható figyelmen kívül az egyes radionuklidoknak a stabil izotópjuktól eltérő tömege sem. Az experimentális kutatás eredményei alapján nyílik lehetőség a populáció egésze, illetve kisebb csoportjai sugárterhelésének biológiai értékelésére. A bioszféra radioaktív szennyeződésének kutatásában komoly szerepe van a radioökológiának.

A referátum a felvetett problémákat fejti ki, kitérve a hazai eredményekre, feladatokra és lehetőségekre.

Hozzászólók: Tigyi József, Tarján Imre.

2. L. P. KAJUSIN:
(Szovjetunió, Puscsino)

A szabadgyökök mint bioenergetikai folyamatok regulátorai (oroszul)
(Előadáskivonat nem érkezett)

3. TÓTH ÁRPÁD – KESZTHELYI BÉLA:
(MÉV, Egészségügyi Szolgálat; POTE, I. Belklinika, Pécs)

Egészttest—kálium meghatározása emberben in vivo gamma-spektrometriával.

Az egészttest-kálium ismeretében meghatározható a zsírmentes testsúly, mely utóbbi hasznos vonatkoztatásra ad lehetőséget a különböző physiologiai paraméterek normálása esetében.

Az egészttest-kálium ismerete klinikai szempontból is fontos. In vivo gamma-spektrometria segítségével biztosabban mutatható ki az emberi szervezet kálium-tartalmának változása, mint a serum-kálium szint meghatározásával.

Az emberi test kálium-tartalmát a ^{40}K -izotóp gamma sugárzásának detektálása alapján közvetlenül mértük a laboratóriumunkban üzemelő kisháttérű egészttest-számlálóval.

Ismertetjük az egészttest-számlálónk felépítését és műszaki paramétereit. Közöljük e berendezés fantomos kálium-hitelesítésének eredményeit és a hibaforrásokat.

Végül beszámolunk egészséges emberek csoportjánál és néhány káliumháztartási zavarban szenvedő betegnél in vivo gamma-spektrometriával meghatározott egészttest-kálium értékekről.

Hozzászólók: Tigyi József és Bozóky László

4. ZSOLDOS TIBOR – FAUST FÜLÖP:
(MÉV, Egészségügyi Szolgálat, Pécs)

A $^{210}\text{Po}/\text{RaF}$ / természetes radioelem meghatározása cigarettából és a cigaretta szívásakor inhalált izotóp kimutatása vérből

Megmértük a leggyakrabban szívott magyar cigarettafajták (Kossuth, Fecske, Munkás) dohányjának ^{210}Po tartalmát. Összehasonlítottuk eredményeinket más országok hasonló méréseivel, azzal a céllal, hogy a bronchiális rendszer dózisterhelésére egy relatív felvilágosítást kapjunk. Ezen radioaktív anyag – más szerzők véleménye szerint is – befolyásolhatja a bronchiális rendszer kialakuló neoplasmáját. Egy embert utánzó berendezéssel kimutattuk, hogy az 500°C -on már teljesen szublimáló ^{210}Po kb. 25%-a kerülhet be a légzőtraktusba. Számoltuk átlagos 2 doboz Kossuth cigaretta szívása esetén egy egyén tüdejét érhető dózis értékét. Ezen vizsgálatunkkal párhuzamosan analizáltuk dohányzó és nem dohányzó egyének vérmintáit is ^{210}Po -ra nézve és megállapítottuk, hogy lényeges koncentráció emelkedés mutatkozik a dohányos

egyén vérmintáiban, ami bizonyítja, hogy a tüdőből a ^{210}Po bekerül az egyén anyagcsere forgalmába.

Hozzászólók: Nagy János, Bozóky László

5. VARGA LÁSZLÓ – VÁRTERÉSZ VILMOS:
(Országos Sugárbiológiai Kutató Intézet, Budapest)

IN VIVO TENYÉSZTETT REPRODUKTÍV SEJTEK (EGÉR ASCITES LYMPHOMA) SUGÁRÉRZÉKENYSÉGE

A reproduktív sejtek postirradiációs szakaszát az osztódáskiesés és fokozott sejtpusztulás jellemzi. Kísérletünkben azt vizsgáljuk, hogy *in vivo* tenyésztési körülmények között a gátlási, illetve az elhalási folyamat nagysága és súlyossága milyen kapcsolatban áll a sejtek besugárzáskori osztódási állapotával.

