

JATE Matematika Alapjai és Számítástechnikai Tanszék és SZOTE I.
Belgyógyászati Klinika

Radioaktív preparátumok raktározási és felhasználási programja

Szerényi László, Csirik János és Csernay László

Nagy forgalmu, sok diagnosztikus módszert végző izotóp laboratóriumban jelentős időt vesz igénybe naponta a radioaktív preparátumok aktuális mennyiségének, a vizsgálatokhoz szükséges egyszeri adagnak és volumennek pontos kiszámítása. Az érkezett izotóp küldemények és kivételezett mennyiségek naprakész könyvelése törvénnyel előirt kötelesség. A laboratóriumban raktározott radioaktív preparátumok időnkénti áttekintése szintén fontos feladat. Sok tétel esetén a diagnosztikus célra már fel nem használható, de aktivitásuknál fogva még a tresorban tartandó izotópok bomlásának követése munkaigényes. A feladatokat végző személyek napi munkaidejéből nem jelentéktelen részt kell számítási és adminisztratív munkával eltöltenie. Esetleg előforduló számolási és könyvelési hibák egyrészt zavarokat idéznek elő a nyilvántartásban, másrészt a szükségesnél kisebb vagy éppen ezt meghaladó aktivitások betegbe történő beadását eredményezhetik.

Digitális számítógép segítségével a komplex feladat minden egyes részlete pontosan, gyorsan elvégezhető. (1, 2)

Az elmúlt évben laboratóriumunkban számítógépes programot dolgoztunk ki a radioaktív preparátumok raktározásának és diagnosztikus felhasználásának automatizálására. Jelen közleményünkben a kidolgozott programot ismertetjük.

M ó d s z e r

Munkánkban MINSZK-22, 8 K szó belső memóriájú számítógéppel dolgoztunk. Az adatok tárolására mágnesszalagot alkalmaztunk. A szükséges adatok rögzítésére telex-gépet használtunk, a géppel történő párbeszédet a géphez kapcsolt teletype-on keresztül valósítottuk meg. A kívánt adatokat sornymotatón jelenítettük meg. A kifejlesztett programot jelen körülményeink között off-line módon használjuk, de felépítését úgy szerveztük, hogy on-line módon is alkalmazható.

E r e d m é n y e k

Az összefüggő program 5 alapeladatot képes végrehajtani.

1. Alapraktározás elvégzése

A rutinszerű felhasználás első lépcsőjeként a program alkalmas a pillanatnyi alapraktár elkészítésére. A használat folyamán esetleg fel-lépő technikai hibák (mágnesszalag hiba, törlés) esetén a program újbóli megindítását biztosítja. Jelenlegi kiépítettségben a raktárban 25 különböző radioaktív preparátum tárolható, minden egyes preparátumból maximum 10 tétel szerepeltethető.

2. Érkezett új anyagok bevételezése

Az izotóp laboratóriumban érkező készítmények bevételezését hajtja végre a programrész. Egy-egy anyag külön raktárba vétele is és maximum 25 tétel egyidejű beírása lehetséges. A bevételezésnél, hasonlóan az alapraktározáshoz az érkezés dátuma, a készítmény kódjele, a preparátum izotóp naplóban szereplő törzsszáma, az érkezett aktivitás és térfogat érték, valamint a bomlási alapidő szerepel.

3. Teljes raktári készlet kiirratása

A program a raktárban lévő összes preparátum adott időpontra vonatkozó aktuális aktivitás és volumen értékének kijelzésére képes. Segítségével egyidőben tájékozódhatunk a laboratóriumban lévő radioaktív preparátumok mennyiségéről.

4. Adott radioaktív preparátum tételeinek kijelzése

A program ezen része egy radioaktív preparátum különböző időpontokban érkezett tételeinek a hívás időpontjára vonatkozó aktivitásáról és volumenéről tudósít. Megítélhető így a várható igények teljesíthetőségének lehetősége, a szükséges pótlásról tehát intézkedni lehet.