A logaritmikus növekedési szakaszban lévő Németh-Kellner féle ascites lymphoma sejtek osztódási ciklusát korábban meghatároztuk jelzett mitózis módszerrel. G_1 -re 6 órát, S-re 10,6 órát, G_2 -re 3 órát, M-re 0,7 órát, teljes osztódási ciklusra 20–21 órát kaptunk.

Parallel kísérletben a sejteket *in vivo* jeleztük radioaktív DNS prekursorral (C-14 és/vagy H-3 timidinnal) a gazda állatban. A radioaktív jelzés és *in vitro* Co-60 besugárzás után a sejteket implantáltuk nem kezelt CFL/P hím fehér egerekbe. A kísérlet egy részébe kettős jelzést alkalmaztunk: 3 órás időeltolással adott C-14 és H-3 TdR-rel különböző jelzettségű sejt-csoportokat kaptunk. A G_2 sejtek C-14-et, az S fázis 2. felében lévők mindkét izotópot, az S fázis 1. felében lévők H-3 izotópot tartalmaztak. A G_1 állapotú sejtek képviselték az inaktív sejtcsoporthoz. Más esetben az ún. „ablak” technikát alkalmaztuk a különböző osztódási állapotú sejtek sugárérzékenységi vizsgálatánál. Adott sejtcsoporthoz sugárérzékenységet a sejtek élettartamával és cytopathológiás elváltozások gyakoriságával jellemeztük. A kiértékelést radioaktív mérés (folyadék szcintillációs módszer) és fénymikroszkópos autoradiográfiával végeztük. Eredményeink szerint besugárzás után az osztódás gátlás okozza a sejtek növekedési gátlását, majd ezt követi a fokozott sejtelhalás, amely periodikusan megy végbe. Ezek a folyamatok összefüggésben állnak a sejtek besugárzáskori osztódási állapotával.

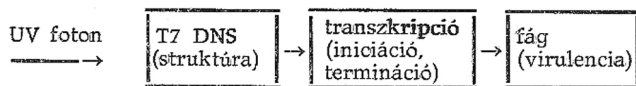
Hozzászóló: Tigyi József

6. RONTÓ GYÖRGYI – TARJÁN IMRE:
(SOTE, Biofizikai Intézet, Budapest)

A struktúra és funkció kapcsolata T7 fágok sugársérülésében

A T7 fágok UV sugársérülésével kapcsolatban korábban kialakított sugárkinetikai modellünk, valamint a T7 fágok molekuláris tulajdonságaira vonatkozó irodalmi adatok segítségével a sugársérülés folyamatát az UV foton abszorpciójától a biológiai manifesztációig analizáltuk. Az analízis során indirekte kimutattuk, hogy a modellünkben feltételezett sérthető helyek a T7-

DNS citozin halmazainak feleltethetők meg, amelyek a transzkripció iniciációs- ill. terminációs helyei. Az egytalálatos kinetika alapját a T7 gének nem-lizogén funkciókra vonatkozó információtartalma képezi. A T7 fág sugársérülési folyamatában a biológiai funkcióban észlelt károsodást az alábbi sémában foglalhatjuk össze:



Hozzászóló: Damjanovich Sándor

7. KARCAG ANDRIENNE, RONTÓ GYÖRGYI, TARJÁN IMRE:
(SOTE, Biofizikai Intézet, Budapest)

Az ultraibolya fény hatásának vizsgálata MS2 fágokon

A $\lambda = 254$ nm UV fény hatását vizsgáltuk MS2 fágokon, amellyel kapcsolatban inaktivációs dózishatásgörbét határoztunk meg. Megállapítottuk, hogy a görbe a korábbi irodalmi adatoktól eltérően felülről konkáv. A dózishatás görbe kezdeti szakaszának analizését a T7 fágokra kialakított sugárkinetikai modellünk segítségével végeztük el és az UV foton inaktivációs valószínűségére $\alpha_{MS2} = 3 \cdot 10^{-4}$ értéket nyertük. Ez az adat nagyságrendjét tekintve megegyezik a T7 fágokra kapott $\alpha_{T7} = 1,7 \cdot 10^{-4}$ valószínűséggel, ami arra utal, hogy a besugárzás kezdetén az RNS tartalmú MS2 fágban, valamint a kettős láncú DNS tartalmú T7 fágban is hasonló jellegű fotokémiai folyamatok vezetnek inaktivációra. A dózishatásgörbe konkáv lefutását a sugárkárosodás egy részének reaktivációjával magyarázzuk. Feltételezve, hogy a direkt fotoreverzió valószínűsége az MS2 fág esetén is azonos a T7 fággal kapcsolatban meghatározott reverziós valószínűséggel ($\gamma = 2 \cdot 10^{-5}$), a T7 és MS2 dózis-hatás görbék egybevetéséből a nem revertálható fotoproduktum keletkezésére nézve vontunk le következtetéseket.