5. Adott preparátumból szükséges mennyiség kivételezése, szükséges higitás elkészítése

A programrész a diagnosztikus vizsgálatához szükséges aktivitás térfogatának kiszámítását, az esetleg szükségessé váló higitás előrejelzését hajtja végre, ugyanekkor a megadott szint alá bomlott tételek raktárból való törlését is elvégzi. Az anyag kivételezésénél a következő szempontok teljesülnek:

- 5.1 A program a kívánságot a legrégebben beérkezett tételből teljesíti.
- 5.2 Minimális aktivitási szintnek a program 10 mikro Ci-t tekint, amely alatt az adott tételt a raktárból törli. (Ez a konstans flexibilisen változtatható)
- 5.3 A program, függetlenül a tervezett vizsgálatok számától, az adott napon egy diagnosztikus vizsgálatához szükséges térfogatot adja meg.
- 5.4 Amennyiben a kívánt aktivitás a törzstétel nagy radioaktív koncentrációja miatt 0,1 ml-nél kisebb térfogatu lenne, a program higitást tervez.

A higitott oldattal szemben támasztott követelmények:

A higitott mennyiség térfogata 8,0 ml-nél nem lehet több.

Az ideális hígú oldat minden egyes preparátumra jellemző beépített konstans (pl. Au-198 kolloid 50 mikro Ci = 0,1 ml).

A térfogatmérés 0,1 ml-es pontossági határa miatt az ideális hígú oldat általában csak közelíthető. Biztonsági szempontból a program mindig alulról közelít. Amennyiben a törzstétellel 0,1 ml-el a 8,0 ml volumenű higitás még tullepné az ideális hígú oldat koncentrációját, a program első lépésben a törzstétel higitását kezdeményezi, hogy az így higitott törzsoldatból kivett 0,1 ml-es mennyiséggel - 8,0 ml-es maximális volumen mellett - a második higitás már elérje az ideális hígú oldat koncentrációját.

- 5.5 Higitás használata esetén a kijelzésnél a program megadja a higitandó oldat törzs-számát, a szükséges anyagmennyiséget (0,1 ml-es pontossággal), valamint a higitó oldat mennyiségét (szintén 0,1 ml-es pontossággal).
- 5.6 Az elkészített higitott oldatot a program önműködően nyilván- tartásba veszi. A következőkben szükséges aktivitás mennyiséget mindig a higitásból teljesíti a program mindaddig, amíg a higitott mennyiség el nem fogy, vagy a higitás szavatossági ideje (anyagonként változó) le nem jár. Szavatossági időnek azt az időt tekintettük, melynek lejárta után a sterilítás ill. az airogenitás követelményei nem biztosíthatók

(pl. Au-198 kolloid hígított oldatánál 48 óra).

- 5.7 A program hígítás esetén egy törzstételt használ, amennyiben a kívánt aktivitást egyszeri hígításból nem tudja kielégíteni, akkor többszöri hígítást kezdeményez.
- Kivételezés esetén, a szükséges térfogat kiszámítása és kijelzése után, a program választ vár arra a kérdésre, hogy az egyszeri vizsgálathoz szükséges mennyiséget többször kívánják-e kivételezni? Választ vár a program arra a kérdésre is, hogy a jelzett aktivitás ill. volumen kivételezése valóban megtörtént-e. Amennyiben csak érdeklődésről van szó, a program nem módosítja a raktárkészletet. A kijelzett mennyiség valóban felhasználásra került, a tényleges kivételezést végrehajtja.

A program vázlatát az 1. számú ábrán tüntettük fel.

A Konzol írógépen keresztül hívható részprogramok utasításjeleinek jelentése a következő:

O = beolvasás
R = alapraktározás
B = anyag bevételezés
E = teljes raktári készlet kiírása
C = adott preparátum tételeinek kiírása
K = kivételezés - hígítás
V = stop utasítás