8. KOLLMANN GYÖRGY:
(USA, Philadelphia)

A DNS kémiai védelmének mechanizmusa in vitro. (angolul)

(Előadáskivonat nem érkezett)

9. BOZÓKY LÁSZLÓ:
(Országos Onkológiai Intézet, Budapest)

Extracorporális vérbesugárzással kapcsolatos biofizikai problémák

(Előadáskivonat nem érkezett)

10. KRASZNAI ISTVÁN – FÖLDES JÁNOS – PÁL IMRE:
(SOTE, I. Belklinika, Főv. Tan. János Kórház Izotóp Laboratórium, Budapest)

A modern radioizotópos diagnosztikai vizsgálatok sugárvédelmi és sugáregészségügyi kérdései

A radioizotópok orvosi alkalmazása az utóbbi években rohamos lépésekben halad előre. A fejlődés egyik állomását az izotóp generátorok megjelenése jelentette. Az izotóp generátorok rövid felezési idejű leányelemei lehetővé teszik nagy mennyiségű radioaktív anyag felhasználását az egyes vizsgálatokhoz, ami új sugáregészségügyi kérdéseket vet fel. Az előadás az izotóp generátorok alkalmazásával kapcsolatos alábbi kérdéseket érinti:

1. Az izotóp „termelés” (eluálás) sugárvédelme.
2. A nyert izotóp radioaktív szennyezettségi kérdései.

3. A különböző – generátorokból nyert izotópokkal végzett – izotópdia-
gnosztikus vizsgálatok sugárterhelése. A generátor kérdéseken túlmenően az előadás foglalkozik az izotóp kettősjelzéssel végzett diagnosztikus vizsgálatok sugárterhelésével is.

11. BOJTOR IVÁN – VÁRTERÉSZ VILMOS – ILLÉS ÁGNES – KOCZKÁS GYULA:
(Országos Sugárbiológiai Kutató Intézet, Budapest)

Felületi dózis mérésének szerepe a medicinális sugárterhelés meghatározásában a dóziseloszlás és integráldózis szempontjából

A röntgendiagnosztikai vizsgálatok során kapott sugárexpozíció mind az egyén, mind a populáció sugárterhelésében jelentős részt képvisel. A röntgendiagnosztikai vizsgálat tipikus olyan besugárzást jelent, amely viszonylag nagy felületen éri a vizsgálatra kerülő személyt, vagyis jelentős térfogati – integrál – dózissal jár. A röntgendiagnosztikai sugárexpozíció mérési módszerei között legmegfelelőbbnek tartjuk a felületi beeső dózis mérését ($R \cdot \text{cm}^2$), mivel így figyelembe vehetők azok a legfontosabb paraméterek, amelyek az integráldózis meghatározásához szükségesek. Ezek főleg: az expozíció (R), a besugárzott felület nagysága és a dóziseloszlás.

Az integráldózis kiszámításához szükséges felületi dózist a dóziseloszlási függvény kettős integrálja adja meg. A már kidolgozott nagy felületű filmes módszerrel meghatároztuk és ábrázoltuk a dóziseloszlást különböző diagnosztikai röntgenbesugárzási típusoknál. Az egyenlő és egyenlőtlen felületi dóziseloszlású besugárzások esetén a filmes módszerre vonatkozóan matematikailag megfogalmaztuk a felületi dózis és az integráldózis kiszámításának problémáját.

Algol nyelvű computer-programot dolgoztunk ki a felületi beeső dózis kiszámítására, a nagy felületű film mérési adatai alapján. A kettős integrál kiszámításához közelítő módszereket alkalmaztunk. Meghatároztuk a különböző röntgenvizsgálatoknál kapott felületi dózist.

12. VÁRTERÉSZ VILMOS – BOJTOR IVÁN – ILLÉS ÁGNES – LUZSA GYÖRGY – BOGDÁNY BARNA:

(Országos Sugárbiológiai Kutató Intézet, Budapest, Városi Kórház, Mosonmagyaróvár; XX. ker. TBC Gondozó Intézet, Budapest)

Nagy felületű filmdoziméterrel, röntgenvizsgálatoknál kapott felületi dóziseloszlás biológiai jelentőségének értékelése