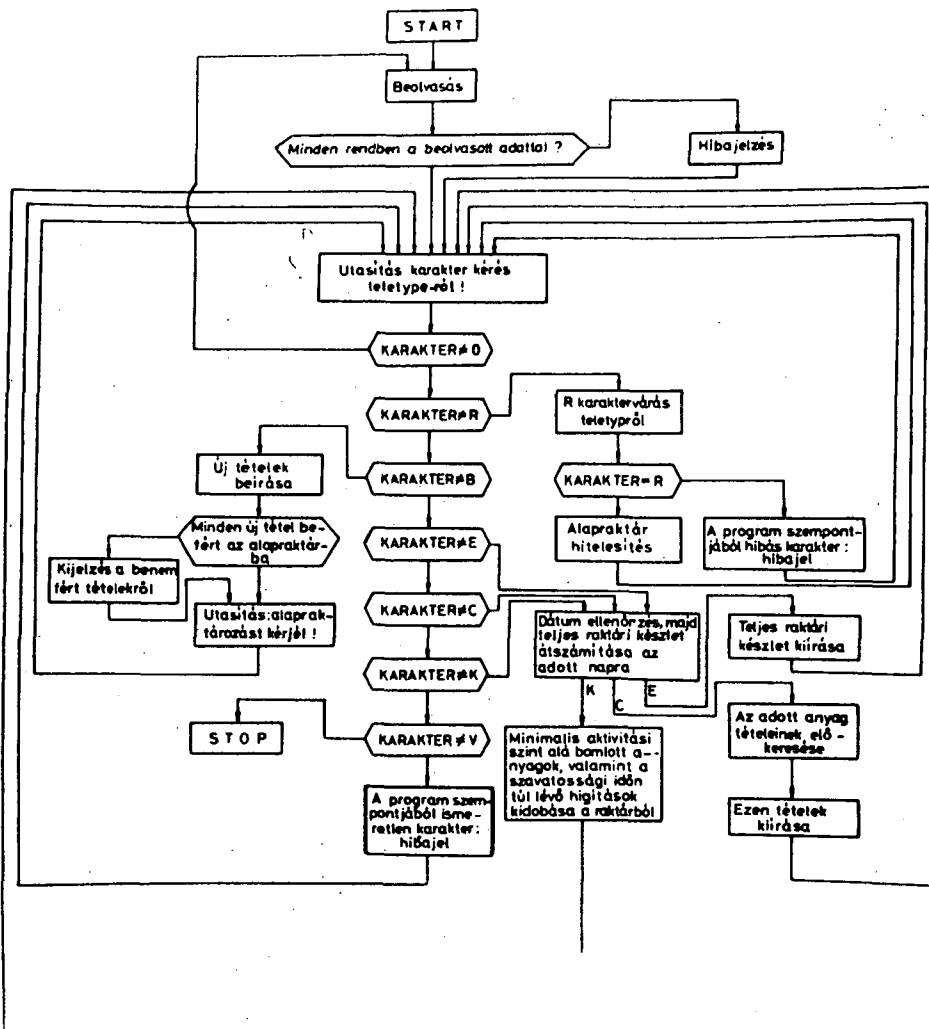
Az előforduló hibáknál (hibajelek) a teletype-on "értelmetlen vagy" kiírás jelenik meg.

"Kivánság" egy adott preparátum meghatározott aktivitásának kivételezési igényét jelenti.

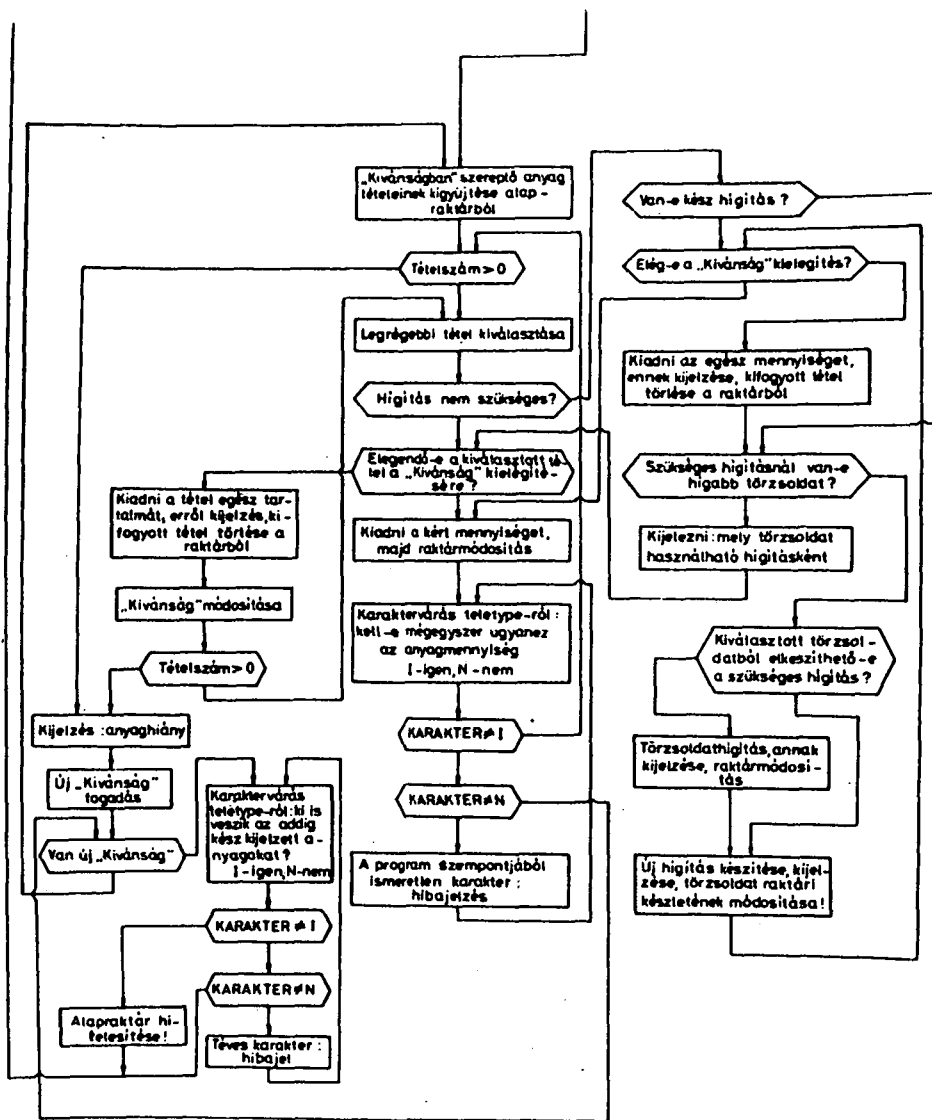
A program működtetéséhez az utasítás karakter beadásán kívül a számítógép perifériájaként működő gyors lyukszalag beolvasó használata szükséges. A szükséges adatok közlése a laboratóriumban előzőleg perforált adatszalagokkal történik. Az adatszalagok perforálási utasítását az 1. sz. melléklet tartalmazza.

M e g b e s z é l é s

A kidolgozott program alapstrukturáját tekintve megfelel bármely ipari vagy kereskedelmi vállalatnál alkalmazható anyagnyilvántartási, raktározási eljárásnak. Speciális részét egyrészt a hívási napra vonatkozó bomlás korrekciós számítás, másrészt az esetleg szükséges hígítások tervezése jelenti. A hígítás tervezését az teszi szükségessé, hogy hazánkban orvosi célra szállított preparátumok radioaktiv koncentrációja az esetek részében nagy. (Pl. Au-198 kolloid, J-131 MAA). A törzstétel-



1a. ábra



1b. ábra

ből, valamint a hígított oldatból 0,1 ml-nél kisebb térfogat kimérése nem oldható meg megfelelő pontossággal, ezért ezt az értéket tekintetük a reprodukálható kimérés alsó határának. A különböző preparátumoknál az általunk választott "ideális koncentráció" értékét természetesen változtatni lehet. Ugyanez a flexibilitás jellemző a raktárból történő minimális aktivitási szintre is. A belső memória növelésével a preparátumok és tételek száma korlátlanul bővíthető. Végeredményben tehát a program megszerkesztésénél arra törekedtünk, hogy struktúra változatlansága mellett a felhasználó egyéni kívánalmait flexibilisen ki lehessen elégíteni.

Az eredmények sornymutatón történő megjelenítésének hard-ware probléma mellett elvi okai is vannak. A számított értékek megfelelő interface segítségével analóg olvasó készüléken is láthatóvá tehető, on-line használatnál ez az információ megszerzésének gyorsabbá tételét eredményezi. A képernyő törlése után azonban nem marad dokumentálható eredmény, ami az eljárás bizonylat-jellegét nem biztosítja. Analóg leolvasó készülék mellett az értékeket sornymutatón is meg lehet jeleníteni és őrizni, így véleményünk szerint az eljárás bizonylat-jellege megmarad.