A röntgendiagnosztikai vizsgálatok során a test különböző részei – így a kritikus szervek is – különböző nagyságú sugárterhelést kapnak. Egyenlőtlen dóziseloszlású besugárzás esetén a sugárterhelés biológiai értékeléséhez nem látszik elegendőnek a besugárzott testfelület egyes pontjaiban az expozíció mérése R-ben. A különböző testrészeket elkerülhetetlenül vagy indokolatlanul ért besugárzás megítélése céljából meghatároztuk a különböző röntgenvizsgálatok során kapott dózis felületi (egyenlőtlen) eloszlásának izodózis görbéit. Az izodózis görbéket röntgen vizsgálatok alatt exponált nagy felületű film adatai alapján vettük fel; erre a célra angol nyelvű computer-programot dolgoztunk ki. Bemutatjuk az egyes röntgenvizsgálat-típusokra jellemzőnek tekinthető felületi dóziseloszlást.

Az izodózis görbéket az egyes szervek által kapott sugárterhelés szempontjából értékelve felhívjuk a figyelmet a sugárérzékenység illetve felületi dóziscentrumok szempontjából kitüntetett zónákra.

A kapott eredmények is amellet szólnak, hogy különösen a test jelentős felületének egyenlőtlen dóziseloszlású besugárzása esetén, az integráldózis kiszámításához fontos a dóziseloszlás ismerete.

13. MAKRA ZSIGMOND – ZARÁND PÁL – SÁNTHA ANDRÁS – SZTANYIK LÁSZLÓ – MÁNDI ERIKA:

(Központi Fizikai Kutatóintézet, Országos Sugárbiológiai Kutató Intézet, Budapest)

Atomreaktorral végzett sugárbiológiai kísérletek technikai és fizikai kérdései

A neutronsugárzás biológiai hatásának tanulmányozásához neutrongenerátort vagy atomreaktort lehet használni sugárforrásként. Az utóbbi lehet speciális, sugárfizikai és sugárbiológiai célokra készült reaktor, vagy pedig egy univerzális kutató reaktornál képeznek ki biológiai besugárzó csatornát. A különböző megoldásokat összehasonlítjuk dóziszintenzitás, a neutron és a gamma sugárzás aránya, a tér homogenitása és más jellemzők szerint.

Összehasonlítjuk a különféle dózismérési eljárásokat, úgymint az ionizációs kamrás, kalorimetrikus, radioaktívációs módszereket. Végül ismertetjük a KFKI atomreaktoránál létesített biológiai besugárzó csatorna kivitelét és dózismérési módszereinket. Berendezésünknel automatikusan cserélhető bizmut szűrőkkel négyféle dóziszintenzitás, illetve neutron/gamma arány állítható be. Egerek besugárzásánál a homogenitást a kaloda forgatásával fokozzuk. A dóziszintenzitás állandó ellenőrzésére GM-csőves monitort és kettős ionizációs kamrát használunk. Neutron-spektrum számítási és mérési módszereinket másik előadásban ismertetjük.

14. ZARÁND PÁL – MAKRA ZSIGMOND – KOBLINGER LÁSZLÓ:
(Országos Sugárbiológiai Kutatóintézet, MTA Központi Fizikai Kutatóintézet,
Budapest)

A kevert neutron-gamma sugárzás dozimetriája a KFKI-ban létesített biológiai besugárzóban

Az előadás célja a kevert (n-gamma) besugárzásra alkalmas berendezés néhány dozimetriai kérdésének, az elérhető dózisteljesítményeknek és bizonyos felhasználási lehetőségeinek ismertetése.

Az előző előadásban ismertetett konstrukciós megoldás alapján egyik legalkalmasabb a gamma sugárzásra érzéketlen küszöbdetektorokon és kis neutron érzékenységű szilárdtest-dozimétereken alapuló rendszer. A neutron kerma érték meghatározásánál az elméletileg számított neutron spektrumból a mért aktivitások felhasználásával számítógépes illesztés segítségével határozzuk meg a valódi spektrumot, ebből pedig a dózisintenzitást. A gamma dozimetriára használt szilárdtest-detektorok a LiF és a BeO. Ezek, bár kis mértékben, de érzékenyek neutronokra is, ezt a kiértékelés során figyelembe kell venni.

A KFKI-ban VVRSz-M reaktorának az aktív zónáját a kiegészítés miatt mintegy 6 hónaponként átalakítják, amely a neutron fluxust és az n/gamma arányt is megváltoztatja. Ennek figyelembe vételével a különböző szűrők alkalmazásával a dózisintenzitás 1 és 25 rad/s, az n/gamma arány pedig 1 és 5 között változtatható.

A berendezés alkalmas szövetkultúrák, vérminták, növénymagok és kis állatok (egér, tengerimalac) besugárzására.

15. TIGYI JÓZSEF:
(POTE, Biofizikai Intézet, Pécs)

Besugárzást követő izomingerlékenység-változás ion-háttéré

Intézetünkben végzett kísérletek szerint viszonylag kis ionizáló sugárdózisok a harántcsikolt izom ingerelhetőségében jelentékeny biopozitív változást hozhatnak létre. A jelenség eredetét kutatva szisztematikusan tanulmányoztuk az izom iontérváltozásait és az izommembrán elektromos jellemzőinek változását. Azt találtuk, hogy a nem besugárzott kontrollokhoz képest a besugárzott izmokban csökken úgy a K-kiáramlás mint a Na-beáramlás. A Ca-beáramlás növekedése miatt nő a Ca-tartalom. A transzverzálisan mért elektromos ellenállás nem változott, de a longitudinális ellenállás nőtt. Mérsékelt sugárdózis után sohasem találtunk membránpermeabilitás-növekedést. Eredményeink szerint az izomingerlékenység változásainak alapvető faktora az elektromos struktúra módosulása és a kalciumtartalom változása kell legyen

16. EGYED JENŐ:
(POTE, Biofizikai Intézet, Pécs)

Kisdózisú béta- és gamma-sugárzás hatása harántcsíkos izom iontartalmára.

Megvizsgáltuk a harántcsíkos izom (*Rana esculenta m. sartoriusa*) K-tartalmának, mint elsődleges sugárreakciónak alakulását béta- és gamma-sugárzás kis dózisainak hatására.

Izolált *m. sartorius*okat inkubáltunk 2°C ill. 20°C hőmérsékleten és néhány ezer rad H^3 vagy 4–500 rad Co^{60} besugárzás után az izmok hamujában lángfotométerrel meghatároztuk a K-tartalmat. Kísérleteink szerint ez relatíve magasabb, mint az egyébként hasonló feltételek között inkubált kontrolloké. Az effektus különböző anyagcseregátlókkal (2,-4-dinitrofluorbenzol, monojódecetsav) módosítható. Utóbbi megfigyelés összefügghet Kaack adatával, aki idegszöveten hasonló körülmények között az O_2 -felhasználás átmeneti növekedéséről számolt be.

Kísérleteink újabb adatot jelentenek az ingerlékeny szövetek bifázisos sugárreakciói szempontjából és alapot szolgáltatnak annak feltételezésére, hogy ezek hátterében generális, metabolikus faktorokat kell keresni.

17. BELÁGYI JÓZSEF–NIEDETZKY ANTAL:
(POTE, Biofizikai Intézet, Pécs)

Na^{24} , K^{42} és P^{32} izotópokkal inkubált békaidegek ESR vizsgálata. I.

A Hevesy és munkatársai által leírt nyomjelző módszer azon feltételének érvényessége, hogy a nyomjelző anyag a rendszert mérhető módon nem befolyásolja, ESR módszerrel vizsgálható.

A szerzők Na^{24} , K^{42} és P^{32} izotópokkal inkubált béka *n. ischiadicus*okat vizsgáltak szobahőmérsékleten ER 9 typ. E. S. R. spektrométeren 9370 MHz-en 24 és 48 órás inkubáció után.

Megállapították, hogy mindhárom izotóppal inkubált idegek jól mérhető kb. 7 G vonalszélességű szinglett spektrumot adnak, amelyek g-faktora nem mutat lényeges eltérést az organikus szabad gyökök g-faktorától.

18. NIEDETZKY ANTAL–BELÁGYI JÓZSEF:
(POTE, Biofizikai Intézet, Pécs)

Na^{24} K^{42} és P^{32} izotópokkal inkubált békaidegek ESR vizsgálata. II.

Na^{24} , K^{42} és P^{32} radioaktív izotópokat tartalmazó izotóniás oldatban 24 óráig inkubált békaidegeken (*n. ischiadicus*) ESR módszerrel vizsgáltuk a szabad-gyök koncentrációt. Ezt az ugyanazon állatból származó, azonos összetételű inaktív oldatban inkubált ideg szabad-gyök koncentrációjával hasonlítottuk össze. A radioaktív oldatban inkubált idegek szabad-gyök koncentrációja átlagosan 7.10^{14} -nek, a kontroll idegké 3.10^{14} -nek adódott, 1 g nedves anyagra számítva.

Kísérleteinkkel azt kívántuk igazolni, hogy a nyomjelző módszer alapelveivel ellentétben a radioaktív elem az inaktívtól eltérő módon viselkedik; a biológiai rendszer tehát megkülönbözteti ugyanazon elem izotópjait.