A jelenlegi off-line felhasználási mód az eljárást lassítja, de programunk kialakítása lehetővé teszi az on-line felhasználást is. Az off-line működés hátrányát a gyakorlatban úgy küszöböljük ki, hogy a hét első napján a munkahét különböző napjaira tervezett vizsgálatokhoz szükséges értékeket kijeleztetjük. A következő hét első napján az elmúlt héten valóban felhasznált aktivitásokat a raktárkészletből levonjuk és ezt követően kérünk felvilágosítást a hét különböző napjain felhasználni kívánt aktivitások térfogatáról.

Az eljárás gépi futásideje napi használat esetén 3 perc körül van, egy hetes időközökben történő használatnál sem haladja meg a 8 percet. A vezérlő szalagok elkészítése (bevételezés, készletkiiratás, kivételezés, stb.) egy napra vonatkozóan 3-4 percet, heti használat esetén 10-15 percet igényel.

Tapasztalataink alapján a programot nagyobb forgalmu izotóp laboratóriumok számára rendkívül hasznosnak tartjuk. Alkalmazása jelentős időmegtakarítást és a nyilvántartás pontosságának javulását eredményezi. Amennyiben az izotóp diagnosztikai laboratórium egyéb módszereit és a munka szervezését számítógépes rendszerrel végezzük, a program az automatizált rendszer nélkülözhetetlen részét képezi (1, 2).

I R O D A L O M

- 1) Winkler, C. G.: Datenverarbeitung in der Nuklearmedizin. Siemens. Erlangen, (1970)
- 2) Winkler, C. G.: Nuklearmedizin Funktionsdiagnostik. Thieme, Stuttgart. p 80. (1971)

M E L L É K L E T

Raktárprogram perforálási utasításai

1. Alapraktározás - új anyagok bevételezése

Minden adatszalog elején egy egész szám, mely megadja, hogy hány darab tétel szerepel az adatszalagon. Tétel alatt egy preparátum azonosító jelét és a hozzátartozó adatokat értjük. Bármely tétel felépítése a következő:

x--azonosító név'a--b--c--d--e--f--g--h--i

ahol x = a szalagon szereplő tételek száma

- a = beolvasott adatok darabszáma (6 vagy 8, attól függően, hogy az illető anyagból a későbbiekben higitás szükséges lesz-e)
- b = az anyag érkezési dátuma (pl. 710820 = 1971. augusztus 20.)
- c = az érkezett anyag naplóbéli sorszám (pl. 625)
- d = bomlási nulla időpont (pl. 710819 = 1971. augusztus 19.)
- e = az anyag aktivitása mikro Ci-ben (pl. 1264,5)
- f = az anyag térfogata ml-ben (pl. 4,2)
- g = az izotóp felezési ideje napokban (pl. 2,7)
- h = az ideális hígsgú oldat radioaktív koncentrációja mikro Ci/0,1 ml-ben (pl. 50 mikro Ci/0,1 ml)

i = a higitott oldat hány napig tartható raktárban (pl. 2)
- = szóköz (közbillentyű)

Minden tétel után két szóköz, majd következhet a következő anyag azonosító neve.

2. Általános raktárkiiratás

1--'a--d--

ahol a = 1

d = napi dátum, amikor a raktárkiiratás történik (pl. 710824 =
1971. augusztus 24.)

3. Egy anyag raktárban lévő tételeinek kiiratása

1--azonosító név'a--d--

ahol a = 1

d = napi dátum, amikor a raktárkiiratás történik (pl. 710826 =
1971. augusztus 26.)

azonosító név' = pl. Au-198-kolloid'

4. Anyag kivételezése

x--azonosító név'a--d--e--

ahol x = a kivételezendő tételek száma

a = 2

d = napi dátum, amikor a kivételezés történik (pl. 710828 =
1971. augusztus 28.)

e = egy vizsgálathoz szükséges aktivitás (pl. 200 = 200 mikro Ci)